

Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz

**NNA**

**Berichte**

11. Jahrgang, Heft 2, 1998



Gipskarstlandschaft Südharz -  
aktuelle Forschungsergebnisse  
und Perspektiven

 Niedersachsen

NNA-Ber.	11. Jg.	H. 2	208 S.	Schneverdingen 1998	ISSN: 0935 - 1450
Gipskarstlandschaft Südharz - aktuelle Forschungsergebnisse und Perspektiven					

Herausgeber und Bezug  
Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz (NNA)  
Hof Möhr, D-29640 Schneverdingen,  
Telefon (05199) 989-0, Telefax (05199) 989-46

Für die einzelnen Beiträge zeichnen die jeweiligen Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Schriftleitung: Dr. Renate Strohschneider

ISSN 0935 - 1450

Titelbild: Abschnitt der Gips-Steilwand des Sachsenstein bei Bad Sachsa (Foto: Schikora)

Gedruckt auf Recyclingpapier ( aus 100% Altpapier)

Mecke Druck und Verlag · 37115 Duderstadt

# NNA-Berichte

11. Jahrgang, Heft 2, 1998

## Gipskarstlandschaft Südharz - aktuelle Forschungsergebnisse und Perspektiven

**Beiträge im Rahmen und aus Anlaß des Südharz -Symposiums "Schutz, Entwicklung und dauerhaft umweltgerechte Nutzung der Gipslandschaft" der Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, der Gesellschaft zur Förderung des Biosphärenreservates Südharz e.V. (GFB) und des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) vom 30.-31.05. 1997 in Herzberg am Harz.**

Leitung: Dipl.-Biol. Hans-Bert Schikora, Universität Bremen und Dipl.-Geol. Firouz Vladi, Landkreis Osterode am Harz

### Inhalt

F.-D. Miotke	Der Südharzrand mit seinen Karstgebieten	2
J. Paul	Südliches Harzvorland - Geologische Grundlagen einer Landschaft	7
F. Reinboth	Forschungen in der Gipskarstlandschaft Südharz von den Anfängen bis zur Gegenwart	16
S. Kempe	Gipskarst und Gipshöhlen in Deutschland	25
S. Flindt	Die Lichtensteinhöhle - eine Kultstätte der jüngeren Bronzezeit bei Osterode am Harz - neueste Grabungsergebnisse	35
K. Grote	Paläolithische Fallgrubenjagd am Südharzrand ? Archäologische Befunde und Funde aus dem Gipskarst bei Osterode a.H.	47
R. Nielbock	Faunen des Eiszeitalters - Funde und Grabungen in Schloten und Höhlen des Südharzes	61
U. Heitkamp	Zur Limnologie episodisch trockenfallender Fließ- und Stillgewässer im Gipskarst des Südharzes	71
F. Vladi	Flußversinkungen am südwestlichen Harzrand	82
R. Hartmann	Zur Empfindlichkeit von Karstgrundwasserleitern, erläutert am Beispiel eines Schadensfalles mit halogenierten Lösungsmitteln	87
P. Molde	Grundwassergefährdung durch Rüstungsaltslasten am südwestlichen Harzrand - Beispiel ehemalige Munitionsfabrik Herzberg	93
H. Jordan	Neuaufnahme der Geologischen Karte 1:25 000 Blatt Bad Sachsa - Reliefentwicklung und Flußgeschichte im Quartär	97
C. u. R. Völker	Topographische Erfassung und interpretative Darstellung von Karsterscheinungen	104
H. Schwochow	Die Pflanzengesellschaften im NSG Itelteich und deren Bedeutung für ein Biosphärenreservat Südharz	111
U. Jandt	Vegetation der Trockenrasen des Südharzes und des Kyffhäusers	120
G. Cohrs	Ökologie der Wälder auf Gps, Zustand und Ziel	124
W. Rackow	Zum aktuellen Kenntnisstand der Fledermausfauna (Chiroptera) am südwestlichen Harzrand	127
H.-B. Schikora u. P. Sacher	Spinnen (Arachnida: Araneae) ausgewählter Gipskarst - Biotope am südlichen Harzrand	131
M. Brust	Vorüberlegungen für ein multimediales Informationssystem zum Geotopkataster der Karstlandschaft im Südharz und Kyffhäuser	146
N. Südhof	Landschaftsrahmenplanung im Südharz	154
H. Kulke	Gips im historischen Harzer Bauwesen: Naturstein, Mauermörtel, Putz sowie Estrich und die frühere Wiederverwendung dieser Baustoffe	157
K.-H. Büchner	Möglichkeiten zum Schutz von Bauwerken vor Schäden durch Senkungen in Karstgebieten	170
M. Volmer	Schnellstraßenplanung im Südharz - Interessenkonflikte, Argumente und Abwägungsanforderungen am Bsp. der B 243 n	179
P. Wrobel u. H. Molek	Ingenieurgeologische Untersuchungen zur Erdfallgefährdung im Rahmen der Bundesstraßenneutrassierung im Bereich Nüxei - Tettenborn	186
F. Baranowski	Zur Agglomeration von Rüstungswirtschaft und Zwangsarbeit in den Gipsgebieten am Südharz 1943 -1945	197

# Der Südharrzrand mit seinen Karstgebieten

von Franz-Dieter Miotke

ist wissenschaftlich hoch interessant und erst wenig erforscht

ist ökologisch sehr wertvoll

ist landschaftlich schön

ist ökologisch gefährdet

Fazit:

Der Südharrzrand mit seinen Karstgebieten sollte sinnvoll geschützt werden.

## Vorwort

Seit über 30 Jahren habe ich *Studentenexkursionen am westlichen Südharrz* geleitet, und seit 1993 haben Geographie-Studenten unter meiner Anleitung *Geländepraktika* in den Karstgebieten am Südharrz durchgeführt. Jedes Jahr sind wir ein Stück weiter nach Osten vorgeückt. Von Osterode (1993) über Nordhausen bis nach Sangerhausen (1997) waren in den ausgewählten Untersuchungsgebieten jeweils 20 bis 30 Studenten eine Woche lang im Gelände tätig. Die Gelände- und Laborergebnisse wurden in illustrierten Praktikumsberichten und Karten dargestellt. Auch einige *Diplomarbeiten* über die Südharrzgebiete entstanden unter meiner Anleitung.

In Absprache mit den unteren und oberen Naturschutzbehörden wurden Untersuchungen und Kartierungen durchgeführt, deren Ergebnisse den Ämtern kostenlos zur Verfügung gestellt wurden.

Die Studenten lernten nicht nur Forschungstechniken und die Probleme im Südharrzkarst kennen, sie waren gleichzeitig auch kostenlose Arbeitskräfte. Sie übernahmen Aufgaben, für die aus Geldmangel keine qualifizierten Mitarbeiter angeworben werden konnten. Die Geographie-Studenten höherer Semester sind besonders befähigt, die komplexen Naturräume zu bearbeiten, weil sie neben dem Hauptfach Geographie noch zwei Nebenfächer studieren, z.B. Geologie, Bodenkunde, Geobotanik, Wasserbau, Kartographie etc. In Gruppen zu je vier Studenten wurden in den Praktika Arbeitsteams gebildet, in denen die jeweiligen „Experten“ ihre Spezialgebiete bearbeiteten. Die exemplarisch ausgewählten Kartiergebiete wurden so ganzheitlich bearbeitet und geökologisch erfaßt.

Die *Hauptpraktikaberichte* enthalten *Beschreibungen* der Untersuchungs-

gebiete und der regionalen Gesamtsituation vor dem Hintergrund der allgemeinen und regionalen Fachliteratur.

Die *Geologie* (Gesteine und Lagerungsstrukturen) wurde aus bestehenden Karten übernommen und im Gelände, soweit wie möglich, überprüft. Die *Karstformen* wurden beschrieben, kartiert, fotografiert und erklärt. Die *Böden* wurden exemplarisch durch Einmeterbohrungen erfaßt, mit Feldmethoden bearbeitet und kartiert. Die *Vegetationstypen* (*Vegetationsgesellschaften*) wurden exemplarisch kartiert und die landwirtschaftlich genutzten Gebiete erfaßt. Alle erreichbaren *Wasservorkommen* wurden beschrieben und so weit wie möglich mit Feldmethoden analysiert.

## Naturschutz und Tourismus unvereinbar?

Weiter standen Fragen des Naturschutzes und der Touristenpädagogik im Vordergrund. Für die Kartiergebiete wurden Vorschläge für einen sanften Tourismus erarbeitet und Lehrpfade entwickelt. Außerdem erstellten die Studenten in manchen Gebieten Grundlagenmaterial, das für die Ausweisung von Naturschutzgebieten hilfreich war.

Für den obligatorischen Praktikumsbericht wurden pro Student mindestens 30 Seiten erstellt. Insgesamt sind eine große Anzahl von „kleinen Büchern“ über Landschaftsräume am Südharrz entstanden, über Gebiete, für die noch wenig fachlich spezielles Informationsmaterial zur Verfügung stand. Und, vielleicht noch wichtiger, es sind etwa 100 Studenten zu „kleinen Experten“ am Südharrz geworden, die bald in Behörden und Büros mit Naturschutz zu tun haben werden und für die Landesplanung Entscheidungen mit vorbereiten werden. Die meisten der Studenten waren begeistert von der Karstlandschaft. Das sprach sich herum, - der An-

drang in die Hauptpraktika am Südharrz war daher immer sehr groß.

## Die Schönheit und Ruhe der Landschaft

*Was macht die Karstgebiete am Südharrz für den Besucher so reizvoll?*

Die Landschaft südlich des Harzes begeistert fast jeden Besucher. Vom Blickpunkt der *Landschaftsästhetik* ist es die kleingekammerte, parkartige Landschaft mit weiten Tälern, bewaldeten Höhen und kleinen Siedlungen, die noch den alten dörflichen Charakter bewahrt haben. Die Landschaft ist sehr abwechslungsreich. Das Relief ist moderat, ein Berg- und Hügelland. Das alles strahlt eine friedliche Ruhe aus, die vor allem hektikgeplagte Großstädter angenehm finden. Die Verkehrsdichte ist abseits der Durchgangachsen relativ gering. Die Gegend ist ein ideales Wandergebiet, auch für Schulklassen und besonders für ältere Leute. Tourismus ist daher die große Hoffnung für das wirtschaftlich schwache Gebiet, im Osten noch mehr als im Westen.

## Wo ist denn die Natur noch natürlich?

Auf den ersten Blick erscheint der Erhaltungszustand der Natur am südlichen Harrzrand noch in Ordnung. Aber das täuscht! Das Gebiet gehört zu den am frühesten besiedelten Räumen Deutschlands. Die Vegetation ist vom Menschen weitgehend verändert worden. Nur inselhaft haben sich wieder Nischen mit potentieller Vegetation ausgebildet. Ersatzgesellschaften werden vielfach behandelt, als gehörten sie dort natürlicherweise hin. So wünschen sich viele, daß die weitverbreiteten *Streuobstwiesen*, die nun wahrlich keine Naturschutzgesellschaft sind, überall unter Naturschutz gestellt werden sollen. Man hat die dort entstandene Ersatzflora und -fauna lieben gelernt. Allerdings würde es wohl unbezahlbar, den Obstbaumbestand zu erhalten und das natürliche Aufkommen der potentiellen Vegetation überall dauerhaft zu verhindern. Man wird hier an Diskussionen erinnert, ob die Heidelandschaft in der Lüneburger Heide, die eine Kulturlandschaft oder besser ein Zerstörungsprodukt ist, künstlich erhalten werden soll. Im Osten hat der *Bergbau* seine Spuren bis tief in die Karsthydrologie hinein hinterlassen.

### Die naturwissenschaftliche Vielfalt des Gebietes ist enorm.

Die geologischen Grundvoraussetzungen bewirken ein kleingekammertes, petrographisch sehr unterschiedlich geprägtes Relief. Im Besonderen sind es die löslichen Karstgesteine des Zechsteins, die andere, spezielle Reliefformen bilden, Formen, die im Kontrast zu den silikatischen Gesteinen des Harzes und den nach Süden anschließenden mesozoischen Gesteinen (u.a. Buntsandstein) stehen. Aber selbst die Buntsandsteingebiete sind örtlich noch vom unterirdischen Karst geprägt. Sie gehören damit eindeutig zum Karstsystem „Bedeckter Karst“.

In den Buntsandsteinschichten, die als Schichtstufenbildner über den Sulfaten fungieren, gibt es Durchbruchstäler, Erdfälle, Seen und junge Senkungsgebiete in den Tälern. Viele Trockentäler sind mit mächtigen Schotterlagern gefüllt. Rezente Absenkungen und Ponore (Schlucklöcher) sind zeitweise wasserbedeckt und versumpfen. Hier haben sich reizvolle, seltene Biotope entwickelt.

### Die Karstgesteine sind sehr unterschiedlich.

Die flach einfallenden Zechsteinserien bestehen aus Chloriden, Sulfaten, Karbonaten, Tonschiefern und Konglomeraten in wiederholter Abfolge, unterschiedlichen Mächtigkeiten sowie verschieden großen Verbreitungsarealen. Das kleingekammerte Karstrelief besitzt daher eine komplizierte, vielgestaltige Hydrologie, horizontal (oberflächlich) wie vertikal (unterirdisch).

### Die Talbildung in Karstgesteinen ist erst einmal schneller als die unterirdische Verkarstung.

In den ausstreichenden Zechsteinschichten (Kalk, Anhydrit/Gips und Chloride) arbeiten Erosion und Korrosion (Lösung) *gleichzeitig* an der Abtragung. Die allgemeine Landerniedrigung vollzieht sich hier schneller als in den Silikatgesteinen. Am schnellsten wird Salz abgelagert (Subrosion der Chloride), Anhydrit/Gips bleiben noch lange, wenn unter ihnen die Chloride längst verschwunden sind. Am längsten dauert die Abtragung der Karbonate, die oft Schichtstufen bilden.

### Randsenken und Trockentäler in den Zechstein-Karstgesteinen

Die vom höheren Harz fließenden Gewässer aus Silikatgesteinen folgten ursprünglich dem Gefälle und kreuzten die noch nicht verkarsteten Gesteine des Zechsteins. Mit der zunehmenden oberflächlichen Eintiefung und der fortschreitenden unterirdischen Verkarstung der Karstgesteine wurden die meisten Flüsse am südlichen Harzrand in die schließlich gebildeten Harzrandtäler umgeleitet. Nur die größten Flüsse mit großen Einzugsgebieten blieben in sogenannten *Durchbruchstälern* erhalten, obwohl auch sie unterirdisch Wasser in die Karstgesteine verloren.

Die oberflächliche Erosion und Lösung der Karstgesteine ist schneller als die Erweiterung der wasserdurchflossenen Klüfte in den Karbonaten und Sulfaten. Daher kann sich ein Tal entwickeln, bevor schließlich die Aufnahmekapazität der Karsthohlräume so erweitert ist, daß alles Oberflächenwasser versickern kann.

### Breite, schottergefüllte Täler mit kleinen Bächen

Am Gebirgsrand verlieren die Harzflüsse mit zunehmend geringerem Gefälle immer mehr Transportkraft. In den Talböden werden daher große Mengen Schotter akkumuliert. In den Karstgesteinen wird den Flüssen zusätzlich Wasser in den Untergrund entzogen, so daß noch mehr Schotter abgelagert werden. Besonders in den Kaltzeiten, in denen die Solifluktion viel Schutt in die Täler transportierte, war die Akkumulation immens. Dagegen räumten die Flüsse im Laufe der Warmzeiten einen Teil der Schotter wieder aus und legten damit gleichzeitig ihre Talniveaus tiefer. Große, ältere Schotterlager auf höher gelegenen Talterrassen bezeugen dies eindrucksvoll.

### In den Trockentälern gibt es Bau-probleme.

Die Täler sind die Tiefenlinien, in denen das Oberflächenwasser aus großen Einzugsgebieten gesammelt wird. Hier wird der Input in die Karstgesteine konzentriert. Wo einmal ein Tal bestand, sind Karsthohlformen reichlich vorhanden. In den Riedeln (Höhenrücken) dazwischen beschränken sich die Karst-

hohlformen weitgehend auf oberflächennahe Schloten. Das ist der Grund, warum in den Wänden der Gipsbrüche meist nur wenige, tiefgreifende Karsthohlformen (Höhlen) aufgeschlossen werden und in den Tälern die meisten Bauprobleme eintreten.

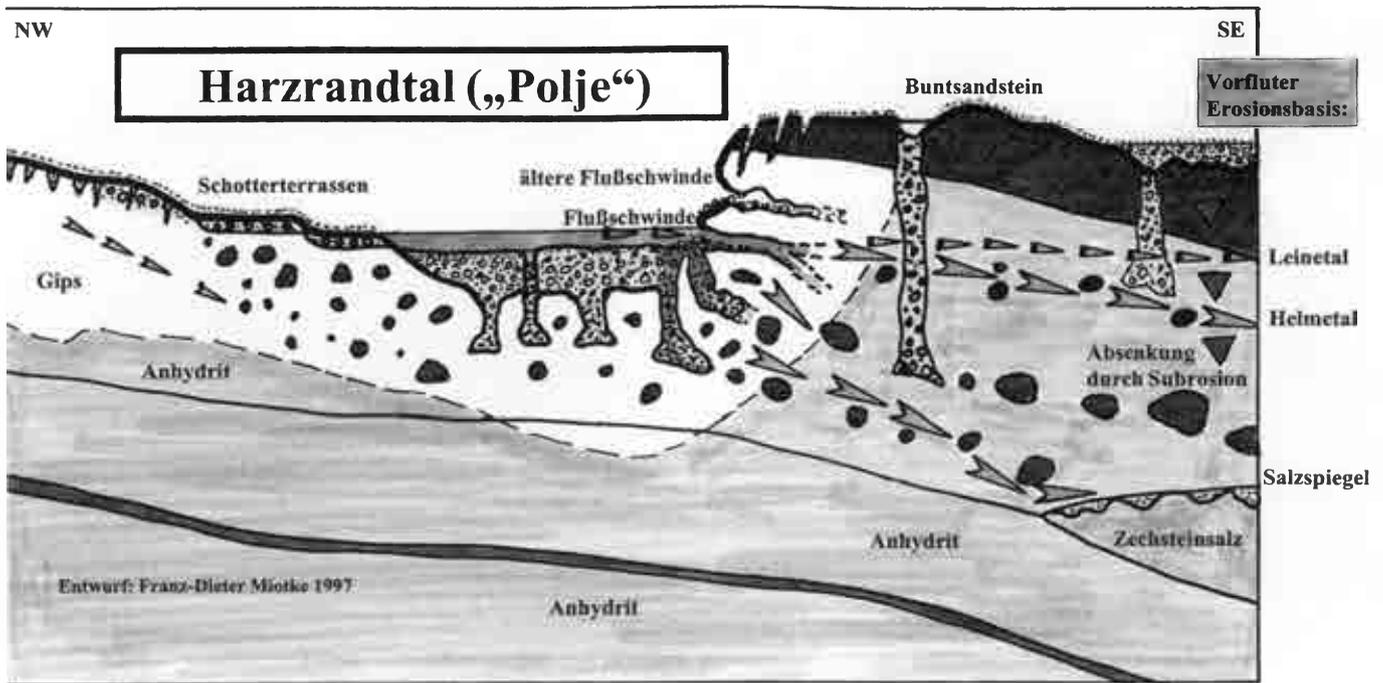
### Das Gewässernetz am Südhaz wird an der Eichsfeldschwelle west-ost-geteilt.

Flüsse haben die Tendenz, ihren Lauf auch dann beizubehalten, wenn das Flußgebiet gehoben wird. Es sei denn, ihre Erosionsleistung kann mit der Geschwindigkeit der Hebung nicht Schritt halten. Dann kommt es zu Laufverlegungen. In Karstgebieten können Flüsse oberirdisch oder auch unterirdisch (Karstpiraterie) abgelenkt werden. Am Südhaz sind beide Möglichkeiten zu beobachten. Die von NW nach SE streichende Pultscholle des Harzes besitzt ein Gewässernetz, das sowohl vom Gefälle als auch von der Petrovarianz sowie dem Streichen der paläozoischen Schichten im Oberharz bestimmt wird.

Zusätzlich ist am Südhaz die uralt angelegte Eichsfeldschwelle von Bedeutung. Von dieser Hebungsachse wurde die Sedimentation schon im Zechstein beeinflusst. So wurden bei Bad Sachsa zwar mächtige Dolomitschichten gebildet, Sulfate und Chloride aber kaum abgelagert. Noch heute verläuft hier die oberirdische und unterirdische Wasserscheide, die das Gewässernetz teilt (siehe Karte Seite 5). Westlich und östlich dieser hydrologischen Grenze hat jeder seine eigene, hausgemachte Umweltverschmutzung des Karst- und Oberflächenwassers allein zu verantworten. Ähnliche Verhältnisse treten auch am Hornburger Sattel auf, der die Sangerhäuser Mulde von der Mansfelder Mulde trennt.

### Im Westen des Harzes ist die Karstentwicklung schon weiter fortgeschritten.

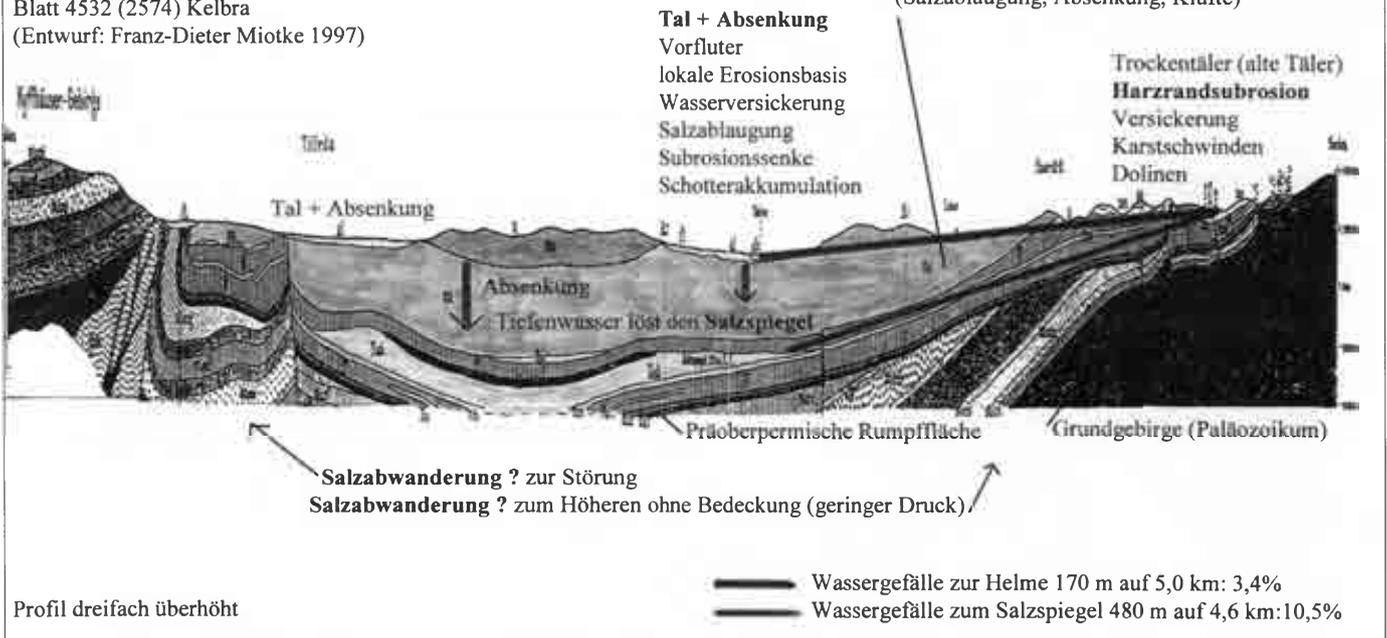
Die allgemeine Landabtragung wird am Harz hauptsächlich vom NW-SE-Gefälle gesteuert, wenngleich die örtlichen Lagerungsverhältnisse der Gesteine bei der Betrachtung nicht unterschätzt werden dürfen. Die Abtragung ist primär dort am schnellsten, wo die Reliefenergie am größten ist, und das ist im Nordwesten. Die generell schnellere Reliefentwicklung zeigt sich besonders eindrucksvoll westlich der Eichsfeld-



## Geologische Grundlagen der Verkarstung vom Südhaz zum Kyffhäuser

nach: Geologische Karte 1.25 000  
Blatt 4532 (2574) Kelbra  
(Entwurf: Franz-Dieter Miotke 1997)

Buntsandstein, durch Täler zerschnitten und durch Klüfte/Störungen durchlässig (Salzablaugung, Absenkung, Klüfte)



schwelle von der Söse bei Osterode bis zur Oder bei Bad Lauterberg.

Zur Oberterrassenzeit (Elster-Kaltzeit und früher?) floß die Söse noch in Verlängerung des Sösetales vom Hochharz nach SW. Nach der Elster-Kaltzeit wurde der Fluß nach NW in die nun tiefergelegte Harzrandsenke innerhalb

der Zechstein-Karstgesteine abgelenkt. Erst in einem großen Bogen erreicht die Söse wieder ihre alte Grundrichtung nach SW. Inzwischen werden schon Karstwasserwege geöffnet, um den umflossenen Riedel unterirdisch zu queren. Die Söse verliert bereits Wasser an die Karstquellen bei Förste.

Die benachbarte Sieber floß noch zur Mittelterrassenzeit radial vom Harz weg. Ein breites Trockental mit Dolinen zeigt klar die alte Laufrichtung. Die Oder, noch weiter östlich, wird noch später von der Karstentwicklung erfaßt. Ein Teil des Oderwassers wird aber inzwischen schon unterirdisch zur Rhume-

quelle abgezogen. Ähnliche Beobachtungen einer sukzessiven Verkarstung lassen sich auch östlich der Eichsfeldschwelle feststellen. Hier werden die Karstwasser nach SE, örtlich mit einer starken Komponente nach S, zum Helmetal abgelenkt. Kleinräumig sind die karsthydrologischen Verhältnisse natürlich noch viel komplizierter.

#### **Am Südharz können wir lernen, wie die Deckschichten auf dem Hochharz einst sukzessive abgetragen worden sind.**

Die NW-SE-Kippung des Reliefs ermöglicht uns, die nacheinander ablaufenden Entwicklungsstadien der Verkarstung und die generelle Reliefentwicklung am Südharz zur heutigen Zeit gleichzeitig zu beobachten. Wenn wir wissen wollen, wie es in einem östlichen Gebiet in Zukunft aussehen wird, brauchen wir nur etwas weiter westlich die vorangeschrittene Karstsituation zu studieren. So wie es heute am südlichen Rande des Harzes aussieht, hat es im Tertiär einmal auf dem heutigen Hochharz ausgesehen. Sukzessive wurden die mesozoischen und Zechsteindeckschichten von Tälern zerschnitten und entsprechend ihrer Abtragungsresistenz immer weiter abgetragen. Die heutige Abfolge von Zechstein, Buntsandstein, Muschelkalk die den Harz von Nord nach Süd quert, ist nur der Augenblickszustand in einer sehr langen Reliefentwicklung. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß der Hochharz wesentlich steiler gekippt (höher) ist als der heutige Rand, wo die Deckschichten im Bereich der Flexur nur flach einfallen. Daher sind die damaligen Abtragungs- und Verkarstungsverhältnisse auf dem Hochharz nicht direkt gleichzusetzen mit den heutigen Bedingungen am südlichen Harzrand.

#### **Die Karsthydrologie der Harzrandtäler (siehe Karte und Querprofile)**

Die Harzrandtäler in den Karstgesteinen sind in der Regel Trockentäler. Sie besitzen keinen Fluß mehr. Man kann sie auch als kleine Poljen ansehen. Nur auf den wenig durchlässigen, schluff- und tonhaltigen Talfüllungen fließen örtlich kleinere Bäche. Sie verschwinden meist in Ponoren am südlichen Rand der Täler. Erst wo das nackte Gipsgestein von den Bächen direkt erreicht werden kann, sind Öffnungen für das Wasser gegeben, in den Untergrund einzutre-

ten. Die Schlucklöcher und die angrenzenden Wasserwege werden oft von Einbrüchen und feinkörnigen Residuen (Lösungsrückständen) der Karstgesteine sowie von den tonreichen Verwitterungsprodukten des unteren Buntsandsteins verschlammte. Die Schlucklöcher können dann zeitweise die ankommenden Wasser nicht mehr schnell genug aufnehmen. Periodische Überflutungen im Umfeld der Ponore sind daher nicht selten. Am Bauerngraben erreicht der „Periodische See“ zeitweise ansehnliche Größe.

Gelegentliche Einbrüche (Erdfälle) in den Schotterfüllungen der Trockentäler zeigen, daß auch unter den Tälern, entlang der alten Karstwasserwege, noch heute gelöst wird. Da die Bauern Erdfälle schnell verfüllen, können diese Erscheinungen nicht lange beobachtet werden.

#### **Wohin fließt das Wasser im Untergrund?**

Wasser fließt im Untergrund wie an der Oberfläche immer zum Tieferen, zum Vorfluter. An der Oberfläche im Nichtkarstgestein sind die lokalen Tiefenlinien (Täler) die Erosions- oder Korrosionsbasis. Oberflächlicher Vorfluter im östlichen Karstgebiet des Südharzes ist das Tal der Helme mit seinen Nebentälern. Der Höhenunterschied zur Helme beträgt 170 m auf 5,0 km Luftlinie (3,4%).

Unter dem Helmetal wird noch heute Salz abgelagert. Der Salzspiegel liegt dort etwa 225 m unter der Erdoberfläche. Zum Salzspiegel muß Wasser hingelangen, lösen und unterirdisch wieder abfließen, denn sonst könnte das Salz nicht abgelagert werden. Das Gefälle von den nördlichen Eintrittsbereichen zum Salzspiegel beträgt 480 m auf 4,6 km (theoretisch gerader) Wegstrecke (10,5%).

#### **Subrosionsgebiete (Karstsenken) werden mit Schottern aufgefüllt.**

Die unterirdische Abtragung (Subrosion) im Salz verursacht ein Absinken der Deckschichten. Die Aufschotterung ist nicht überall schnell genug, um diese Absenkung sofort und völlig zu kompensieren. Das Helmetal in der Goldenen Aue ist daher ein versumpftes Sedimentationsgebiet. Bereits im Mittelalter haben Zisterziensermönche aus Walkenried Seen und Sümpfe in der Goldenen Aue trockengelegt und wertvolles Kulturland geschaffen. Dabei halfen ihnen wasserbaulich kundige Holländer.

#### **Karstwasser will auf dem kürzest möglichen Weg in die Tiefe und von dort weiter zum Meer.**

Verschwindendes Karstwasser am Harzrand fließt im Untergrund relativ steil





**Spektakuläre Einbrüche und Höhlen im Zechsteingips. Doch die steilen Gipswände verwittern schnell. Zurück bleiben schüsselartige „Erdfälle“. Die jetzt trockenen Höhlen sind in der letzten Kaltzeit entstanden. Das heutige Grundwasser liegt tiefer.**

nach unten und versucht, entlang seinem hydraulischen Gradienten das Salzspiegelniveau zu erreichen. Es ist daher nicht zu erwarten, daß hinter den Ponoren noch immer flach geneigte Höhlen neu gebildet werden.

Allerdings werden bestehende, mehr horizontale Hohlraumssysteme älterer Entwicklungsphasen partiell noch immer benutzt. Das gilt vor allem für den vadosen Bereich (der obere, nicht immer völlig wassergefüllte Karstbereich), durch den das absteigende Wasser fließt und weiter löst. Es ist hervorzuheben, daß auch im phreatischen Karstwasserbereich (wo alle durchgängigen Hohlräume immer mit Wasser gefüllt sind) das Gesetz vom Weg des geringsten Widerstandes gilt. Das unterirdische Karstwasser wird versuchen, entlang von tektonischen Störungslinien, Schichtgrenzen, Brüchen im Streichen der Schichten etc. leichte Durchflüsse zu finden und diese auszuweiten.

#### **Karstwasser fließt auch unterirdisch liniert.**

Mit anderen Worten, Karstgrundwasser fließt nicht überall gleichmäßig verteilt, sondern linienhaft, und es fließt entlang seinem hydraulischen Gradienten, entlang einem bestimmten Gefällsniveau. Das Ergebnis ist, daß sich im Karstgrundwasser konzentrierte Strö-

me entwickeln und daneben das lösliche Karstgestein erst einmal kaum durchflossen und gelöst wird. Man vergleiche: Wo eine Autobahn besteht, werden die engen Nebenstraßen nur noch vom lokalen Verkehr benutzt.

Nach unten kann das Wasser nicht beliebig vordringen, weil mit zunehmendem Auflastdruck der hangenden Schichten die Klüfte so stark zusammengedrückt werden, daß normalerweise kaum noch Wasseraufnahme und -bewegungen möglich sind. Nur entlang von Zerrüttungszonen gelangt das Grundwasser in größere Tiefen.

#### **Wo bleibt das tiefe Karstgrundwasser?**

Die unterirdischen Wasserströme fließen dorthin, wo das Karstgrundwasser von einem tieferen Flußtal angezapft wird. Im Raum Sangerhausen wird der Karstgrundwasserkörper vom Tal der Unstrut angeschnitten. Viele der dortigen Quellen, z. B. bei Artern, sind salzhaltig.

#### **Eingriffe in die Karsthydrologie können sich bitter rächen.**

Pumpt man an einer Stelle größere Wassermengen ab, so können nicht nur bestehende Quellen trockenfallen, es wird auch salzhaltiges Karstwasser angesogen, das die Qualität des erschlossenen

Wassers verdirbt. Außerdem kommt es zu einer Aktivierung von Erdfällen, weil das tragende Wasser entzogen wird. Im Kupferbergbau von Sangerhausen und Mansfeld hat man in dieser Hinsicht böse Erfahrungen gesammelt.

#### **Erdfälle und Dolinen bilden sich vorrangig dort, wo die Karstgesteine oberflächlich anstehen. An der Oberfläche des Buntsandsteins sind Erdfälle eher selten.**

Die Gesteine am nahen Harzrand sind stark zerklüftet. Immerhin sind über 100 m Salze unter ihnen ausgelaugt worden. Beim Nachbrechen und Absinken der Deckschichten über der Salzsubrosion wurden die hangenden Schichten stark zerrüttet. Früher hat man nicht beachtet, daß der Salzspiegel keineswegs eine ebene Fläche ist, die sich durch Ablaugung flächig tiefer legt. Auch die Subrosion verläuft linienhaft, und entsprechend sind die Karstdepressionen kleinräumig und liniert, aber nicht gleichmäßig flächenhaft. Erst über einen längeren Zeitraum werden auch die zwischen den Tiefenlinien im Salz stehengebliebenen Salze gelöst. Zwischen den Hauptlösungsbereichen (vergleichbar den Wasserscheidengebieten an der Oberfläche) bleiben noch sehr lange Salzreste erhalten, die erst langsam völlig herausgelöst werden (vgl. die Situation an der Salzaquelle und den salzhaltigen Karstquellen bei Förste). Wo starke Auslaugung unter der Buntsandsteinbedeckung stattfindet, können sich die entstehenden großen Karsthohlformen bis an die Oberfläche durchpausen und tiefe Erdfälle bilden. Das ist jedoch relativ selten zu beobachten. Die ursprünglich sehr steilen Erdfallwände brechen schnell nach und füllen den Schacht auf. Feinmaterialien lassen das Wasser nicht durch, so daß Seen entstehen (z.B. Liebenroder Seen). Organische Verlandungsprozesse lassen die Seen schließlich versumpfen und verlanden. Am Ende kann man den Erdfall an der Oberfläche kaum noch erkennen. Auf Luftbildern haben sie aber oft eine andere Färbung als die Umgebung und sind so leicht auszumachen. Auf jeden Fall sollte man sein Haus dort nicht bauen.

#### **Karstforschung ist wirtschaftlich.**

Nicht nur für die Wassererschließung und Abwasserbeseitigung, auch für die

Vermeidung von *bautechnischen Problemen* ist es nützlich und kostensparend, wenn das Karstsystem als Ganzes erforscht und verstanden wird. Die alleinige Erstellung eines Formeninventars ist zwar notwendig, reicht aber nicht. Vielmehr muß *das komplexe Funktionssystem im Karst regional* übergreifend und zusätzlich lokal detailliert erforscht und verstanden werden. Dazu ist es unbedingt nötig, auch den Blick in die Vergangenheit der *Entwicklungsgeschichte (Genese)* zu richten. Was früher irgendwo passierte, geschieht heute an anderer Stelle ganz ähnlich. Davon können wir lernen.

**Ein profundes Karstverständnis hilft u. a. äußerst kostspielige Rasterbohrungen zu vermindern und vermeidet spätere Gefahren und Probleme für Bauten, Autobahnen und Bahntrassen.**

*Auch für Naturschutzbelange ist es unumgänglich, das geökologische Ge-*

*samtsystem zu verstehen.*

Das erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen den Erdwissenschaften, den Klimawissenschaften, den biologischen Fachrichtungen und zum Schluß seien auch die Kulturgeographie und Historie nicht vergessen. Schließlich hat der Mensch fast alles irgendwie, z. T. sogar sehr stark, verändert. Einige tausend Jahre einschneidende Eingriffe in den Naturhaushalt haben tiefe Wunden hinterlassen.

**Es wird Zeit, umzudenken!**

Es wird Zeit, daß wir viel schonender mit der Umwelt umgehen. Aber Auswandern zum Mond können wir nicht. Wir sollten uns daher nicht mit bürokratischen Verboten völlig aus der Natur verbannen lassen. Es geht einfach nicht!

*Anstatt mit zum Teil unsinnigen Verbotsboten zu operieren, sollten wir mehr Forschung und Aufklärungsarbeit lei-*

*sten, damit wir die Natur, in der wir leben, wieder schätzen und lieben lernen. Ehrfurchtsvolle Achtung schützt mehr als Verbote, deren Einhaltung ohnehin nicht zu kontrollieren und zu erzwingen sind und die von vielen inzwischen als Ökoterror bezeichnet werden. Wir sollten keine berechtigten Gegenoffensiven der Betroffenen provozieren.*

## Literatur

Miotke, Franz-Dieter (1986) Mit der Schulklasse in die Unterwelt - Höhlen und Dolinen am Südhaz, in: Geographie Heute, Hannover (40), S. 42-47.

## Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Franz-Dieter Miotke,  
Geogr. Inst., Universität, Hannover,  
privat: D 30823 Garbsen,  
Röddingerstr. 21

# Südliches Harzvorland: Geologische Grundlagen einer Landschaft

von Josef Paul

## Kurzfassung

Die einzigartige Karstlandschaft des südlichen Harzvorlandes wird vor allem durch die Gips- und Karbonat-Schichten des Zechsteins geprägt. Daneben spielen vulkanische und klastische Sedimente des Rotliegenden eine größere Rolle.

Ab dem Oberkarbon wurde das vorher entstandene Variszische Gebirge wieder abgetragen und der Schutt in Senken gesammelt. Die alte, stark reliefierte permokarbonische Landoberfläche wird zur Zeit wieder exhumiert. An der Perm/Karbon-Grenze drangen auf Störungen Laven empor und bildeten Vulkankegel oder ausgedehnte deckenartige Ergüsse. Die Transgression des Zechsteinmeeres im oberen Perm leitete mehrere Evaporit-Zyklen ein. Im Bereich des südlichen Harzes sind auf der Eichsfeld-Schwelle die Karbonate des ersten (Werra-Zyklus) und des zweiten (Staufurt-Zyklus) Zyklus ausgebildet.

Auf Untiefen bildeten sich massige Riffe, die ausschließlich von Mikroorganismen, Cyanobakterien, aufgebaut sind. Die Riffe und andere Flachwasser-Karbonate wurden von der Verwitterung herauspräpariert und bilden landschaftsprägende Klippen.

An den Rändern der Schwelle treten Anhydrite, vor allem des ersten und dritten Zyklus (Leine-Zyklus) in größerer Mächtigkeit auf. Sie sind an der Erdoberfläche durch Wasserzufuhr wieder vergipst. Faziell weisen sie eine große Vielfalt auf. Neuere Untersuchungen weisen nach, daß sie flächendeckend frühdiagenetisch deformiert sind. Die Karstphänomene sind im Werra-Anhydrit (A1) und im Hauptanhydrit (A3) am stärksten ausgebildet. Sowohl im Karbonat als auch in den Gipsschichten sind zahlreiche Höhlen entstanden, von denen einige Überreste des Eiszeitalters, darunter auch menschliche Werkzeuge, enthalten.

## 1. Einführung

Die Landschaft des südlichen Harzvorlandes zwischen Osterode im Westen und Sangerhausen im Osten wird im wesentlichen durch die Karbonat- und Gips-Schichten des oberpermischen Zechstein geprägt (s. Abb.1 u. 2). Die Verwitterung der Karbonate zu Klippen und die ober- und vor allem die unterirdische Lösung der Gipse bringen eine einzigartige Karstlandschaft hervor, die durch zahlreiche Dolinen, Bachschwinden, Trockentäler, aber auch durch temporäre Seen und kräftige Karstquellen charakterisiert ist. Die mit 5° bis 10° vom Harz weg nach Süden fallenden Schichten und der mehrfache Wechsel von durchlässigen Karbonat-Gesteinen, abdichtenden Tonen, löslichen Gipsen und noch leichter löslichen Steinsalzen bringen auf engstem Raum ein sehr unterschiedliches Formeninventar hervor.

Ein weiteres Landschaftselement tritt zwischen Bad Sachsa und Neustadt am Harz auf: das Ilfelder Rotliegend-Becken. Es besteht aus vulkanischen Gesteinen, sowohl erstarrte Laven als auch Pyroklastika, und roten Sand- und Schluffsteinen. Insbesondere die emporragenden Vulkankuppen und die tief

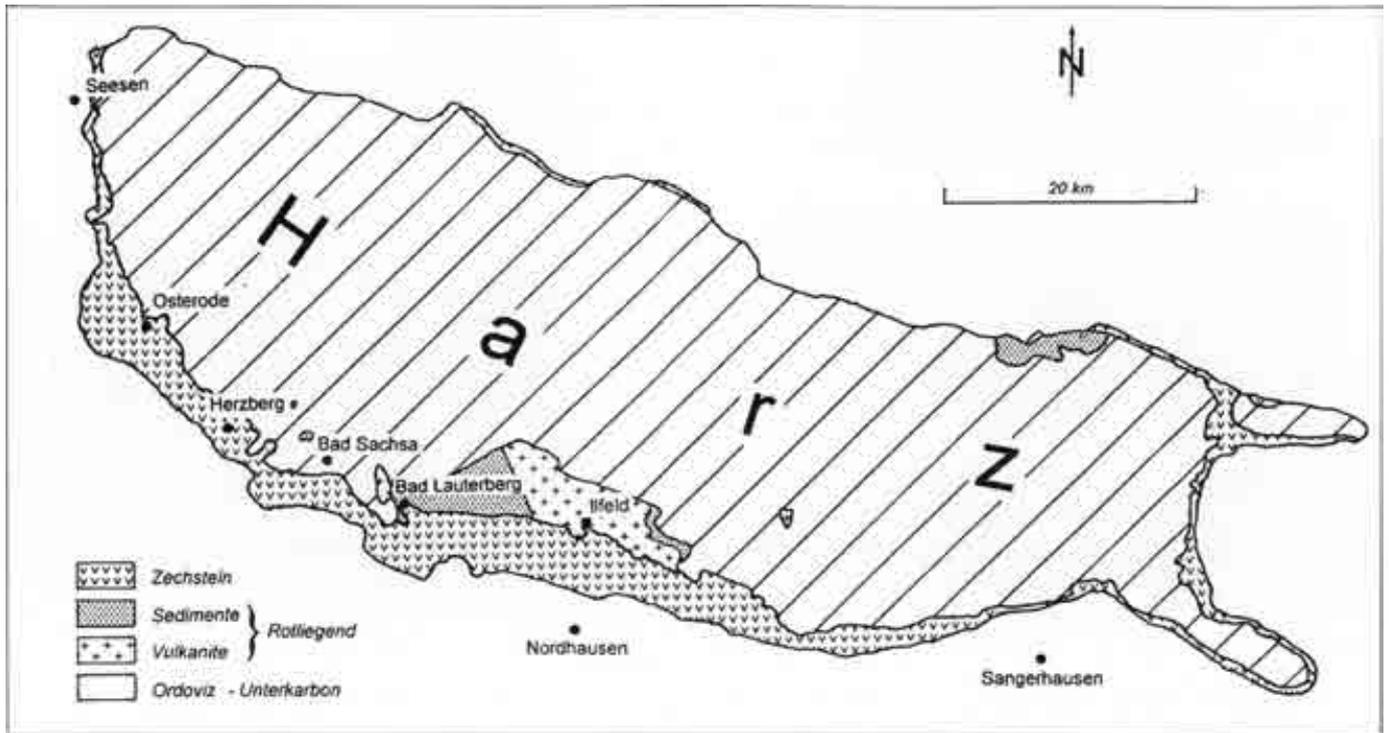


Abb. 1: Rotliegend und Zechstein am südlichen Harzrand

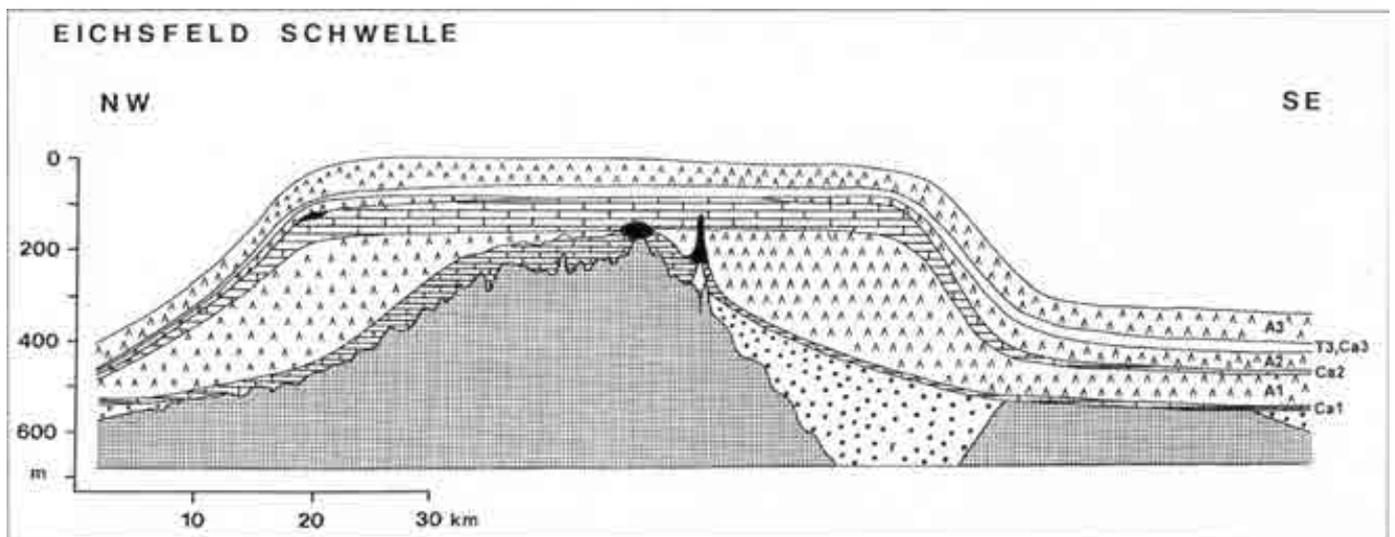


Abb. 2: Schematisches Profil über die permische Eichsfeld-Schwelle im Auslaugungsbereich des Zechsteins zwischen Seesen im Nordwesten und Sangerhausen im Südosten. r = Rotliegend, Ca1 = Kupferschiefer und Zechsteinkalk, A1 = Werra-Anhydrit, Ca2 = Stäbfurt-Karbonat, A2 = Basalanhydrit, T3, Ca3 = Grauer Salzton und Plattendolomit, A3 = Hauptanhydrit.

eingeschnittenen Täler prägen diese Landschaft.

In diesem Beitrag sollen neben einem Überblick vor allem neue Forschungsergebnisse über die Natur dieser Ablagerungen und die paläogeographische Situation, die zu der Entstehung dieser Gesteine führte, vorgestellt werden.

## 2. Karbon und unteres Perm

Im Unterkarbon (s. Tab. 1), vor etwa 350 Mio Jahren kollidierte die nordamerikanisch-eurasische Kontinentalplatte mit dem Gondwana-Kontinent, der sich aus Afrika, Südamerika, Australien und Antarktika zusammensetzte. Es bildete sich der Superkontinent Pangaea. Die Naht

der alten Platten ist die Mitteldeutsche Kristallzone, die südlich des Harzes vom Spessart über das Kristallin von Ruhla und den Kyffhäuser quer durch Deutschland verläuft. Als Folge dieser Kollision wurden die vorher abgelagerten Gesteine des Silurs, Devons und Unterkarbons zu einem Faltengebirge, dem Variszischen Gebirge, zusammen-

Tab. 1: Tabelle der Erdgeschichte

Känozoikum	Quartär	
	Tertiär	
Mesozoikum	Kreide	
	Jura	
	Trias	
Paläozoikum	Perm	} Zechstein
	Karbon	
	Devon	
	Silur	
	Ordoviz	
	Kambrium	

Tab. 2: Stratigraphische Tabelle des Zechsteins am südlichen Harzrand

höhere Zyklen		
z4-z8		
Leine-Zyklus	(Leine-Salz	Na3)
	Hauptanhydrit	A3
	Plattendolomit	Ca3
	Grauer Salzton	T3
Staßfurt-Zyklus	(Staßfurt-Salz	(Na2)
	Basalanhydrit	A2
	Staßfurtkarbonat	Ca2
Werra-Zyklus	Werra-Anhydrit	A1
	Zechsteinkalk	Ca1
	Kupferschiefer	T1

geschoben und anschließend angehoben. Im südlichen Harz besteht dieses Variszische Gebirge vor allem aus Grauwacken, Tonschiefern und Diabasen.

Ab dem Oberkarbon kam es zu einer tiefgründigen Verwitterung und Abtragung dieses Gebirges. So wurden im wechselfeuchten Klima die Feldspäte in den Tonschiefern und Grauwacken kaolinisiert. Das zweiwertige Eisen, das in zahlreichen Mineralen, so zum Beispiel in Biotit und Hornblende enthalten ist, wurde oxidiert und mobilisiert und auf Klüften oder um Gesteinskörner wieder als dünner hämatitischer Überzug ausgeschieden. Die Gesteine wurden so, ausgehend von der damaligen Oberfläche, bis in eine Tiefe von mehr als 50 m intensiv gerötet. Dies läßt sich insbesondere am Rande des Harzes zwischen Bad Lauterberg und Bad Sachsa gut beobachten. Die Rötung zeigt so die Nähe der alten permo-karbonischen Landoberfläche an.

Diese alte Landoberfläche war jedoch keine Peneplain, sondern wies ein kräftiges Relief auf. Zur Zeit wird dieses alte Relief wieder exhumiert (s. Abb. 3). Dies zeigte sich besonders deutlich beim Bau der neuen Trasse der B241 nördlich von Scharzfeld, wo die alte Landoberfläche in zahlreichen Anschnitten auf einer Länge von mehreren km aufgeschlossen war. Hier besteht das variszische Gebirge aus einer Wechsel-

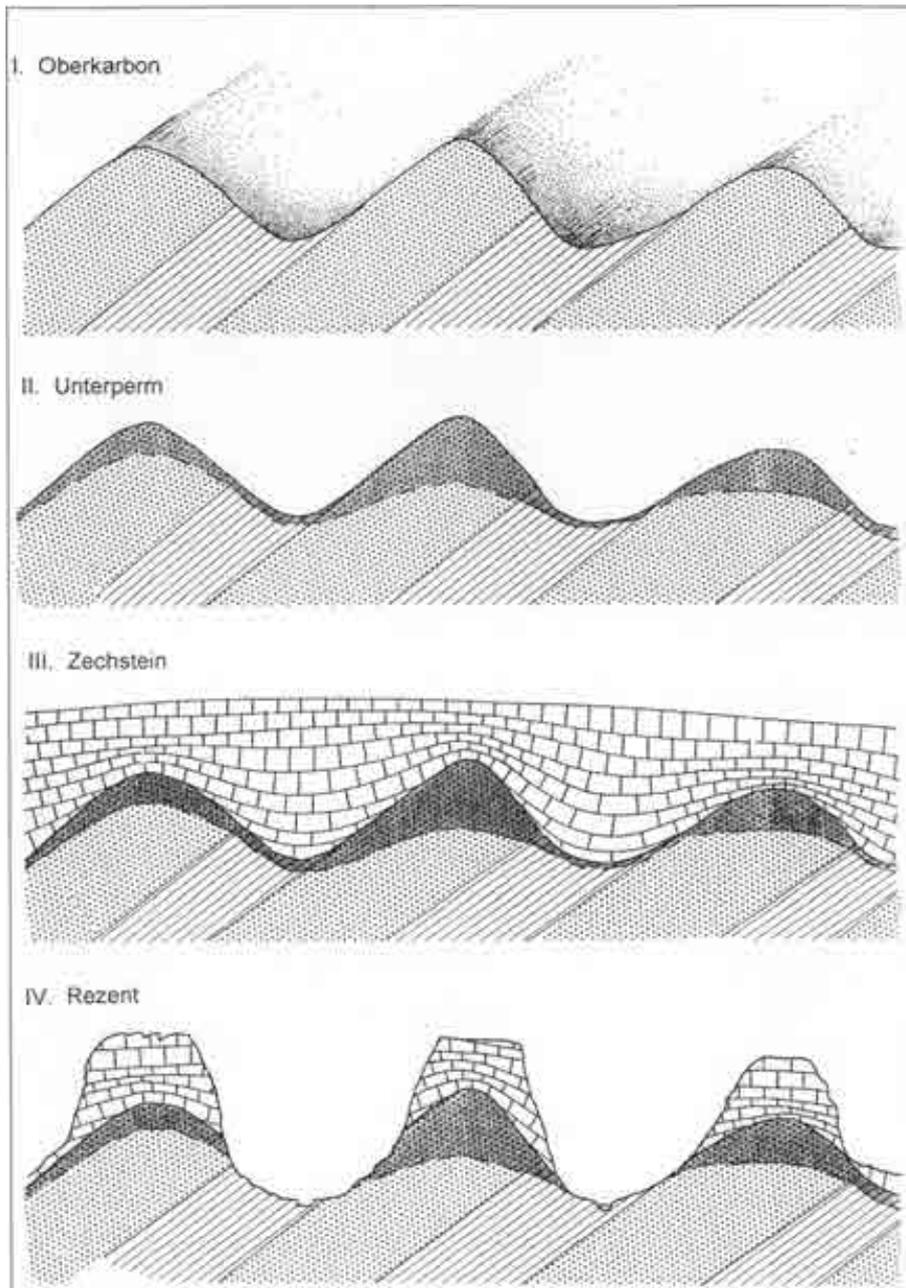
lagerung von Grauwacken- und Tonschiefer-Horizonten. Die Tonschiefer sind tiefgründig abgetragen. Sie bildeten im Oberkarbon und Perm Täler, die den Bereich des Harzes entwässerten und in denen der Detritus des Gebirges in das Vorland transportiert wurde. Die geologischen Profilaufnahmen zeigen, daß das karbonisch-permische Relief dem eines heutigen Mittelgebirges entsprach (s. Abb. 3). Die damaligen Bachläufe und Täler werden wieder von den jetzigen Bächen benutzt.

In Herzberg wurde das Kreiskrankenhaus direkt über eine alte Prä-Zechstein-Schlucht gebaut (s. Abb. 4). Die Schlucht war mit Zechsteinkarbonaten aufgefüllt worden. Saure, mit Mangan und Eisen beladene Wässer aus dem Harz reagierten im Laufe der Zeit mit dem Kalk und führten zu einem metasomatischen Austausch und einer Lösung der Karbonate. Die Hohlräume wurden im Quartär von Schluffen verfüllt. Dieser schlechte Baugrund mußte mit zahlreichen Betonpfählen, die bis zu 30 m lang waren und zahlreichen Ankern stabilisiert werden. Die Auswertung der dafür notwendigen Bohrungen ergab ein genaues flächendeckendes Relief des alten variszischen Gebirges.

Im obersten Karbon vor etwa 300 Mio Jahren, führten tektonische Bewegungen zur Bildung von Hochgebieten, der Eichsfeld- und der Unterharz-

Schwelle, und von dazwischen liegenden Senkungsgebieten. Zwischen Bad Sachsa und Neustadt bildete sich eine Senke, das Ilfelder Becken, in dem sich der Schutt des abgetragenen Gebirges sammelte (Paul 1993a, Paul et al 1997). Der jetzige Ausstrich stellt nur einen kleinen Teil der ehemaligen Verbreitung dar. So verschwinden im Süden des Ausbisses die Rotliegend-Schichten unter den mächtigen Zechstein- und Buntsandstein-Ablagerungen, während im Norden durch die spätere Hebung der Harzscholle die Rotliegend-Schichten wieder abgetragen wurden.

Insgesamt sammelte sich in der halbgrabenförmigen Struktur ein mehr als 800 m mächtiger Gesteinsstapel an (Steiner 1966, Paul 1993). Die roten Konglomerate, Sand- und Schluffsteine wurden in abflußlosen, flachen Endseen (playa lakes) abgelagert, die von Zeit zu Zeit austrockneten. Dies läßt sich mit Trockenrissen, Algenmatten und eingelagerten fossilen Böden belegen (Paul et al 1997, Wagner & Paul 1997). Als Zeuge eines feuchteren Klimas ist ein Kohlenflöz eingeschaltet, auf das an mehreren Stellen bis zum letzten Jahrhundert der Bergbau umging, der in Notzeiten, wie dem letzten Weltkrieg, wieder belebt, aber bald danach wieder eingestellt wurde. Ein letztes Denkmal dieses Bergbaus bildet der Museumstollen des Rabenstein bei Netzkater.



**Abb. 3: Reliefentwicklung am südlichen Harzrand**  
**I. Oberkarbon: Bevorzugte Erosion der Schiefer schuf ein kräftiges Relief.**  
**II. Unterperm: Oxidation des Eisens verursachte eine intensive Rötung der Grauwacken und Tonschiefer.**  
**III. Zechstein: Sedimente des Zechstein füllten das vorherige Relief auf.**  
**IV. Rezent: Die rezente Verwitterung exhumierte das präpermische Relief. Klippen von Zechstein bleiben bevorzugt auf den Rücken erhalten.**

Mit dem Beginn des Perm, vor etwa 290 Mio Jahren, verstärkten sich die Bewegungen, die eine intensive Förderung von Laven zur Folge hatten. So entstanden an der Westflanke des Ifelder Beckens die Vulkane des Ravensberg bei Bad Sachsa und des Kl. und Gr. Knollen bei Bad Lauterberg. Im östlichen Teil

kam es zu einer großflächigen Bedeckung mit rhyolithischen Laven, aus der einzelne Kuppen, wie der Poppenberg nordwestlich Neustadt, emporragen. Im Durchbruchstal der Behre nördlich von Ifeld sind diese magmatischen Gesteine in Wänden, die mehrere 10 m hoch sind, hervorragend aufgeschlossen.

Südlich von Ifeld am Behre-Ufer zeigt das Naturdenkmal der „Langen Wand“ den bereits im Perm tiefgründig verwitterten Rhyolith unter dem transgredierenden Zechstein.

Im Laufe des Perms wurde das Klima immer trockener. Im obersten Rotliegenden bildeten sich im Zentrum des Ifelder Beckens mächtige Dünen sands. Sie sind westlich und östlich von Ellrich in großen Sandgruben aufgeschlossen. Bei Walkenried hinter der Klosterkirche am Steilufer der Wieda und am Cleysingsberg östlich von Ellrich sind die künstlichen und natürlichen Aufschlüsse als Naturdenkmale geschützt.

### 3. Zechstein

Im oberen Perm, vor etwa 250 Mio Jahren wurde diese oben skizzierte Landschaft von einem Meer, dem Zechsteinmeer, überflutet. Vergleichbar dem heutigen Mittelmeer, gab es zwischen Norwegen und Schottland einen engen Zugang zum Weltmeer, so daß bei einem niedrigen Meeresspiegel nur ein begrenzter Austausch der Wässer möglich war. Das im Mitteleuropa damals vorherrschende aride Klima führte zu einer hohen Evaporation, die bei dem beschränktem Zugang zum Weltmeer, die Salinität des Zechsteinmeeres ansteigen ließ. Nacheinander, entsprechend dem Löslichkeitsprodukt, fielen Karbonate, Calciumsulfat, Steinsalz und schließlich Kalium- und Magnesiumsalze aus, bis das Meer vollständig ausgetrocknet war. Dieser Vorgang wiederholte sich mehrfach, so daß sich zyklische Evaporitfolgen ablagerten. Diese Evaporitzyklen bilden den Rahmen für die stratigraphische Gliederung des Zechsteins (s. Tab.2).

Im Bereich des Harzes bildete die Eichsfeld-Schwelle eine Untiefe, die vollständig erst im späteren Verlaufe der Transgression überflutet wurde (Herrmann 1956). Der Kupferschiefer, ein dunkler laminiertes Mergelstein, ist das erste und prominente Schichtglied des Zechsteins. Er ist 30 cm bis zu 1 m mächtig und trägt seinen Namen nach dem stellenweise hohen Gehalt an Kupfer. Am östlichen Harz wurde er bis 1990 im Sangerhäuser Revier abgebaut. Große Halden zwischen Sangerhausen, Niederröblingen und Eisleben sind die Rückstände, die noch lange vom ehemaligen Bergbau künden und für Rekul-

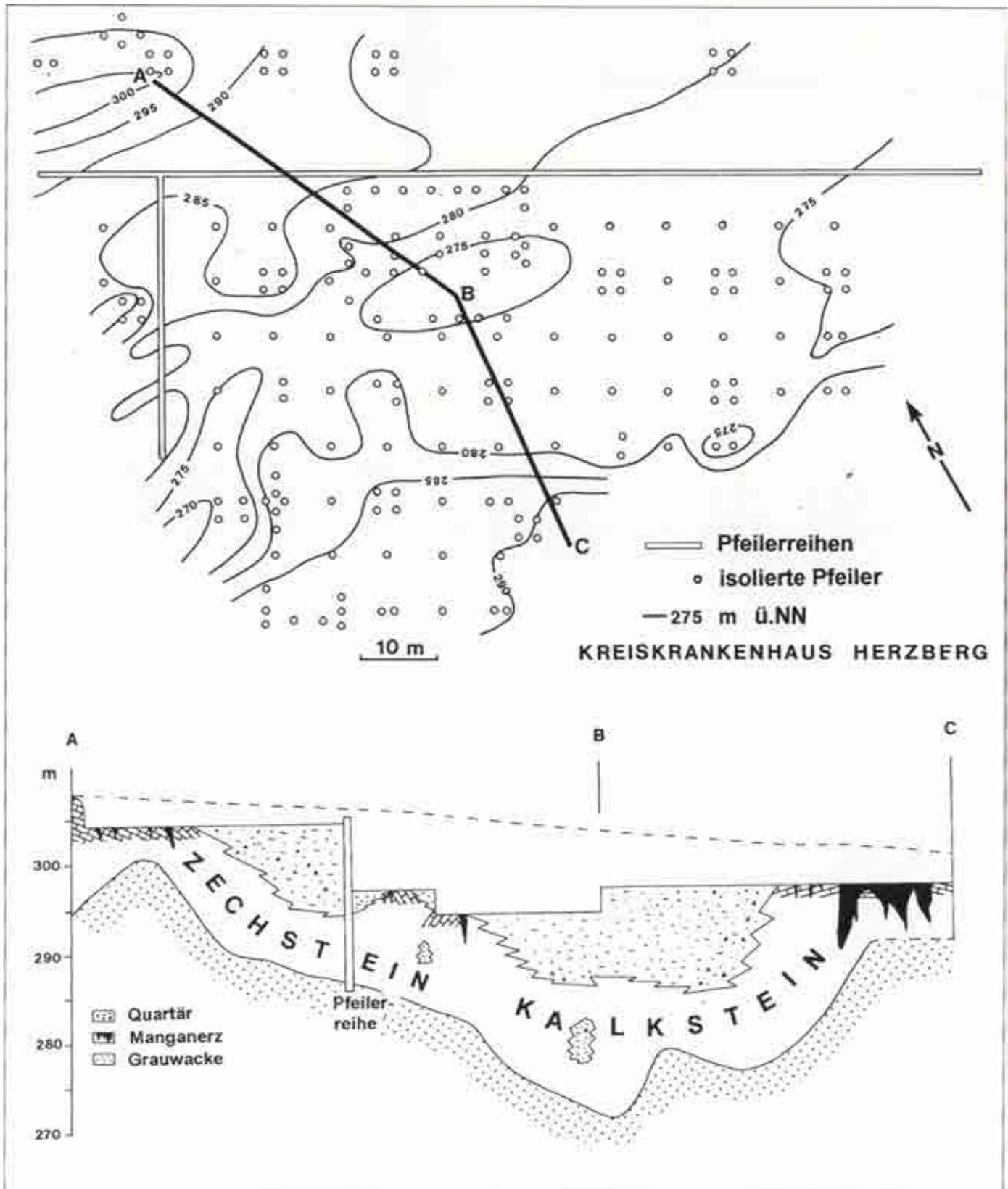


Abb. 4: Präzechstein-Relief bei Herzberg.

A. Lage der Bohrungen für das Kreiskrankenhaus Herzberg und Isohypsen der zechsteinzeitlichen Landoberfläche.  
 B. Querprofil durch die permische Landoberfläche. Nicht überhöht.

tivierungsversuche zur Verfügung stehen werden.

Das Karbonat des Werra-Zyklus, auch Zechsteinkalk (Ca1) genannt, wird in der Beckenfazies nur wenige Meter mächtig und besteht dort aus dunkelgrauen, feinkörnigen Kalksteinen. Die Schwellen- oder Flachwasser-Fazies wird dagegen über 50 m mächtig und setzt sich aus groben, zum Teil schräg geschichteten Onkoiden und Schalen-trümmern zusammen. Onkoide sind kugelige Aggregate, die in flachem Wasser von Blaugrünbakterien (Cyanobakterien) gebildet und sehr schnell lithifiziert werden.

Eine große Besonderheit sind einige 300 m lange und bis über 100 m hohe Riffe, die fast ausschließlich aus Stromatolithen bestehen (s. Abb. 6). Stromatolithen sind laminierte Karbonate, die entweder lagig, halbkugel- oder fingerförmig sind. Cyanobakterien sind auch hier die Verursacher und Produzenten der Riffe. Sie bilden an der Sedimentoberfläche Matten und fällen entweder direkt oder indirekt infolge einer Änderung des pH-Wertes Kalk aus dem Wasser oder sie fangen durch ihre Filamente im Wasser treibende kleine und kleinste Karbonatpartikel ein. Die Verteilung der Wuchsformen wird durch die Wellenenergie kontrolliert. Sie sind darin den modernen Korallenriffen vergleichbar. Bakterienmatten kommen auch heute in tropischen und subtropischen Meeren und selbst in der Nordsee vor. Sie werden aber regelmäßig durch grasende, weidende oder wühlende Organismen zerstört, bzw. gefressen, so daß ihr Erhaltungspotential äußerst gering ist. Im Falle der Zechsteinriffe fehlten die Zerstörer, da die Salinität des Wassers für diese Tiere zu hoch war. Die hohe Salinität, eine Folge der hohen Verdunstung und des ariden Klimas, begünstigte außerdem die schnelle

Lithifizierung durch die Fällung von Karbonat-Zementen. Diese Riffe sind einmalig in Europa. Rezent kommen ähnliche Strukturen in der übersalzten, abgeschnürten Bucht der Shark Bay in Westaustralien vor. Die Zechsteinriffe können als Modelle für präkambrische Riffe herangezogen werden. Solche Riffe gibt es im nördlichen Kanada, in Mauretanien oder in Südafrika. Die am besten aufgeschlossenen, auch zum Teil unter Naturschutz stehenden Beispiele sind die Bartolfelder Westersteine, der Römerstein bei Nüxei, der Eulenstein bei Wieda und der Knickelberg bei Scharzfeld.

Der Zechsteinkalk im allgemeinen und die Riffe im besonderen, neigen bei der späteren Verwitterung zur Klippenbildung. Einzelne Bereiche des Gesteins sind besser zementiert als der Rest und daher bleiben diese bei der Abtragung stehen und werden als Klippen herauspräpariert (s. Abb. 3). Bei Scharzfeld läßt sich diese Klippenbildung an der Steinkirche, dem Schulberg und vor allem an den Klippen bei der Einhornhöhle sehr gut beobachten.

Über dem Zechsteinkalk folgt der Werra-Anhydrit (A1). Er wird über 300 m mächtig und ist damit eines der bedeutendsten Gipsvorkommen Europas. Die größte Mächtigkeit wird an den Rändern der Eichsfeld-Schwelle erreicht (s. Abb. 2). Sowohl beckenwärts als auch zur Schwelle hin gehen die Mächtigkeiten auf unter 100 m zurück (Paul 1993b). Die Sulfate wurden als Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) bei einer 5 bis 10fachen Konzentration des Meerwassers bevorzugt im flachen Wasser ausgefällt. Mit steigender Überdeckung im Laufe der Erdgeschichte wurde durch die Auflast der folgenden Sedimente der Gips in Anhydrit umgewandelt ( $\text{CaSO}_4$ ). Bei der noch späteren Hebung, wenn der Druck nachläßt und Wasser wieder zur Verfüg-

ung steht, kommt es wieder zur Vergipsung. Dies geschieht vor allem an Steilhängen entlang von Bächen und Flüssen oder wenn nur eine geringe Bedeckung vorhanden ist oder wenn die Bedeckung aus durchlässigen Gesteinen besteht oder entlang von Störungen oder Klüften (s. Abb. 5). Da Gips relativ leicht löslich ist (etwa 2 g Sulfat/l) wird er im humiden mitteleuropäischen Klima vor allem an der Oberfläche gelöst, so daß Ausbisse der Gipsschichten sehr selten sind und sie häufig durch Lösungsrückstände, bzw. durch fluviatile Schotter bedeckt sind. Aber ein Großteil der Lösung kann bereits, entsprechend der Vergipsung, in der Tiefe entlang der Klüfte und über wasserdurchlässigen Gesteinsschichten erfolgen. Dieser Vorgang wird Subrosion genannt.

Der Werra-Gips bildet an der Nordseite der Eichsfeldschwelle die bis zu 100 m hohe Steilstufe der Söse bei Osterode. Dort ist der Gips in einer fast ununterbrochenen Reihe von Steinbrüchen zwischen Osterode und Badenhausen sehr gut aufgeschlossen. Auf der Schwelle ist er im Ausbiss fast vollständig aufgelöst. Erst auf der Ostseite bei Osterhagen, wo er wieder mächtiger wird, ist er wieder landschaftsprägend. Hervorzuheben sind die Naturdenkmale des Trogstein bei Tettenborn, der ebenfalls geschützte Sachsenstein und der Kranichstein bei Neuhoof, das Mehholz, der Röseberg, der Kahleberg und die Itelklippen bei Walkenried. Eine fast ununterbrochene Steilstufe zieht sich zwischen Ellrich und Niedersachswerfen hin, auch hier durch eine Reihe von Steinbrüchen angegriffen. Unter Schutz stehen in diesem Bereich der Himmelsberg und der Mühlberg zwischen Woffleben und Niedersachswerfen. Etwas südlich dieser Linie taucht der Werragips, durch eine Störung emporgehoben, wieder zwischen Mauderode und dem Kohnstein bei

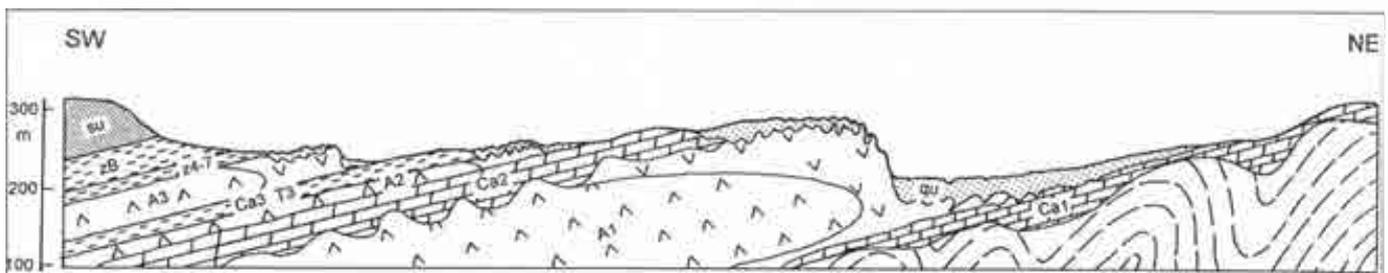


Abb. 5: Profil vom Harz in das südliche Vorland. Auslaugungs- und Vergipsungszone der Anhydrite. Etwa 5fach überhöht. Nach Herrmann (1968).

Nordhausen auf. Geschützt ist hier die Hörninger Schweiz und der südliche Kohnstein im Bereich der Gedenkstätte Dora. Nördlich von Nordhausen streicht der A1 bei Krimderode und bei Rüdigsdorf aus. Weitere Vorkommen sind bei Steigerthal und der Alte Stolberg bei Stempeda. Ein spektakuläres, unter Schutz stehendes Vorkommen ist das Quertal der Nasse bei Questenburg. Hier ragen beiderseits eines engen Bachtals bis zu 100 m hohe weiße Gipsfelsen empor.

Die große Mächtigkeit und die hohe Reinheit des Gipses machen ihn zu einem begehrten Abbauziel der Gipsindustrie. Konflikte mit den Belangen des Natur- und Umweltschutzes sind vorprogrammiert.

Die Gipse des A1 sind sehr unterschiedlich aufgebaut. Sie können laminiert oder dickbankig geschichtet, massig, mosaikförmig, geflasert oder knollig sein. Bei der genauen Untersuchung, insbesondere der Beckenfazies, erkennt man, daß der A1 aus einer zyklischen Abfolge von laminierten und geflaserten Einheiten besteht. Fünf dieser Einheiten wiederholen sich. *Jung* (1958) beschrieb sie als erster und benutzte diesen Sachverhalt zu einer stratigraphischen Unterteilung des Werra-Anhydrites. Während die hellen Lagen aus sehr reinem Gips, bzw. Anhydrit bestehen, sind den dunklen Lagen wenige Prozent Karbonate, Tonminerale, organische Materie oder auch dunkelfärbender Pyrit beigemischt. Die Warven sind möglicherweise saisonalen Ursprungs und auf unterschiedliche Präzipitationsbedingungen zurückzuführen. Der Versuch in diesen Warven eine Zyklik, so zum Beispiel Änderungen der Sonnenflecken, zu erkennen, scheiterte bislang. Eine Fernkonnektierung einzelner Warvengruppen scheint jedoch nach den Ergebnissen von *Richter-Bernburg* (1985) im Zechstein-Becken und *Anderson et al.* (1972) in der nordamerikanischen Castile Formation möglich zu sein.

Schwellenwärts wird die laminierte Fazies durch dickbankig geschichtete, massige oder mosaikförmige Einheiten ersetzt, so daß die Gliederung nach Jung dort nicht mehr anwendbar ist. Bei der Anhydritisierung und auch der späteren Regipsifizierung bleibt das Makrogefüge erhalten, während das Mikrogefüge verloren geht. Im allgemeinen werden bei der Vergipsung die

Kristalle größer (*Reimann* 1990). Infolge der Wasseraufnahme nimmt das Volumen zu. Ist die seitliche Ausdehnung beschränkt, so können sich einzelne Schichten aus ihrem Verband lösen und kleine Hohlräume bilden. Die sogenannten Zwerglöcher zwischen Neuhoß und Walkenried sind ein Beispiel für diese nur kurzlebigen Erscheinungen. Sie können sich nur bilden, wenn die Vergipsungsfront nahe der Oberfläche liegt.

Bemerkenswert sind frühdiagenetisch entstandene Alabasterknollen, die aus reinem Gips bestehen. Ihre Größe liegt im Bereich von mehreren Zentimetern bis wenigen Dezimetern. Sie sind statistisch über den Horizont verteilt oder in einzelnen Lagen angereichert. Da sie die darüber und darunterliegenden Schichten verdrängen, muß man annehmen, daß die Knollen frühdiagenetisch im Sediment entstanden sind. Früher wurden sie, so bei Krimderode, abgebaut und zu Schmuckfiguren verarbeitet.

Typische Anzeiger für flaches Wasser sind sogenannte Selenite. Das sind Gipse, die am Boden des Meeres ausgefällt wurden und eine charakteristische Schwalbenschwanz-Struktur aufweisen. Sie wuchsen aufrecht vom Boden der Meeresoberfläche entgegen. Alle anderen bisher erwähnten Gipsarten sind an der Oberfläche gefällt und dann als Einzelpartikel am Boden sedimentiert worden. Die einzelnen Selenithorizonte werden bis zu 10 cm mächtig. Sie sind rasenförmig und können in den meisten Fällen über den gesamten Aufschluß verfolgt werden. Selenite aus dem Zechstein sind erstmalig von der Eichsfeld-Schwelle beschrieben worden (*Richter-Bernburg* 1985, *Paul* 1987). Sie kommen zwischen Osterode und dem Mühlberg bei Niedersachswerfen vor, sind also auf die Schwellenfazies beschränkt.

Eine andere Besonderheit sind entrolithische Lagen oder Gekrösegipse. Das sind im allgemeinen dünne einzelne Gipslagen, die intensiv verfaltet sind, während die darunter oder darüberliegenden Schichten keine Anzeichen irgendeiner Deformation aufweisen. Ihre Entstehung ist bislang noch nicht völlig geklärt.

Zum Teil nahm man an, daß die Gekröselagen bei der späten Wiedervergipsung durch Volumenzunahme entstanden. Doch gibt es sie auch in anhydritischer Form, so daß diese Annahme nicht zutreffen kann: *Langbein* (1987)

nahm an, daß die Deformation eine Folge der frühdiagenetischen Umwandlung von Gips in Anhydrit sei.

Auch die Gekrösegipse kommen gehäuft an den Rändern der Schwelle vor, während sie sowohl auf der Schwelle als auch im Becken eher selten sind, ein deutlicher Hinweis auf den Einfluß der Schwellenfazies.

An die Hangränder sind auch großstilige Deformationen der Schichtenfolge gebunden (*Herrmann & Richter-Bernburg* 1955, *Meyer* 1977). Zum Teil sind die Schichten mehr oder minder vollständig brekziert. Die Brekzien können dabei hausgroß werden. Der gesamte Sedimentstapel ist intensiv verfalltet ist. Einzelne Schichten können auskeilen, so daß ein chaotisches Gefüge vorliegt. Das noch unverfestigte Sediment ist auf dem Schwellenhang ins Gleiten und Rutschen gekommen, so daß jetzt der gesamte Sedimentstapel als chaotische Großbrekzie vorliegt.

Sulfat-Schichten können unter der Belastung der Deckschichten, ähnlich wie das Steinsalz, wenn auch kleineren Ausmaßes, diapirähnlich aufsteigen und ihre Deckschichten durchbrechen. Erst vor kurzem wurde bekannt, daß dieses Phänomen auch die Sulfat-Ablagerungen am Harzrand stark beeinflusst hat. (*Paul* 1990). Insbesondere der obere Teil der Schichtenfolge des A1 ist davon betroffen. Er wurde als wasserhaltiger Gipsbrei abgelagert. Bei bereits geringer Auflast kam er ins Fließen und bildete langgestreckte Falten und runde Diapire. Die Falten können bis mehrere km lang werden. Die beobachteten Diapire sind kreisrund, haben bis zu 50 m im Durchmesser und erheben sich bis zu 50 m mit zum Teil senkrechten Wänden über ihre Umgebung. In den letzten Jahren im östlichen Teil des Gipsgebietes zwischen Niedersachswerfen und Stempeda durchgeführte Spezialkartierungen im Maßstab 1 : 10 000 ergaben, daß die Deformationen flächendeckend auftreten und auch die jüngeren Gips-horizonte des A2 und A3 von ihnen betroffen sind.

Die unterirdische Lösung der Sulfate schafft zahlreiche Höhlen. Als die größten und bekanntesten des A1 seien hier genannt, das Weingartenloch an der Brantweinseiche östlich Osterhagen, die Trogsteinhöhle bei Tettenborn, die Himmelreichhöhle bei Walkenried und die berühmteste, die Barbarossahöhle im Kyffhäuser.

# WESTERSTEINE

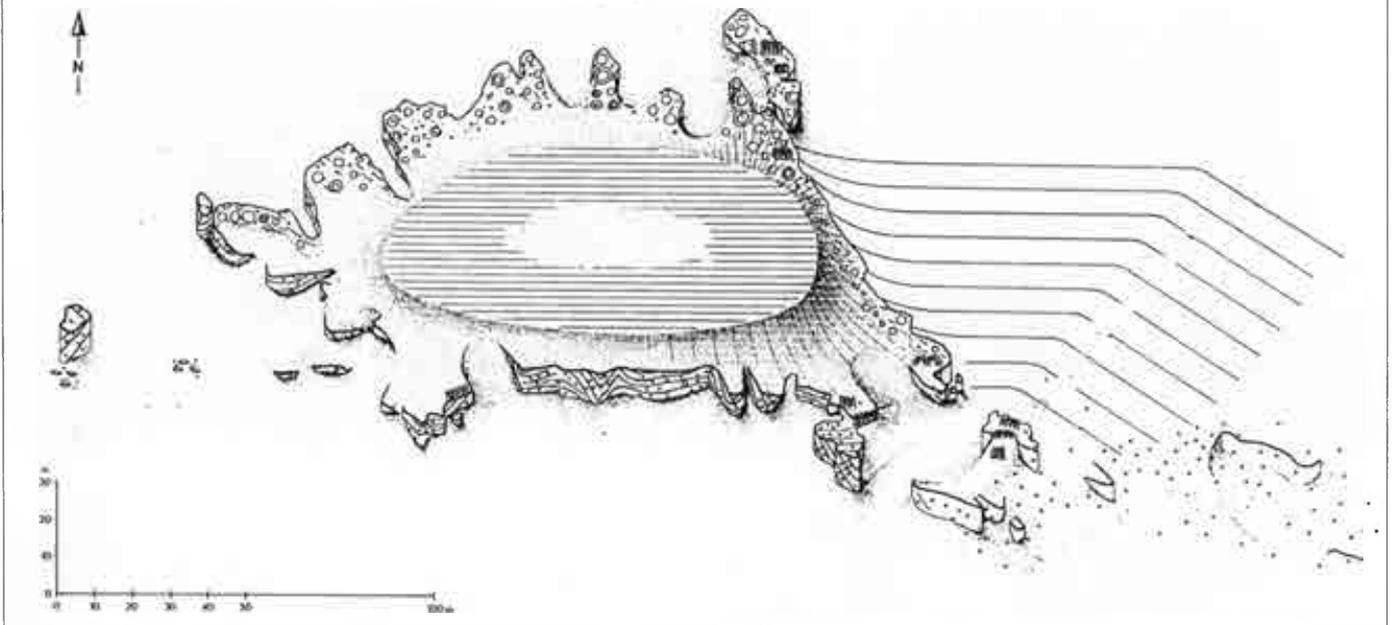


Abb. 6: Das Stromatolithen-Riff der Bartolfelder Westersteine. Naturdenkmal. (nach Paul 1980)

Steinsalz (Na1) ist im Bereich des südlichen Harzvorlandes nur in unbedeutendem Umfang abgelagert worden. Vermutlich gab es einzelne lokale Senken in denen wenige m Salz abgeschieden wurden, wobei es unklar ist, ob dieses Steinsalz stratigraphisch dem Steinsalz des Thüringer und Werrabeckens entspricht. Erst ab Sangerhausen ist dann eine einheitliche Salzführung vorhanden (Gärtner 1958).

Der Staßfurt-Zyklus wird mit einer Karbonatschicht (Ca2) eingeleitet. Ähnlich dem Werra-Karbonat ist sie in der Beckenfazies als geringmächtiger, dunkler, laminiertes Kalkstein ausgebildet, so am Schellenberg bei Steigerthal. Die Schwellenfazies besteht aus dickbankigem, hellem Dolomit. Insgesamt enthält das Staßfurt-Karbonat deutlich weniger Fossilien als der Zechsteinkalk (Paul 1991). Dies betrifft sowohl die Zahl der Arten als auch die absolute Menge der Fossilien, ein deutlicher Hinweis auf die schlechteren Lebensbedingungen im Staßfurt-See. Nur an den Rändern der Plattform sind am Pagenberg bei Badenhäusern im Westen kümmerliche stromatolithische Riffe gewachsen. Am Mühlberg bei Niedersachswerfen am Ostrand

der Plattform kommen Ansammlungen von Muscheln, Brachiopoden und Schnecken vor. Beide Vorkommen stehen unter Naturschutz. Geschützt ist außerdem das Gelände des ehemaligen Kalkofens bei Obersachswerfen. Hier liegt der Ca2 als Brekzie vor, die möglicherweise bei der frühdiagenetischen Auflösung der unter dem Ca2 liegenden leichter löslichen Salze entstanden sein könnte. Entsprechende Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen.

Der Staßfurt-Anhydrit oder Basalanhydrit (A2) ist weniger verbreitet als der A1. Auf dem Top der Schwelle fehlt er, erst zu den Rändern hin wird er mächtiger, so bei Uhrde und Förste auf der Nordseite und im Osten ab Niedersachswerfen. Landschaftsbestimmend wird er im südlichen Teil des Alten Stolberg und bei Rottleberode. Hier wird er als Sangerhäuser Anhydrit, möglicherweise zusammengefaßt mit dem Auslaugungsrückstand des Na2 (Langbein 1984), mehr als 50 m mächtig und in einem großen Steinbruch abgebaut.

Das in der Beckenfazies mehr als 200 m mächtige Steinsalz (Na2) des Staßfurt-Zyklus ist, wie bereits erwähnt, im Bereich des südlichen Harzvorlandes

vollständig der Auflösung anheimgefallen. Der Graue Salzton (T3) des Leine-Zyklus ist eine etwa 10 - 20 m mächtige Serie von grauen, untergeordnet auch roten, Ton- und Schluffsteinen. Als wasserhemmender Horizont hat er aber für die Hydrologie und damit für die Subrosion der Gipse eine gewisse Bedeutung. Dies gilt auch für den Plattendolomit (Ca3), der im allgemeinen nur in Form dünner Karbonatbänke, eingebettet in eine tonig-mergelige Matrix, vorliegt.

Der letzte Gipshorizont ist der Hauptanhydrit (A3), das Sulfat des Leinezyklus. Er tritt in mehr oder minder gleichbleibender Fazies und Mächtigkeit im gesamten betrachteten Raum auf, da die vorherige Schwellen- und Becken-Morphologie durch die Abscheidung des Na2-Steinsalzes nivelliert worden war. Hauptvorkommen sind das Hainholz, der Beierstein und der Lichtenstein auf der Westseite der Eichsfeld-Schwelle. Diese Gebiete, insbesondere das Hainholz (Herrmann 1981, Jordan 1981, Vladi 1981) sind aufgrund ihrer Höhlen und der reichen Karstmorphologie geschützt.

Über dem Hauptanhydrit folgen das am südlichen Harzrand ausgelagte

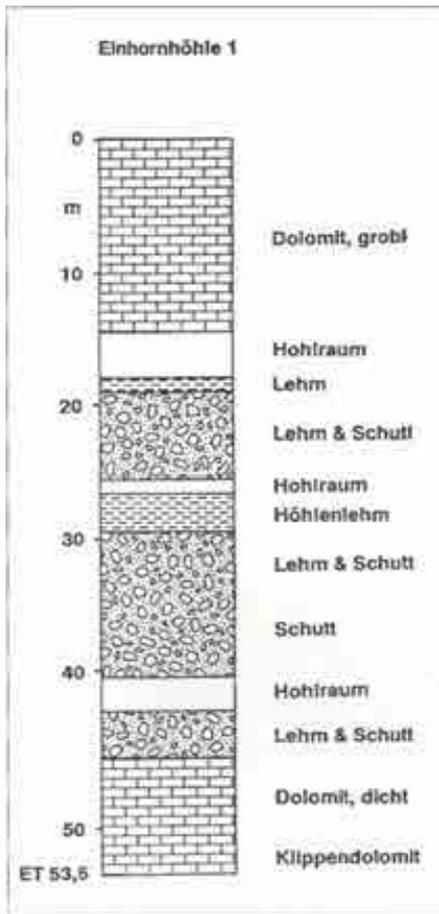


Abb. 7: Profil der Bohrung Einhornhöhle 1

Steinsalz (Na<sub>3</sub>) des Aller-Zyklus und der obere Zechstein, der vorwiegend aus Ton- und Schluffsteinen besteht und der eine wirksame hydrologische Barriere zu den porösen Sandsteinen des Unteren und Mittleren Buntsandsteins bildet.

Die andauernde Subsidenz bewirkte eine zunehmende Überlagerung der Zechsteinschichten durch die Sand-, Ton- und Kalksteine der Trias. Durch den Druck wurden die Gipse entwässert und in Anhydrit umgewandelt. Im jüngeren Mesozoikum kam die Absenkung zum Stillstand und ab der Oberkreide kehrte sie sich um. Das Gebiet des Harzes wurde in Form einer Kippscholle gehoben. Eigentlich entstand der Harz in der Konfiguration, wie wir ihn kennen, erst jetzt, da die vorher abgelagerten mehr als 1000 m mächtigen Schichten der Trias und des Jura wieder erosiv entfernt wurden und die paläozoischen Schichten des Harzes an die Erdoberfläche kamen. Zu den südlich des Harzes anstehenden Schichten des Zechstein hatten jetzt Tageswässer Zutritt. Nahe der Oberfläche wurde der Anhydrit wieder in Gips verwandelt.

Die aus dem gehobenen Harz zufließenden weichen Wässer führten auch zur Lösung der Zechstein-Karbonate. Es bildeten sich verschiedene Höhlen, deren berühmteste die Steinkirche und die Einhornhöhle bei Scharzfeld sind. Insbe-

sondere die Einhornhöhle hat infolge der vielen Knochen, die größtenteils von Höhlenbären stammen, die Menschen schon früh faziiniert. Zahlreiche Grabungen sind in mehr als 100 Jahren durchgeführt worden (Vladi 1984). Aber erst in den letzten Jahren fand man auch menschliche Werkzeuge (Nielbock 1990).

Eine Bohrung, die von der Gebr. Knauff GmbH für wissenschaftliche Zwecke vom Dach durch die Höhle hindurch abgeteuft wurde, erbrachte den Beweis, daß die begehbare Einhornhöhle nur den oberen Rest eines fast verfüllten Höhlensystems bildet (Abb. 7 u. 8). Sie erreichte bei einer Endteufe von 53,5 m leider nicht das Grundgebirge. Wenige Meter Klippendolomit scheinen nur noch zu fehlen. Sehr überraschend war, daß sich unter dem Höhlenboden noch mehr als 25 m mächtige aus Höhlenlehm und verschiedenartigstem Dolomitschutt bestehende Lockersedimente verbergen. Auch mehrere größere offene Hohlräume wurden angetroffen, deren Existenz bisher nicht mal vermutet worden war. Das Alter dieser Sedimente und damit das Alter und die Genese der Höhle sind völlig unbekannt. Die Einhornhöhle ist damit ein Beispiel dafür, wie in einem sehr lange und intensiv erforschten Gebiet neue Funde neue Überlegungen erzwingen, die zu völlig anderen Ergebnissen führen können.

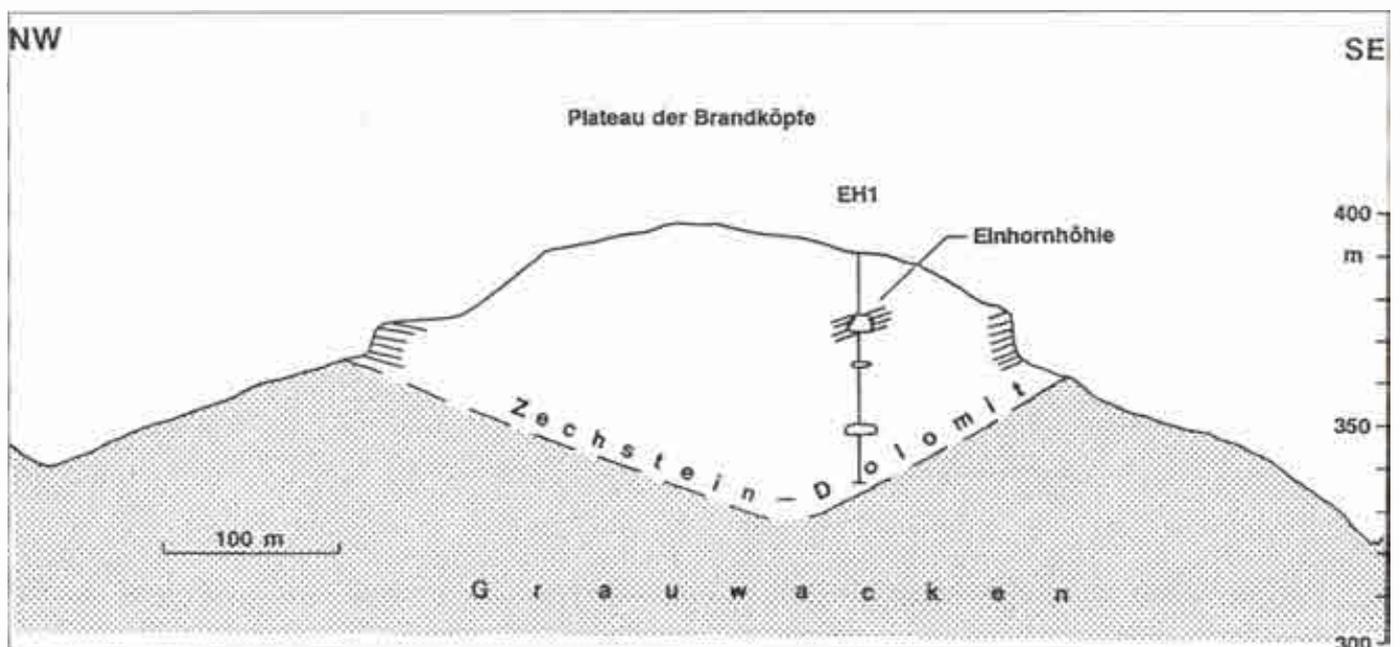


Abb. 8: Querprofil durch das Plateau der Brandköpfe und die Lage der Bohrung Einhornhöhle 1.

#### 4. Schriftenverzeichnis

- Anderson, R. Y., Dean, W. E., Kirkland, D. W. & Snider, H. I., 1972: Permian Castile Varved Evaporite Sequence, West Texas, New Mexico.- Bull. geol. Soc. America, 83, 59-86
- Gärtner, H., 1958: Paläogeographie und Faziesentwicklung im mittleren und höheren Zechstein 1 zwischen Harz und Thüringer Wald.- Diss. unveröfftl. Univ. Jena, 104 S.
- Herrmann, A., 1957: Der Zechstein am südwestlichen Harzrand (seine Stratigraphie, Fazies, Paläogeographie und Tektonik). -Geol. Jb., 72, 1-72
- Herrmann, A., 1968: Einführung in die Geologie, Morphologie und Hydrogeologie des Gipskarstgebietes am südwestlichen Harzrand.-Jh. Karst- u. Höhlenkde., 9, 1-10
- Herrmann, A., 1981: Zum Gipskarst am südwestlichen und südlichen Harzrand.-Ber. naturhist. Ges. Hannover, 124, 35-45
- Herrmann, A. & Richter-Bernburg, G. 1955: Frühdiagenetische Störungen der Schichtung und Lagerung im Werra-Anhydrit (Zechstein) am Südwestharz.- Z. dt. geol. Ges.-105, 689-702
- Jordan, H., 1981: Karstmorphologische Kartierung des Hainholzes (Südharz).- Ber. naturhist. Ges. Hannover, 124, 47-54
- Langbein, R., 1984: Über subrosionsbedingte Gefüge in Anhydrit- und Gipsgesteinen.- Z. geol. Wiss., 12, 349-362
- Langbein, R., 1987: The Zechstein Sulphates: The state of the art.- Lect. Notes Earth Sci., 10, 144-188
- Jung, W., 1958: Zur Feinstratigraphie der Werraanhydrite (Zechstein 1) im Bereich der Sangerhäuser und Mansfelder Mulde. - Geologie 24, 1-28
- Meier, R., 1977: Turbidite und Olisthostrome, Sedimentationsphänomene des Werra-Sulfats am Osthang der Eichsfeld-Schwelle - Zentralinst. Physik Erde dt. Akad. Wiss, 50, 1-45
- Nielbock, R., 1990: Die Einhornhöhle - ein quartärwissenschaftliches Kleinod im Südharz.- Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforsch., 36, 24-27
- Paul, J., 1980: Upper Permian stromatolite reefs. - Contr. Sedimentology 9, 253-268
- Paul, J., 1987: Zechstein am Harzrand: Querprofil über eine permische Schwelle.-In: Kulick, J. & Paul, J. (Eds.), -Intern. Symp. Zechstein 87. Exkf. II, 193-276
- Paul, J. 1990: Evolution of a Sulphate Platform (Upper Permian, Northern Germany).-13th Internat. Sedimentological Congr. Nottingham. Abstr. 413
- Paul, J. 1991: Zechstein Carbonates - Marine Episodes of an hypersaline Sea.- -Zbl. Geol. Paläont. 1991, 223-239
- Paul, J., 1993a Geologie des Ilfelder Beckens (Permokarbon, Südharz).- Göttinger Arb. Geol. Paläont., 58, 75-86
- Paul, J., 1993b: Anatomie und Entwicklung eines permo-triassischen Hochgebietes: die Eichsfeld-Altmark-Schwelle. -Geol. Jb. A131, 197-218
- Paul, J., Wagner, K, & Wesling, Ch., 1997: Lithostratigraphie und Fazies des Ilfelder Beckens (Permokarbon, Harz).- Freiburger Forschungshefte C 466, 109-153
- Reimann, M., 1991: Zur Vergipsung der Zechsteinanhydrite Nordwestdeutschlands. - Zbl. Geol. Paläont.-Teil I.1991, 1201-1210
- Richter-Bernburg, G., 1955: Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechstein. - Z. dt. geol. Ges., 105, 843-854
- Richter-Bernburg, G., 1985: Zechstein-Anhydrite - Fazies und Diagenese.- -Geol. Jb. A85, 3-82
- Steiner, W., 1966: Das Rotliegende des Ilfelder Beckens und seine Beziehung zu benachbarten Rotliegendevorkommen.- Ber. dt. Ges. geol. Wiss., A.Geol. Paläont., 11, 67-118
- Vladi, F., 1981: Bibliographie zu den Gipskarstgebieten Hainholz und Beierstein im Landkreis Osterode am Harz.- Ber. naturhist. Ges. Hannover 124, 195-218
- Vladi, F., 1984: Führer durch die Einhornhöhle bei Scharzfeld am Südharz. 31S., Herzberg
- Wagner, K. & Paul, J., 1997: Fazies-Analyse terrestrischer Rotsedimente am Beispiel der Bohrung Ilfeld 1 (Permokarbon, Harz).- Geowiss. Mitt. von Thüringen 5, 83-116

#### Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Josef Paul  
Institut für Geologie und Paläontologie  
Goldschmidtstr. 3  
37077 Göttingen

## Forschungen in der Gipskarstlandschaft Südharz von den Anfängen bis zur Gegenwart

von Fritz Reinboth

### 1. Einleitung

#### Die Forschung im Südharzer Gips- und Dolomitkarst und ihre Träger

Für ein Karstgebiet typische Erscheinungen wie Höhlen, Flußversinkungen,

Erdfälle usw., aber auch die eigentümliche Flora haben auch im Südharzvorland schon immer das besondere Interesse der Naturforscher erweckt. In der umfangreichen älteren Literatur nehmen jedoch wissenschaftliche Arbeiten und Dokumentationen, die über Kom-

pilationen und Wiederholungen hinausgehen, nur einen schmalen Raum ein. Vor allem sind es naturwissenschaftlich engagierte Geistliche, Ärzte und Lehrer, die als Pioniere der Karstkunde in Erscheinung treten. Im 19. Jahrhundert richtete sich das Interesse vor allem auf Zeugnisse der Vorgeschichte und Paläontologie, die man in den Höhlen suchte. Diese Forschung wurde im Gipskarst zunächst kaum fründig, da die damals bekanntesten Gipshöhlen in ihrem heutigen Erscheinungsbild zu jung sind, und erstreckte sich daher im Harz fast ausschließlich auf Kalk- und Dolomithöhlen. Die ersten Funde in den im Gips

gelegenen Schuchhardtshöhlen am Kyffhäuser und neuerdings am Lichtenstein bei Osterode waren deshalb auch zunächst nicht das Ergebnis einer gezielten Grabung, sondern zufälliger Art und lösten erst dann systematische Untersuchungen aus.

Erst unser Jahrhundert entwickelte die Speläologie als Gruppenwissenschaft. Die Pionierarbeit wurde auch hier von Amateurwissenschaftlern geleistet, nur vereinzelt traten in den späten zwanziger Jahren professionelle Geologen und Hydrologen auf den Plan. Erst seit der Mitte unseres Jahrhunderts findet der Gipskarst zunehmend das Interesse der geologischen, geographischen und botanischen Lehrstühle der benachbarten Universitäten bzw. Hochschulen bis hin nach Hamburg und Freiberg. Nach der Speläologie im engeren Sinne - nach wie vor Domäne der Amateure - wird nun der Gipskarst gleichermaßen als Geotop wie als Biotop Gegenstand universaler und professioneller Forschung und Dokumentation. Die folgenden Ausführungen können unmöglich das ganze Spektrum der jüngeren wissenschaftlichen Arbeiten auch nur auflisten. Für den niedersächsischen Bereich liegen dazu mehrere Bibliographien vor (Vladi 1979, 1981a; Pohl 1975, 1983, 1993).

Dem Südharzer Zechsteinkarst sind auch die Dolomithöhlen bei Scharzfeld zuzuordnen. Die große forschungsgeschichtliche Bedeutung der Einhornhöhle wurde bereits mehrfach gewürdigt (Reinboth 1978, Vladi 1979, 1981b), so daß hier auf eine Wiederholung verzichtet werden kann.

## 2. Die Karsterscheinungen in der Forschung

Fachübergreifende Karstkunde im weitestem Sinne ist für den Harz eine neuere Errungenschaft, obwohl gewisse Einzelercheinungen seit etwa 1600 beobachtet und beschrieben worden sind. Auch die Speläologie wurde zunächst weniger als Gruppenwissenschaft betrieben, sondern beschränkte sich anfangs auf die Topographie der Höhlen. Der Harzer Höhlenkataster, dessen schon 1923 aufgestellter und inhaltlich bis heute gültiger Fragenkatalog alle Aspekte der Höhlenkunde berücksichtigt (Reinboth 1990), ist bisher kaum in diesem Sinne als Pioniertat gewürdigt.

### 2.1 Erdfälle

Das Einsturz eines Erdfalls war eine für jedermann wahrnehmbare, beunruhigende Karsterscheinung, die deshalb auch früh aufgezeichnet und diskutiert wurde. Die Bevölkerung kleidete ihre Vorstellungen über plötzliche geologische Vorgänge häufig in das Gewand der Sage, was eine Reihe von Erdfallsgeschichten belegt (Silberborth 1931, 46 ff.). Nicht selten gab es ja auch Augenzeugen bei der Entstehung eines Erdfalls, deren mit etwas Phantasie angereicherte Erzählungen oft als Sage fortlebten, in der die tatsächlichen Ereignisse gleichsam mit einer moralischen Belehrung überhöht wurden. So soll das Große Seeloch bei Kleinwechungen nach dem mutwilligen Zertreten von Brot mit großem Krachen eingebrochen sein (Behrens 1703, 85). Oft ist es das Tanzen im Wirtshaus während des Gottesdienstes, das als göttliche Strafe das Versinken der Sünder in einem Erdfall als Gleichnis des Höllenschlundes zur Folge hat wie z.B. beim Tanzteich bei Niedersachswerfen (Silberborth 1931, 51). Wie so oft gab hier der Name den Anlaß zu einer erklärenden Sage. 1703 versucht Georg Henning Behrens in seiner "Hercynia curiosa" eine exakte Deutung der Bezeichnung Tanzteich und weist auf einen angeblichen Strudel über einen Wasserschlinger hin. Der Bericht eines hannoverschen Soldaten, der 1682 beim Tauchen diesen Schlinger wahrgenommen haben will (Behrens 1703, 91), ist ein früher Nachweis dieser sportlichen Sonderform der Karstforschung! Wissenschaftliches Bemühen zeigt auch die Vermessung des Großen Seelochs durch den Nordhäuser Gymnasialrektor Conrad Dunkelberg 1696 (Behrens 1703, 85; Tauchmann 1990).

Das Wesen der Erdfälle erkannte aber lange vor Behrens der Magister und Rektor der Walkenrieder Klosterschule Heinrich Eckstorm (1557-1622). 1620 veröffentlichte er in Helmstedt - damals Sitz einer Universität - ein weithin auf Berichten der Bibel und des klassischen Schrifttums aufgebautes Werk über seismische Katastrophen und feuerspeiende Berge unter dem umfänglichen Titel: *Historia terrae motuum quorundam semper ardentium ut et specuum mirabilium ex sacrarum litterarum monumentis et tam antiquis quam recentibus scriptoribus excerptae*

usw., das durch gründlich beobachtete Berichte über heimische Erdfälle und Flußversinkungen ergänzt wird (Eckstorm 1620, 163f.).

Erst in neuerer Zeit wurde die botanische Inselsituation der Erdfälle systematisch untersucht und dokumentiert, so von dem Nordhäuser Lehrer Kurt Wein (Wein 1955); Bohrungen und palynologische Untersuchungen der Füllungen wassererfüllter und vermoorter Erdfälle ermöglichen Aussagen nicht nur über deren Alter, sondern auch deren Genese und über die Klimaentwicklung (Weinberg 1981). Auch die Morphologie der Erdfälle und Dolinen bis hin zum Erstellen eines Erdfallkatasters für das Kreisgebiet Osterode ist Gegenstand jüngerer Forschung und Dokumentation.

### 2.2. Karstgewässer

Plötzlich unter einer Felswand verschwindende Bäche haben auch für den modernen Menschen immer noch etwas Geheimnisvolles. Die Frage nach dem Verbleib oder dem Wiederaustritt solcher Gewässer weckt aber seit jeher die Neugier der Menschen.

Ein Kollege Eckstorms an der Klosterschule Walkenried, der Konrektor Zacharias Bertram berichtet in einem Kommentar zu einem Manuskript des Chronisten Letzner um 1600 über die die Versinkung der Wieda zwischen Walkenried und Gudersleben. Bei einem Triftversuch mit Häcksel sei angeblich das verschwundene Wasser im Höhlenteich der Kelle bei Ellrich wieder zum Vorschein gekommen (Reinboth 1989, 71). Eine Beschreibung der Wiedaversinkung lieferte auch der Blankenburger Chronist und Pfarrer Stübner (1790, 201), der den Wiederaustritt in der "Kalten Wieda" am Kohnstein vermutete. Schon die volkstümliche Namengebung geht von diesem naheliegenden Zusammenhang aus. Ein 1933 von Haase vorgenommener Chlorierungsversuch des Wiedaponsors und der Kalten Wieda verlief aber negativ (Haase 1936b, 110). Dem von Bertram erwähnten Häckselversuch begegnen wir im Südharz auch später noch, so bei Behrens (Behrens 1703, 123) Zweifellos wurde Häcksel früher für Triftversuche verwendet (Völker 1983, 23).

Nach dem 2. Weltkrieg hat Friedrich Schuster mit der Fachgruppe Höhlenforschung im Kulturbund Nordhausen

zahlreiche Karstquellen und -schwinden z.T. erstmals beprobt und über längere Zeit beobachtet. Auch die ersten Tauchgänge in der Heimkehle 1957 unter Fritz Reusrath und seit 1976 unter Klaus-Jürgen Fritz gehören zu diesen vor dem Kriege technisch kaum denkbaren Forschungen (Völker 1981, 19 f.).

### Ochsenpfuhl und Rhumequelle

Über verschwundene Karstgewässer berichtete auch schon Eckstorm in der bereits genannten *Historia terrae motuum* (Eckstorm 1620, 163f.). Er teilt über den Ochsenpfuhl ("palus bovina") bei Herzberg die auffallende Beobachtung mit, daß "in bovinum lacum aqua multa influat, effluit nulla". Den Austritt des versunkenen Wassers vermutete Eckstorm (a.a.O.) in der 7 km entfernten Rhumequelle: "Nisi forte subterraneis meatibus illa deferatur ad Rhumae fontem, uno circiter milliari inde distantem?" Im Prinzip wurden die von Eckstorm mit erstaunlichem Instinkt erahnten karsthydrographischen Zusammenhänge 300 Jahre später durch Thürnau nachgewiesen (Thürnau 1913). Die ersten Tauchgänge in der Rhumequelle durch Alexander Wunsch und Reimar Frickenstein 1964 klärten die Topographie des 10 Meter tiefen Quelltopfes und widerlegten endgültig die Legende einer Tiefe von 40 Metern. Diesen bis heute fortgeführten praktischen Forschungen (Hartwig 1991) waren geologische und hydrologische Untersuchungen von Axel Herrmann und Hugo Haase vorangegangen (Herrmann 1969). Analog zu Thürnaus Ergebnissen wies Haase in seiner 1936 gedruckt erschienenen Dissertation die Eigenschaft der zweiten großen Karstquelle des Südharzes, der Salzaquelle, als Austritt sämtlicher östlich der Eichsfeldschwelle im Südharzer Zechsteinkarst versinkenden Gewässer nach (Haase 1936b).

### Ältere Wasserstandsbeobachtungen

Um 1720 war mit Albert Ritter (1682-1759) und seinem Schüler Franz Ernst Brückmann (1697-1753), zwei befreundeten Gelehrten, an die Stelle früherer hypothetischer Erwägungen von karsthydrographischen Zusammenhängen erstmals exakte Beobachtung getreten. Ritter war Konrektor der Klosterschule Ilfeld, Brückmann Arzt in Wolfenbüttel. Als Ritter erstmals persönlich den Klin-

kerbrunnen aufsuchte, fand er den Höhlensee mit einem Höchststand vor, worauf er sofort seine aus älteren Nachrichten kompilierte Darstellung (Ritter 1739, 20) korrigierte, das Wasser habe sich verlaufen (Ritter 1748, 51 f.). Beispielfähig zeigt sich hier, wie vorsichtig manche Nachricht in der alten Literatur aufzunehmen ist. Durch Einzelbesuche konnte das Wesen der Karstgewässer mit ihren oft beträchtlichen Spiegelschwankungen nicht erkannt werden, obwohl die Beobachtungen selbst durchaus richtig waren. In der unweit seiner Wirkungsstätte Ilfeld gelegenen "Kelle" konnte Ritter dagegen kontinuierliche Beobachtungen aufzeichnen. Aufgrund von Pegelablesungen vom 7. August bis zum 13. November 1720 ermittelte er Spiegelschwankungen von mehr als 1 Fuß. Zusammen mit Brückmann stellte er in der Kelle die ersten in der Geschichte der Südharzer Karsthydrographie bekannten Temperaturbeobachtungen an (Brückmann 1734, 4; Reinboth 1989, 71 f.).

Eine längere Meßreihe eines Karstwasserspiegels liegt erstmals für 1806 vor. Aus bergmännischen Gründen wurde der "Wog", d.h. der Karstwasserspiegel in den Mansfelder Schloten beobachtet (Freiesleben 1808, 179), dessen Hub sich in diesem Jahr auf ca. 2,5 m belief und der in Gipshöhlen zu beobachtenden Größenordnung durchaus entspricht. Die Schloten dienten dem Mansfelder Kupferschieferbergbau als natürliche Vorfluter und erübrigten den direkten Anschluß an die großen Wasserlösestellen.

### Theorien über Karstgewässer: der Bauerngraben

Neben die Beobachtung treten schon im frühen 18. Jahrhundert theoretische Erwägungen. Deutungsversuche von Hungerbrunnen und dem berühmten Zirknitzer See im slowenischen Karst hatte 1689 J.W. v. Valvasor publiziert (Pfeiffer 1963, 67 f.). Der sonst eher unkritische Behrens erkannte, daß sich Valvasors Hebertheorie auf den Bauerngraben bei Breitung nicht übertragen ließ. Behrens ging davon aus, daß die Schwinde als Wechselschlund (Estavelle) fungiert und vermutete zwei Wasserbehälter, von denen der obere durch einen tiefer gelegenen entwässert. Der untere auf jeden Fall unterirdische See liege mit dem Becken des Bauerngrabens

in einem Niveau. Sind nun die Abflüsse dieses Höhlensees episodisch verstopft, so müsse sich das vom oberen See kommende Wasser stauen und im Bauerngraben austreten (Behrens 1703, 97). Diese Rückstautheorie ist auch ohne die Annahme einer Estavelle prinzipiell richtig, wenn man sich den oberen See durch das oberirdische Gewässernetz ersetzt denkt (Haase 1936a). Der unterirdische See ist der Karstwasserkörper und wurde als real existierende wassergefüllte Schlotte beim Bau des sog. Breitung Stollens 1760 angefahren (Völker 1983, 17). Die Verhältnisse am Bauerngraben erörtert Freiesleben anläßlich eines Hochwassers von 20 Ellen im August 1805 (Freiesleben 1808, 201). Freiesleben deutet die im Breitung Stollen angefahrenen Schloten als Vorfluter des Bauerngrabens. Später gerieten diese Nachrichten wieder völlig in Vergessenheit; erst neuerdings ist ihnen Völker (1983) nachgegangen. Eine gründliche Untersuchung des Bauerngrabens erfolgte mit Unterstützung der Fachgruppe Höhlenforschung im Kulturbund Nordhausen durch die Bergakademie Freiberg unter Günter Viète (Viète 1954). Bescheidenere Seitenstücke dieses eindrucksvollsten oberirdischen Karstsees des Südharzes sind z.B. der Nixsee bei Nüxei (Priesnitz 1969) und der Steingraben bei Osterhagen; eine Untersuchung ihrer Hydrologie steht noch aus.

Unfreiwillige Tracerversuche mit Schweröl und Heizöl am Spatenborn bei Walkenried und am Trogstein bei Tettenborn haben inzwischen weitere Kenntnislücken aufgedeckt (Reinboth 1992b) und zeigen drastisch die Notwendigkeit des Wasserschutzes besonders in Karstgebieten (Ricken & Knolle 1986).

### 2.3. Höhlen

Die Suche nach Zeugnissen frühwissenschaftlicher Höhlenforschung im Südharz führt uns wieder zu dem schon genannten Heinrich Eckstorm, der 1591 in einem Privatbrief an den Jenaer Professor Brendel neben der Baumannshöhle die Kelle bei Ellrich genau beschrieben hat. Der Brief wurde 1620 als Anhang des oben zitierten Werkes über Erdbeben gedruckt (Eckstorm 1620, 210-230). Im Gegensatz zur Baumannshöhle kannte Eckstorm als langjähriger Pfarrer in Ellrich die Kelle aus eigener

Anschauung. Seine genauen Größenangaben und seine Schilderung der Kelle als Wallfahrtsort wurden in der späteren Literatur bis in das 19. Jahrhundert hinein auch dann noch kritiklos abgeschrieben, als die Höhle längst zusammengestürzt war. Mit ihrer praktisch lückenlosen Dokumentation seit Eckstorm läßt sich die Entwicklung der Kelle von der von Eckstorm beschriebenen wassergefüllten Riesenhalle bis zum Erdfall in einzigartiger Weise verfolgen (Reinboth 1989). Seit etwa 1770 bildete sich eine Deckenöffnung, die sich im 19. Jahrhundert dramatisch vergrößerte. Um die romantischen Schilderungen von Dichtern des ausgehenden 18. Jahrhunderts (Göckingk, v.Hagen, Tiedge) nachzuvollziehen, sollte man einmal den versteckten alten Eingang aufsuchen und dort die zusammengebrochene Höhle vor dem geistigen Auge wieder erstehen lassen. Dennoch ist die Kelle auch als Ruine immer noch eines der schönsten Naturdenkmäler im Südharz.

Besonders aber zwei andere Südharzer Höhlen fanden früh überregionales Interesse: Die Einhornhöhle bei Scharzfeld und das Weingartenloch bei Osterhagen. Die unerschöpflichen Vorräte des als Arznei gesuchten "Unicornu fossile" in der Einhornhöhle gaben ihr den heute gebräuchlichen Namen und begründeten schließlich ihre Bedeutung als Pflanzstätte der Paläontologie. Ihr Ruf lockte Gelehrte wie Leibniz und später Goethe, der sie als Liebhaber-geologe aufsuchte und von Georg Melchior Kraus zeichnen ließ (Reinboth 1978). Die schöne Zeichnung ihres Eingangs wird in der Goetheliteratur allerdings bis heute unverdrossen als "Inneres der Baumannshöhle" zitiert. Das Weingartenloch kam als Schatzhöhle und durch obskure Venedigerberichte zu zweifelhaftem Ruhm, der mehreren Schatzgräbern das Leben kostete (Reinboth 1967, 1995).

Als erster Versuch einer vollständigen Höhlentopographie eines deutschen Karstgebietes nimmt die *Hercynia curiosa* von Georg Henning Behrens (1703) eine Sonderstellung ein. Behrens hat sieben Gipshöhlen beschrieben, die er vermutlich auch von Nordhausen aus, wo er Stadtarzt war, selbst besucht hat und von denen er nicht nur wie in anderen Fällen ältere Beschreibungen und

mündliche Berichte kompiliert hat. Cum grano salis kann man in der *Hercynia curiosa* einen Vorläufer des Harzer Höhlenkatasters sehen. Mit einer gewissen Berechtigung verdient auch der Nordhäuser Pfarrer und Polyhistor Friedrich Christian Lesser, als geistiger Vater einer katasterähnlichen Erfassung der Höhlen genannt zu werden. In einer erstmals 1734 erschienenen Beschreibung der Baumannshöhle rief er zur planmäßigen Sammlung von Angaben über Höhlen auf, freilich ohne dies zu präzisieren (Reinboth 1993, 46). Praktische Folgen im Sinne eines Katasters hatte die Anregung Lessers damals nicht.

Im Gegensatz zu Lesser hat Behrens allerdings nirgends wirkliche Forschung betrieben, wohl aber Lessers bereits genannte Zeitgenossen Franz Ernst Brückmann und der mit diesem befreundete Albert Ritter. Beide publizierten ihre Ergebnisse lateinisch, was den wissenschaftlichen Anspruch unterstreicht. Besonders Brückmanns zweihundert "Reisebriefe" enthalten einige Studien zum Südharzer Karst, u.a. auch über die Kelle. Ritter, der selbst mehrere Arbeiten über "Merkwürdigkeiten" der Natur publizierte (z.B. Ritter 1739, 1748), steuerte Informationen und vor allem etwas dilettantische Höhlenpläne bei, von denen die Darstellungen der Einhornhöhle, der Kelle und des Klinkerbrunnens die ältesten aus dem Südharz sind (Reinboth 1978, 1982, 1989). Den Plan der Einhornhöhle hat Brückmann seinem 34. Reisebrief über die Scharzfelder und Iberger Höhle (Brückmann 1734), den der Kelle dem 72. Reisebrief über die Kelle (Brückmann 1738) beigefügt; der des Klinkerbrunnens findet sich in einem in der Universitätsbibliothek Göttingen vorhandenen Konvolut von Ritters Schriften<sup>1</sup> und wurde erst 1968 ohne Quellenangabe publiziert (Lommatzsch 1968).

Georg Sigismund Otto Lasius war der erste professionelle Geologe, der 1789 den Höhlen des Harzes größeres Interesse zuwendet; es galt vor allem den Fossilien in den Höhlensedimenten und den Sintergebilden. Damit rücken die Gipshöhlen aus seinem etwas engen Blickwinkel. So meint er auch, "wenn man eine von ihnen kennt, kennt man sie alle" (Lasius 1789, 195 f. u. 215).

Einen großen Schritt in die Richtung universeller Höhlenforschung bedeutet

die 1809 erschienene Abhandlung des Freiburger Geologen Joh. Carl Freiesleben über den Mansfelder Kupferschiefer, in der er nicht nur den dortigen Schloten einen eigenen Abschnitt von über 30 Seiten widmet, sondern auch zahlreiche sonstige Höhlen und Karsterscheinungen behandelt (*Freiesleben* 1808, 69-205). Die Höhlenbeschreibungen Freieslebens sind von muster-gültiger Klarheit. Mit seinen Vorstellungen von der Entstehung der Schloten ist er manchen späteren Höhlenforschern weit voraus; er erkannte sie bereits als Laughöhlen, entstanden "durch allmähliche Auswaschung oder Abtragung durch eine ruhige Wassermasse, die nur soviel Zu- und Abfluß hatte, um mit ihrer Auflösung fortwirken zu können" (Freiesleben 1808, 171).

Die Anlage größerer Gipsbrüche im 19. Jahrhundert und die Aufschließung neuer Abbaufelder des Kupferschiefers führten zur Entdeckung einiger bisher unbekannter großer Höhlen. Ihre Reihe eröffnet die um 1840 im Steinbruch Rittersborn bei Neuhaus angeschnittene Rittersbornhöhle, deren Besuch 1854 in einem Reisehandbuch empfohlen wird. Nach ihrem später wieder verschütteten Eingang wurde 1928 planmäßig gesucht, um die Höhle als Schauhöhle zu erschließen, die dann den Namen Sachsensteinhöhle erhielt (Reinboth 1983 b). Am 23. Dezember 1865 wurde beim Auffahren eines Versuchsstollens zur Mutung nach Kupferschiefer die Barbarossahöhle am Kyffhäuser entdeckt. Die bergbaulichen Arbeiten wurden 1873 eingestellt, da der Kupferschiefer nicht abbauwürdig war. Die Bergbaugesellschaft widmete sich stattdessen dem offenbar recht lukrativen Schauhöhlenbetrieb. Die ersten Besucher wurden am 18. April 1866 in die Höhle geführt. Als der Grundeigentümer Baron von Ruxleben selbst Anspruch auf die Nutzung der Höhle erhob, kam es zu einem berühmt gewordenen Rechtsstreit, der 1891 durch ein Reichsgerichtsurteil zugunsten v. Ruxlebens entschieden wurde. v. Ruxleben mußte allerdings 1898/99 einen eigenen Zugangsstollen anlegen, da ihm das Nutzungsrecht für den alten Stollen versagt wurde (Berg 1924, 39).

Beim Bau des Walkenrieder Eisenbahntunnels wurde am 9. Juli 1868 mit der Himmelreichhöhle der lange Zeit

1 Frdl. Hinweis von Herrn Dr. W. Gresky †, Göttingen

große Einzelhöhlenraum des Harzes angefahren. Der damals aufgenommene Höhlenplan genügt höhlenkundlichen Ansprüchen kaum, blieb aber bis in die jüngste Vergangenheit Grundlage aller ingenieurgeologischen Arbeit in der Höhle. 1910 rief man nach Bergschäden am Tunnel den Berliner Geologen Professor Beyschlag als Gutachter, der von der Höhle kaum mehr gesehen haben wird als ihre Haupthalle. Beyschlags Gutachten zeigt, auf welchem dürrtigen Niveau sich damals die professionelle Kenntnis über Gipshöhlen befand. Die praktische Höhlenforschung zu Rate zu ziehen, kam den Tunnelbauern auch später nicht in den Sinn. Eine vollständige Vermessung der Höhle erfolgte erst in den Jahren 1960/61 (Reinboth 1970).

### Archäologische Forschung in Höhlen

Die Höhlen fanden schon immer Beachtung als paläontologische und archäologische Fundstätten. Insbesondere die Einhornhöhle wurde seit 1872 mehrfach Gegenstand von Grabungskampagnen, an denen sich sogar der berühmte Anthropologe Rudolf Virchow im Streit um das Alter des Neandertalers als Zeitgenosse eiszeitlicher Höhlenfauna beteiligte. Die Ergebnisse waren eher mager, zumal die Höhle durch die Einhorngräberei längst durchwühlt war. Erst in neuester Zeit gelangen wieder Funde kompletter Höhlenbärenschädel und damit die endgültige Klärung seiner umstrittenen Altersstellung. Die älteren Grabungen wurden im Gegensatz zu den Rübeländer Höhlen fast ausnahmslos von wissenschaftlichen Laien durchgeführt. Erst an den Grabungen von P.Favreau wurden Geologen hinzugezogen: 1903 E.Stolley und 1905/06 Anselm Windhausen (Reinboth 1978, Vladi 1981b). Zweifellos war dies richtungweisend, zumal sich Geologen in dieser Zeit kaum für Höhlen interessierten.

In den Gipshöhlen gab es zunächst nur einzelne Zufallsfunde, so 1890 und 1910 bronzezeitlicher Gegenstände in der Diebeshöhle. Dort entdeckte der Dresdener Höhlenforscher Johannes Ruscher 1923 mehrere bronzezeitliche Hockergräber (Stolberg, 1926, 31,39). Die Spalten der Schuchardshöhlen am Kyffhäuser, die schon durch zahlreiche steinzeitliche Gefäßscherben aufgefallen waren (Berg 1924, 58), lieferten in den Grabungskampagnen 1951 bis 1957

sensationelle Funde eines bronzezeitlichen Opferkults, über die leider nie ein Grabungsbericht, sondern nur ein populärwissenschaftliches Buch erschienen ist (Behm-Blancke 1958). Nachdem Höhlenforscher in der Kleinen Jettenhöhle bei Düna 1969 auf eisenzeitliche Hinterlassenschaften und Feuerstellen unter einem verbrochenen alten Eingang gestoßen waren (Kempe 1975), gelang 1980 abermals Höhlenforschern in der Lichtensteinhöhle (Rotkaphöhle) bei Förste der spektakuläre Fund zahlreicher Skelette, die ebenfalls als Hinterlassenschaft eines bronzezeitlichen Opferkults gedeutet werden (Flindt 1996).

### Die Höhlenforschung als eigener Wissenschaftszweig

Nach dem ersten Weltkrieg begann die Harzer Höhlenforschung sich als selbstständige Wissenschaft von der paläontologischen und archäologischen Forschung in Höhlen, wie sie bis dahin betrieben worden war, zu lösen. Seitdem steht nicht mehr das Einzelobjekt im Mittelpunkt des Interesses, das sich nun zunächst auf die regionale Karsttopographie und schließlich auf allgemeine Karstmorphologie richtete. Die Ausgangssituation zeigt eine Zusammenstellung von Harzer Höhlen, die 1915 von Fritz Krönig veröffentlicht wurde. Krönig nannte darin neben den Harzer Tropfsteinhöhlen, den Höhlen bei Scharzfeld und einigen Muschelkalkhöhlen 14 Gipshöhlen: Jettenhöhle, Weingartenloch, Zwergelöcher, Himmelreichhöhle, Kelle, Kuxloch am Kohnstein, Försterhöhle, Fohlenloch, Mönchsloch, Heimkehle, Diebeshöhle, Heckerloch, Barbarossahöhle und Prinzenhöhle. (Krönig 1915, 71-72 u. 76-80).

Es war der aus Straßburg gebürtige Architekt Friedrich Stolberg, der die Harzer Höhlenforschung aus ihrem Schattendasein erweckte. Mit der Erforschung der Heimkehle begann 1919 die planmäßige Erkundung und Dokumentation der Südharzer Gipshöhlen (Stolberg 1984), denen sich später auch die Höhlen von Rübeland und Bad Grund anschlossen. Es waren zunächst ausnahmslos Laien, die sich dieser Pionierarbeit in Schlamm und Verbruch widmeten, wenn auch Stolberg geologische und archäologische Grundkenntnisse besaß und sein Vater Dr. August Stolberg, der wohl manchen Impuls

gab, als Geograph und Teilnehmer an Grönlandexpeditionen wie auch als langjähriger Nordhäuser Museumsdirektor einen Namen hatte.

Die Ergebnisse der Forschungen im Südharz wurden 1926 in einem Sonderheft der Zeitschrift "Der Harz" niedergelegt, die erste neuere Monographie über die Höhlen des Harzer Gipskarsts (Stolberg 1926). Damit ist aus der Höhlenforschung im Harz, die sich auf Einzelobjekte bezog, eine Harzer Höhlenforschung geworden. Stolbergs Erfolge wurden vom Hauptverband deutscher Höhlenforscher durch die Ausrichtung einer Jahrestagung 1928 im Harz gewürdigt. Im unmittelbaren Anschluß an diese Tagung erfolgte die Gründung der "Gesellschaft für Höhlenforschung im Harzgebiet" mit Sitz in Nordhausen. Auf Mitglieder dieser Gesellschaft konnten sich in den folgenden Jahren Wissenschaftler wie der Berliner Geologe Walter Biese und der Hydrologe Hugo Haase stützen. Biese leistete Entscheidendes zur Theorie der Höhlenbildung, indem er die 1913 von Karl Gripp für die Gipshöhle im Segeberger Kalkberg entwickelte Theorie einer Höhlenbildung ausschließlich durch Lösungsvorgänge auf Südharzer Gipshöhlen übertrug (Biese 1931). 1934 emigrierte Walter Biese aus politischen Gründen.

Seit 1937 hatte die Gleichschaltung auch die Höhlenforschung erfaßt. Aus militärischen Erwägungen heraus wurden 1942 die maßgeblichen Höhlenforscher Großdeutschlands mit den Mitteln versehen, die seit 1923 auf Anregung Benno Wolfs (†Theresienstadt 1944) bearbeiteten Höhlenkataster fertigzustellen. So entstand 1942 der Harzer Höhlenkataster als Dokumentation der Forschungsarbeit seit 1919. Er enthält Angaben und fast ausnahmslos auch Pläne von allen bis dahin erkundeten Höhlen. In organisatorisch modifizierter Form wird der Kataster durch die Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Harz e.V. bis heute fortgeschrieben.

### Die Entwicklung nach dem Kriege

Im Harz wurden alle heimatkundlichen Bemühungen durch die Zonengrenzziehung 1945 ebenso zweigeteilt wie das Gebirge selbst. In Nordhausen sammelte bald nach Kriegsende August Lieder, einer der ersten Höhlengefährten F. Stolbergs, Gleichgesinnte um sich.

Daraus bildete sich 1951 unter der Leitung von Friedrich Schuster, ebenfalls seit 1932 Mitarbeiter Stolbergs, die "Fachgruppe Höhlenforschung" des "Kulturbundes zur demokratischen Erneuerung Deutschlands". Weitere im Südharz tätige Gruppen entstanden z.B. 1968 in Nordhausen als Abspaltung aus der von Schuster sehr autoritär geführten Fachgruppe (Graf 1982) und 1976 in Sondershausen (Brust 1982). Schuster war von 1956 bis 1960 noch zweiter Stellvertreter des Vorsitzenden des "Verbandes deutscher Höhlen- und Karstforscher". Das Verbot von Westkontakten führte aber bald zum Einschlagen gegenseitiger Information; die letzten Reste wissenschaftlichen Austauschs beendete das sog. Hohlraumgesetz der DDR von 1985 (Reinboth 1986). Um die Höhlenforschung in der DDR kontrollierbar zu machen, wurde der Kulturbund alleiniger Träger der straff organisierten Höhlenforschung. Sämtliche Befahrungen mußten vom Rat des jeweiligen Kreises genehmigt sein und von geprüften "Befahrungsleitern" geleitet werden. Die Höhlenforschungsgruppe der "Gesellschaft für Sport und Technik" (GST) wurde aufgelöst. Demgegenüber war die Einrichtung eines Karstmuseums an der Heimkehle als zentrale Sammelstelle neuer Forschungsergebnisse, als Karstarchiv und als Publikationsorgan durchaus vorbildlich. Leider ist von diesem 1979 von R.Völker ins Leben gerufenen Forschungszentrum (Völker 1981: 37) seit der Wiedervereinigung nur noch das z.Z. unbenutzbare Archiv übriggeblieben.

Anders als im Westen war in der DDR die Tätigkeit der im Kulturbund tätigen Forscher und die akademische Forschung stark ineinander verzahnt. Insbesondere war der 1965 von Dieter Mucke und Werner Kockert gegründete "Studentenzirkel Speläologie" der Bergakademie Freiberg im Harzer Gipskarst streng wissenschaftlich engagiert (Tscheschlock & Kardel 1989, 11).

Im Westharz gab es zunächst gar keine organisierte Forschung, wenn auch seit 1947 der Verfasser mit oft wechselnden Begleitern systematisch im Südharz und am Iberg (hier vor allem mit Gerhard Laub) arbeitete und die

Tradition der Stolberg-Ära weitertrug. Seit 1966 wurden einige Hamburger Oberschüler um Stephan Kempe zunächst in der Jettenhöhle bei Osterode tätig, beteiligten sich erfolgreich bei dem Wettbewerb "Jugend forscht" und machten sich um die Erhaltung des Hainholzes verdient. Am Buß- und Bettag 1969 schlossen sich die im westlichen Teil des Harzes tätigen Harzer und Hamburger Höhlenforscher anlässlich einer Arbeitstagung in Bad Segeberg als "Arbeitsgemeinschaft für niedersächsische Höhlen" zusammen, aus der am 24. November 1979 die "Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde in Niedersachsen e.V." entstand.

Die akademische Karstforschung nahm in Niedersachsen zunächst nur im Rahmen persönlicher Kontakte, später auch in Form konkreter Projekte die technische Hilfe und Ortskenntnis von Höhlenforschern in Anspruch. Davon profitierte die bisher oft als unwissenschaftlich belächelte Höhlenkunde ebenso wie karstkundliche Forschungen zunächst der Universität Göttingen, später auch Clausthal, Hamburg und Darmstadt. Einige Erträge dieser Untersuchungen wurden im Rahmen einer Jahrestagung des Verbandes deutscher Höhlen- und Karstforscher 1968 in Osterode als Tagungsband vorgelegt (Herrmann & Pfeiffer 1969). Nach dem Geologischen und dem Geographischen Institut der Universität Göttingen wurde infolge personeller Verbindungen auch das Geologische Institut der Universität Hamburg mit regelmäßigen Exkursionen im Südharz tätig.

1989 brachte die Revolution in der DDR das Ende der Teilung des Harzes. Damit zerbrach allerdings auch der Kulturbund und die bisherige Organisation der Höhlenforschung im Ostteil Deutschlands. Mit der Gründung der "Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Harz e.V.", in welcher die bisherige "Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde in Niedersachsen e.V." und die örtlichen Fachgruppen des früheren Kulturbundes aufgingen, entstand am 22. September 1990 in Bad Sachsa-Neuhof nach über vier Jahrzehnten wieder eine den ganzen Harz umfassende Vereinigung Harzer Höhlen- und Karstforscher.

### 3. Zur Erforschung der Flora und Höhlenfauna des Südharzkarstes

Die floristische Erforschung der botanisch reichen Südharzer Zechsteingebiete läßt sich noch weiter zurückverfolgen als die höhlenkundliche, wobei die älteren Botaniker im Hauptberuf durchweg Ärzte, die jüngeren vielfach Lehrer waren. Der floristische Reichtum der Gipslandschaften brachte es mit sich, daß Nordhausen bis in die Gegenwart eine Hochburg namhafter Liebhaberbotaniker war. Eine umfassende Darlegung der Erforschungsgeschichte der Südharzflora und -fauna sprengt den Rahmen dieses aus karstkundlicher Sicht entstandenen Überblicks. Zudem liegt neben Einzeluntersuchungen (z.B. Wein 1927) eine auf den Südharzraum bezogene, gründlich recherchierte aktuelle Geschichte der botanischen Forschung im Südharz vom 16. Jahrhundert bis zur Gegenwart vor (Kellner 1978-1980), auf die hier verwiesen sei.

Die 1588 posthum veröffentlichte "Hercynia" des Nordhäuser Stadtarztes Johannes Thal (1542-1583) ist die erste Flora des Harzes überhaupt; sie bezog auch das südliche Vorland ein (Kellner 1978, 47-49, Schröter 1988). Neben zahlreichen Erstnennungen geht auch die Feststellung des Kriechenden Gipskrauts (*Gypsophila repens*) am Sachsenstein und Kranichstein auf Thal zurück (Schröter 1991, 110). Wenig später, um 1616, wird auch der Nordhäuser Ratsherr Johann Ludwig Fürer (1576-1626) als "curieuser botanicus" genannt (Behrens 1703, 29). Fürer korrespondierte auf Anregung des Nordhäuser Stadtarztes Johannes Oswald mit dessen Lehrer Caspar Bauhin in Basel, einem der führenden Botaniker seiner Zeit, u.a. über die Fundstelle der *Gypsophila repens* am Sachsenstein<sup>2</sup> (Wein 1927, 40, 42). Die gründliche Archivarbeit von Carl Riemenschneider (1858-1918) über die Korrespondenz Oswalds und Fürers mit Bauhin wertete K. Wein (Wein 1927) aus.

Auch der durch die schon gewürdigte "Hercynia curiosa" bekannte G. H. Behrens plante die Zusammenstellung einer Harzflora, die er aber nicht mehr vollendete (Behrens 1703, 87, 142). Von bedeutenden älteren Botanikern, die

<sup>2</sup> *Gypsophila repens* ist inzwischen durch Aufforstungen vollkommen an die Steilwand des Sachsensteins zurückgedrängt. Ludwig Richter zeichnete 1832 den Sachsenstein noch als völlig kahl.

sich mit dem Südharzvorland beschäftigten, seien hier noch der zeitweise in Göttingen tätige Albrecht v. Haller (1708-1777) und vor allem der Nordhäuser Arzt Karl Friedrich Wilhelm Wallroth (1792-1857) und der bedeutende Algengforscher Traugott Kützing genannt (1807-1893) (Schröter 1991).

1876 kam es zur Gründung eines Naturwissenschaftlichen Vereins in Nordhausen, der sich die Zusammenstellung eines Pflanzenverzeichnisses zum Ziel setzte. Adolf Vocke (1821-1901) und Johann Carl Angelrodt (1845-1913) legten das Resultat dieser Bemühungen in einer "Flora von Nordhausen und der weiteren Umgebung" (Vocke & Angelrodt 1886) vor (Kellner 1980, 31). Ein weiterer regionaler botanischer Verein für Nordthüringen war die 1880 gegründete Irmischia, benannt nach Thilo Irmisch (1816-1879) (Schröter 1988, 72; 1891, 111).

1889 promovierte Arthur Petry in Halle über die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäusers unter besonderer Berücksichtigung seines geologischen Aufbaus (Petry 1889; Kellner 1980, 37). In die damit beginnende Reihe umfassender Biotopbeschreibungen, die über die Aufzählung von Fundorten hinausgehen, gehört auch "Die Pflanzenwelt der Erdfälle des West- und Südharzvorlandes" von Kurt Wein (1883-1968) (Wein 1955), eine von außerordentlicher Ortskenntnis geprägte Arbeit über eines der signifikantesten Biotope des Südharzkarsts. Erst in neueren Spezialarbeiten über die Flora auf Gipsstandorten wird ausdrücklich auf den Naturschutz Bezug genommen (Schönfelder 1978).

Die Zoologie der Höhlen war vor dem Kriege durchaus ein Schwerpunkt speläologischer Forschung; im Harz gingen ihr jedoch mangels eines einheimischen Spezialisten nur einige auswärtige Fachleute sporadisch nach, so der Bonner Rektor Franz Lengersdorf (Lengersdorf 1930, 1932) auf Anregung von Benno Wolf als Verfasser des "Animalium Cavernarum Catalogus" sowie C. Willmann, der die Milbenfunde Lengersdorfs bearbeitete (Willmann 1932).

Eine systematische Erfassung der Harzer Höhlentiere erfolgte erst während des Krieges durch den Zoologen Heinrich Mühlmann (Mühlmann 1943), der dazu auch Wolfs "Catalogus" auswertete. Das Interesse an der unauffälligen Tierwelt der Harzer Höhlen

beschränkt sich auch heute auf wenige Spezialisten, wobei methodische Fortschritte wie die Entwicklung der Barbefalle derartige Untersuchungen heute wesentlich erleichtern (Messner et al. 1978, 1).

#### 4. Landschaftszerstörung und Naturschutz

Seit dem Mittelalter wird der Südharzer Gips als Baustoff gewonnen und in Meilern und kleinen Schachtöfen als Mörtel gebrannt. Landschaftsverändernd wirkten sich jedoch erst die Steinbrüche der sich im 19. Jahrhundert stürmisch entwickelnden Gipsindustrie aus. Am Kohnstein, früher einer der schönsten Komplexe des Südharzvorlandes und beliebtes Ausflugsziel, begann 1917 mit dem Anhydritabbau durch das Ammoniakwerk Merseburg eine andere Dimension des Gips- bzw. Anhydritabbaus. Irgendwelche Bemühungen um eine Steuerung der Landschaftszerstörung hat es hier nie gegeben. Schon 1920 wurden hier werktäglich fast 700 Tonnen Anhydrit abgefahren; was sich bis 1928 noch verfünffachte. Erst als 1923 in Questenberg am Südfuß der berühmten Queste die ersten Sprengschüsse der "Gewerkschaft Felsberg" knallten - das Ammoniakwerk Merseburg hatte auch hier zeitweise Interesse gezeigt -, retteten mutige Männer in letzter Stunde dieses stillschöne Tal und das uralte Heiligtum der Queste vor dem Untergang gegen den Widerstand vieler Questenberger (Wirth 1926, 9-11).

Leider blieb diese Rettungstat ein Einzelfall. Seitdem entstanden neben lokalen Steinbrüchen riesige Abbauwände bei Osterode, bei Scharzfeld (Dolomit), am Trogstein, bei Ellrich und bei Rottleberode. 1953 wurde die Sachsensteinhöhle für den Gipsabbau freigegeben, obgleich sie als Naturdenkmal geschützt war. Ihre Löschung aus dem Naturdenkmalbuch des damaligen Kreises Blankenburg war einer der unheilvollen Präzedenzfälle, bei denen die Industrie mit dem Argument der Arbeitsplatzsicherung erfolgreich gegen den Naturschutz operierte. Empörend ist weniger die Tatsache der Löschung aus dem Naturdenkmalbuch - es gab durchaus Zwänge, dem Gipswerk Sachsenstein die Rohstoffbasis zu erhalten -, vielmehr zeigt die Begründung, die Höhle sei keine Besonderheit und es

sei ja auch noch die Einhornhöhle vorhanden, eine von jeder Sachkenntnis ungetrübte Gleichgültigkeit der damaligen Vertreter des Naturschutzes.

Daran änderte sich auch später zunächst nicht viel. Die rechtzeitige Rettung des einzigartigen Trogsteingebietes mit Bachschwinden, den größten Südharzer Flußhöhlen, großen Erdfällen und Erdfallseen und einer bemerkenswerten Flora mit autochthonen Eibenbeständen wäre noch möglich gewesen, wenn im Landkreis Osterode 1954 schon die (nicht zuletzt durch die Publikationstätigkeit von Höhlenforschern beeinflussten) politischen Aspekte wie bei der Sicherung des Hainholzes geherrscht hätten. Ein ausführlich begründeter Antrag von F.Stolberg lag seit 1954 der Unteren Naturschutzbehörde vor, wurde aber nicht weiterverfolgt (Reinboth 1983). Gegen spätere Schutzbemühungen, z.B. am Lichtenstein, wurde vielfach auf das Hainholz verwiesen, das ja alle typischen Merkmale des Gipskarsts beispielhaft vereine. Dieses ohne hinreichende Sachkenntnis zu Lasten anderer schützenswerter Gebiete immer wieder ausgespielte Argument hat sich als Bumerang erwiesen.

Die zunehmenden Gebietsansprüche der Gipsindustrie haben im niedersächsischen Teil des Südharzes dazu geführt, neben der recht industriefreundlichen Gutachtertätigkeit von Mitarbeitern der geologischen Landesbehörde auch Hochschulinsti-tute mit Gutachten für die Raumordnungsplanung zu beauftragen (Bierhals et al. 1975, Oldendorf & Schwarz 1977). Als orts- und sachkundige Berater wurden dazu auch Höhlenforscher herangezogen.

Die Landschaftszerstörung durch Gipsabbau hat sich aber seitdem nicht etwa reduziert. Nach dem Fall der Grenze waren die Rohstoffsicherungsabteilungen der großen Gipsunternehmen wie Knauf, Heidelberger Zement, Wildgruber usw. wesentlich schneller als die Naturschutzbehörden und sicherten sich in den neuen Ländern ihre bisher unberührten Claims. In Thüringen sind infolge des dort gültigen Bergrechts einige der wertvollsten und schönsten Gebiete besonders gefährdet wie die Rüdigsdorfer Schweiz, andere bereits vernichtet wie die Hohe Schleife mit der Kunzenhöhle und Teile des Himmelbergs. In Niedersachsen hatte die Gipsindustrie vom Hainholz und wenigen

hart umkämpften Ausnahmen abgesehen schon vorher alle abbauwürdigen Gebiete rechtzeitig unter sich aufgeteilt.

Sind diese Gebiete als Geotop weitgehend verloren, so wirft in den als Forschungsraum verbliebenen Naturschutzgebieten die zunehmend strenge Handhabung des (in den fast durchweg forstwirtschaftlich genutzten Wäldern übrigens ziemlich unsinnigen) Wegegebotes bisher unerwartete Probleme auf, denn zu Höhlen und sonstigen Karsterscheinungen führen natürlich keine Forstwirtschaftswege. Unter solchen forschungsfeindlichen Reglementierungen ist die mit großen Hoffnungen ins Leben gerufene "Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Harz" als wissenschaftlicher Verein auf Dauer nicht lebensfähig. Einerseits seit Jahren durch den zunehmenden Landschaftsverbrauch der Gipsindustrie und durch die erhebliche touristische Belastung einiger Höhlen immer mehr in die Rolle einer Umweltschutzorganisation gedrängt, offenbart andererseits die wachsende Mitgliederzahl den fatalen Sog eines modischen Massen-Freizeitsports. Es muß auch angesichts der gesellschaftlichen Gesamtentwicklung vieles geschehen, um die große Tradition der heimatkundlichen Laienforschung weiterhin zu wahren und zu fördern. Der inzwischen durch drei Bundesländer ausgewiesene Karstwanderweg zeigt dazu eine positive Initiative auf.

## 5. Schrifttum zur Erforschungsgeschichte des Südharzkarstes

### 5.1. Geschichte der Karstforschung im Südharz

- Brust*, Michael, 1982: Die Höhlenforschergruppe Sondershausen.- Die Grotte 5,1 / Anlage Festkolloquium Harz 1978-II, 28-29, Erfurt
- Graf*, Wolfgang, 1982: Geschichte der Nordhäuser Höhlenforschung.- Die Grotte 5,1 / Anlage Festkolloquium Harz 1978-II, 22-23, Erfurt
- Kellner*, Karl (1978-1980): Die floristische Erforschung der Südharz-Landschaft um Nordhausen.- Beitr. zur Heimatkunde aus Stadt und Kreis Nordhausen 2/3 (1978), 44-57; 4 (1979), 45-61; 5 (1980), 23-43; 6 (1981),
- Kuhlbrodt*, Peter, 1990: Die Kelle - das älteste Naturdenkmal im Kreis Nord-

- hausen.- Beitr. z. Heimatkd. 15, 1-7, Nordhausen
- Lommatzsch*, Herbert, 1968: Erstberichte über Höhlen am Südwestrande des Harzes.- Heimat-Kalender des Kreises Osterode 1968, 22-24
- Pfeiffer*, Dieter, 1963: Die geschichtliche Entwicklung der Anschauungen über das Karstgrundwasser.- Beih. Geol. Jb. 57, Hannover
- Rein*, Siegfried, 1993: Friedrich Christian Lesser (1692-1754), Pastor, Physicotheologe und Polyhistor.- Schriftenreihe der Friedrich-Christian-Lesser-Stiftung 1, o. O. [München]
- Reinboth*, Fritz, 1967: Das Weingartenloch.- Unser Harz 1967, 6, 104-107, Clausthal-Zellerfeld
- Reinboth*, Fritz, 1970: Die Himmelreichhöhle bei Walkenried und ihre Geschichte.- Mitt. des Verbandes deutscher Höhlen- u. Karstforscher 16: 29-44, München
- Reinboth*, Fritz, 1978: Die Darstellungen der Einhornhöhle bei Scharzfeld von der frühwissenschaftlichen Zeit bis zur Gegenwart.- Harz-Zs. 30, 45-68
- Reinboth*, Fritz, 1982: Beispiele alter Höhlenpläne aus dem Harz bis 1850.- Mitt. des Verbandes deutscher Höhlen- u. Karstforscher 28, 13-16, München
- Reinboth*, Fritz, 1983 a: Aus der Erforschungsgeschichte der Großen Trogsteynhöhle.- Mitt. ArGeKN 3/83, 11-16.- Osterode
- Reinboth*, Fritz, 1983 b: Erinnerungen an die Sachsensteinhöhle.- Mitt. ArGeKN 4/83, 10-17, Osterode
- Reinboth*, Fritz, 1989: Die Kelle bei Ellrich am Südharz - die Geschichte eines vergessenen Naturdenkmals.- Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforscher 35, 71-76, München
- Reinboth*, Fritz, 1990: Der Zentralhöhlenkataster des Hauptverbandes deutscher Höhlenforscher.- Karst und Höhle 1989/90, 99-104, München
- Reinboth*, Fritz, 1995: Das Weingartenloch bei Osterhagen - Die Geschichte einer Harzer Schatzhöhle.- Unveröffl. Ms., Braunschweig
- Reinboth*, Fritz, 1996 a: Zur Geschichte der Höhlenforschung im Harz.- Karst und Höhle 1994/95, 63-80, München
- Reinboth*, Fritz, 1996 b: Frühe karsthydrologische Beobachtungen im Harz.- Karst und Höhle 1994/95, 85-90, München
- Reinboth*, Fritz & Vladi, Firouz, 1980: Johannes Letzners Beschreibung der

- Steinkirche und der Einhornhöhle bei Scharzfeld.- Harz-Zs. 32, 77-91, Braunschweig
- Reinboth*, Fritz & Vladi, Firouz, 1985: Historische und aktuelle Unfälle in Harzer Höhlen.- Mitt. ArGeKN 3-4/85, 19-28, Osterode
- Schröter*, Werner (1988): 400 Jahre Drucklegung der Sylva Hercynia.- Beitr. z. Heimatkd. 13, 70-72, Nordhausen
- Schröter*, Werner (1991): Karl Friedrich Wilhelm Wallroth. Zur Wiederkehr seines 200. Geburtstages.- Beitr. z. Heimatkd. 16, 89-112, Nordhausen
- Stolberg*, Friedrich, 1968: Die Höhlenforschung im Harz.- Unser Harz 1968, 7, 124-127, Clausthal-Zellerfeld
- Stolberg*, Friedrich, 1969: Die Höhlenforschung im Harz, ein geschichtlicher Überblick.- Mitt. des Verbandes deutscher Höhlen- u. Karstforscher 15, 1-4, München
- Stolberg*, Friedrich, 1984: Nachgelassene Schriften: Mein Leben und Werdegang als Höhlenforscher.- Abh. ArGeKN 4, Osterode
- Stolberg*, Friedrich, 1989: Kyffhäuserfahrten. Auszüge aus nachgelassenen Tagebüchern 1921-1941.- Mitt. ArGeKN 4/89, 3-10, Osterode
- Tscheschlock*, H. & Kardel, J., 1989: 20 Jahre Studentenzirkel Speläologie - 20 Jahre studentische Höhlen- und Karstforschung an der Bergakademie Freiberg.- In: Reuter, F. & Kardel, J., (Red.), 1989: Beiträge zur Höhlen- und Karstforschung - Wiss.-Techn. Informationsdienst des ZGI 30, Reihe A, H.2, 11-13, Berlin
- Vladi*, Firouz, 1981b: Anselm Windhausen - zum 100. Geburtstag eines Harz-Höhlenforschers.- Heimatbl. f.d. südwestlichen Harzrand 37, 22-32, Osterode
- Wein*, Kurt, 1927: Johannes Oswald und Johann Ludwig Fürer - zwei Nordhäuser Botaniker des 16. und 17. Jahrhunderts.- Der Roland von Nordhausen 4, Nordhausen 1927

### 5.2 Zitiertes Schrifttum über den Südharzkarst

- Behm-Blancke*, Günter, 1958: Höhlen - Heiligtümer - Kannibalen.- Leipzig
- Behrens*, Georg Henning, 1703: Hercynia curiosa oder curiöser Hartzwald.- Nordhausen (Neudruck Nordhausen 1899)

- Berg, Alfred**, 1924: Die Barbarossahöhle am Kyffhäuser.- Rottleben
- Bierhals (Betreuer) et al.**, 1975: Rahmenplanung Bodenabbau - Gipslandschaften im Landkreis Osterode / Harz. 4. Projektarbeit am Inst. f. Landschaftspflege und Naturschutz an der TU Hannover, WS 1974/75 und SS 1975 (unveröffentl.)
- Biese, Walter**, 1931: Über Höhlenbildung. 1. Teil: Die Entstehung der Giphöhlen am südlichen Harzrand und am Kyffhäuser.- Abh. Preuß. Geol. L.-A., N.F., Heft 137, Berlin
- Brückmann, Franz Ernst**, 1734: Epistola itineraria XXXIV de antro Scharfeldiano et Ibergensi.- Wolfenbüttel
- Brückmann, Franz Ernst**, 1737: Epistola itineraria LXXII de silvae hercyniae antris Die Alte und Neue Kelle nec non Die Höhle vocatis.- Wolfenbüttel
- Eckstorm, Heinrich**, 1620: Historia terrae motuum complurium... cum appendice locorum quorundam semper ardentium ut et specuum mirabilium ex sacrarum litterarum monumentis et tam antiquis quam recentibus scriptoribus excerptae...- Helmstedt
- Flindt, Stefan**, 1996: Die Lichtensteinhöhle bei Osterode, Landkreis Osterode am Harz - Eine Opferhöhle der jüngeren Bronzezeit im Gipskarst des südwestlichen Harzrandes.- Die Kunde N.F.47,435-466, Hannover
- Freiesleben, Joh.Carl**, 1808: Geognostischer Beytrag zur Kenntnis des Kupferschiefer-Gebirges; 2. Teil. Freiberg
- Haase, Hugo**, 1936a: Die Südharzer Giphöhlen und das Karstwasserproblem.- Mitt. über Höhlen u. Karstforsch. 1936, 26-29, Berlin
- Haase, Hugo**, 1936b: Hydrologische Verhältnisse im Versickerungsgebiet des Südharz-Vorlandes.- Diss. Göttingen
- Hartwig, Andreas**, 1991: Hydrologische Vorstellungen zur Rhumequelle.- Mitt.ArGeKH 1/91, 36 -58, Osterode
- Herrmann, Axel**, 1969: Die geologische und hydrologische Situation der Rhumequelle am Südharz.- In: Jh.Karst- u. Höhlenkd. 9, 1968/69, München
- Herrmann, Axel & Pfeiffer, Dieter** (Herausg.), 1969: Der Südharz - seine Geologie, seine Höhlen und Karsterscheinungen.- Jh.Karst- u. Höhlenkd. 9, 1968/69, München (Hohlraumgesetz) Verordnung über unterirdische Hohlräume vom 17.Januar 1985.- Gesetzblatt der Deutschen demokratischen Republik, 1985, Teil I Nr.5 vom 22.2.1985, Berlin (mit Durchführungsbestimmungen)
- Krönig, Fritz**, 1915: Höhlen am Südharze.- Heimatland. Jll.Blätter für die Heimatkd. des Kreises Grafschaft Hohenstein, des Eichsfeldes und der angrenzenden Gebiete 11, Nr. 9-10, 71-72 u. 76-80. Bleicherode.-
- Lasius, Georg Sigismund Otto**, 1789: Beobachtungen über die Harzgebirge.- 1.Teil., Hannover
- Lengersdorf, Franz**, 1930: Funde recenter Höhlentiere aus dem Harz.- Mitt. über Höhlen-u. Karstforsch. 1930, 95-96, Berlin
- Lengersdorf, Franz**, 1932: Die lebende Tierwelt der Harzer Höhlen.- Mitt. über Höhlen-u. Karstforsch. 1932, 52-53, Berlin
- Messner, B., Mohrig, W., Moritz, M. und v.Broen, B.**, 1978: Ergebnisse zoologischer Untersuchungen in Großhöhlen des Harzes und des Kyffhäusers.- Die Grotte 5,1 / Anlage Festkolloquium Harz 1978-II, 1-8, Erfurt
- Mühlmann, Heinrich**, 1943: Verzeichnis sämtlicher bisher in Harzer Höhlen und Bergwerken gefundener Metazoen.- Zs. für Karst- u. Höhlenkd. 1942/43, 184-216, Berlin
- Oldendorf, Dorothea & Schwarz, Friederike**, 1977: Rahmenplanung Gipsabbau und Naturschutz im südlichen und südwestlichen Harzvorland.- Dipl.-Arbeit Inst. für Landschaftspflege TU Hannover SS 1977 (unveröffentl.)
- Petry, Arthur**, 1889: Die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäuser-Gebirges.- Halle
- Pohl, Diethelm**, 1975: Bibliographie der niedersächsischen Naturschutzgebiete.- Naturschutz u. Landschaftspf. in Niedersachsen 4, Hannover
- Pohl, Diethelm**, 1983: Bibliographie der niedersächsischen Naturschutzgebiete, 1. Ergänzung.- Naturschutz u. Landschaftspf. in Niedersachsen 4/1, Hannover
- Pohl, Diethelm**, 1993: Bibliographie über die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Braunschweig.- Naturschutz u. Landschaftspf. in Niedersachsen 33.1, Hannover
- Priesnitz, Kuno**: Das Nixseebecken, ein Polje im Gipskarst des südwestlichen Harzvorlandes.- In: Jh. Karst- u. Höhlenkd. 9, 1968/69, München
- [Reinboth, Fritz]**, 1986: Neue gesetzliche Vorschriften für die höhlenkundliche Tätigkeit in der Deutschen Demokratischen Republik.- Die Höhle 37, 171, Wien
- Reinboth, Fritz**, 1992 a: Laborversuche zur Entstehung von Stillwasserfazetten und Laugdecken. Mit einem kritischen Überblick zum Stand der Diskussion.- Die Höhle 43, 1-18, Wien
- Reinboth, Fritz**, 1992 b: Ölunfälle im Südharzkarst.- Mitt. ArGe KN 4/92, 5-11, Osterode
- Ricken, Werner & Knolle, Friedhart**, 1986: Neue hydrogeologische und raumordnerische Aspekte zur Gefährdung der Karstgrundwassergewinnung im Südharz.- Brunnenbau, Bau von Wasserwerken, Rohrleitungsbau 37,297-299, Köln
- Ritter, Albert**, 1739: Commentatio epistolaris I de fossilibus es naturae mirabilibus Osterodanis.- Sondershausen
- Ritter, Albert**, 1748: Supplementa scriptorum suorum historico-physicorum [...]- Helmstedt
- Schlüter, Wolfgang**, 1975: Untersuchungen in der Kleinen Jettenhöhle bei Düna: Latènezeitliche Siedlungsspuren in der Kleinen Jettenhöhle.- Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 44, 95-104, Abb.4-6, Hannover
- Schönfelder, Peter**, 1978: Vegetationsverhältnisse auf Gips im südwestlichen Harzvorland.- Naturschutz u. Landschaftspf. in Niedersachsen 8, Hannover
- Silberborth, Hans**, 1931: Die Lande zwischen Harz und Hainleite in der Sage.- Nordhausen 1931
- Stolberg, Friedrich**, 1926: Die Höhlen des Harzes. Band I (=alles Erschienene): Einleitung und Südharzer Zechsteinhöhlen. Sonderausgabe der ill.Monatsschrift „Der Harz“, II. Heft.- Magdeburg. Als Reprint: Abhdl. zur Karst u. Höhlenkd., Reihe F, Heft 6. München 1978
- Stolberg, Friedrich**, 1943: Die Katasternumerierung der Harzhöhlen.- Zs. für Karst- u. Höhlenkunde 1942/43: 221-226, Berlin
- Stübner, J.Chr.**, 1789: Denkwürdigkeiten des Fürstenthums Blankenburg und des demselben incorporirten Stiftsamts Walkenried, 2. Teil.- Wernigerode
- Tauchmann, Josef**, 1990: Die beiden

- Seelöcher und das Moosloch.- Beitr. zur Heimatkd. 15, 54-67, Nordhausen
- Thürnaeu, Karl, 1913: Der Zusammenhang der Rhumequelle mit der Oder und Sieber.- Jb. Gewässerkd., Bes. Mitt. 2, Berlin
- Viete, Günter, 1954: Geologische und hydrologische Untersuchungen im Gipskarst des östlichen Südharrandes.- Freiburger Forschungshefte C 9, 46-79, Berlin
- Vladi, Firouz, 1979: Bibliographie Einhornhöhle.- (unveröfftl.)
- Vladi, Firouz, 1981a: Bibliographie zu den Naturschutzgebieten Hainholz und Beierstein im Landkreis Osterode am Harz.- In: Ber. naturhist. Ges. Hannover 124, 195-218
- Völker, Reinhard, 1981: Die Heimkehle.- Mitt. des Karstmuseums Heimkehle 1, Uftrungen
- Völker, Reinhard und Völker, Christel, 1983: Der Bauerngraben.- Mitt. Karstmuseum Heimkehle 5, Uftrungen.
- Wein, Kurt, 1955: Die Pflanzenwelt der Erdfälle des West- und Südharrvorlandes.- Der Nordhäuser Roland, Sonderheft Mai 1955, 80-88, Nordhausen
- Weinberg, Hans-Joachim, 1981: Die erdgeschichtliche Entwicklung der Beiersteinsenke als Modell für die jungquartäre Morphogenese im Gipskarstgebiet Hainholz-Beierstein (südwestliches Harzvorland).- In: Ber. naturhist. Ges. Hannover 124, 67-112
- Willmann, C., 1932: Milben aus Harzer Höhlen.- Mitt. über Höhlen- u. Karstforsch. 1932, 107-111, Berlin
- Wirth, Fritz, 1926: Dornröschen Questenberg.- Sangerhausen

#### Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. (FH) Fritz Reinboth  
Theodor-Francke-Weg 52  
D-38116 Braunschweig

## Gipskarst und Giphöhlen in Deutschland

von Stephan Kempe

### 1. Einleitung

Gips und Anhydrit stehen, weltweit gesehen, nur relativ selten an der Oberfläche an. Demzufolge ist Gipskarst ein wenig verbreiteter Landschaftstyp. Einen Überblick über alle Gipskarstgebiete der Erde gibt das Buch von Klimchouk et al. (1997).

Diese geringe flächenmäßige Ausdehnung der Gipskarstgebiete ist jedoch nicht auf mangelnde Verbreitung der Sulfatgesteine selbst zurückzuführen, sondern auf deren niedrige Korrosionsresistenz. So geben z.B. Ford & Williams (1979) an, daß ca. 40% der kontinentalen Erdoberfläche (rund 60 Millionen km<sup>2</sup>) von Sulfat- und Salzgesteinen unterlagert werden. Maximovich (1962) gibt die Fläche für Sulfatlager mit 7 Millionen km<sup>2</sup> an. Diese Sulfatlager finden sich vor allem auf der Nordhemisphäre in den USA (30-40% der Fläche) und in Eurasien. Fast ganz Deutschland ist, mit Ausnahme der paläozoischen Gebirgskerne, entweder von Zechsteinsulfaten oder vom Gipskeuper unterlagert (Abb. 1). Entsprechend groß ist auch die Chance, daß in Deutschland Gips ansteht, oder zumindest kurz unter der Oberfläche vorkommt (zur Geologie der Gipslagerstätten in Deutschland siehe auch J. Paul in diesem Heft).

Obwohl sich das Zechsteinbecken von England über Deutschland nach Polen erstreckt, finden sich größere Karstareale auf Zechsteingipsen interessanterweise weder in England noch in Polen. In den Alpen gibt es kleinere Gipskarstgebiete auf permischen und triassischen Gipsen. Nur sehr wenige Höhlen und Dolinenareale sind hier dokumentiert. Im Pariser Becken wurde Gips des Eozäns abgebaut. Ein Teil der Katakomben unter Paris geht auf diese Tätigkeit zurück. Der dabei erzeugte Gips wurde als „Plaster of Paris“ (so die englische Bezeichnung für abbindfähigen Gips) gehandelt. Kürzlich wurde in diesen Schichten auch eine 7 km lange natürliche Höhle entdeckt, die Réseau Denis Paris (Beluche et al., 1996). In Spanien gibt es die größten Gipsgebiete Europas, ca. 30 000 km<sup>2</sup>. Es handelt sich hauptsächlich um triassische und miozäne Gipse. Hier gibt es viele Giphöhlen, die längste 8 350 m ist die Cueva del Agua, und die tiefste der Túnel dels Sumidors, die mit -210 m zugleich die tiefste Giphöhle der Erde ist. Auch in Italien finden sich weite Gebiete mit Gipskarst von den Alpen (permische und triassische Schichten) über Apulien (triassische Burano Formation), die Emilia Romagna (miozäne Gipse, in der die längste Giphöhle des Landes, das Spipola-Acquafredda System mit

10,4 km Länge entwickelt ist) bis nach Sizilien (miozäne Gipse auf ca. 1000 km<sup>2</sup>). Miozäne Gipse finden sich auch in anderen Mittelmeergebieten, so z.B. auf Kreta (Kempe et al., 1976).

Die Gipskarstgebiete mit den längsten Giphöhlen der Welt sind in den miozänen Schichten Podoliens und der Bukovina entwickelt. Diese Lagen erstrecken sich von Rumänien über die Ukraine bis nach Polen. Die Höhlenbildung wird durch aufsteigende Wässer verursacht und verläuft innerhalb der Gipsschichten unter Bedeckung. Das Kluftnetz zeichnet die Wasserbahnen vor, so daß riesige Labyrinth entstehen. Die Optimistischeskaya ist mit 200 km Ganglänge nicht nur die längste Giphöhle überhaupt, sondern zugleich die zweitlängste Höhle der Erde. Zu diesen Höhengiganten zählen auch die Ozeronaya, 117 km Länge, und die Zolushka mit 90,2 km Länge. Im Donetz Gebiet der Ukraine gibt es außerdem unterpermische Gipse. Weitere Gipskarstgebiete finden sich in Rußland, die nördlichsten auf Novaja Zemlja in unterkarbonischen Schichten.

### 2. Gipskarst ein Paradox?

Calciumsulfat besitzt eine sehr hohe Löslichkeit. Bei 10°C lösen sich etwa 14 mmol/l (Wigley, 1973). Das sind 2,4 g Gips (CaSO<sub>4</sub> \* 2H<sub>2</sub>O; Dichte 2,3 g/cm<sup>3</sup>) oder 1,9 g Anhydrit (CaSO<sub>4</sub>; Dichte 3,0 g/cm<sup>3</sup>) pro Liter Wasser. Brandt et al. (1976) und Kempe et al. (in Kempe, 1982) stellten an Gipskarstquellen im

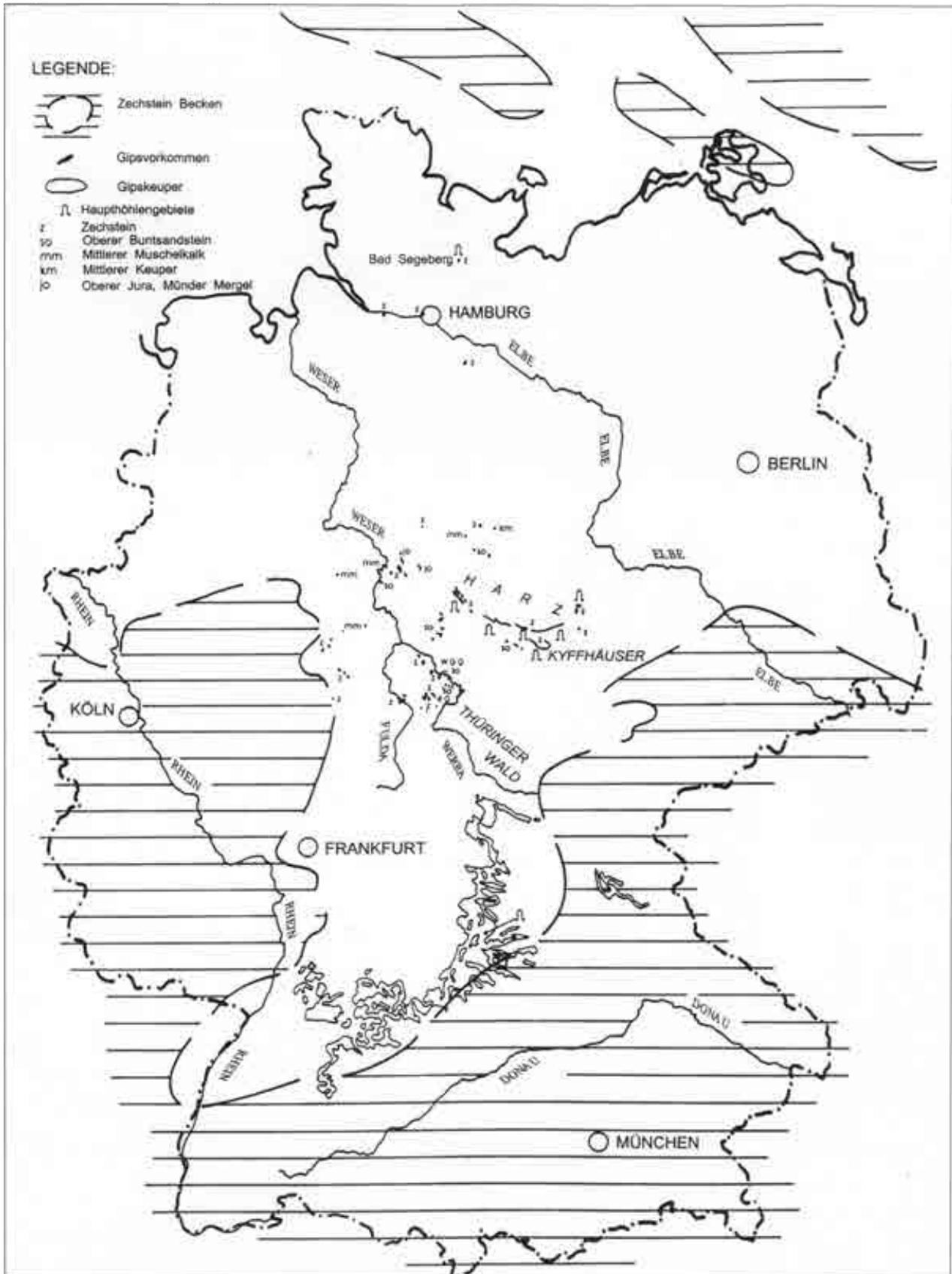


Abb. 1: Geologische Karte Deutschlands mit Gipskarstgebieten, nach verschiedenen Quellen (Herrmann 1964, 1976; verschiedene geologische Karten)

Hainholz, einem wichtigen Gipskarstgebiet bei Osterode,  $\text{CaSO}_4$ -Mengen von 13,5 mmol/l (Jettenquelle) und 14,0 mmol/l (Schurfquelle) (2,3 und 2,4 g Gips/l) im jährlichen Mittel fest.

Wichtet man die Abflüsse von Elbe, Weser und Rhein im Verhältnis ihrer Einzugsgebiete (Datenzusammenstellung in Kempe et al., 1981) kann man eine durchschnittliche Abflußhöhe (Differenz zwischen Niederschlag und Evapotranspiration) von 323 mm/a für Mitteleuropa annehmen. Diese Wassermenge könnte Gips mit einer Rate von 0,034 cm/a (Anhydrit 0,021 cm/a) lösen. Eine 10 m mächtige Gipschicht würde innerhalb von 29 400 a, eine ebenfalls 10 m mächtige Schicht Anhydrit innerhalb 48 000 a aufgelöst werden. Für das Hainholz wurde ein Abfluß von 450 mm/a berechnet (Brandt et al., 1976). Das bedeutet eine Verkarstungsrate von 0,047 cm/a oder 4,7 m/10 000 a. Diese Rate liegt bei weitem über der generellen Abtragung in Mitteleuropa, die unter 1 m/10 000 a liegen dürfte (Kempe et al., 1981), und es ist erstaunlich, daß es trotz dieser hohen Lösungsrate ausgedehnte Gipskarstlandschaften in Deutschland gibt.

### 3. Klima und Tektonik als Steuerungsfaktoren

Erst das Zusammenwirken verschiedener Faktoren macht es offenbar möglich, trotz der hohen Lösungsraten Gipskarstgebiete auszuformen: dazu zählen die Glazial/Interglazial-Zyklen und die tektonische Situation, die die lokale Hydrologie und Geomorphologie bestimmt.

#### 3.1 Bedeutung der Eiszeit/Warmzeitzyklen

Während der verschiedenen Glazialzeiten wurden große Teile Norddeutschlands von skandinavischen Gletschern überdeckt. Die übrigen, unvereisten Gebiete wurden harschen periglazialen Bedingungen ausgesetzt, es herrschte Permafrost. Dabei kommt es für längere Zeit zum Erliegen der Grundwasserneubildung und des unterirdischen Abflusses und zum Aussetzen der Versinterung in den Kalksteinhöhlen (Kempe, 1989). Sinter kann sich in Zentraleuropa nur während der kurzen Interglazial- und Interstadialzeiten bilden und wird während der Glazialzeiten durch Eis mechanisch zerstört.

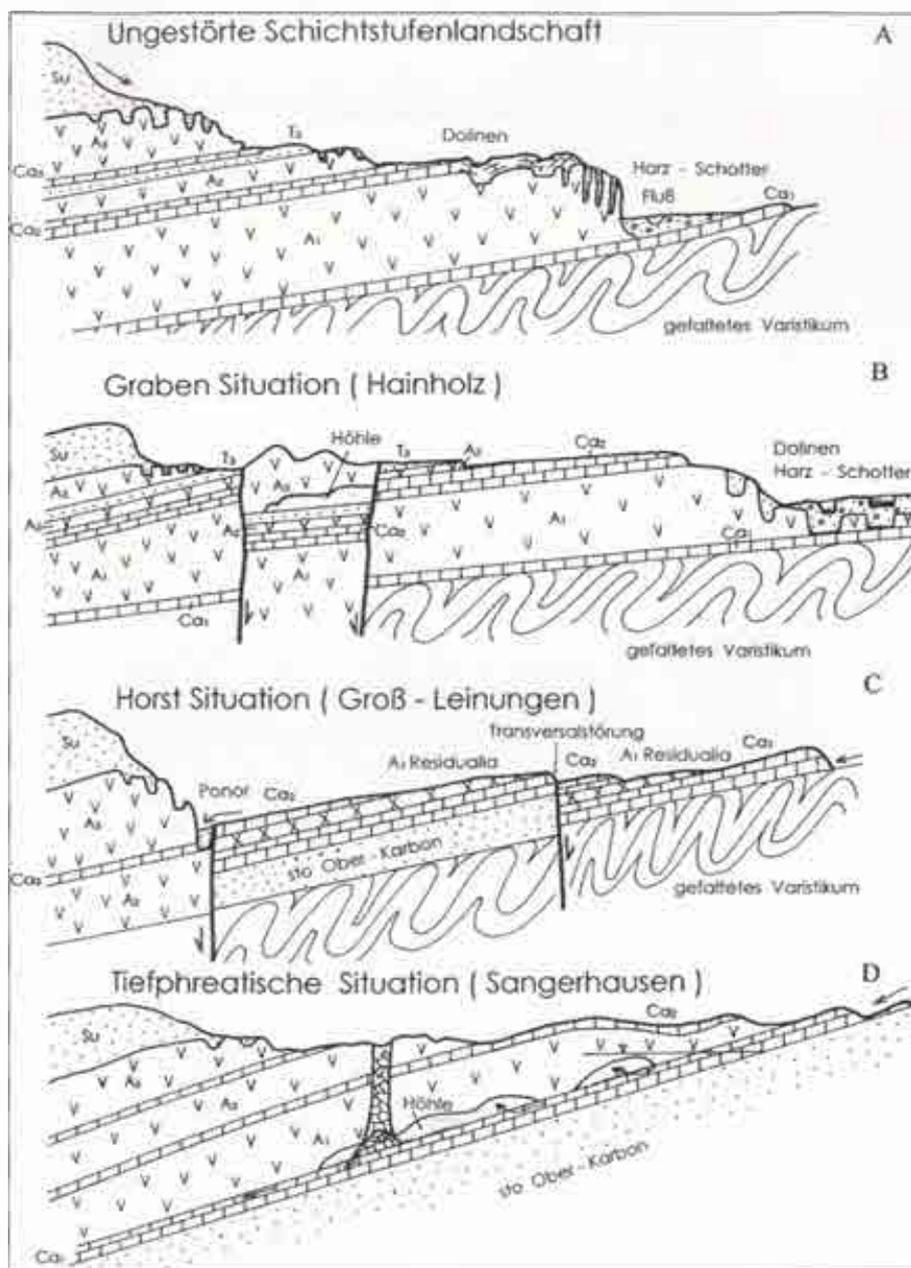


Abb. 2: Schematisches Profil des Zechsteinkarsts im Südhaz, a) tektonisch ungestörte Schichtstufen, b) Karstentwicklung in einem tektonischen Graben, Beispiel Hainholz bei Düna/Osterode, Niedersachsen, c) Karstentwicklung entlang von Transversalstörungen, die einen tektonischen Horst verursachen, wie z.B. bei Großleinungen, Sachsen-Anhalt, d) Schema einer tiefphreatischen Verkarstung in den Sangerhausen und Mansfeld Bergbaugebieten, Sachsen-Anhalt.

Während der Permafrostperioden wurde die Lösung von Gips auf ein Minimum reduziert und die Abtragung des Geländes fand mehr durch Erosion als durch Korrosion statt. Beweise der periglazialen Erosion finden sich im gesamten Südhaz, wo der harzrandparallele Gipskarst senkrecht von Trockentälern konsequent geschnitten wird. Diese Tä-

ler standen einst in Verbindung mit Harzflüssen, die nun entweder dort versickern, wo sie den Gips erreichen, oder entlang des Streichen des Auslaugungstals zu einem der wenigen tiefen Täler, die die Zechsteinbarriere durchbrechen, hingelenkt werden. Diese Täler, eingeschlossen die der Söse, Sieber, Oder, Steina/Ichte, Uffe, Wieda, Salza, Thyra,

Nasse und Leine (von W nach E) folgen meist tektonischen Strukturen. Auch diese recht großen Flüsse verlieren jedoch manchmal ganz oder teilweise ihr Wasser im Zechstein (Haase, 1936). Dieses Wasser taucht –in dann manchmal spektakulären– Karstquellen, wie der Rhumequelle (Herrmann, 1969b) und der Salzaquelle (Haase, 1936; Kupetz & Brust, 1994), Kilometer von ihrem Infiltrationspunkt entfernt, wieder auf. Entlang der Thyra, in der Nähe von Uftrungen, hat Sickerwasser in der W Flanke des Tales eines der größten Gipshöhlyensysteme Deutschlands geschaffen, die Heimkehle (Völker, 1981).

Die meisten der Trockentäler sind offenbar lange vor der letzten Eiszeit von „ihren“ Harzflüssen abgeschnitten worden und Reste ihrer einstigen Schotterfüllungen sind nur sehr selten erhalten, so z.B. als Taschen in der Marthahöhle, Hainholz. Der Großteil der Kiese dieser Täler wurde während der Permafrostperioden der nächsten Glazial-

zeit entfernt. Dies legt nahe, diese konsequenten Täler als elstereiszeitlich einzustufen (Brandt et al., 1975), die Entwicklung der subsequenten Täler ist dann jünger. Der Gipskarst in Mitteleuropa entwickelt sich demnach diskontinuierlich: Während der Eiszeiten kam es zum Erliegen der korrosionsbedingten Verkarstung, um in den temperiert/humiden Zwischeneiszeiten rapide fortzuschreiten.

### 3.2 Bedeutung der tektonischen Situation

Die tektonische Situation spielt ebenfalls eine wichtige Rolle; sie bestimmt den Typ des auftretenden Karsts. Entlang des Südharzes fallen die Schichten mit 10-15° nach SW ein (Jordan, 1979). Dort, wo diese Schichten tektonisch ungestört sind, bilden die Gipse der Werra(A1)-, Straßfurt(A2)- und Leine(A3)-Serien drei Schichtstufen, die vom Unteren Buntsandstein mit einer weiteren

Stufe überlagert werden (Priesnitz, 1969a, 1972; Herrmann 1969a, 1981b; Abb. 2a). Die Schichtstufe des A1 ist am auffälligsten, nicht nur weil der A1 am mächtigsten ist, sondern auch weil sie von harzwasserführenden, und daher besonders lösungsfähigen, subsequenten Flüssen (z.B. von der Söse westlich Osterode) oder von versinkenden Harzbächen (z.B. am Trogsteln bei Tettenborn) ständig unterschritten und versteilt wird.

Wegen der relativ schnellen Rückverlagerung der A1-Stufe können sich nicht viele Karstphänomene an deren Oberfläche ausbilden. In Steinbrüchen lassen sich oft bis zu 30 m tiefe, zylindrische Karren beobachten („geologische Orgeln“), die mit verstrützten Karbonaten und Tonen der hangenden Straßfurt Serie verfüllt sind. Die Karbonate der Straßfurt Serie, in der flache Dolinen existieren, bilden ein gut sichtbares Plateau über der Stufe des A1. Die A2 Stufe fehlt wegen ihrer geringen

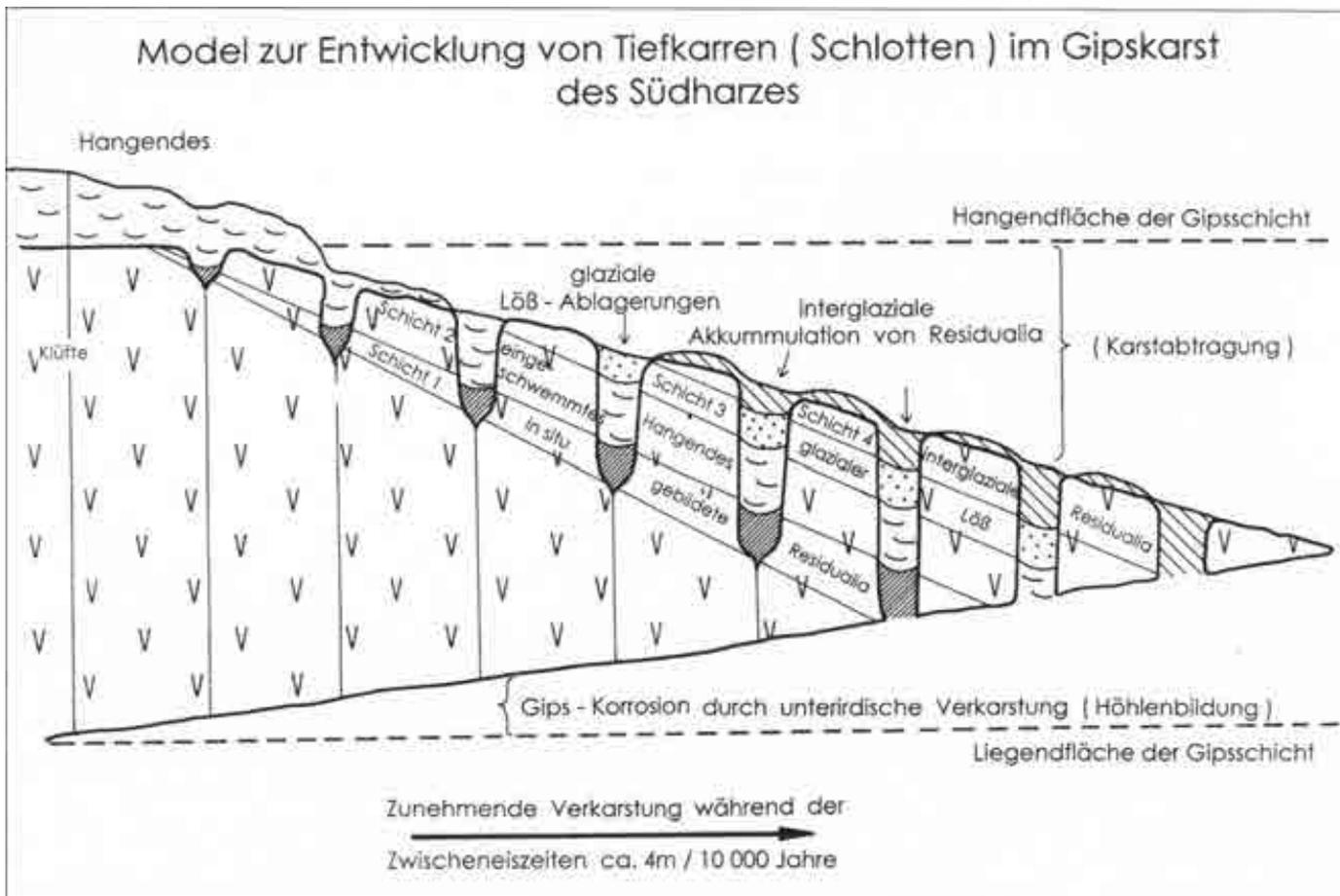


Abb. 3: Entstehung von Tiefkarren (sogen. Geologische Orgeln oder Schlotten) (Kempe & Emeis, 1979) anhand von Sedimentproben aus archäologischen Grabungen (Grote, 1979) im Hainholz, Düna/Osterode, Niedersachsen.

Mächtigkeit in den meisten Gebieten, während die A3 Stufe oftmals durch Rutschungen des Unteren Buntsandsteins (Su) verdeckt ist. Jedenfalls stellt der Su als Wasserstauer Abfluß zur Verfügung, der die weit verbreitete Bildung von Dolinen und kleinen Ponoren, die mit rotem Buntsandsteinschlamm gefüllt sind, verursacht. Mehrere Kilometer südlich des Su-Ausbisses befindet sich ein weiteres Harzrand-paralleles, weites Tal, das durch die Lösung von Zechsteinsalzen in mehr als hundert Metern Tiefe verursacht wird.

Dort, wo diese Schichtstufensituation ungestört besteht, entwickelt sich Karst nur entlang der sehr schmalen Bänder des aufgeschlossenen Gipses. Größere Karstgebiete können sich dagegen nur dort entwickeln, wo der Karst vor Erosion tektonisch geschützt wird. Dies ist z.B. im Naturschutzgebiet Hainholz in der Nähe von Osterode (Abb. 2b) der Fall. Hier befindet sich ein tektonischer Graben, in dem der Hauptanhydrit vor der Erosion während der Permafrostzeiten geschützt wurde. Der Su darüber wurde abgetragen und so eine relativ große Fläche Gips freigelegt. Das Naturschutzgebiet besitzt 39 ha voll entwickelten Karst (Kempe et al., 1972; Brandt et al., 1976; Kempe et al., 1976; Herrmann 1981a; Jordan, 1981; Vladi, 1981), mit Bachschwinden, Karstquellen und weitläufigen, aktiven Höhlensystemen (über 30 Objekte), deren Einsturz zu einer Vielzahl spektakulärer Erdfälle führte. Weinberg (1981) hat die schnelle Entwicklung eines dieser Erdfälle untersucht. Zusätzlich sind eine Vielzahl zylindrischer Karren entwickelt. Diese Karren sind mit Mergel gefüllt. Er wurde teilweise durch Bauern abgegraben, um Felder in der Nähe zu mergeln. 1751 stieß man dabei auf die Knochen, die zu der Erstbeschreibung des ausgestorbenen Wollhaarnashorns Anlaß gaben (Vladi, 1979). Archäologische Untersuchungen ergaben, daß die Karren vermutlich von steinzeitlichen Jägern als Tierfallen benutzt wurden (Grote, 1979). Abb. 3 zeigt die Entwicklung der Karren, wie sie mit der Abtragung der Oberfläche Schritt halten und wie sich die darin befindlichen Sedimente gebildet haben könnten (Kempe & Emeis, 1979, 1981).

Einige andere Gipsgebiete befinden sich in einer ähnlichen tektonischen Grabensituation, wie z.B. der Trogstein/Weißensee/Nuxei-Karst bei Tettenborn

und das Himmelreichgebiet bei Walkenried; beide sind ebenfalls für ihre Schwinden, Quellen und Höhlen bekannt (Priesnitz, 1969b; Reinboth, 1963, 1969, 1970; Stolberg 1928, 1932).

Die Karstgebiete des östlichen Südharzes werden durch E/W-streichende, dextrale Horizontalstörungen mit geringen Hebungs- oder Senkungsbeträgen gekennzeichnet. Unveröffentlichte Kartierungen Hamburger Diplomanden zeigen, daß die Versetzungsbeträge bis zu 4 km betragen können. Bäche und Grundwasser sammeln sich entlang dieser Störungen und bilden so ausgedehnte, subsequeute Auslaugungstäler. Durch die Störungen und die dadurch erzeugte Ablenkung der Harzwässer, werden auch die Steilstufen des höheren Zechsteins vor der Auslaugung bewahrt. Der A1 wird dagegen häufig vollständig aufgelöst und an der Oberfläche sind nur noch Residualkalke vorhanden (Abb. 2c). In diesem Stadium gelingt es dem Harzwasser dann, sich an einigen Punkten zu sammeln und direkt bis zum A3 vorzustoßen, um dort zu versickern, wie beim Bauerngraben, einem berühmten episodischen Ponorsee bei Breitungen (Völker und Völker, 1983) und bei der Ankenbergschwinde bei Großleinungen (beide Sachsen-Anhalt).

In Süddeutschland sind die Gipslagen des So, Mm und Km weniger stark geneigt; ihre Schichtung liegt fast horizontal (Herrmann, 1976). Die Gipslagen sind weniger mächtig und ihre Ausbisse sind stark korrodiert. Sie bilden deshalb keine auffälligen Stufen und tauchen nur selten an der Oberfläche auf. Ausnahmen dazu gibt es bei Markt Nordheim, Franken/Bayern, wo sich sogar Höhlen im mittleren Keuper nahe der Oberfläche gebildet haben (Höllern) (Götz, 1979).

## 4. Giphöhlen

### 4.1 Die Geschichte der Giphöhlenforschung

Deutsche Giphöhlen werden schon seit einigen Jahrhunderten erforscht. Die erste schriftliche Erwähnung einer Giphöhle ist die der „Kelle“ bei Ellrich von H. Eckstorm 1597 (Reinboth, 1989, 1996). Georg Henning Behrens (1703) vermerkte in seiner „Hercynia Curiosa“, dem ersten Sammelwerk über die Höhlen des Harzes, bereits die Existenz von

sieben Giphöhlen, unter ihnen die Heimkehle und die Kelle. Zur gleichen Zeit wurden Höhlen im Ostharz in den Kupferschiefer-Bergbaugebieten Sangerhausen und Mansfeld zufällig angefahren oder gar absichtlich gesucht. Als die Bergleute den Kupferschiefer immer weiter in den Untergrund verfolgten, traten schwerwiegende Wasserprobleme auf. Bald hatte man verstanden, daß man das Wasser in diese Hohlräume leiten konnte (Kupetz & Brust, 1991). Diese „Schlotten“ genannten, z.T. riesigen Hohlräume bilden sich oberhalb des, das Karstwasser in den tieferen Untergrund abführenden, A1-Zechsteinkalkes und sind nicht zu verwechseln mit den Rundkarren an der Karstoberfläche (Abb. 2d). Der Besitz einer solchen Schlottenhöhle, und somit der Möglichkeit das Grubenwasser zu lösen (zu entsorgen), konnte über Erfolg oder Untergang eines Bergbauunternehmens entscheiden. Es gibt noch heute tausende Seiten über diese Höhlen und über die Gerichtsprozesse um deren Besitz (Korte et al., 1982; Völker & Völker, 1983). Die größte dieser Höhlen, die Wimmelburger Schlotten, wurde 1799 entdeckt (Abb. 4) (Völker & Völker, 1986). Freiesleben (1809) brachte die erste wissenschaftliche Veröffentlichung über diese Höhlen heraus; das Werk enthält Karten und Freiesleben vermutete bereits, daß sich die Höhlen im stehenden Wasser bilden. Insgesamt nennt er in seinem Werk fast 30 Schlotten und andere Giphöhlen.

Danach dauerte es über hundert Jahre, bis die Frage nach der Bildung dieser Höhlen und dem weiteren Weg des Wassers wieder aufgenommen wurde (Fulda, 1912, unveröff.) Als in Segeberg, Schleswig-Holstein 1913 ein großes Höhlensystem durch die Arbeiten im Steinbruch des Segeberger Kalkberges gefunden wurde (siehe Tabelle 1), begann Karl Gripp (1913) mit der modernen wissenschaftlichen Bearbeitung der Giphöhlen. Die Segeberger Höhle ist labyrinthisch, besitzt flache Decken und auffällig nach innen fallende Wände (Abb. 5). Gripp schloß daraus, daß sich die Höhle durch langsames Lösen in einem mehr oder weniger stehenden Wasserkörper gebildet hat. Er postulierte zudem, daß die zunächst vertikalen Wände der Höhle erst mit dem fortschreitenden Lösungsprozeß nach außen „kippen“ würden. 1926 veröffentlichte Friedrich Stolberg eine Zu-

sammenstellung der begehbaren Gipshöhlen im Harz zusammen mit neuen Plänen. Mit *Stolbergs* Plänen und *Gripps* Hypothesen überarbeitete *Walter Biese* 1931 die Theorie der Gipshöhlenbildung und gründete das Konzept der Laughöhlen, die durch flache Decken und geneigte Wände charakterisiert sind. Er führte entsprechend die Begriffe „Laugdecke“ und „Laugfacette“ ein und zeigte, daß auch die Schloten des Kupferschieferbergbaus zu den Laughöhlen gehören.

In Westdeutschland entwickelten *Fritz Reinboth* (1968, 1971, 1974, 1992) und der Autor (*Kempe*, 1969, 1970, 1972a, b, 1975; *Kempe et al.*, 1975; *Kempe & Seeger*, 1972; *Brandt et al.*, 1976) die Theorie der Laughöhlen im Gips weiter, während in Ostdeutschland die direkte Erforschung der Höhlen im Vordergrund stand, bis *Reinhard* und *Christel Völker* ihre Publikationsserie über Gipskarst, Gipshöhlen und Schloten begannen. Nach der Wiedervereinigung erschien der erste Geländeführer (*Kupetz & Brust*, eds., 1994) und es führt nun ein Wanderweg durch die gesamte Karstlandschaft des Südharzes (*Völker & Völker*, 1996).

#### 4.2 Die Hydrodynamik der Gipshöhlenbildung

Viele der Fragen, die die Hydrodynamik in Laughöhlen und die Bildung von Facetten betreffen, sind noch offen (siehe *Reinboth*, 1992), trotzdem können wir folgendes generelles Bild der Gipshöhlenentstehung zeichnen: An Stellen, an denen mit  $\text{CaSO}_4$  untersättigtes Wasser in den Gips oder Anhydrit gelangt, wird es sehr schnell mit  $\text{CaSO}_4$  gesättigt. Das Wasser kann generell aus zwei Richtungen kommen: Von den Seiten oder von unten. Sickerwasser das dagegen von oben durch Klüfte in die Höhle gelangt, trägt zur Bildung der Höhle nichts mehr bei, da es bereits nach wenigen Metern Sickerweg mit  $\text{CaSO}_4$  gesättigt ist. Dies konnte durch Messungen in der *Jettenhöhle* nachgewiesen werden (*Kempe et al.*, 1976; *Kempe*, 1982).

Von der Seite in die Höhle gelangendes Wasser stammt aus versickernden Bächen (z.B. in der *Marthahöhle*, *Hainholz*) oder es handelt sich um Grundwasser eines mit Kies gefüllten Tales neben dem Gips (z.B. *Heimkehle*, *Segeberger Höhle* und *Numburghöhle*).

Wegen der Natur der Zechstein Sali-

**Tabelle 1:**  
**Zusammenstellung der deutschen Gipshöhlen mit mehr als 200 m Länge**

1	<i>Wimmelburger Schlotte**</i>	<i>Wimmelburg, E-Harz, Sachsen-Anhalt</i>	2838 m
	großes, tiefphreatisches Laughöhlensystem (Biese, 1931; Stolberg, 1943; Völker & Völker, 1986)		
2	<i>Segeberger Kalkhöhle*</i>	<i>Bad Segeberg, Schleswig-Holstein</i>	2260 m
	labyrinthartige, trocken gefallene, flachphreatische Laughöhle mit einigen Einsturzkuppeln (Gripp, 1913; Neuvermessung, inklusive aller Seitenpassagen, Fricke, 1989)		
3	<i>Heimkehle*</i>	<i>Uftrungen, S-Harz, Sachsen-Anhalt</i>	1780 m
	flachphreatische Laughöhle, charakterisiert durch große Einsturzhallen (Stolberg, 1926; Biese, 1931; Völker, 1981)		
4	<i>Numburghöhle***</i>	<i>Kelbra, Kyffhäuser, Sachsen-Anhalt</i>	1750 m
	sehr große, flachphreatische Laughöhle mit riesigen Einsturzhallen (Stolberg, 1926; Völker, 1989; Völker & Völker, 1991)		
5	<i>Schlotte am Ottlaeschacht****</i>	<i>Ahlsdorf, Sachsen-Anhalt</i>	1710 m
	große, tiefphreatische Laughöhle (Stolberg, 1943)		
6	<i>Höllern**</i>	<i>Markt Nordheim, Franken, Bayern</i>	1040 m
	labyrinthartige, aktive, niedrige, flachphreatische Laughöhle (Cramer & Heller, 1933; Götz, 1979)		
7	<i>Jettenhöhle</i>	<i>Hainholz, S-Harz, Niedersachsen</i>	748 m
	aktive, flachphreatische Laughöhle mit riesigen Einsturzhallen (erweitert um 130 m seit 1990), (Stolberg, 1926; Kempe et al., 1972)		
8	<i>Schlotte am Schacht E****</i>	<i>Mansfeld, E-Harz, Sachsen-Anhalt</i>	725 m
	große, tiefphreatische Laughöhle (Stolberg, 1943)		
9	<i>Barbarossahöhle*</i>	<i>Rottleben, Kyffhäuser, Thüringen</i>	670 m
	flachphreatische Laughöhle im Anhydrit, dominiert von gewölbten Hallen (Biese, 1923; Kupetz & Mucke, 1989; Kupetz & Brust, eds., 1994)		
10	<i>Himmelreichhöhle**</i>	<i>Walkenried, S-Harz, Niedersachsen</i>	580 m
	wahrscheinlich durch Einschneiden eines Bachs geformt, eine riesige Halle mit Gerinnepassagen (Biese, 1931; Reinboth, 1970)		
11	<i>Fitzmühlen Quellschlotte</i>	<i>Tettenborn, S-Harz, Niedersachsen</i>	545 m
	niedrige, vadose Gerinnehöhle (Haase, 1936; Karte von A. Hartwig, 1988, unveröffentl.)		
12	<i>Brandschächter Schlotte****</i>	<i>Sangerhausen, S-Harz, Sachsen-Anhalt</i>	530 m
	tiefphreatische Laughöhle (Stolberg, 1943; Völker, R., 1983)		
13	<i>Marthahöhle**</i>	<i>Hainholz, S-Harz, Niedersachsen</i>	450 m
	flachphreatische Laughöhle (Stolberg, 1936; Kempe et al., 1972)		
14	<i>Großes Trogstein System***</i>	<i>Tettenborn, S-Harz, Niedersachsen</i>	435 m
	System niedriger, mäandrierender, vadoser Gerinnepassagen (Stolberg, 1928, 1932; Biese, 1931; Reinboth, 1963, 1969)		
15	<i>Schusterhöhle**</i>	<i>Tilleda, Kyffhäuser, Sachsen-Anhalt</i>	434 m
	flachphreatische Laughöhle		
16	<i>Schlotte am Eduardschacht****</i>	<i>Mansfeld, E-Harz, Sachsen-Anhalt</i>	ca. 400 m
	tiefphreatische Laughöhle (Kupetz & Brust, 1991)		
17	<i>Elisabethschächter Schlotte**</i>	<i>Sangerhausen, S-Harz, Sachsen-Anhalt</i>	357 m
	große, tiefphreatische Laughöhle (Stolberg, 1943; Völker & Völker, 1982a)		
18	<i>Mathildenhöhle</i>	<i>Hils / Leinebergland, Niedersachsen</i>	317 m
	vadoso Gerinnehöhle (pers. Mitteilung S. Meyer, J. Dorsten, U. Fricke, 4/98)		
19	<i>Höhle im Grundgips der Kläranlage****</i>	<i>Bad Windsheim, Franken, Bayern</i>	250 m
	flachphreatisch Laughöhle		
20	<i>Segen Gottes Schlotte**</i>	<i>Sangerhausen, S-Harz, Sachsen-Anhalt</i>	240 m
	tiefphreatische Laughöhle (Stolberg, 1943; Völker & Völker, 1982b)		

\* = Schauhöhle; \*\* = zugänglich nur mit Erlaubnis (somit fast unzugänglich);

\*\*\* = Großteile nicht mehr zugänglich; \*\*\*\* = überhaupt nicht zugänglich

narzyklen kann Wasser jedoch auch von unten in die Höhle gelangen. Unter jeder Gipschicht befindet sich eine Kalkstein- oder Dolomitschicht. Diese Schichten, der Zechsteinkalk für die Werrase-

rie, der Stinkschiefer/Hauptdolomit für die Straßfurtserie und der Plattendolomit für die Leineserie, können ihrerseits verkarsten. Sie können dadurch Wasser bis weit unter die Anhydritkörper lei-

ten, das dann die Anhydrit-/Gipsschichten von unten her angreift. Das Wasser in den Kalksteinen hat eine geringere Dichte und steigt durch Auftrieb in den Gips auf. Das mit Gips gesättigte Wasser ist dichter und kehrt in die Kalkschicht zurück. So wird ein System natürlicher Konvektion in Gang gesetzt und das Wasser setzt seinen Weg gipsgesättigt entlang des Einfallens der Schichten im Karbonatkarst fort. Dies erklärt die Herkunft des Wassers für die riesigen Schlottenhöhlen und erklärt auch, woher das Wasser für die Höhlenbildung im Hainholz stammt (Kempe et al., 1976) (vgl. Abb. 2b), denn dort ist in den Höhlenteichen aufgestiegenes Grundwasser mit geringer Gipssättigung direkt zugänglich.

Ist das Wasser erst in den Gipskörper gelangt, beginnt es ihn aufzulösen und es bilden sich dichte, absinkende Lösungen. An der Decke der sich erweiternden Höhle entsteht ein Schema konvektierender Zellen, die zur Entstehung von Laugnäpfen (kleiner, runder Lösungsformen in der Größe von Fingerabdrücken) führen (Kempe, 1969). An den Höhlenwänden entwickelt sich ein dichter Lösungsfilm, der nach unten gleitet und so die glatten, schrägen Wände (Facetten), die so typisch für Laughöhlen sind, erzeugt (Gripp, 1913; Kempe, 1975; Kempe et al., 1975). Nach und nach beginnt der gesamte Wasserkörper zu konvektieren. Die typischen, flachen Laugdecken scheinen sich besonders bei

# WIMMELBURGER SCHLOTTEN

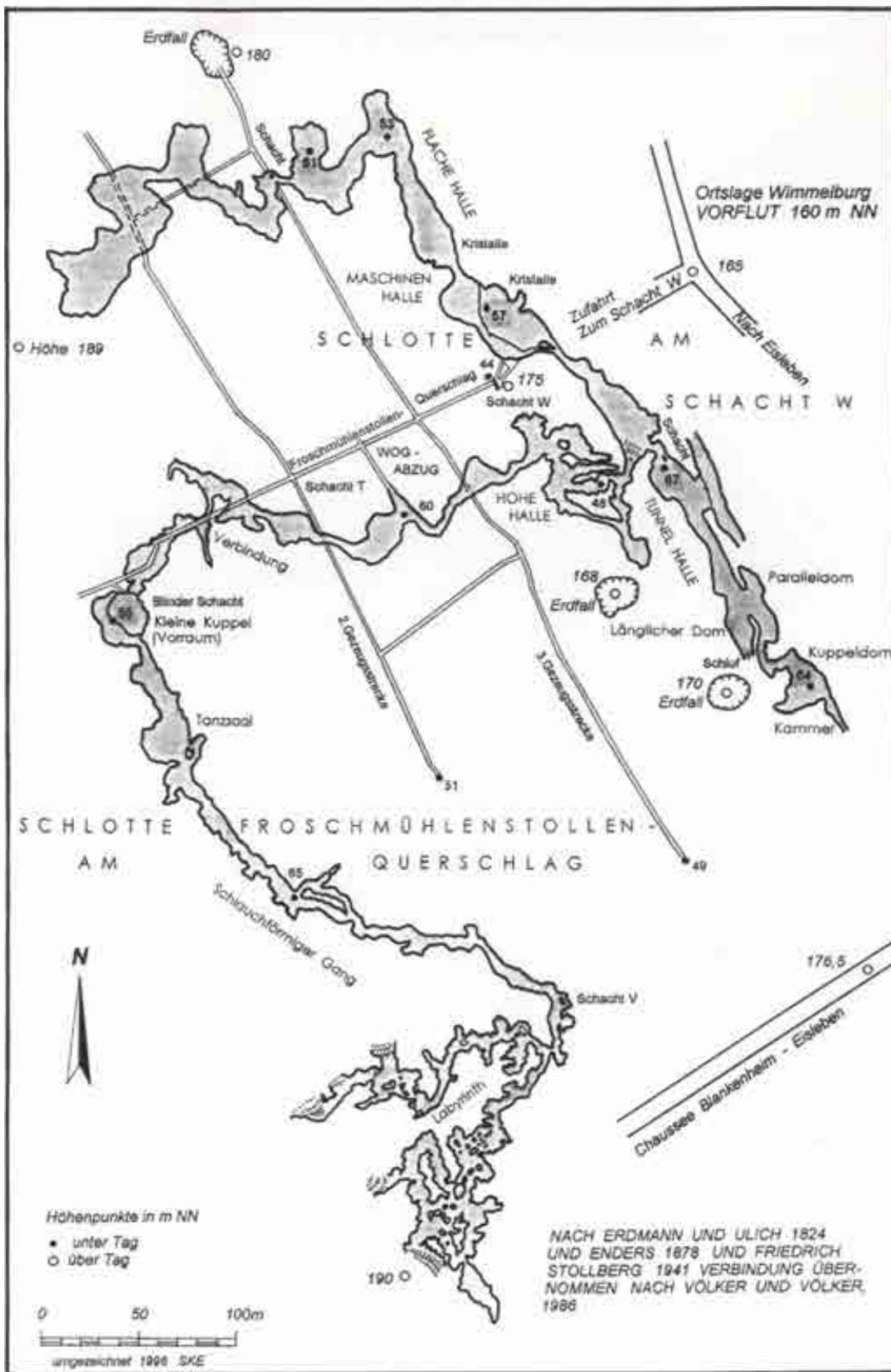


Abb. 4: Plan der Wimmelburger Schlotten (nach Stolberg, 1943\* und Völker & Völker, 1986)

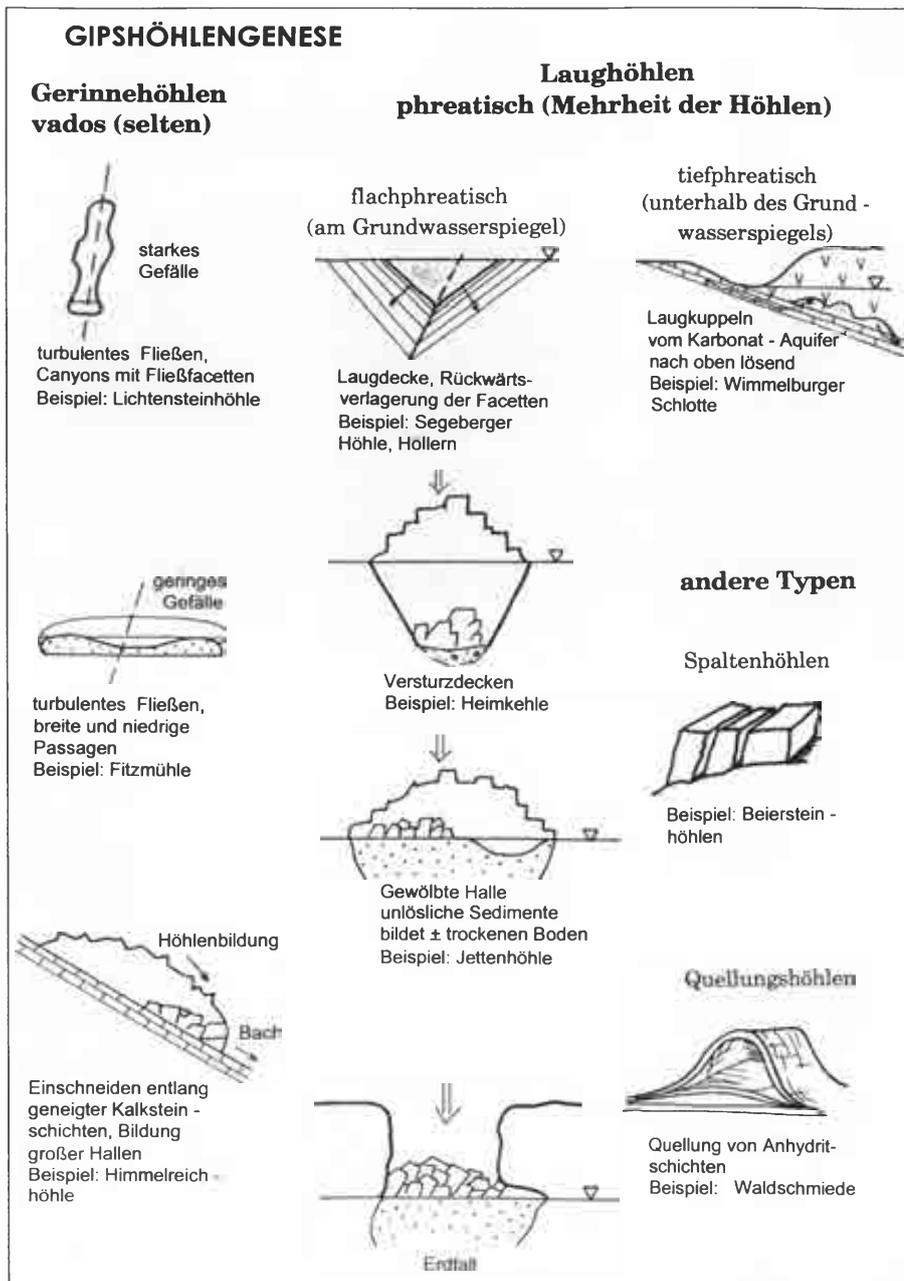


Abb. 5: Schema der generellen Entwicklung von Giphöhlen in Deutschland, Erklärungen siehe Text.

schneller Lösung, das heißt bei einer primär niedrigen Gipsättigung des Wassers, zu bilden. Ein gutes Beispiel für eine solche schnelle Lösung findet sich in der Marthahöhle, in der sich die hangende Decke über 20 m weit spannt. Ist das Wasser bereits fast vollständig gesättigt, so bilden sich kuppelartige Decken wie in den Schloten, wobei Laugnäpfe zum großen Teil fehlen. Dies weist auf weitgespannte Konvektionszellen hin (Kempe, 1996). Die randliche Raumerweiterung erfolgt über die „parallele Rückversetzung“

der Facetten (Kempe, 1970). Laugexperimente mit Salzmodellen von Reinboth (1992) zeigen, daß die Lösung an Höhlendecken etwa doppelt so schnell verläuft wie die Lösung an vertikalen Wänden und etwa dreimal so schnell wie an nach oben gerichteten Oberflächen (Böden). Die Lösungsgeschwindigkeit geneigter Flächen scheint mit dem Sinus des Neigungswinkels anzusteigen. Demnach ist es erstaunlich, warum die Neigung der Laugfacetten in der Natur meist 40-60° beträgt. Dieses Phänomen ist bisher nicht eindeutig verstanden.

### 4.3 Genese und Typologie der Giphöhlen

Die generelle Entwicklung von Giphöhlen ist in Abb. 5 dargestellt. Höhlen, die durch turbulente Strömung entstanden sind, sind in Deutschland ausgesprochen selten und die dafür typischen Fließfacetten (Scallops) konnten bisher in nur wenigen Höhlen beobachtet werden (Heimkehle, Höhlen des Kyffhäusers z.B.). Eine der wenigen canyonförmigen Giphöhlen in Deutschland ist die sehr enge Lichtensteinhöhle (Kempe & Vladi, 1988). Diese Höhle muß sich sehr rasch, möglicherweise innerhalb weniger Jahre, gebildet haben. Danach muß die Wasserversorgung unterbrochen worden sein, da die Höhle sonst nicht erhalten geblieben wäre. Ein weiteres Beispiel für eine unter turbulenten Bedingungen gebildete Höhle ist das Trogsteynsystem (Reinboth, 1963, 1968), in dem versickernde Bäche mäandrierende Passagen bildeten. Insgesamt folgt das System dem Kluftnetz und einer Störung. Das Wasser taucht in der Fritz-mühlenquellhöhle auf der anderen Seite des Bergkammes in extrem niedrigen, flachen Höhlenpassagen wieder auf.

Erst 1998 wurde die Mathildenhöhle im Hils/Leinebergland entdeckt (pers. Mitt. I. Dorsten, S. Meyer, Hildesheim), die auf 250 m bei generell flachem Gefälle einen Hügelkamm unterfährt. Sie ist die erste größere Höhle in den jurassischen Mündern Mergeln, die bekannt wurde.

Damit sich Laughöhlen (die häufigste Form deutscher Höhlen) bilden können, muß sich das Wasser ohne turbulentes Fließen durch das Gestein bewegen. Das Auftreten von Turbulenz hängt u. a. von der Fließgeschwindigkeit ab. Bei der Entwicklung von Laughöhlen kann man zwei grundsätzliche Arten unterscheiden (Abb. 5). Entweder entwickelt sich die Höhle auf oder kurz unterhalb des Grundwasserspiegels (flachphreatisch), oder die Entwicklung verläuft weit unterhalb des Grundwasserspiegels (tiefphreatisch).

Im ersten Stadium der Laughöhlenentwicklung im nicht-turbulenten Milieu (Abb. 5 Mitte), beginnt die Höhle als ein Labyrinth relativ schmaler Passagen und ist dann mehr oder weniger komplett mit Wasser gefüllt. Die Höhle kann über die Grundwasseroberfläche hinaus wachsen, wenn die Decken durch Unterschneidung der Wände in-

stabil wurden und sich durch Verbrauch nach oben erweitern. Der Verbrauch kann teilweise oder komplett aufgelöst werden und unlösliche Sedimente können die Höhle bis zur Grundwasseroberfläche auffüllen. Da die Höhlendecken oft recht dünn sind, enden Laughöhlen meist als Erdfälle.

Im Falle tiefphreatischer Bedingungen (Abb. 5, rechts) bilden sich Hohlräume weit unter dem Grundwasserspiegel (Kupetz & Brust, 1991). Diese Höhlen tendieren dazu, sich nach oben statt zur Seite zu entwickeln. Sie folgen dem Einfallen der Schichten und können so recht steil einfallen (vertikale Ausdehnung der Wimmelburger Schloten: 65 m). Normalerweise gibt es keine Verbindung zur Oberfläche, Deckenverbrauch kann sich jedoch als Erdfall bis an die Erdoberfläche durchpausen (siehe Plan der Wimmelburger Schloten, Abb. 4). Da sich der Deckenverbrauch unter Wasser ereignet, wird das resultierende Gewölbe geglättet und bei weiterer Lösung bilden sich große, hohe Dome (Biese, 1931). Einer der bekanntesten dieser Dome ist der Tanzsaal der Wimmelburger Schloten, in dem sich 1808 der berühmte Geologe *Johann Karl Freiesleben* aus dem Dienst verabschiedete. Die Namen, die während der Feier in die Höhlenwände geritzt wurden und Reste eines Lüsters sind heute noch dort erhalten (Völker & Völker, 1986). *Stolberg* (1943) zählte über 30 Schloten und *Völker* (pers. Mitteilung) denkt, daß mehr als 100 Objekte über die Jahrhunderte durch den Bergbau bekannt wurden. Man kann zwei Grundtypen unterscheiden: Den Wimmelburger Typ (große, verbundene Höhlen oder niedrige, breite, labyrinthartige Passagen, 70 bis 175 m unter der Oberfläche) und den Ottoschächter Typ (einzelne, taschenähnliche Räume bis zu 400 m unter der Oberfläche) (Fulda, 1912; Kupetz und Brust, 1991). Durch die Einstellung des Kupferschieferbergbaus sind die meisten Schloten heute wassergefüllt und nur wenige sind noch mit Erlaubnis der Bergbaubehörden zugänglich.

Es gibt zwei weitere Gipshöhlentypen (Abb. 5, rechts unten): Spaltenhöhlen und Quellungshöhlen. Spaltenhöhlen können recht lang werden. Es gibt sie an vielen Stellen, besonders parallel zu Steilhängen, an denen große Felspartien zu Tal gleiten. Diese Höhlen sind von *Biese* (1931) eingehend beschrieben worden. Quellungshöhlen bilden sich

durch die Ausdehnung (+ 26 Vol.%) bei der Umwandlung (Hydratisierung) von Anhydrit zu Gips (Reimann, 1991). Am Sachsenstein, wo die meisten dieser Höhlen vorkommen (kürzlich beschrieben von *Reinboth*, 1997), liegen Anhydritschichten parallel zur Oberfläche. Wenn diese Schichten an Volumen zunehmen, werfen sie Falten und kleine, blasenartige Hohlräume entstehen. Solche, sich oberflächlich zu Gips umwandelnde und sich verbiegende Anhydritschichten, hängen ebenfalls von den Decken der Barbarossa- und der Himmelreichhöhle.

## 5. Danksagungen

Der Autor dankt Fritz Reinboth und Dr. W.R. Halliday für die Durchsicht des Originalmanuskriptes (Kempe, 1997). Uwe Fricke, Katasterführer der Arge für Karstkunde Harz e.V. und Angela Helbling, TU Darmstadt, halfen bei der Neuausmessung der Höhlen gemäß den internationalen Standards.

## Literaturliste

- Behrens*, G. H., 1703: *Hercynia curiosa* oder *Curiöser Hartz-Wald*. - Nordhausen (Neuenhahn): 201 S.
- Beluche*, F., Le Kens, J. & Teyssier, D. 1996. *Le reseau Denis Paris*. - *Spelunca* 63: 31-37.
- Biese*, W., 1931: Über Höhlenbildung, 1. Teil, Entstehung der Gipshöhlen am südlichen Harzrand und am Kyffhäuser. - *Abh. Preuß. Geol. Landesanst., Neue Folge*, 137: 71 S.
- Brandt*, A., Kempe, S., Seeger, M. & Vladi, F., 1976: Geochemie, Hydrographie und Morphogenese des Gipskarstgebietes von Düna/Südharz. - *Geol. Jb. C* 15: 3-55.
- Cramer*, H., & Heller, F., 1933, 1934: Das Karstphänomen im Grundgips des fränkischen Keupers. - *Mitt. Höhlen- u. Karstforschung* 1933, 1934: 21-28, 1-7, 65-73 & 97-107.
- Freiesleben*, J.C., 1809: Geognostischer Beytrag zur Kenntnis des Kupferschiefergebirges, 2.T. - *Freiberg*: 169-205.
- Fricke*, U., 1989: Ein neuer Plan der Segeberger Kalkberghöhle. - *Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher* 35 (1/2): 77-85.
- Ford*, D.C. & Williams, P.W., 1989: *Karst Geomorphology and Hydrology*. - London, Unwin Hyman: 601 S.
- Fulda*, E., 1912: Die Verbreitung und Entstehung der Schloten in der Mansfelder Mulde. - *Geol. Arbeit des Bergreferenten E. Fulda*, unveröff. Manuskript, Halle: 39 S.
- Götz*, J., 1979: Der Gipskarst bei Markt Nordheim. - *Natur und Mensch, Jahresmitt. Naturhist. Ges. Nürnberg*, 27-31.
- Gripp*, K., 1913: Über den Gipsberg in Segeberg und die in ihm vorhandene Höhle. - *Jb. Hamb. Wiss. Anst.* 30 (6. Beiheft, Mitt. Miner.-Geol. Inst.): 3-51.
- Grote*, K., 1979: Steinzeitliche Wildfanggruben im Naturschutzgebiet Hainholz bei Düna, Kr. Osterode a. Harz. - *Heimatblätter für den Süd-westl. Harzrand* 35: 55-62.
- Haase*, H., 1936: Hydrologische Verhältnisse im Versickerungsgebiet des Südharz-Vorlande - *Diss. Göttingen*, (Trogstein: 39-45).
- Herrmann*, A., 1964: Gips- und Anhydritvorkommen in Nordwestdeutschland. - *Silikat-J.* 3 (6): 442-466.
- Herrmann*, A., 1969a: Einführung in die Geologie, Morphologie und Hydrogeologie des Gipskarstgebietes am südwestlichen Harzrand. - *Jh. Karst- u. Höhlenkde.* 9: 1-10.
- Herrmann*, A., 1969b: Die geologische und hydrologische Situation der Rhumequelle am Südharz. - *Jh. Karst- u. Höhlenkde.* 9: 107-112.
- Herrmann*, A., 1976: 7. Nutzbare Ablagerungen. 7.1 Gips und Anhydrit. - *Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Erläuterungen zum Kartenblatt 6327 Markt Einersheim und zum Kartenblatt Nr. 6427 Uffenheim*: 104-117.
- Herrmann*, A., 1981a: Eine neue geologische Karte des Hainholzes bei Düna/Osterode am Harz. - *Ber. naturhist. Ges. Hannover* 124: 17-33.
- Herrmann*, A., 1981b: Zum Gipskarst am südwestlichen und südlichen Harzrand. - *Ber. naturhist. Ges. Hannover* 124: 35-45.
- Jordan*, H., 1979: Der Zechstein zwischen Osterode und Duderstadt (südliches Harzvorland). - *Z. dt. geol. Ges.* 130: 145-163.
- Jordan*, H., 1981: Karstmorphologische Kartierung des Hainholzes Südharz. - *Ber. naturhist. Ges. Hannover* 124: 47-54.
- Kempe*, S., 1969: Laugnäpfe und ihre Entstehung. - *Die Höhle* 20/4: 111-113.
- Kempe*, S., 1970: Beiträge zum Problem der Speläogenese im Gips unter be-

- sonderer Berücksichtigung der Unterwasserphase. - Die Höhle 21/3: 126-134.
- Kempe, S.*, 1972a: Cave genesis in gypsum with particular reference to underwater conditions. - Cave Sci., J. Brit. Spel. Ass. 49: 1-6.
- Kempe, S.*, 1972b: Contributions to the problem of cave genesis in gypsum, with particular reference to the underwater conditions. - Nittany Grotto News 20/2: 62-70.
- Kempe, S.*, 1975: Höhlenbildung und Wasserkörper im Stillwasserbereich. - Akten des 6. Intern. Congr. Speleol., Olomouc, CSSR 1973, Section Ca: 125-132.
- Kempe, S.*, 1982: Long-term records of CO<sub>2</sub> pressure fluctuations in fresh waters. - Habilitationsschrift. In „Transport of Carbon and Minerals in Major World Rivers“, Pt. 1 (E.T. Degens ed.), Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg, SCOPE/UNEP Sonderband 52: 91-332.
- Kempe, S.*, 1989: Sinterschäden: verursacht durch Permafrost oder Erdbeben? - Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforsch. (Binder Festschrift) 35: 87-90.
- Kempe, S.*, 1996: Steter Tropfen höhlt den Stein? Wie Höhlen wirklich entstehen. - In (W. Rosendahl & E.-B. Krause, eds.) „Im Reich der Dunkelheit, Höhlen und Höhlenforschung in Deutschland“: 22-32, Edition Archaea, Gelsenkirchen.
- Kempe, S.*, 1997: Gypsum Karst of Germany. - In (A. Klimchouk, D. Luwe, A. Sooper & U. Sauro eds.) „Gypsum Karst of the world“, Intern. J. Speleol. Issue Vol. 25 (3-4): 209-224.
- Kempe, S.*, Brandt, A., Seeger, M. & Vladi, F., 1975: „Facetten“ and „Laugdecken“, the typical morphological elements of caves developing in standing water. - Ann. de Spéléologie 30/4: 705-708.
- Kempe, S.*, Brandt, A., Seeger, M. & Vladi, F., 1976: Fünf Aspekte der Entwicklung der Gipshöhlen im Hainholz/Südharz. - Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforsch. 22: 7-10.
- Kempe, S.* & Emeis, K., 1979: Geschichte einer Schlotte im Naturschutzgebiet Hainholz/Südharz. - Heimatblätter für den Süd-westl. Harzrand 35: 63-74.
- Kempe, S.* & Emeis, K., 1981: Carbonaceous sediments in a gypsum karst (Hainholz/South Harz, Fed. Rep. of Germany). - Proc. 8th Intern. Congr. Speleol. Bowling Green, Kent.: 568-570.
- Kempe, S.*, Ketz, C. & Platakis, E., 1976: Die Gipshöhle Karagiorgaki auf Kreta. Die Höhle 27/3: 103-113.
- Kempe, S.*, Mattern, E., Reinboth, F., Seeger, M., & Vladi, F. 1972: Die Jettenhöhle bei Düna und ihre Umgebung. - Abh. Karst- u. Höhlenkunde A6, 63 S.
- Kempe, S.*, Mycke, B. & Seeger, M., 1981: Flußfrachten und Erosionsdaten in Mitteleuropa. - Wasser und Boden 3: 126-131.
- Kempe, S.* & Seeger, M., 1972: Zum Problem der Höhlengenese im Stillwassermilieu. - Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforsch. 18: 53-58.
- Kempe, S.* & Vladi, F. 1988: Die Lichtenstein-Höhle, eine präholozäne Gerinnehöhle im Gips und Stätte urgeschichtlicher Menschenopfer am Südwestrand des Harzes (Gemarkung Dorste, Landkreis Osterode am Harz). - Heimatbl. für den Süd-westl. Harzrand 44: 1-12.
- Klimchouk, A.*, Lowe, D., Cooper, A., Sauro, U., (eds.) 1997: Gypsum Karst of the World. - Intern. J. Speleol. 25 (3-4): 307 pp.
- Korte, Osterloh, & Völker, R.*, 1982: Die Geschichte des Sangerhäuser Kupferschieferbergbaus. - Mitt. Karstmus. Heimkehle 2: 15 S.
- Kupetz, M & Brust, M.*, 1991: Historisches zum Begriff der „Mansfeldischen Kalkschlotten“ sowie ein Beitrag zur nomenklatorischen Bestimmung dieses Höhlentyps. - Karst und Höhle, 1996, Karst und Höhle, 1994/95, (Beitrag zur Geschichte der Karst- und Höhlenforschung in Deutschland, Teil 2), München: 91-105.
- Kupetz, M & Brust, M.*, eds., 1994: Gipskarstexkursionen in den naturräumlichen Regionen Südharz, Kyffhäuser und Mansfelder Mulde. - Abh. Arge Karstkunde Harz e.V., Neue Folge 1: 42 S.
- Kupetz, M. & Mucke, D.*, 1989: Beiträge zur Geologie und Genese der Barbarossahöhle bei Rottleben am Kyffhäuser. - Wiss.-Techn. Inf.dienst Zentr. Geol. Inst., Reihe A, 30(2): 96-103.
- Maximovich, G.A.*, 1962: Karst of gypsum and anhydrite of the globe (Geotechnical relation, distribution and major particularities. - In: Obshchiye voprosi karstovedeniya, Moskava: 108-113. (auf Russisch)
- Priesnitz, K.*, 1969a: Das Karstrelief des südlichen Harzvorlandes im Lichte neuerer Arbeiten zum System CaSO<sub>4</sub>-NaCl-H<sub>2</sub>O. - Proc. 5th Inter., Congr. Speleol.: M35/1-9, Munich.
- Priesnitz, K.*, 1969b: Das Nixseebecken, ein Polje im Gipskarst des südwestlichen Harzvorlandes. - Jb. Karst- und Höhlenkunde 9: 11-23.
- Priesnitz, K.*, 1972: Formen, Prozesse und Faktoren der Verkarstung und Mineralumbildung im Ausstrich salinärer Serien (Am Beispiel des Zechsteins am südlichen Harzrand). - Gött. Geogr. Abhandl. 60 (Poser Festschr.): 317-339.
- Reimann, M.*, 1991: Geologisch-lagerstättenkundliche und mineralogische Untersuchungen zur Vergipung und Volumenzunahme der Anhydrite verschiedener geologischer Formationen unter natürlichen und labormäßigen Bedingungen. - Geol. Jb. 97: 21-125.
- Reinboth, F.*, 1963: Neues aus der Trogtsteinzuflußhöhle bei Tettenborn/Südharz. - Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 9(1): 7-10.
- Reinboth, F.*, 1968: Beiträge zur Theorie der Gipshöhlenbildung. - Die Höhle 19(3): 75-83.
- Reinboth, F.*, 1969: Die Große Trogtsteinhöhle im Harz als Beispiel einer Schichtgrenzhöhle im Gips. - Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher, 15(3/4): 37-43.
- Reinboth, F.*, 1970: Die Himmelreichhöhle bei Walkenried und ihre Geschichte. - Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforscher 16(3/4):29-44.
- Reinboth, F.*, 1971: Zum Problem der Facetten- u. Laugdeckenbildung in Gipshöhlen. - Die Höhle 22(3): 88-92.
- Reinboth, F.*, 1974: Untersuchungen zum Problem der Höhlenbildung im Gips. - Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 20(2): 25-34.
- Reinboth, F.*, 1989: Die Kelle bei Ellrich am Südharz - die Geschichte eines vergessenen Naturdenkmales. - Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 35(1/2) (Binder Festschrift): 71-76.
- Reinboth, F.* 1997: Die Zwergenlöcher bei Walkenried am Südharz - Bemerkungen zur Frage der Quellungs- höhlen. - Die Höhle 48(1): 1-13.
- Reinboth, F.*, 1992: Laborversuche zur Entstehung von Stillwasserfacetten und Laugdecken - mit einem kritischen Überblick zum Stand der Diskussion. - Die Höhle 43(1): 1-18.

- Reinboth, F.*, 1996: Die Geschichte der Höhlenforschung im Harz. - Karst und Höhle, 1996, Karst und Höhle, 1994/95, (Beitrag zur Geschichte der Karst- und Höhlenforschung in Deutschland, Teil 2), München: 63-80.
- Stolberg, F.*, 1926: Die Höhlen des Harzes. - Der Harz, 2. Sonderheft: 40 S., Magdeburg.
- Stolberg, F.*, 1928: Aktive Wasserhöhlen im Harz. - Mitt. Höhlen- u. Karstforsch. 1928(2): 33-50.
- Stolberg, F.*, 1932: Aktive Wasserhöhlen im Harz II. - Mitt. Höhlen- u. Karstforsch. 1932(2): 33-39.
- Stolberg, F.*, 1936: Marthahöhle und Klinkerbrunnen bei Düna am Südharz. - Mitt. Karst- u. Höhlenforschung 1936(1): 17-26.
- Stolberg, F.*, 1943: Die Mansfelder Schloten, Z. f. Karst- u. Höhlenkunde, 1942/43: 11-35.
- Vladi, F.*, 1979: Die Nashornfunde zu Düna (NSG Hainholz) vom Jahre 1751 - und ihre Bedeutung für die physische Geschichte unseres Planeten". - Heimatblätter für den Südwestlichen Harzrand 35: 39-54.
- Vladi, F.*, 1981: Bibliographie zu den Gipskarstgebieten Hainholz und Beierstein im Landkreis Osterode am Harz. - Ber. naturhist. Ges. Hannover 124: 195-218.
- Völker, C. & Völker, R.*, 1986: Die Wimmelburger Schlotte. - Mitt. Karstmuseum Heimkehle, Heft 13: 60 S.
- Völker, C. & Völker, R.*, 1996: Der Karstwanderweg im Landkreis Sangerhausen. - Kreisverwaltung Sangerhausen: 64 S.
- Völker, R. & Völker, C.*, 1982a: Die Elisabethschächter Schlotte. - Mitt. Karstmuseum Heimkehle, Heft 2: 24 S.
- Völker, R. & Völker, C.*, 1982b: Die Segen Gottes Schlotte. - Mitt. Karstmuseum Heimkehle, Heft 3: 15 S.
- Völker, R. & Völker, C.*, 1983: Der Bauerngraben. - Mitt. Karstmuseum Heimkehle, Heft 5: 40 S.
- Völker, R. & Völker, C.*, 1991: Die Numburghöhle. - Mitt. Karstmuseum Heimkehle, Heft 21: 104 S.
- Völker, R.*, 1981: Die Heimkehle. - Mitt. Karstmuseum Heimkehle, Heft 1:40 S.
- Völker, R.*, 1983: Die Brandschächter Schlotte bei Pölsfeld. - Mitt. Karstmuseum Heimkehle Heft 6-7: 21-32.
- Völker, R.*, 1989: Die Neuentdeckung der Numburghöhle. - Mitt. Höhlen- und Karstforschung 1/89: 3-7.
- Weinberg, H.-J.*, 1981: Die erdgeschichtliche Entwicklung der Beiersteinsenke als Modell für die jungquartäre Morphogenese im Gipskarstgebiet Hainholz/Beierstein (südwestliches Harzvorland). - Ber. naturhist. Ges. Hannover 124: 67-112.
- Wigley, T.M.L.*, 1973: Chemical solution of the system calcite-gypsum-water. - Cand. J. Earth Sci. 10: 306-315.

#### Adresse des Autors :

Prof. Dr. Stephan Kempe  
Geologisch-Paläontologisches Institut  
Technische Universität Darmstadt  
Schnittspahnstr. 9  
64 287 Darmstadt  
Tel. (06151) 16 24 71  
Fax. (06151) 16 65 39  
email: Kempe@bio.tu-darmstadt.de

## Die Lichtensteinhöhle - eine Kultstätte der jüngeren Bronzezeit bei Osterode

- neueste Grabungsergebnisse<sup>1</sup> -

von Stefan Flindt

### Entdeckungs- und Forschungsgeschichte

Zwischen Förste und Dorste, Stadt Osterode am Harz, erhebt sich am südöstlichen Rande des Sösetals der 261,8 m hohe Lichtenstein mit den Resten der gleichnamigen mittelalterlichen Burg „Lichtenstein“.

Bei der Suche nach einem vermeintlich von dieser Burg in das Sösetal herabführenden Fluchttunnel entdeckten Heimatforscher aus Förste im Jahre 1972 am Nordwesthang des Lichtensteins

eine Felsspalte, die sich nach geringfügiger Erweiterung als Eingang zu einer kleinen Klufthöhle erwies (Abb. 1).

Der nur schwer zugängliche Einstieg in die Lichtensteinhöhle befindet sich etwa 11 m über der heutigen Sohle des Sösetals in einem teilweise klippenartig ausgeprägten und von zahlreichen weiteren Spalten und Klüften durchzogenen Steilabhang. Dieser geht ca. 30 m oberhalb der Höhle in ein kleines, exponiert liegendes Plateau mit weitem, ungehinderten Blick auf das Sösetal über.

Die streckenweise extrem enge Höhle

endete nach 48 m an einer unpassierbaren Engstelle. Zum Schutz ihrer mineralogisch interessanten Gipsinterbildungen wurde sie bereits 1973 durch eine massive Eisentür verschlossen und im Jahre 1974 einstweilig als Naturdenkmal gesichert.

In der Folgezeit waren die karstgeologischen Besonderheiten der Lichtensteinhöhle immer wieder Anlaß für Besuche von Geologen und Höhlenforschern. Bei einer dieser Befahrungen konnte im Februar 1980 die bis dahin für unpassierbar gehaltene Engstelle am „Ende“ der Höhle erstmals überwunden werden. Dahinter lag eine ca. 8 m lange, mehrfach abknickende Spalte mit einer lichten Weite, die stellenweise kaum 30 cm erreichte. In ihrem hinteren Abschnitt bot sich ein ebenso unerwarteter wie aufregender Anblick: eine kleine, ungeordnete Anhäufung einzelner Röhrenknochen und ein voll-

<sup>1</sup> Die Ausgrabungen wurden gefördert mit Forschungsmitteln des Landes Niedersachsen. Mein besonderer Dank gilt der Grabungsmannschaft (U. Moos, K. Müller, A. Vetter, K. Hanelt und A. Gehmlich) unter der örtlichen Leitung von J. Lehmann sowie dem Institut für Denkmalpflege, Hannover, das die Ausgrabungen durch fachlichen Rat (Dr. L. Klappauf und F. A. Linke, beide Stützpunkt Harzarchäologie - Goslar) sowie technische Hilfe unterstützte.

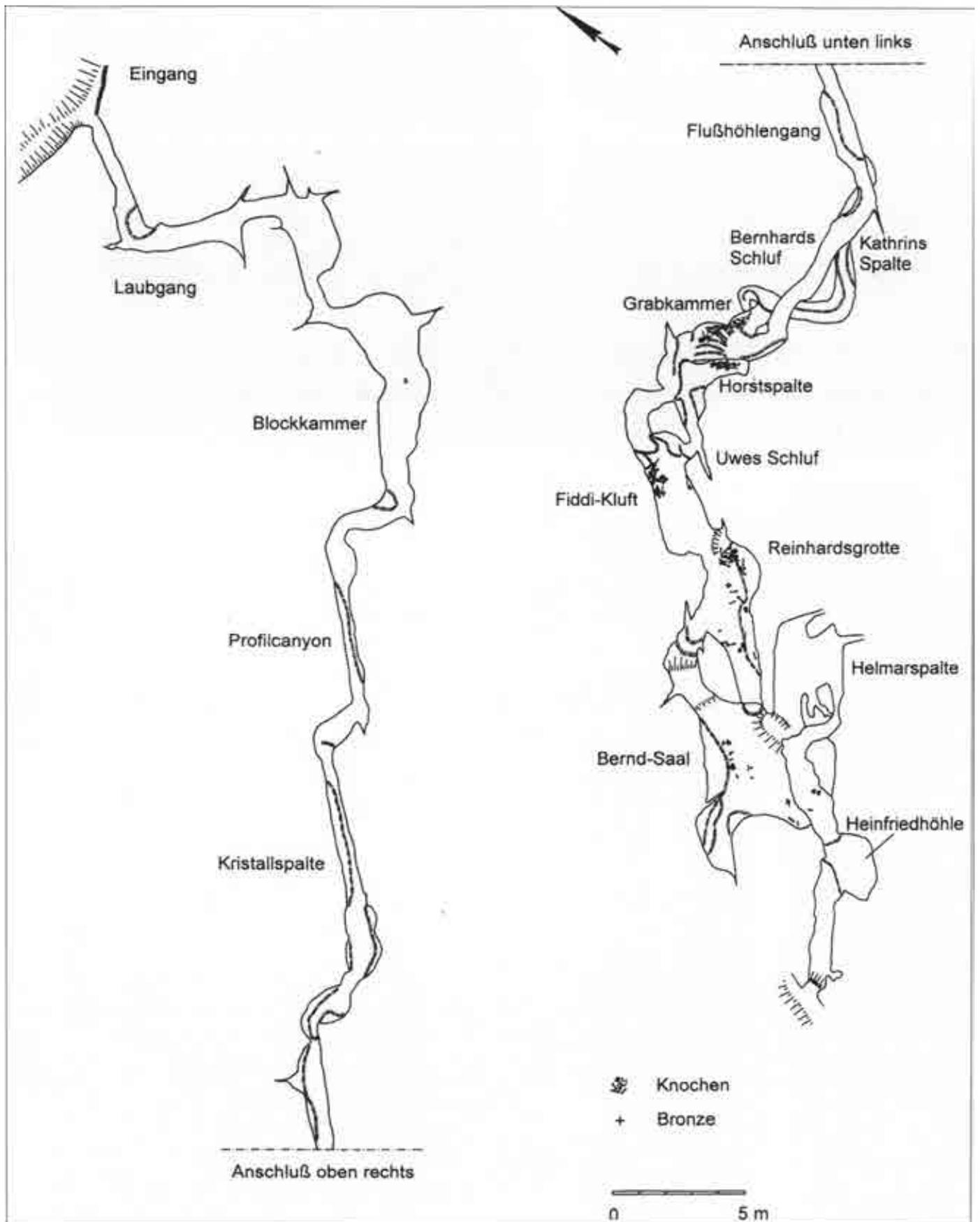


Abb. 1. Grundriß der Lichtensteinhöhle (nach Maier/Linke 1985, Abb. 2).

ständiger Unterkiefer, der auch für den Laien keinen Zweifel daran ließ, daß es sich bei diesen Funden um Menschenknochen handelte.

Bereits im März 1980 fanden erneute Befahrungen des jüngst entdeckten Höhlenteils durch Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Niedersachsen e.V. statt, um die durch zukünftige Befahrungen gefährdeten Menschenknochen zu bergen. Hierbei kam zwischen den Knochen auch ein schlichter Ring aus Bronzedraht zutage. Beim systematischen Absuchen der Kluftwandung nach der natürlichen Fortsetzung zeigte sich, daß oberhalb der Knochenansammlung eine weiterführende Spalte existierte, die jedoch durch Gipssteine und einzelne Knochen nahezu vollständig zugefallen war. Offenbar waren die auf dem Boden gefundenen Knochen aus diesem höhergelegenen Höhlenteil herabgefallen.

Unverzüglich unternahm man den Versuch, die weiter nach oben führende Spalte freizulegen. Bereits nach kurzer Zeit polterten die verkeilten Steine mitsamt einiger auf diesem „Pfropfen“ liegenden Knochen herab und gaben den Weg in einen erneut äußerst engen, nur unter erschwerten Bedingungen passierbaren Durchstieg frei. Zwischen den Knochen, die nach den Unterkiefern zu urteilen von drei verschiedenen Individuen stammten, fand sich wiederum einfacher Ringschmuck aus Bronze.

Unmittelbar hinter dem Durchlaß, der sich schnell zu einer 2,7 x 1,5 m großen, aber nur 60 bis 80 cm hohen Kammer (Grabkammer) erweiterte, bot sich den Entdeckern ein beklemmender Anblick. Auf dem Boden lagen neben weiteren Einzelknochen zwei von einer Sinterschicht überzogene menschliche Skelette in vollständig bzw. teilweise ungestörtem anatomischen Verband (Abb. 2) mitsamt einer Schmuckausstattung aus bronzenen Ringen und Spiralröllchen (Abb. 9,2.5.7). Unmittelbar neben dem jetzt freigeräumten Zugangsloch fand sich ein massiver Armring aus Bronze (Abb. 7,3).

Bei näherer Untersuchung des Raumes stellte sich heraus, daß auch über die Grabkammer hinaus eine Fortsetzung der Höhle existierte. Sie bestand aus vier ebenfalls sehr kleinen und niedrigen Kammern, die jeweils durch extreme Engpässe miteinander verbunden waren (Abb. 1). Die Länge des seit Februar 1980 neuentdeckten Höhlenteils



**Abb. 2: Blick in die Grabkammer. Vollständiges Skelett in situ (Foto: IfD Hannover 156–20,27).**

erhöhte sich damit auf nahezu 70 m, die Gesamtlänge der Höhle auf 115 m.

Auf dem in sämtlichen Kammern unberührten Boden fanden sich die zu meist übersinterten Knochen von zwei bis drei Dutzend Menschen (*Herrmann* 1988, 13) in Gemengelage mit einzelnen Bronzegegenständen; offenbar weitgehend nicht mehr im anatomischen Verband, sondern verlagert und an den Seiten der Kammern „zusammengeschoben“ (Abb. 3 und 4). Die Stärke der Sinterschicht deutete darauf hin, daß auch dieser Höhlenteil – wie die Grabkammer – vermutlich seit prähistorischen Zeiten nicht mehr vom Menschen betreten worden war.

Bei einer ersten Befahrung der Lichtensteinhöhle durch den Archäologen *Dr. R. Maier*, den Grabungstechniker *F.-A. Linke* sowie den Anthropologen *Prof. Dr. B. Herrmann* und den Entdecker der archäologischen Befunde *Dipl.-Geol. F. Vladi* im April 1980 wurde eine erste Arbeitshypothese entwickelt: Die Höhle diente als Opferstätte für mehr als 20 lebend hineingekrochene Menschen. Ein Problem bereitete hierbei die Feststellung, daß der prähistorische Zugang zur Lichtensteinhöhle nicht mit dem 1972 entdeckten Zugang identisch gewesen sein konnte. Letzterer war bis zu den mehrfachen künstlichen Erweiterungen durch die Entdecker für den prähistorischen Menschen unpassierbar. Bei Vermessungsarbeiten für einen Höhlenplan

im Mai 1980 wurde dann außerhalb der Höhle, in dem Bereich, wo sich der hinterste Höhlenraum (Bernd-Saal) befand, mehrere Meter oberhalb des Niveaus der Lichtensteinhöhle der Eingang zu einer weiteren, ebenfalls äußerst engen Höhle (Heinfriedhöhle) entdeckt (Abb. 1).

Bei genauer Untersuchung der Heinfriedhöhle zeigte sich, daß an ihrem hinteren Ende eine enge Schachtspalte ehemals 8–9 m senkrecht in die Tiefe



**Abb. 3: Reinhardsgrotte. Menschenknochen in ungestörter Fundlage (Foto: IfD Hannover 156–20,78).**



**Abb. 4: Ungestörte Knochenlagen in der Reinhardsgrotte nach Auffindung 1980 (Foto: F. Vladi).**



**Abb. 5: Fiddi-Kluft / Übergang zur Reinhardsgrotte, Grabung 1995. Zusammengehobene Knochen eines Individuums (Foto: Ldkr. Osterode/Harz).**

führte und an heute versteckter Stelle in den Bernd-Saal mündete. Sie war ursprünglich für Menschen passierbar und scheint in urgeschichtlicher Zeit die einzige Zugangsmöglichkeit in die Lichtensteinhöhle gebildet zu haben. Auf eine ehemalige Verbindung zur Erdoberfläche deutete dabei auch ein eingesickerter Sedimentkegel auf dem Grunde der Schachtpalte (Helmarspalte) hin, der den Durchstieg von der Helmarspalte zum Bernd-Saal bereits fast vollständig verschlossen hatte. Zu einem unbekann-

ten Zeitpunkt wurde der obere Teil der Spalte entweder absichtlich von Menschenhand oder durch einen natürlichen Verstoß des hier stark verwitterten Gipsgestein-Blockwerkes zugesetzt.

Nach Entdeckung der archäologischen Befunde erfolgte in den Jahren 1980 und 1983 unter äußerst schwierigen Arbeitsbedingungen eine erste fotografische und beschreibende Dokumentation. Die Lage der oberflächlich erkennbaren Knochen und Bronzen wurde im Maßstab 1:10 zeichnerisch aufgenom-

men. Einige durch zukünftige Befahrungen der Höhle gefährdete Bronzen und Menschenknochen wurden nach ihrer Einmessung geborgen, der Gesamtbefund jedoch für eine zukünftige Ausgrabung ungestört „in situ“ belassen. Eine erste Veröffentlichung der Funde erfolgte durch *Maier/Linke* (1985) und *Herrmann* (1988). Eine kurze Darstellung der Entdeckungsgeschichte sowie der Speläogenese (Höhlenentwicklung) legten *Kempe/Vladi* (1988) vor.

Eine zunächst angedachte Ausgrabung der Lichtensteinhöhle, deren Befunde stark an die in den 50er Jahren ausgegrabenen Kulthöhlen des Kyffhäusers bei Bad Frankenhausen (Kyffhäuserkreis Sondershausen, ehem. Kr. Artern) erinnerten (*Behm-Blancke* 1956; 1958; 1976), konnte wegen der schwierigen Grabungsbedingungen sowie der damit verbundenen hohen Grabungskosten nicht realisiert werden.

Im Jahre 1992 wurde festgestellt, daß die Stahltür der Lichtensteinhöhle von bisher unbekanntem Tätern aufgebrochen worden war. Bei einer Kontrollbefahrung im März 1993 bestätigten sich dann die schlimmsten Befürchtungen: Raubgräber hatten den fundführenden Höhlenteil auf der Suche nach Bronzegegenständen flächig durchsucht und in Teilbereichen erheblich gestört.

Um weiteren Zerstörungen durch letztlich nicht zu verhindernde Raubgrabungen, vor allem aber Substanzverlusten an dem jetzt offen zugange liegenden Knochenmaterial vorzubeugen, war es unumgänglich, die letzten noch ungestört erhaltenen Befunde kurzfristig auszugraben.

Nach einer ersten Probegrabung noch im Jahre 1993 sowie der Bewilligung von Forschungsförderungsmitteln des Landes Niedersachsen konnte im Sommer 1995 durch die Archäologische Denkmalpflege des Landkreises Osterode am Harz (Kreisarchäologie) mit den Plangrabungen in der Lichtensteinhöhle begonnen werden. Besonders ermutigend war dabei die Feststellung, daß die Zerstörungen der Raubgräber weitaus geringer als zunächst vermutet ausgefallen und Knochenlagen von bis zu 30 cm Stärke gänzlich ungestört erhalten geblieben waren. Sie lieferten zahlreiche einzigartige Funde und Befunde, die die Lichtensteinhöhle trotz teilweiser Zerstörungen zu einem jungbronzezeitlichen Fundplatz von mittel-europäischem Rang machen.

## Geologie und Speläogenese

Die heute noch auf 115 m Länge erhaltene Lichtensteinhöhle folgt in ihrem Verlauf einer hangparallelen Abrißkluft und weist bei einer Tiefenlage von zwei bis acht Metern unter der heutigen Hangoberfläche in ihrem Inneren kein nennenswertes Gefälle auf. Fortsetzungen der Abrißkluft an anderen Stellen des Hanges belegen, daß Teile der Höhle jungquartärer Erosion zum Opfer gefallen und die heutigen Zugänge (1972 entdecktes Mundloch und Heinfriedhöhle) geologisch jünger als die eigentliche Höhle anzusetzen sind. Im Höhleninneren herrscht eine über das Jahr hinweg konstant niedrige Temperatur von 7–8° C.

Bereits ein flüchtiger Blick auf den Grundplan (Abb. 1) zeigt, daß der Höhlenverlauf im zuerst entdeckten Teil in markanter Weise von der örtlichen Tektonik geprägt ist und zickzackartig den Hauptrichtungen des regionalen Kluftnetzes folgt. Nach einer Engstelle (Kathrins Spalte) ändern sich die Raumformen zugunsten einer leichten Breitenentwicklung.

Die Kluftstrukturen im Gipsgestein bildeten jedoch lediglich den Ausgangspunkt für die eigentliche Entstehung der Lichtensteinhöhle. Sie sind an keiner Stelle derart geweitet – z.B. durch Hangabriß – daß hierdurch ein eigener, begehrbarer Hohlraum entstanden wäre. Nach *Kempe/Vladi* (1988, 6–10) begann die Höhlenbildung zunächst unterhalb des Wasserspiegels. Entlang des unmittelbar vor dem Lichtenstein verlaufenden Harzwestabbruches unter Druck aufsteigende, weitgehend mineralgesättigte Tiefenwässer bildeten auf den Kluftflächen an den Stellen der besten Wasserwegsamkeit in einer ersten Phase 5–10 cm weite Röhren, sog. Anastomosen, aus. Als sich zu einem späteren Zeitpunkt durch zunehmende Erosion im Sösetal der Wasserspiegel auch im Lichtenstein senkte, hat sich von den Anastomosen ausgehend und unter Zutritt von nur teilweise gipsgesättigten Oberflächenwässern ein frei fließendes Gerinne mit turbulenter Strömung bis zu drei Metern in den Gips „eingeschnitten“ und damit die eigentliche Höhle von etwa 150 Kubikmetern Rauminhalt gebildet. Ihre Entstehung dürfte spätestens für die beginnende Weichselkaltzeit vor 100 000–50 000 Jahren anzunehmen sein.



**Abb. 6: Fiddi-Kluft. Übersinterte menschliche Rippen und Langknochen in ungestörter Fundlage. (Foto: IfD Hannover 156–20,52).**

Im Zuge der Höhlennutzung durch den prähistorischen Menschen sind nur in geringem Umfang Veränderungen in den Höhlenräumen vorgenommen worden. Von einigen im Bernd-Saal zusammengetragenen und dort aufgestapelten größeren Steinen sowie einigen räumlich begrenzten Sedimentumlagerungen abgesehen, wurde die natürliche Substanz wahrscheinlich nur im Bereich des Durchganges von der Fiddi-Kluft in die Reinhardsgrotte verändert. Nach einer Schicht mit Werkabfällen zu urteilen, hatte man hier zur Erweiterung des Durchganges Teile der Firste abgearbeitet. Wände, Sedimentoberfläche und die auf dem Sediment liegenden Knochen weisen eine mehrere Millimeter bis etwa einen Zentimeter dicke Schicht von traubig ausgebildetem Gipsinter auf. Nach den Grabungskampagnen 1995 und 1996 der Kreisarchäologie Osterode zeigte sich, daß diese Sinterbildung nicht - wie zunächst angenommen - erst mit dem Beginn der Höhlennutzung durch den bronzezeitlichen Menschen eingesetzt hatte. Sinterflächen auch unter den Knochenlagen belegen, daß schon vor dem Erscheinen des bronzezeitlichen Menschen ein hinreichender Lufttransport vorhanden war, der zum Verdunsten des eindringenden, gipsgesättigten Oberflächenwassers und damit zur Sinterbildung geführt hatte. Der antike Zugang über die Heinfriedhöhle muß also schon vor der Höhlennutzung in

der jüngeren Bronzezeit mehr oder weniger offen gewesen sein. Während der letzten 2.700 -2.800 Jahre hat es in den Räumen der Lichtensteinhöhle offenbar keine anthropogenen Veränderungen mehr gegeben.

### Die Ausgrabungen der Jahre 1993 bis 1996

Nach der zu Beginn des Jahres 1993 festgestellten Raubgrabung wurde noch im Sommer desselben Jahres eine dreiwöchige Probegrabung in der Fiddi-Kluft zur Vorbereitung einer späteren vollständigen Ausgrabung vorgenommen. Da ein Transport von Grabungsgerät auf dem natürlichen Zugangsweg wegen der extremen Engstellen und des jeweils halbstündigen „Anmarschweges“, wie auch die Lagerung von Abraum innerhalb der Höhle nicht möglich war, mußte vor Beginn der Grabungen ein etwa vier Meter langer Zugangstollen vom Steilhang bis in die Fiddi-Kluft als statisch stabilsten Höhlenraum hinein vorgetrieben werden.

Bei der Fiddi-Kluft (Abb. 1) handelt es sich um eine langschmale, im Grundriß annähernd rechteckige Kammer mit einer Länge von ca. 3 m bei einer größten Breite von ca. 1,5 m. Die lichte Höhe des im Querschnitt dachförmigen Raumes beträgt bis zum Firstpunkt nur etwa einen Meter.

Bei der ersten Befahrung im Jahre 1980 war der Boden im nördlichen Teil

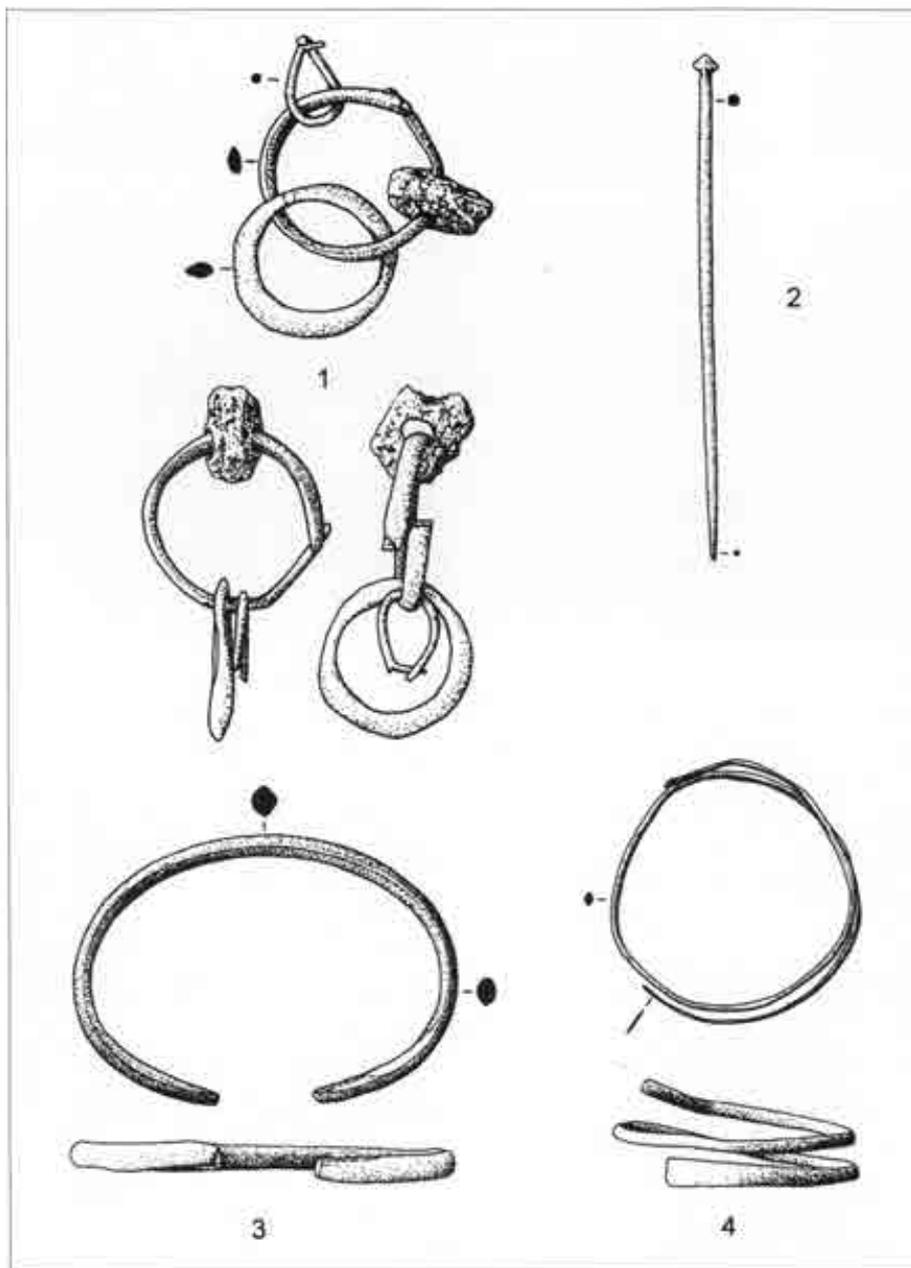


Abb. 7: Lichtensteinhöhle bei Dorste, Gde. und Ldkr. Osterode am Harz. Funde 1980/83. 1 – Bronze und Bernstein, 2–4 – Bronze. 1 – M. 1:1; 2–4 – M. 1:2

nahezu gänzlich von Gipsinter überzogen, während im Südabschnitt roter Höhlenlehm und eingesickertes Sediment offen zutage lagen.

Menschliche Skelettreste fanden sich lediglich im nördlichen Teil entlang der Längswände (Abb. 6). Wie von einem Tuch überdeckt zeichneten sich unter einer dicken Sinterschicht neben zahlreichen Langknochen auch drei komplett erhaltene menschliche Schädel sowie weitere Schädelfragmente ab. Beim Anheben einer Sinterplatte waren auf deren Unterseite ferner zahlreiche

weitere eingebackene Kleinknochen erkennbar – ein Hinweis darauf, daß hier mit weit mehr als an der Oberfläche sich abzeichnenden Knochen zu rechnen war. Soweit erkennbar befanden sich die Großknochen durchweg nicht mehr im anatomischen Verband, Metallfunde fehlten in diesem Raum zunächst vollständig.

Der zum Teil durch die Raubgräberaktivitäten gestörte bronzezeitliche Nutzungshorizont mit seinen sowohl eingebetteten als auch aufliegenden Menschenknochen lag in der Fiddi-Kluft

als einzige Kulturschicht dem ungestörten Höhlenlehm auf. Er bestand aus einem schwarzbraun bis leicht lehmigen Bodengemisch, durchsetzt mit zahlreichen Gipsknorpeln und größeren, vollständig aufgeweichten Gipsbrocken sowie einem auffallend hohen Anteil von Holzkohlestücken. Bei letzteren handelt es sich – soweit noch erkennbar – um die Reste von schmalen Kienspänen, die als Fackeln zur Beleuchtung der Höhle gedient haben könnten. Neben zahlreichen regellos verstreuten menschlichen Kleinknochen und Zähnen konnte in der Kulturschicht, geschützt in einer flachen Mulde, auch der Rest eines noch im ursprünglichen Verband liegenden menschlichen Fußes freigelegt werden. Anders als bei der Erstbefahrung, bei der in der Fiddi-Kluft keine Bronzegegenstände erkannt werden konnten, fanden sich im Nutzungshorizont und in den von diesem ausgehenden Spalten trotz der vorangegangenen Raubgrabungen noch mehrere kleine Ringe und Gürtelbeschlagbleche aus Bronze. Erwähnenswert ist von diesen Funden vor allem ein ehemals wohl zusammengehörendes Schmuckgehänge aus einem offenen, zu leicht dreieckiger Form gestauchten Bronzering und einer kleinen, in der Mitte durchbohrten Knochenscheibe (Abb. 10,3.5).

Im Sommer des Jahres 1995 konnte die durch Forschungsförderungsmittel des Landes Niedersachsen und Eigenmittel des Landkreises Osterode am Harz finanzierte Plangrabung in der Lichtensteinhöhle mit wesentlich verbesserter Personal- und Materialausstattung wieder aufgenommen werden.

Angesichts des überdurchschnittlich gut erhaltenen menschlichen Knochenmaterials wurde vom Anthropologischen Institut der Universität Göttingen parallel zur Ausgrabung ein ebenfalls durch Mittel des Landes Niedersachsen und des Landkreises Osterode am Harz gefördertes Forschungsprojekt begonnen. Um zu einer Geschlechtsbestimmung sämtlicher Individuen, also auch der mit den bisherigen Methoden nicht bestimmbar Kinder der Altersstufen Infans 1 und 2 zu gelangen, sowie die geborgenen Großknochen einzelnen Individuen zuweisen und Verwandtschaftsbeziehungen zwischen diesen prüfen zu können, sollten sämtliche in Frage kommenden Knochen molekularbiologisch beprobt werden (aDNA-Analysen). Mit diesen systematischen

Untersuchungen, die erstmals an einem größeren jungbronzezeitlichen Knochenkomplex durchgeführt werden, betritt die anthropologische Forschung wissenschaftliches Neuland. Erste Ergebnisse belegen eine zum Teil hervorragende DNA-Erhaltung und berechtigen zur Hoffnung auf Ergebnisse, die weit über das hinausführen werden, was bisher durch Anwendung der herkömmlichen Methoden erreichbar war.

Während der zweimonatigen Grabungskampagne 1995 wurden Teile der nach Süden an die Fiddi-Kluft anschließenden Reinhardsgrotte sowie des Bernd-Saales (Abb. 1) mit einer Gesamtfläche von ca. 8 m<sup>2</sup> untersucht. Anders als in der Fiddi-Kluft waren die Befunde in der Reinhardsgrotte großflächiger durch eingesickerte Sedimentschichten überdeckt – die Zerstörungen der nur an der Oberfläche tätig gewesenen Raubgräber damit noch etwas geringer als erwartet.

Die Stärke der ungestört erhaltenen Knochenlagen konnte in bestimmten Gefälleabschnitten noch bis zu 30 cm erreichen. Zwischen den durchgehend nicht mehr im anatomischen Verband liegenden Knochen fanden sich zahlreiche kleinere Schmuckbronzen wie Ringe und Spiralen, aber auch bearbeitete Knochen spitzen, ein durchbohrtes Knochenplättchen, eine kleine Glasperle und ein Stück unbearbeiteter Bernstein. Im Übergangsbereich von der Fiddi-Kluft zur Reinhardsgrotte deutete bereits der Grabungsbefund darauf hin, daß hier auf relativ eng begrenztem Raum die Knochen eines einzelnen Individuums lagen (Abb. 5). Durch DNA-Analysen konnte diese Interpretation des Grabungsbefundes auch von anthropologischer Seite bestätigt werden (Hummel 1996, 241). Der Tote hatte offenbar im Durchgangsbereich im Wege gelegen und die einzelnen Knochen seines Skelettes waren später am Rand der Grotte „zusammengeschoben“ worden.

Die durch ihre Sedimentüberdeckung zum größeren Teil ungestört erhalten gebliebenen Befunde in der Reinhardsgrotte ließen bereits Rückschlüsse darauf zu, daß die materielle Beute der Raubgräber nicht sehr groß gewesen sein konnte. In der Regel fand sich auch in den ungestörten Abschnitten nur einfacher Tracht- und Gürtelschmuck, während massive Großbronzen wie z.B. Arm- und Halsringe, Waffen oder sonstige Gerätschaften fehl-

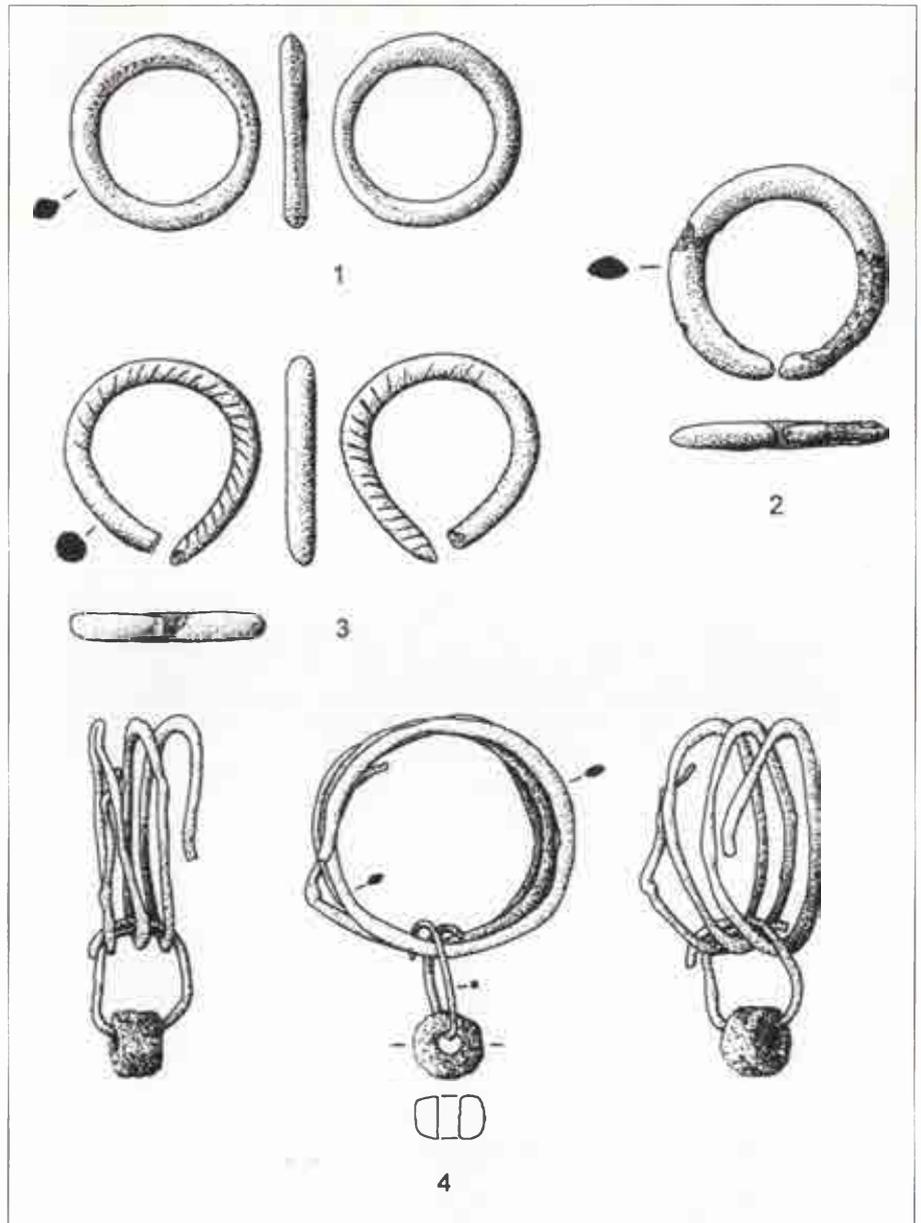


Abb. 8: Lichtensteinhöhle bei Dorste, Gde. und Ldkr. Osterode am Harz. Funde 1980/83 und 1993. 1–3 – Bronze, 4 – Bronze und Glas. M. 1:1.

ten. Diese Vermutung bestätigte sich dann auch nach der anonymen Rückgabe der von den Raubgräbern gestohlenen Gegenstände: etwa 15 Kleinbronzen sowie drei menschliche Schädel. Das Formenspektrum der Bronzen entsprach in Art und Umfang im wesentlichen dem aus gesichertem Befund geborgenen Material.

Eine abweichende Befundsituation zeigte sich trotz der auch hier vorhandenen Knochenlagen im Bernd-Saal. Schwerpunkt der Untersuchungen in dieser Kammer war die Klärung des

Aufbaus des aus der Helmspalte in den Bernd-Saal eingesickerten Sedimentkegels. Reste eines bereits 1992 von den Raubgräbern am Fuße dieses Kegels herausgewählten und zurückgelassenen Tongefäßes (Abb. 11,2), des bis dahin einzigen Keramikfundes aus der Lichtensteinhöhle, deuteten dabei schon vor Grabungsbeginn auf eine andersartige Befundsituation im Bernd-Saal hin. Beim Abtrag der weitgehend sterilen, erst nachbronzezeitlich eingesickerten Decksedimente, die durch ein „Fenster“ auch in die Reinhardsgrotte geflossen

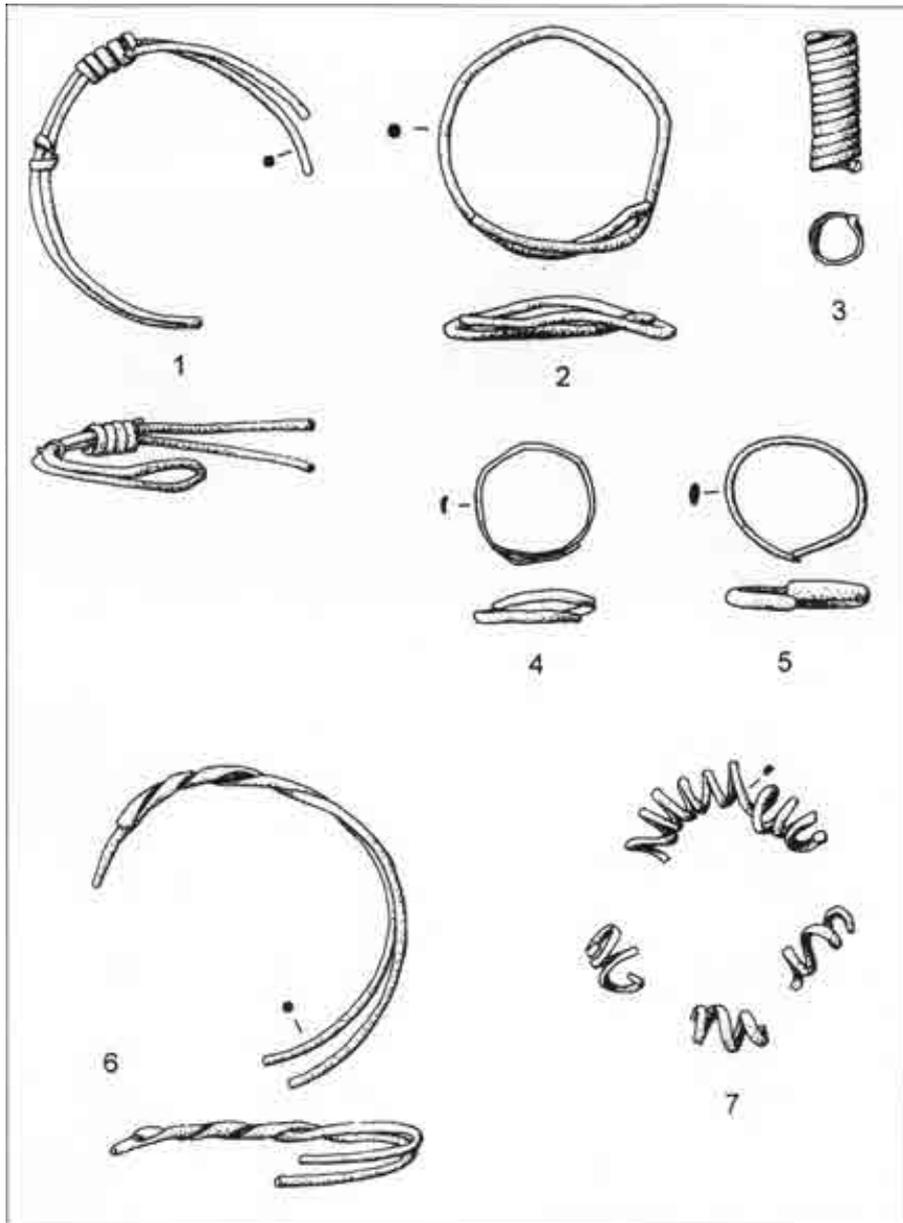


Abb. 9: Lichtensteinhöhle bei Dorste, Gde. und Ldkr. Osterode am Harz. Funde 1980/83. Bronze. M. 1:1.

waren, wurde in diesem Übergangsbereich ein weiteres, nahezu komplett erhaltenes Tongefäß (Abb. 11, 1) geborgen.

Im weiteren Verlauf der Grabungen zeigte sich, daß der Sedimentkegel in seinem Kern nicht aus dem auf natürlichem Wege eingetragenen, gelblichweißen bis hellbraunen Bodenmaterial, sondern aus einem schwarzbraun bis schwarzen, sehr stark mit Holzkohle von Ästen, Reisig und Gräsern durchsetzten Bodensubstrat bestand. Auf der Oberfläche des Kerns lagen z.T. angebrannte Platten aus Gips und in der Lichtensteinhöhle ortsfremdem Dolomitge-

stein, div. Tonscherben, kleine Hercyngerölle (Kiesel) ebenfalls aus ortsfremdem Gestein sowie das Fragment einer künstlich geschliffenen Steinkugel. Dem Anschein nach waren alle diese Artefakte und Gegenstände mitsamt der Holzkohle von der Heinfriedhöhle aus in die Helmspalte geworfen worden und hatten sich hier durch nachfolgende Begehungen von Mensch und Tier mit natürlich eingesickertem Boden und Lösungsrückständen des Gipsgesteins vermischt.

In der Grabungskampagne 1996 erfolgten dann Untersuchungen in einem

Teilbereich des im Jahr zuvor freigelegten Sedimentkegelkernes im Bernd-Saal, von dessen Aufbau weitere Erkenntnisse über Art und Dauer der Höhlennutzung erwartet wurden. Vermengt mit dem kohligem Bodensubstrat fanden sich neben mehreren Bronzen, Knochengeräten und Fremdgesteinen vor allem zahlreiche Tonscherben und zerschlagene Knochen. Letztere waren in der Regel klein zersplittert und teilweise angebrannt. Ob diese Knochen, in mehreren Fällen offenbar auch mit Schnittspuren, von Mensch oder Tier stammen, ist vielfach noch ungeklärt.

Mehrfach konnte festgestellt werden, daß inmitten der kohligem Erdschichten Feuer gebrannt hatten (Abb. 12). Mindestens drei Feuerstellen lagen direkt übereinander. Fehlende Trennschichten zwischen diesen deuten darauf hin, daß zwischen den einzelnen Feuern nur relativ kurze Zeitspannen gelegen haben können (Abb. 13). Als auffälliger Befund ist festzuhalten, daß die in der kohligem, von außen hereingebrachten Erde entdeckten Tonscherben sehr klein zerschlagen waren und sich kaum zu größeren Gefäßpartien zusammensetzen ließen, während die außerhalb des Kernes in randlicher Lage gefundene Keramik zum größeren Teil wieder zusammengesetzt werden konnte bzw. vollständig erhalten war (Abb. 11). Nach Abtrag des bis zu 30 cm mächtigen kohligem Schichtpaketes fand sich an dessen Basis eine bronzene Rollenkopfnadel mit zugehöriger Knochenscheibe (Anhänger).

### Datierung und kulturelle Zuweisung

Das bis zum Jahre 1983 geborgene archäologische Fundmaterial besteht neben einzelnen Knochengegenständen fast ausnahmslos aus Bronzen, wobei letztere ausschließlich dem Bereich Schmuck- oder Trachtzubehör zugewiesen werden können. Sie lagen z.T. in der Nähe der Menschenknochen, z.T. befanden sie sich noch direkt an diesen. So fanden sich z.B. zwei Drahringe und vier Spiralbruchstücke (Abb. 9, 2.5.7) im Ohrbereich unter einem seitlich abgekippten Schädel sowie ein schlichter Drahring (Abb. 10, 1) noch um einen Fußknochen. Die Kupfersalze dieses Ringes hatten ein Stück Fell konserviert, das sich ursprünglich zwischen dem Ring und dem Fuß befand und mög-

cherweise den letzten Rest eines Schuhs oder eines Kleidungsstückes darstellt.

Bei den Bronzen handelt es sich zu meist um schlichten, überwiegend unspezifischen Ringschmuck (Abb. 7–10) unterschiedlicher Form und Qualität, der eine Feindatierung oder kulturelle Zuweisung aus sich heraus meist nicht erlaubt. Überwiegend vertreten sind einfache, zum großen Teil nur flüchtig gearbeitete offene (Abb. 8,2.3; Abb. 9,2.4.5; Abb. 10,1.2.3.6) oder geschlossene (Abb. 7,1; Abb. 8,1) Ringe, Schleifenringe (Abb. 9,1.6) und Spiralaringe aus dünnem Bronzedraht oder bandförmigem Bronzeblech (Abb. 7,4; Abb. 8,4).

Neben diesem Ringschmuck gehören kleine, eng (Abb. 9,3) oder weit (Abb. 9,7) gewickelte Spiralen, ein massiver Armring (Abb. 7,3) sowie eine Nadel mit doppelkonischem Kopf (Abb. 7,2) zum Fundinventar. Während der Armring und die urnenfelderzeitliche Nadel mit doppelkonischem Kopf weiträumiger verbreitet sind und keine scharfe Eingrenzung auf eine einzelne Kulturgruppe erlauben, bieten die beiden mehrteiligen Ringgehänge mit jeweils einer Perle aus Bernstein (Abb. 7,1) bzw. blauem Glas (Abb. 8,4) hierfür einen sicheren Anhaltspunkt. Vergleichsstücke zu den Gehängen aus der Lichtensteinhöhle finden sich mehrfach im Gebiet der jungbronzezeitlichen thüringischen Unstrutgruppe und gehören dort in einen späten Abschnitt der Urnenfelderzeit (Ha B2/3).

Auch das in den Jahren 1993 bis 1996 geborgene Fundmaterial setzt sich in der großen Mehrzahl aus schlichtem Ringschmuck zusammen. Daneben fanden sich mehrere kleine Gürtel- oder Riemenbeschlagbleche (Abb. 10,4) und ein ehemals vermutlich zusammengehörendes Gehänge aus einer durchbohrten Knochenscheibe (Abb. 10,5) und einem zu annähernd dreieckiger Form gestauchten Bronzering aus rundstabigem Bronzedraht (Abb. 10,3) sowie die oben bereits erwähnte Rollenkopfnadel mit Knochenscheibenanhänger. Erwähnenswert sind weiterhin zwei wohl aus dem Mittelmeerraum importierte blau/weiße Glasperlen (Noppenperlen), mehrere Knochenspitzen, bearbeitete Bernsteinstücke und durchbohrte Zähne. Einen ungewöhnlichen Einzelfund stellt ein sorgfältig geschnittener Knochenspatel dar, der im Bernd-Saal unmittelbar unter einer Feuerstelle lag.

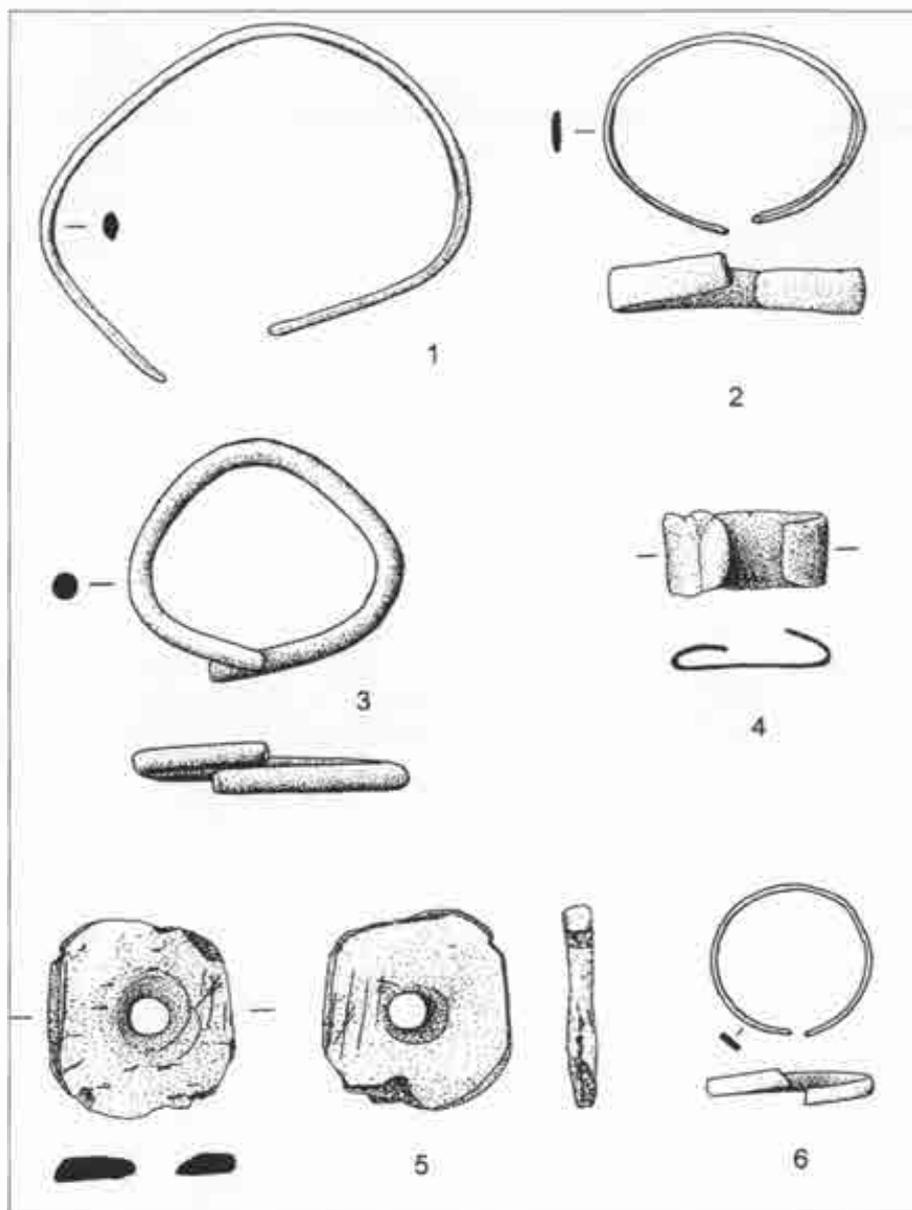


Abb. 10: Lichtensteinhöhle bei Dorste, Gde. und Ldkr. Osterode am Harz. Funde 1980/83 und 1993. 5 – Knochen, sonst Bronze. M. 1:1.

Besondere Bedeutung hinsichtlich der chronologischen und kulturellen Einordnung der Befunde aus der Lichtensteinhöhle kommt auch der in den Grabungskampagnen 1995-96 erstmals in ungestörtem Befund und ausschließlich im Bernd-Saal nachgewiesenen Gefäßkeramik zu.

Neben einzelnen unverzierten Wandungs- und Bodenscherben sowie mit Tupfen verzierten Rand- und Wandungscherben verschiedener, bisher nicht rekonstruierbarer grob- und feinkeramischer Gefäße, fand sich hier ein annähernd vollständig erhaltener hoher

Schulterbecher (Abb. 11,1). Bereits 1993 waren Teile einer von Raubgräbern aus dem Fundzusammenhang gerissenen Trichterrandterrine (Abb. 11,2) geborgen worden (s.o.). In beiden Fällen handelt es sich um typische Vertreter des keramischen Formeninventars der Unstrutgruppe. Nach Speitel (1986, 686) kennzeichnen sie die Mittelstufe der Unstrutgruppe, laufen in vergleichbarer Form jedoch bis in die Spätstufe weiter.

Zusammenfassend kann nach dem bisherigen Ausgrabungsstand festgestellt werden, daß sowohl die in chronologischer und kultureller Hinsicht an-

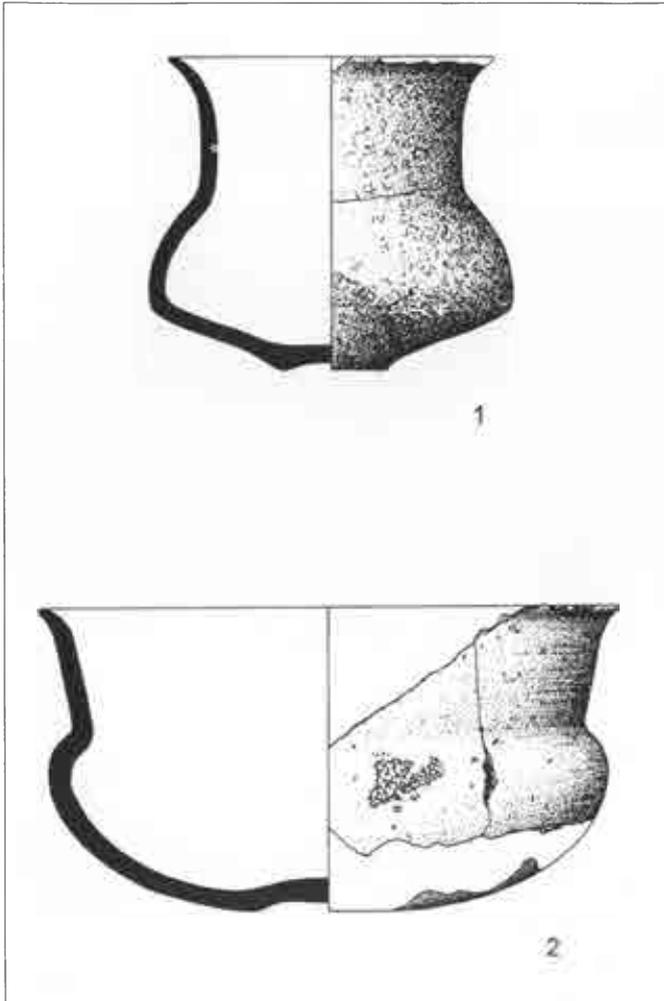


Abb. 11: Lichtensteinhöhle bei Dorste, Gde. und Ldkr. Osterode am Harz. Keramikfunde 1993 und 1995. M. 1:2.

sprechbaren Metall- als auch die Keramikfunde eine Zuweisung dieses Höhlenfundplatzes zur Unstrutgruppe erlauben. Hier läßt sich der Fundkomplex zeitlich auf die Mittel- und Spätstufe nach Speitel (1986, Abb. 1) und somit Stufe Ha B1 bzw. Ha B2/3 (ca. 10./9. bzw. 9./8. Jh. v.Chr.) eingrenzen.

Bisher war es wegen der geringen Zahl ausgegrabener oder durch Oberflächenfunde sicher ansprechbarer Siedlungsplätze oder Grabfunde nicht möglich, das südwestliche Harzvorland einer der umliegenden jungbronzezeitlichen Kulturgruppen anzuschließen.

Sowohl die kulturell eindeutig zuweisbaren Metall- und Keramikfunde als auch der Gesamtbefund der Lichtensteinhöhle belegen jetzt, daß der südwestliche Harzrand zumindest zwischen dem 10. und 8. Jahrhundert v.Chr. zum direkten Einflußgebiet der thüringischen Unstrutgruppe gehörte. Mögli-

cherweise ist die Nutzung der Lichtensteinhöhle in direktem Zusammenhang mit der unweit gelegenen jungbronzezeitlichen Höhensiedlung im Bereich der späteren Pipinsburg zu sehen. Die exponierte Lage auf einem Bergsporn und an einem strategisch bedeutenden Ort deutet darauf hin, daß es sich bei dieser Siedlung um ein Herrschaftszentrum gehandelt hat.

### Interpretation der Befunde

Durch die Arbeiten von Geschwinde (1988) über die Höhlen im Ith und Walter (1985) über die Thüringer Höhlen ist ein weitgehend aktueller Forschungsstand zu den vorgeschichtlichen Kulthöhlen aus dem näheren und weiteren Um-

feld der Lichtensteinhöhle gegeben. Die genannten Autoren setzen sich in ihren Arbeiten jeweils auch ausführlich mit den Problemen bei der Interpretation archäologischer Fundstätten in Höhlen auseinander. Leider sind die in diesem Zusammenhang besonders wichtigen Befunde aus den in den 50er Jahren durch Behm-Blancke ausgegrabenen Kyffhäuserhöhlen bei Bad Frankenhausen bisher nur im Rahmen einer weitgehend populärwissenschaftlichen Abhandlung (Behm-Blancke 1958) vorgelegt worden. Mehrere dieser Höhlen wurden auch in der Jungbronzezeit zu Kultzwecken genutzt und könnten zum Vergleich mit den Funden und Befunden der Lichtensteinhöhle herangezogen werden.

Als Ausgangsbasis für eine Interpretation der Befunde aus der Lichtensteinhöhle läßt sich nach den bisherigen Untersuchungen festhalten:

1.) In den fünf fundführenden Kammern der Lichtensteinhöhle befinden sich die aller Wahrscheinlichkeit nach vollständigen Überreste von mehr als 30 Menschen unterschiedlichen Alters und Geschlechts. Erste Ergebnisse der anthropologischen Untersuchungen zeigen, daß Männer deutlich häufiger (75%) als Frauen (25%) vertreten sind (bezogen auf 24 bisher ermittelte Individuen, vergl. Hummel 1996, 240). Unter den Männern wiederum ist die Altersklasse der 13 bis 19-jährigen auffallend stark vertreten. Sowohl die Geschlechterverteilung als auch die Altersstruktur entspricht damit nicht der etwa im Falle eines Begräbnisplatzes üblicherweise zu erwartenden Zusammensetzung. Es muß also bestimmte, bisher noch unbekannte Kriterien gegeben haben, nach denen die Menschen in die Höhle gelangt sind.

2.) Zwischen den z.T. noch im anatomischen Verband, überwiegend aber regellos verstreut liegenden Knochen fanden sich zahlreiche, in der Regel sehr einfach gearbeitete Bronzegegenstände, die überwiegend zur Schmuck- bzw. Trachtausstattung gehörten. Massive Großbronzen aus dem Schmuck- und Trachtbereich sowie Waffen oder andere größere Gerätschaften konnten bisher nicht nachgewiesen werden. Keramik fand sich lediglich in einer der fünf fundführenden Kammern (Bernd-Saal) und dort jeweils ohne erkennbaren intentionellen Zusammenhang mit Menschenknochen. Damit fehlen in der Lichtensteinhöhle solche Fundkategorien, die andernorts als eigentliche, dem einzelnen Toten zugeordnete „Grabbeigaben“ vorkommen.

3.) In dem von der Helmarspalte in den Bernd-Saal hineinreichenden, zum großen Teil aus stark holzkohlehaltiger Erde aufgebauten Sedimentkegel fanden sich die offenbar von außen hereingebrachten Relikte ritueller Feiern. Feuerstellen innerhalb dieses Kegels belegen, daß auch in der Höhle selbst mehrfach Feuer gebrannt haben (Abb. 12 und 13). Zwei weitgehend erhaltene Tongefäße, die sich im Randbereich des Sedimentkegels außerhalb des eigentlichen Kernes aus Kultrelikten fanden, könnten bei rituellen Zeremonien im Zusammenhang mit diesen Feuern verwendet worden sein.

4.) Ein Transport von vollständigen Leichen erwachsener Menschen über die Heinfriedhöhle bis in den fundführenden

den Teil der Lichtensteinhöhle und dort bis in die entferntesten Kammern ist angesichts der extremen Engstellen im Zugangsbereich und zwischen den einzelnen Kammern nicht möglich bzw. muß als äußerst unwahrscheinlich angesehen werden.

Nach der Systematik von Schauer (1981, 406) zur Gliederung jungbronzezeitlicher Opferhöhlen und -spalten wäre die Lichtensteinhöhle als Versenkungshöhle für Menschenopfer mit Resten ritueller Mahlzeiten anzusprechen.

Wenn diese Deutung aufgrund der hier im Überblick dargelegten Befunde auch gut begründet werden kann, müssen zunächst jedoch auch andere Interpretationsmöglichkeiten berücksichtigt werden. In Frage käme hier etwa die Ansprache als Bestattungsplatz oder Verbannungsort bzw. auf den ersten Blick vielleicht auch die Annahme eines gemeinsamen Unfalltodes der in der Höhle gefundenen Menschen.

Eine erste Deutung der Befunde haben Maier/Linke (1985, 154) versucht und hierbei die Möglichkeit eines gemeinsamen „Unfalltodes“, etwa durch einen Versturz des ehemaligen Zuganges, zu Recht ausgeschlossen. Im Falle eines gemeinsamen Unfalltodes hätten sich – abweichend vom tatsächlichen Befund – auch sämtliche Skeletteile noch im anatomischen Verband befinden müssen.

Eine Interpretation als Bestattungshöhle scheidet ebenfalls mit hoher Wahrscheinlichkeit aus. Die enorme Enge in der Zugangshöhle (Heinfriedhöhle) sowie in den Kammern und Verbindungsgängen der Lichtensteinhöhle hätte den Transport eines leblosen Körpers bis in die damals entlegensten Höhlenteile (Horstspalte und Grabkammer) mit größter Wahrscheinlichkeit nicht zugelassen. Gegen eine derartige Interpretation spricht auch die stark von der normalen Sterbetafel abweichende Geschlechterverteilung und Altersstruktur der hier gefundenen Toten. Des weiteren ließen sich im Zusammenhang mit den Menschenknochen außer bronzenem Körper- und Trachtschmuck keinerlei Gegenstände nachweisen, die als eigentliche Beigaben angesprochen werden könnten. Vor allem das Fehlen von eindeutig den Skeletten zuzuordnender Keramik fällt in diesem Zusammenhang auf.

Insgesamt sprechen der archäologische Befund und die Tatsache, daß die



Abb. 12: Bernd-Saal. Feuerstelle mit Asche und Holzkohleresten. (Foto: Ldkr. Osterode/Harz)



Abb. 13: Bernd-Saal. Menschenknochen ohne Sinterüberzug. Im Profil darunter Brandschichten mehrerer Feuerstellen.

Menschen offenbar nur lebend in die Höhle gelangen konnten zum gegenwärtigen Zeitpunkt dafür, daß es sich bei den in der Höhle gefundenen Menschen um Opfer handelt, die – gezwungen oder freiwillig – auf jeden Fall aber aus eigener Kraft in diese hineingekrochen sind. Große Unterstützung findet die Menschenopfer-Theorie durch den oben bereits erläuterten ungewöhnlichen anthropologischen Befund. Welche Auswahlkriterien letztlich aber

zur Anwendung kamen, bleibt zunächst noch völlig unklar. Nicht ausgeschlossen ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt beispielsweise, daß auch ansteckende Krankheiten, Geisteskrankheiten oder nach damaligem Verständnis abnormale Verhaltensweisen als ein solches Kriterium gegolten haben könnten. In diesem Falle hätte die Höhle dann gleichzeitig auch den Charakter eines Verbannungsortes gehabt.

Die Frage nach dem Todeszeitpunkt

und der Todesursache läßt sich auf der Grundlage des bisherigen Kenntnisstandes nicht beantworten. Eindeutige Hinweise auf äußere Gewaltanwendung konnten am Knochenmaterial nicht festgestellt werden. Auch einschlägige Frakturen oder Schnittspuren, die Hinweise auf ein rituelles Zerstückeln der Leichen oder gar Anthropophagie liefern könnten, fehlen bisher vollständig. Möglicherweise sind die Menschen nachdem sie in die Höhle gelangt waren noch einige Zeit in dieser umhergeirrt und erst nach Tagen gestorben. Die Tatsache, daß der weitaus größte Teil der Knochen nicht mehr im anatomischen Verband lag, kann als Beleg dafür gewertet werden, daß es über einen längeren Zeitraum hinweg Opferungen gegeben hat. Die zumeist völlig ungeordnete Lage der Knochen zeigt dabei, daß die Skelette der Geopferten erst nach vollständiger oder zumindest weitgehend vollständiger Auflösung der Sehnenverbände, also erst nach Ablauf von mehreren Jahren an den Seiten der Kammern zusammengeschoben wurden, um in den engen Räumen Platz für die nachfolgenden Opfer zu schaffen. Bezeichnend ist, daß die einzigen noch im anatomischen Verband aufgefundenen Skelette in der Grabkammer und der Horstspalte lagen, dem damals hinteren und vermutlich am wenigsten frequentierten Höhlenteil. Möglicherweise waren sie aber auch die letzten Menschen, die vor dem natürlichen Verstoß oder dem intentionellen Zusetzen des antiken Höhlenzuganges geopfert worden waren.

Nach dem Grabungsbefund wurde die Lichtensteinhöhle gezielt für die Durchführung ritueller Handlungen bzw. Opferungen hergerichtet. Größere Steine fanden sich im Bernd-Saal aufgestapelt und der Durchschluß von der Fiddi-Kluft in die Reinhardsgrotte war durch Abtragungen an der Firste künstlich erweitert worden. Eine dünne Holzkohleschicht mit Resten von verkohltem Stroh oder Gräsern sowie angezielte Partien des aus sterilem Lehm bestehenden Höhlenbodens an der Basis des jungbronzezeitlichen Nutzungshorizontes zeigen, daß zumindest in der Reinhardsgrotte unmittelbar vor dem Beginn der Nutzung ein offenes Feuer gebrannt hat. Derartige Strohfeuerstellen konnten auch in einer während der Jungbronzezeit benutzten Kulthöhle im Kyffhäuser nachgewiesen

werden (*Behm-Blancke* 1976, 82–83). Die Befundsituation in der Lichtensteinhöhle läßt vermuten, daß vor der Erstenbenutzung eine rituelle „Reinigung“ durch Feuer stattgefunden hat. Ob die intentionelle Deponierung mehrerer Tierknochen unter einer Steinplatte in der Reinhardsgrotte ebenfalls mit dieser Zeremonie in Verbindung gestanden hat, läßt sich erst nach Auswertung sämtlicher Befunde entscheiden.

Mit Sicherheit haben im Zusammenhang mit den Opferungen von Menschen außerhalb und innerhalb der Höhle rituelle Handlungen größeren Ausmaßes stattgefunden. Überreste der außerhalb abgehaltenen Zeremonien warf man in die von der Heinfriedhöhle in den Bernd-Saal hinabführende Helmspalte; möglicherweise um diese durch den Gebrauch im Rahmen religiöser Zeremonien „geheiligten Relikte“ dauerhaft einer Profanisierung zu entziehen. Auf weitere Zeremonien in der Höhle selbst deuten die zahlreichen Feuerstellen im Bernd-Saal sowie vermutlich auch die besser erhaltenen Gefäßreste hin. Zu den Intervallen zwischen diesen einzelnen Kulthandlungen, resp. Opferungen, können bislang keine sicheren Angaben gemacht werden. Geht man von rund 35 Menschen in der Höhle und - angesichts des in formalen und chronologischer Hinsicht sehr einheitlichen Fundmaterials - einem Nutzungszeitraum von vielleicht nur etwa 150 - 200 Jahren aus, ergäben sich rein rechnerisch Begehungs- oder Nutzungsintervalle von maximal 5,7 Jahren.

Eine zukünftige Aufgabe der Forschung im Bereich um die Lichtensteinhöhle wird es sein, die Lage der zugehörigen Festplätze und ggf. weiterer Versenkungshöhlen und -spalten, die sich aller Wahrscheinlichkeit nach in der nächsten Umgebung befunden haben, zu lokalisieren.

Die Fragen, warum und vor allem wem Menschenopfer dargebracht wurden, können allein aus der Befundsituation heraus nicht beantwortet werden. Nach *Walter* (1985, 87) ist es aber legitim, zu ihrer Beantwortung antike Quellen heranzuziehen. Aus diesen ergibt sich, daß „Höhlen und Spalten im antiken Bereich als Zugang zum Erdinneren sowohl im Sinne der Unterwelt als auch als Quelle der Fruchtbarkeit verstanden wurden“. Für die Kyffhäuserhöhlen vermutet *Behm-Blancke*

(1976, 86), daß die Opfergaben einer weiblichen Gottheit chthonischer (der Erde verbundener) Wesensart galten, die für die „Regelung von Leben und Tod“ sowie die „Fruchtbarkeit der Felder“ zuständig war.

## Literaturauswahl

*Behm-Blancke, G.* (1956): Bronze- und hallstattzeitliche Kulthöhlen im Gipsgebirge bei Bad Frankenhausen (Kyffh.). – Ausgrabungen und Funde 1: 276–277.

*Behm-Blancke, G.* (1958): Höhlen-Heiligtümer-Kannibalen. Archäologische Forschungen im Kyffhäuser. Leipzig.

*Behm-Blancke, G.* (1976): Zur Funktion bronze- und früheisenzeitlicher Kulthöhlen im Mittelgebirgsraum. – Ausgrabungen und Funde 21: 80–88.

*Flindt, St.* (1996): Eine Opferhöhle der jüngeren Bronzezeit bei Osterode am Harz. – In: WEGNER, G. (Hrsg.), *Leben-Glauben-Sterben vor 3000 Jahren. Bronzezeit in Niedersachsen: 219–232.* Oldenburg.

*Flindt, St.* (1996): Die Lichtensteinhöhle bei Osterode, Landkreis Osterode am Harz. Eine Opferhöhle der jüngeren Bronzezeit im Gipskarst des südwestlichen Harzrandes. Forschungsgeschichte und erste Grabungsergebnisse. – *Die Kunde N.F.* 47, 435–466.

*Geschwinde, M.* (1988): Höhlen im Ith. Urgeschichtliche Opferstätten im südniedersächsischen Bergland. Veröffentlichungen der urgeschichtlichen Sammlungen des Landesmuseums zu Hannover, Band 33. Hildesheim.

*Herrmann, B.* (1988): Erste anthropologische Befunde aus der Lichtensteinhöhle bei Dorste. – *Heimatblätter für den süd-westlichen Harzrand* 44: 13–15.

*Hummel, S.* (1996): Molekulare Anthropologie. Ein neues Fenster zur Frühzeit. – In: WEGNER, G. (Hrsg.), *Leben-Glauben-Sterben vor 3000 Jahren. Bronzezeit in Niedersachsen: 233–242.* Oldenburg.

*Kempe, S., Vladi, F.* (1988): Die Lichtenstein-Höhle. Eine präholozäne Gerinnehöhle im Gips und Stätte urgeschichtlicher Menschenopfer am Südwestrand des Harzes. – *Heimatblätter für den südwestlichen Harzrand* 44: 1–12.

Maier, R., Linke, F.-A. (1985): Die Lichtensteinhöhle bei Dorste, Stadt Osterode am Harz. – Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen, Beiheft 1: 150–154. Stuttgart.

Schauer, P. (1981): Urnenfelderzeitliche Opferplätze in Höhlen und Felspalten. In: LORENZ, H. (Hrsg.), Studien zur Bronzezeit. Festschrift für W.A. von Brunn: 403–414. Mainz.

Speitel, E. (1986): Untersuchungen zur jüngeren Bronzezeit zwischen mittlerer Saale und Werra. Formenbestand, zeitliche Gliederung und besiedlungsgeschichtliche Grundlagen. – Ethnographisch Archäologische Zeitschrift 27: 681–688.

Walter, D. (1985): Thüringer Höhlen und ihre holozänen Bodenalttümer. Weimarer Monographien

zur Ur- und Frühgeschichte 14. Weimar.

### Anschrift des Verfassers

Dr. Stefan Flindt  
Landkreis Osterode am Harz  
Herzberger Straße 5  
D-37520 Osterode am Harz

## Paläolithische Fallgrubenjagd am Südharzrand ?

### Archäologische Befunde und Funde aus dem Gipskarst bei Osterode am Harz

von Klaus Grote

Die Zechstein- und Gipslandschaft des südwestlichen Harzvorlandes, ein rund 50 km langer und bis 12 km breiter, z. T. stark verkarsteter Streifen zwischen Osterode und Nordhausen, ist seit langem als Fundgebiet eiszeitlicher Säugetierreste bekannt. Speziell im Gips der 3. Zechsteinserie (Hauptanhydritfolge) haben sich durch die hohe Wasserlöslichkeit zahlreiche Höhlen, Schloten und andere Karsterscheinungen gebildet, die das Landschaftsrelief zwischen Osterode und Herzberg unverwechselbar prägen (Vladi 1978). Die Hohlformen an der Oberfläche wie z. B. Dolinen und Erdfälle haben vor allem im letzten Glazial als Sedimentfallen gewirkt und dabei auch Tierreste eingebettet. Über diese liegt inzwischen eine Reihe paläontologischer Arbeiten, beginnend im 18. Jahrhundert, vor (vgl. zusammenfassend: Sickenberg 1963; Vladi 1978: Bibliographie; ders. 1979, 50 ff.; Nielbock 1994; ders. 1998 in diesem Band). Unterschätzt wurde dagegen lange Zeit die archäologische Bedeutung der Funde und Befunde als mögliches Quellenmaterial zum paläolithischen Jagdverhalten, Vermutungen in diese Richtung äußerten allein Anding 1978 und Verfasser (1979 a und b). Hier soll auf einige Aspekte dazu eingegangen werden. Zur Lage der nachfolgend besprochenen Fundplätze siehe Abb. 1.

### I. Funde aus Dolinen und Schloten beim Gipsabbau

Südwestlich von Osterode am Harz werden im Gebiet zwischen Förste und Uhrde mehrere Gipsbrüche im Tagebau betrieben. In diesen werden regelmäßig ehemalige Karsthohlformen in Form lehmverfüllter Dolinen, Erdfälle und Schloten angeschnitten. Die darin vorhandenen kaltzeitlichen Tierreste, zumeist von großen Säugern wie Mammut, Wollhaarnashorn, Steppenbison, Riesenhirsch, Ren, Wildpferd, Höhlenlöwe und Höhlenhyäne, können prinzipiell als natürliche Akkumulationen des frühen Weichselglazials erklärt werden. So sind Unglücksfälle denkbar, dagegen Tierfraßplätze (Hyäne) oder sekundäre Einschwemmung mit dem Sediment aufgrund der Fundsituationen unwahrscheinlich. Die Ergebnisse und Befunde verschiedener Fundbergungen und Kleingrabungen lassen darüberhinaus auf das Einwirken paläolithischer Jäger schließen.

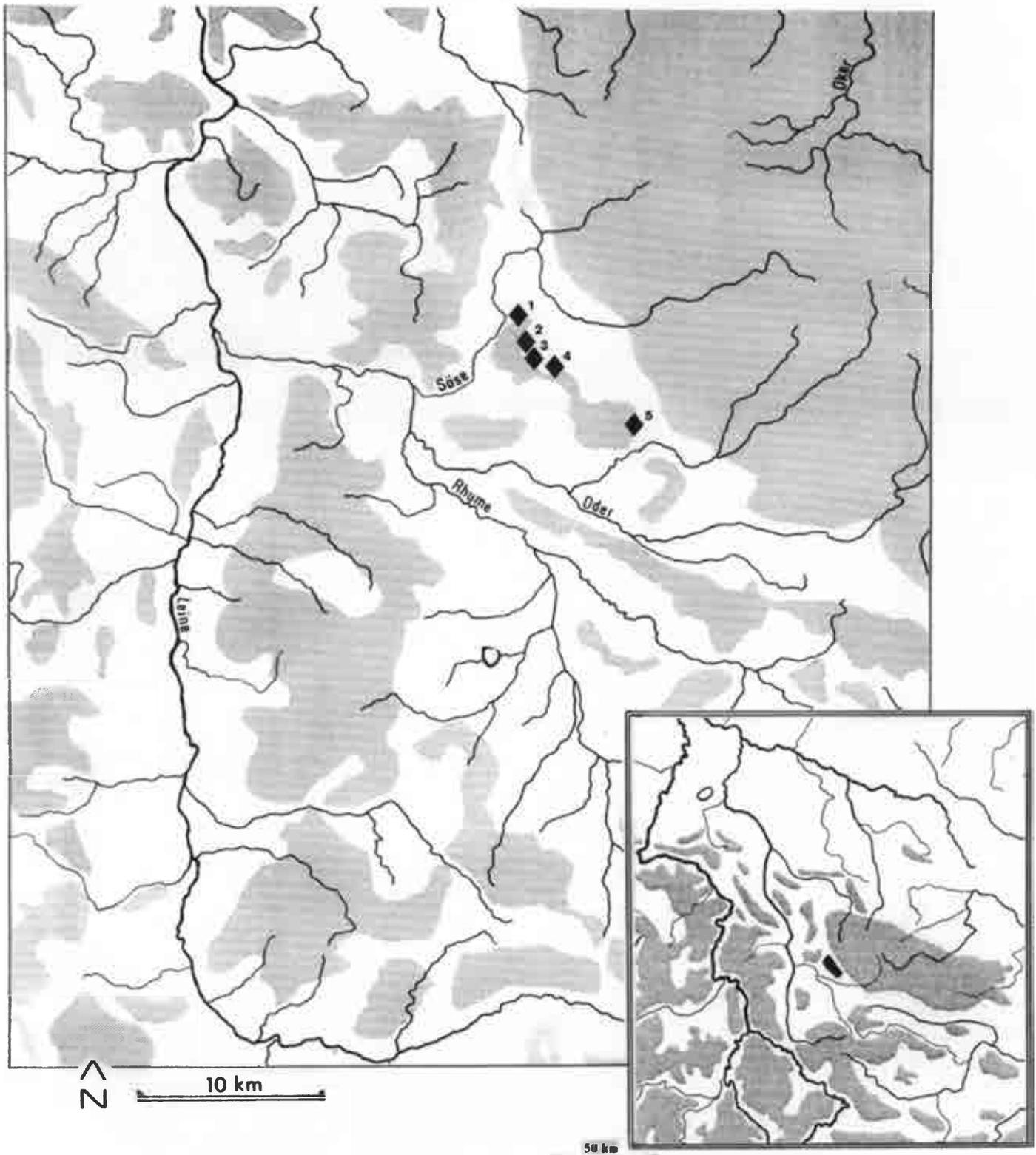
### Förste, Ldkr. Osterode am Harz, Gipsbruch südöstlich des Dorfes (ehem. Peinemann)

1974 und 1975 wurden nach dem Abräumen der Deckschicht in zwei angeschnittenen Schloten Knochen- und

Zahnreste erkannt und seitens der Universität Göttingen, Geologisch-Paläontologisches Institut, ausgegraben (Anding 1975 a und b; ders. 1978; Jahnke und Denecke 1976). Die rund 50 m auseinanderliegenden Schloten waren bis zur erkennbaren Tiefe von rund 15 m mit Verwitterungsmaterial des Zechsteins, schluffigem Lehm und Fließerdien verfüllt, die Knochenfunde, dazu viele Reste der glazialen Kleinsäuger- und Schneckenfauna, fanden sich im oberen, dolinenförmig erweiterten Bereich bei ca. 2 - 3 m unter heutiger Oberfläche. Über das faunistische Gesamtspektrum, vor allem die Molluskenserien und deren Klimadiagnose, schlagen die Ausgräber eine Datierung der Einbettung in das mittlere Weichselglazial (ca. um 30.000 B.P.) vor.

In der Doline A fanden sich Reste von Mammut (2 fragmentierte Stoßzähne, Länge 1,60 m und 2,50 m), Wollhaarnashorn (z. B. Unterkieferhälfte mit Milchgebiß und Molaren eines adulten Tieres), Riesenhirsch (Oberkieferhälfte) und Ren (2 Geweihstangen mit Resten des Kopfskeletts). Die Knochenreste in Doline B lassen sich dagegen zu nur einem Skelett, teilweise noch im Verband (Becken und Oberschenkelknochen) eines ausgewachsenen Individuums von *Mammuthus primigenius* zuweisen, andere Tierarten fehlen. Die Grabungssituation zeigte, daß das Tier in eine enge, steilwandige kleinere Grube (Anding 1978, 4: künstliche Fallgrube ?) innerhalb der größeren, bereits verfüllten Dolinenmulde gestürzt und darin verendet sein mußte.

Rund 10 - 15 m benachbart wurden durch die ehrenamtliche archäologische Denkmalpflege des Landkreises Osterode (E. Anding, E. Nienstedt) 1975 zwei



**Abb. 1:** Lageplan der paläolithischen Großsäugerfundstellen im Gipskarstgebiet des südwestlichen Harzvorlandes zwischen Oberharz und südlichem Leine-Weser-Bergland. 1: Förste, Ldkr. Osterode am Harz, ehem. Gipsbruch "Peinemann"; 2: Förste, ehem. Gipswerk "Niedersachsen"; 3: Ührde, Ldkr. Osterode am Harz, Gipsbruch am Hannersberg; 4: Ührde, Gipsbruch östlich des Dorfes; 5: Düna, Ldkr. Osterode am Harz, Schlottenfeld im NSG Hainholz.

weitere Dolinen untersucht. Doline C erbrachte ein Mittelbruchstück eines Stoßzahns (Mammut), Doline D enthielt vier Rippenfragmente von Wollhaarnashörnern (adult und juvenil) und Mammutstoßzahnstücke.

Von Bedeutung sind die Hinweise auf anthropogene Einwirkung, diese sind nur zum Teil publiziert (*Anding* 1978, 4f.) und konnten durch Auskunft der Beteiligten (insbesondere von Herrn E. Nienstedt, Osterode) ermittelt sowie durch Autopsie der Funde im Städtischen Museum in Osterode am Harz erkannt werden: zwischen den Dolinen A und B fanden sich auf der freigeschobenen Fläche, d. h. auf der Gipsfelsoberkante, sechs artifizielle Abschläge aus paläozoischem Kiesel-schiefer (aus Harzflußgeröllen), ein Quarzitabschlag stammt aus der Lehmverfüllung in Doline C (*Anding* 1978, Abb. 3), ein Kiesel-schieferabschlag aus Doline D. Darüberhinaus erwähnt *Anding* (1978, 5) ohne genaue Dolinenzuweisung noch zwei Kiesel-schieferartefakte und einen "handteller-großen, scheibenförmigen Stein mit einer scharfen Kante". Mehrere Tierknochenstücke zeigen artifizielle Spuren, die von Fraßspuren z. B. der Hyäne unterschieden werden können: ein Schulterblatt aus Doline A weist diverse Schnitt- oder Hackkerben auf, in Doline B finden sich auf einem Knochenstück ebenfalls mehrere Schnittkerben (Abb. 2,1), ein Knochengelenkansatz ist artifiziell ausgehöhlt und weist ein Schlagnarbenfeld auf, auf einem Kugelgelenk befinden sich mehrere Schnitt- und Hackkerben, gebündelt in drei unterschiedlichen Ausrichtungen (Abb. 2,2). Auf drei Mammutstoßzahnfragmenten aus Doline B und einem aus Doline D, deren Oberflächen spiegelnd glatt erhalten sind, befinden sich zahlreiche Ritzspuren und Kratzer (Abb. 3), die nicht nur von der einstigen Beanspruchung durch das Tier herrühren, sondern offensichtlich später vom Menschen, wohl mit scharfkantigen Silices, angebracht worden sind<sup>1</sup>. Ebenfalls in Doline B zeigte sich der eigenartige Befund, daß in einem Mammut-schädelteil - eventuell anthropogen verursacht - ein Hornzapfen (Tierart ?) mit der Spitze voran steckte. In Doline C



Abb. 2.1:



Abb. 2.2:

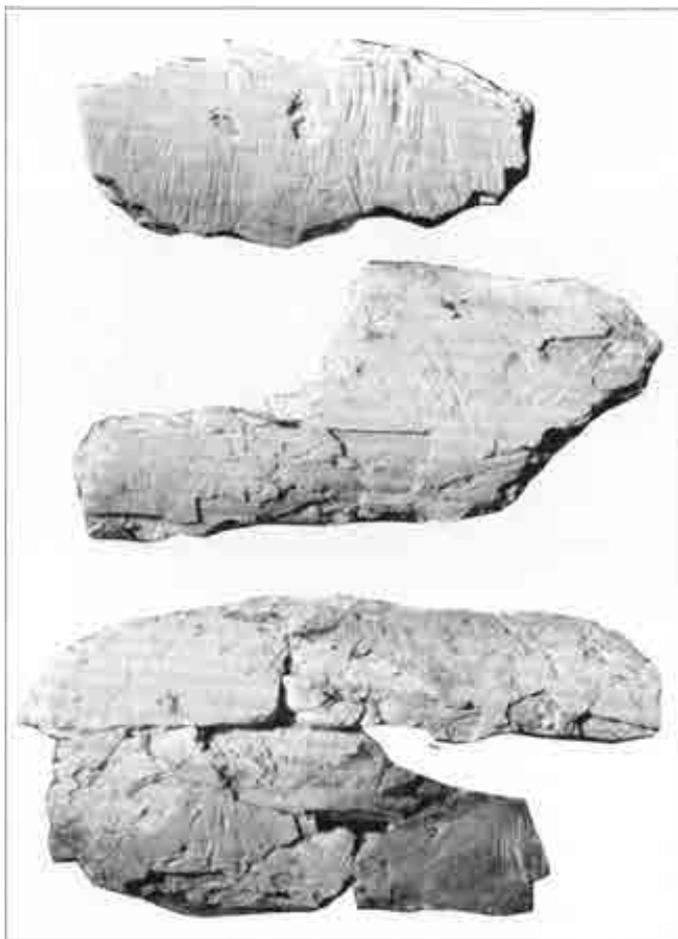
**Abb. 2. Großsäugerknochen mit artifiziellen Schnitt- und Hackkerben aus der Doline B im ehemaligen Gipswerk "Peinemann" bei Förste. Untersuchung 1975.**

wurden bei ca. 3 - 3,20 m Tiefe unter Oberfläche zwei dünne Schichten mit Anreicherung von Holzkohlen beobachtet, was auch in anderen Dolinen benachbarter Steinbrüche vom Verfasser wiederholt festzustellen war.

Bereits zwischen 1930 und 1940 wurde in einer Doline im Gipsbruch Peinemann ein 42 cm langes Mammutstoßzahnstück gefunden, das vom Men-

schen (O. Sickenberg, Paläontologe im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung Hannover: "mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit...") bearbeitet ist: auf der Innenseite der Krümmung des Zahns sind zwei Höhlungen von 6,5 cm und 11,5 cm Länge dicht hintereinander ausgeschliffen, die Ränder der Löcher sind glatt gerundet (*Anding* 1970).

<sup>1</sup> Ein Zahnfragment hat Prof. Dr. G. Bosinski, RGZM Forschungsstelle Altsteinzeit, Schloß Monrepos bei Neuwied, vorgelegen; mündlich bestätigte er im Juni 1980 den artifiziellen Charakter der Schnittspuren (Telefonat mit Dr. H. Schirinig, Niedersächsisches Landesmuseum Hannover). Ähnliche und vermutlich artifizielle Schnittspuren auf einem Mammutstoßzahnstück aus dem Braunkohle-Tagebaugelände von Schöningen, Gde. Esbeck, Ldkr. Helmstedt (*Grote und Thieme* 1985, 54 u. Abb. 1,3).



**Abb. 3:** Mammutstoßzahnfragmente mit artifiziellen Schnittspuren. Doline B im ehemaligen Gipswerk "Peinemann" bei Förste. Untersuchung 1975.



**Abb. 4:** Rengeweihefragmente mit artifiziellen Hack- und Schnittmarken. Schlotte im Gipswerk "Niedersachsen" bei Förste. Untersuchung 1985.

**Förste, Ldkr. Osterode am Harz, Gipsbruch an der B 241 (am Weißen Stein, ehem. Werk "Niedersachsen")**

1963 wurden durch O. Sickenberg aus der Verfüllung einer angeschnittenen Doline bei rund 6 m Tiefe unter heutiger Oberfläche zahlreiche glaziale Tierknochenreste geborgen (Sickenberg 1963; Anding 1978). Vorhanden waren z. B. die fragmentierten Schädel und sonstige Skeletteile eines Wollhaarnashorns und eines Steppenbisons, weitere Knochen stammen vom Wildpferd, Höhlenlöwen und Ren. Einige der Röhrenknochen erschienen anthropogen gespalten, auf einem Knochen befinden sich vermutlich anthropogene Schlag- oder Hackkerben. Im Zusammenhang der Knochenansammlung fanden sich auch ein Kieselschieferabschlag sowie

mehrere ortsfremde Buntsandsteinplatten (Anding 1978, 2f.). Auf der Gipsfelfsoberfläche (ca. 1 m unter Oberfläche) wurde neben der Doline ein Flintabschlag aufgelesen (Anding 1974, 7f.).

Bei Untersuchungen des Steinbruchs durch E. Nienstedt und Verfasser im April und Mai 1979 wurden aus zwei Dolinen Knochenfragmente geborgen, bestimmbar waren u. a. Reste von Wollhaarnashorn<sup>2</sup>. Aus der Verfüllung einer der Dolinen stammt auch ein Kieselschieferabschlag mit fazettierter Schlagfläche (Levalloisabschlag). Die zweite Doline enthielt im oberen Bereich ihrer rotbraunen tonigen Lehmverfüllung einen rund 20 - 40 cm mächtigen Anreicherungs-horizont von Holzkohlen.

Im östlichen Teil des Steinbruchs (nordöstliche Abbauwand) entdeckte E.

Nienstedt 1985 eine Schlotte mit zahlreichen Knochen und -splintern. Die Schlotte ist in der Abbauwand rund 10 m hoch angeschnitten, ihre weitere Tiefe bleibt unklar. Die Hohlform ist im oberen Teil dolinenförmig weit, Durchmesser hier bis mindestens 10 m, im unteren Teil verengt sie sich bis auf rund 0,40 m Durchmesser. Die von E. Nienstedt geborgenen Knochenfunde und die Artefakte verteilen sich zwischen 2 m und rund 8 m unter heutiger Oberfläche. Als Tierarten sind nachgewiesen: Wollhaarnashorn, Steppenbison, Wildpferd (u. a. juvenil), Ren (u. a. juvenil), Riesenhirsch. Durch Verbißspuren an einem Nashornknochen ist die Höhlenhyäne indirekt belegt. Zwei Renstangenstücke weisen eine einfache anthropogene Schnittkerbe (Abb. 4, 1 und 2), ein Stück mehrfache Schnitt-

2 Bestimmung durch Dr. U. Staesche, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung Hannover.

kerben und -stellen auf<sup>3</sup> (Abb. 4,3), ein Knochensplitter zeigt längsverlaufende Schnittspuren. Als Silices liegen vor: ein Flintabschlag, in situ unmittelbar unter einem Wildpferdunterkiefer bei ca. 8 m unter Oberfläche, ein honigfarbenes Flintbruchstück, ein Kieselschieferabspliß, ein Kieselschiefergeröll mit -verrundeter - Bruchkante, zwei scharfkantige Quarzittrümmer, ein Gipsmakroabschlag, keilförmig, mit dorsalen Abschlagnegativen, als Artefakt fraglich. Die Schlotte verbleibt bis auf weiteres unausgegraben.

Bei einer Begehung des Steinbruchs im April 1997 konnte Verfasser aus einer angeschnittenen Doline in der östlichen Abbauwand wenige Knochensplitter von mittelgroßen bis großen Säugern sowie ein Kieselschieferartefakt bergen.

#### Ührde, Ldkr. Osterode am Harz, Gipsbruch am Hannersberg

Der Gipsbruch der Fa. Knauf wurde im April und Mai 1979 durch E. Nienstedt und Verfasser begangen. Aus verschiedenen Schloten- und Dolinenfüllungen ergaben sich eiszeitliche Faunenreste (u. a. vom Riesenhirsch und Ren<sup>4</sup>). Aus einer in der nördlichen Abbauwand angeschnittenen Schlotte konnten aus der herausgerutschten Lehmverfüllung zwei Kieselschieferabschläge aufgelesen werden.

Im April 1997 fand der Verfasser in der Verfüllung einer Doline in der südlichen Abbauwand neben sporadischen, unbestimmbaren Großknochensplittern einen Makroabschlag aus anstehendem Gips mit fazettierter Schlagfläche; wegen der ausgeprägten Schlagmerkmale (ventraler Bulbus, dorsale negative Abschlagflächen, präparierter Schlagflächenrest) ist der Artefaktcharakter sehr wahrscheinlich. Die Dolinenfüllung enthielt im oberen Teil (ab 1 m unter Oberfläche) viele Holzkohlepartikel der holozänen Laubgehölze Esche, Eiche und Linde.

#### Ührde, Ldkr. Osterode am Harz, Gipsbruch östlich des Dorfes

Im Zuge der Begehungen im Mai 1979 und April 1997 wurden zahlreiche an-



Abb. 5.1:



Abb. 5.2:

**Abb. 5. Ührde, Ldkr. Osterode am Harz. Gipsbruch östlich des Dorfes. Untersuchung der Dolinenverfüllungen Mai 1979. 1: Mehrere in der Steinbruchkante angeschnittene Dolinen mit dunkler Lehmverfüllung, darin vereinzelt Fossilfunde. 2: Oberer fundführender Teil der Lehmverfüllung einer Doline, darin Großsäugerreste und Holzkohlen.**

geschnittene Schloten- und Dolinenverfüllungen untersucht (Abb. 5). Vier Stellen lieferten faunistische Reste (vereinzelt im Skelettverband), nachgewie-

sene Arten: Wollhaarnashorn, Steppenbison, Wildpferd, Ren, Höhlenhyäne, Wolf<sup>5</sup>. Die fundreichste Doline enthielt zudem zahlreiche Holzkohlepartikel,

3 Gleichartige Hack- und Schnittkerben fanden sich auf mehreren Rengeweihestangen aus einer magdalenienzeitlichen Fundschicht vor dem Abri Stendel XVIII bei Groß Schneen, Landkreis Göttingen (Grabung Juli 1997).

4 Wie Anm. 2.

5 Wie Anm. 2.

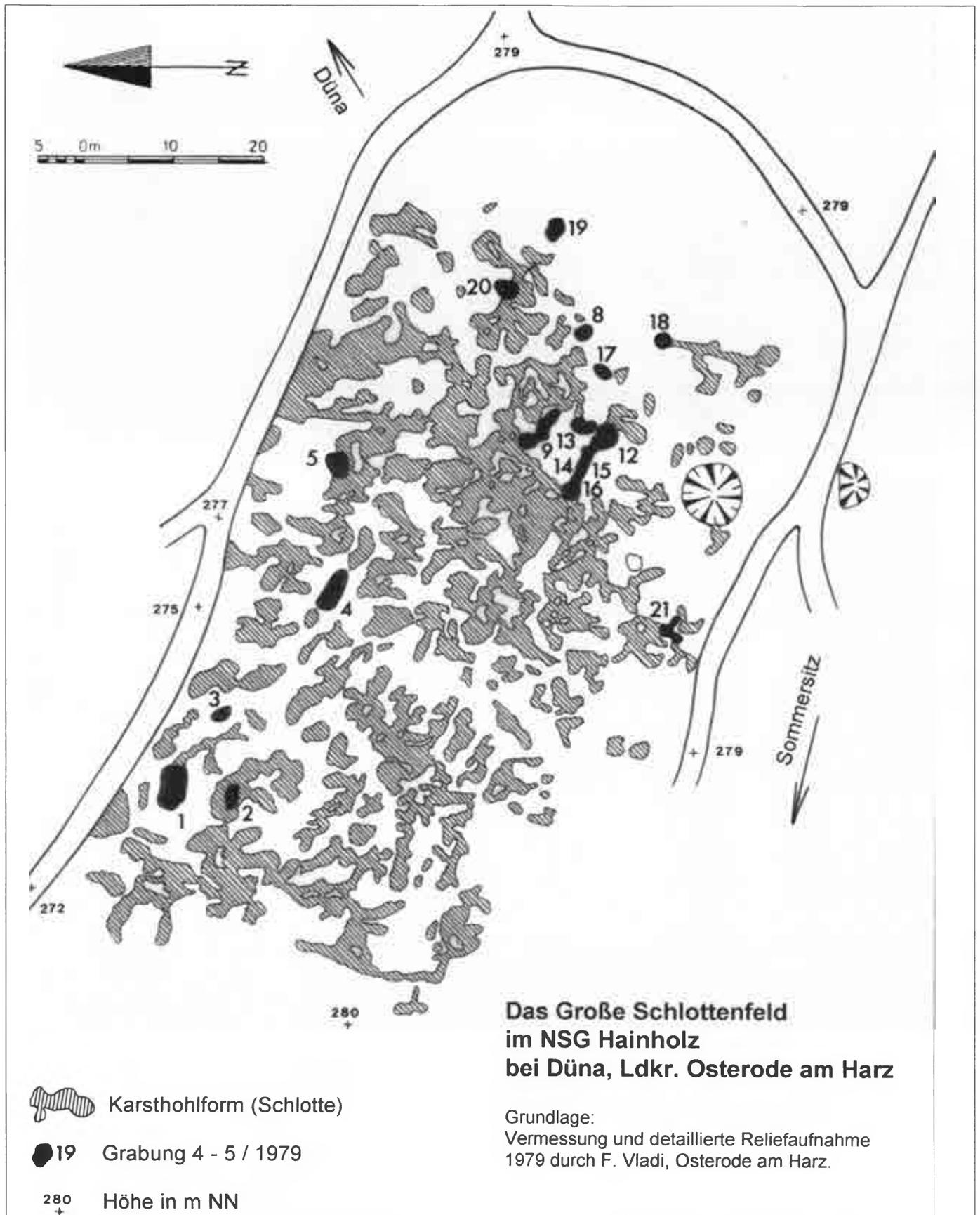


Abb. 6: Lageplan des Schlottenfeldes am Sommersitz im NSG Hainholz bei Düna, Ldkr. Osterode am Harz. Schwarz gezeichnet und numeriert sind die 1979 ausgegrabenen Schloten.

eine andere Doline mit Knochen ergab ebenfalls - wenige - Holzkohlen.

## II. Archäologische Untersuchungen im Schlottenfeld im NSG Hainholz bei Düna

Zwischen 1751 und 1753 fanden Bauern beim Gipsmergelgraben für Düngezwecke an einer Stelle bei Düna zwischen Osterode und Herzberg zahlreiche fossile Großsäugerknochen. Sie gelangten zumeist nach Göttingen zu Professor Samuel Christian Hollmann an der dortigen, wenige Jahre vorher gegründeten Universität, der die Knochen als Reste von mehreren, mindestens drei Nashörnern bestimmte<sup>6</sup>. Hollmann untersuchte und beschrieb 1752 die Fundstelle vor Ort mit derart genauen Angaben (Schlottenfeld am "Kaestners Kopf" nahe der Jettenhöhle), daß eine heutige Lokalisierung möglich wurde (Vladi 1978, 32 ff.; ders. 1979). Es handelt sich um ein zusammenhängendes Schlottenfeld im Naturschutzgebiet Hainholz rund 600 m westlich von Düna, am flach auslaufenden Nordabhang eines markant aufragenden Gipskegels, des "Sommersitzes" (1785 hier: "Karsten Jägerkopf", Anfang 19. Jahrhundert: "Kaestners Kopf"). Hier sind im Gelände streckenweise noch die Spuren des ehemaligen Mergelgrabens erkennbar. Der Mergel, ein sandig-körniges Karbonat-Grus glazialer Bildung in den Schlotten, diente der Ertragsverbesserung und Unkrautbekämpfung auf den Feldern der Umgebung. Das Schlottenfeld (auch: Karrenfeld) ist trotz der starken Auffüllung mit holozänem Bodenmaterial an der Oberfläche mit seinem engen, wabenartigen Netz kleinräumiger Karsthohlformen und dazwischenstehenden, rund 0,1 - 1 m hoch aufragenden Gipsfelsriegeln deutlich ausgeprägt (Abb. 6); ob derzeit eine weitere Auslaugung der Schlotten und damit eine kontinuierliche Absenkung der Oberfläche stattfindet, ist unbekannt.

Nach der relativ eng eingrenzbaeren Lokalisierung durch Vladi (1979) auf das große Schlottenfeld am Sommersitz, d.

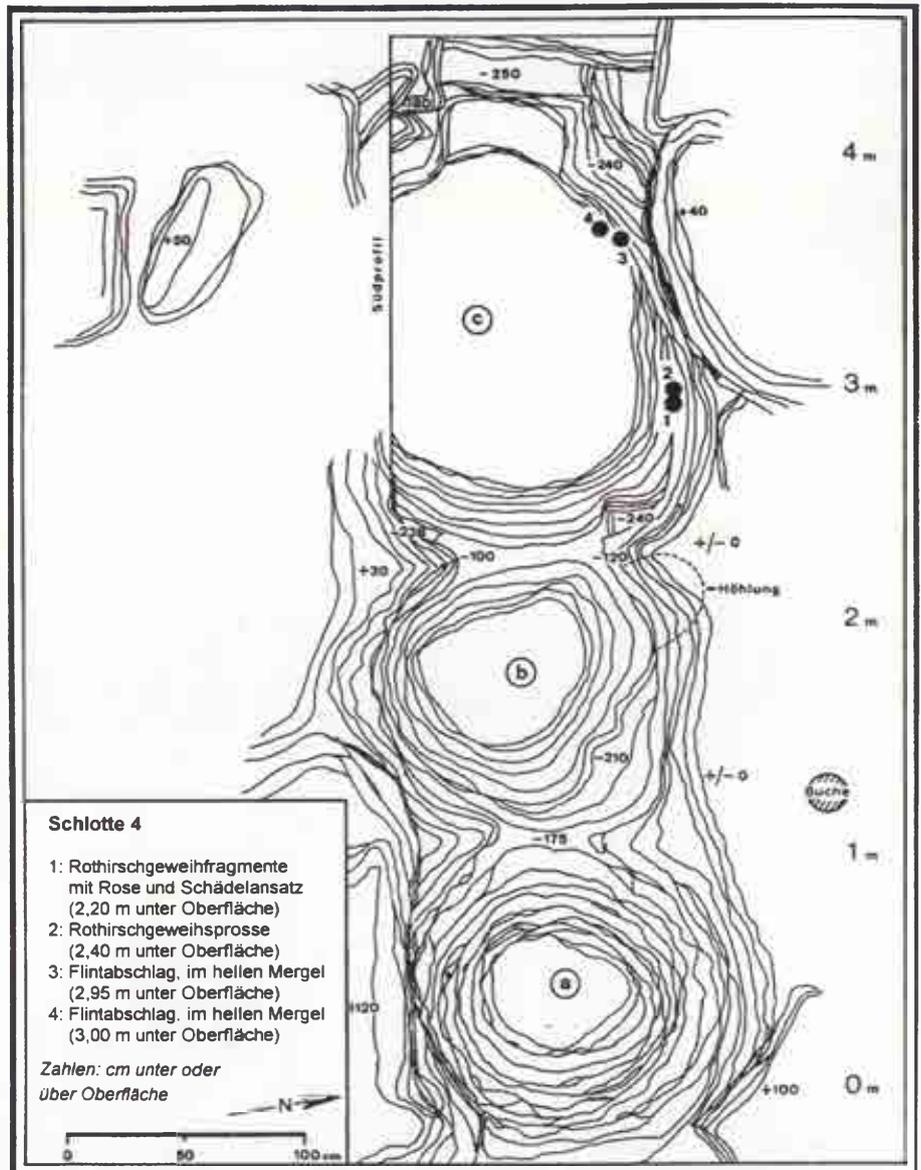


Abb. 7: Detailplan der ausgegrabenen Schlotte Nr. 4. Grabung 1979 im Schlottenfeld im NSG Hainholz bei Düna.

h. auf ein Areal von nur rund 100 m x 60 m Ausdehnung, wurde durch das Niedersächsische Landesverwaltungsamt Hannover, Institut für Denkmalpflege, unter Leitung des Verfassers und in Zusammenarbeit mit dem Landkreis Osterode am Harz (F. Vladi) vom 24. 4. bis 25.5.1979 eine archäologische Probegrabung durchgeführt (Grote 1979 a;

ders. 1979 b). Die Untersuchung hatte zum Ziel, die geo- und pedologischen Verhältnisse zu klären und paläontologisches Knochenmaterial aufzufinden. Letztlich wurden Hinweise auf anthropogene Einwirkungen erhofft, da die Fundsituation von 1751/53 - mehrere Wollhaarnashörner in nur einer Schlotte - und die zerklüftete Geländefläche

6 Die bislang gültige Erklärung solcher exotischer Großsäugerreste als Sintflut-verschleppte Kadaver wurde daraufhin als absurd erkannt, und mit der Interpretation als ausgestorbene Tiere einer einstigen örtlichen Fauna verbanden sich die Anfänge einer wissenschaftlichen Paläontologie. Der Göttinger Anatom Johann Friedrich Blumenbach, in Deutschland Begründer der wissenschaftlichen Säugetierpaläontologie, definierte kurz nach 1800 anhand der Nashornknochen von Düna die ausgestorbene Art als *Rhinoceros antiquitatis* (Blumenb.), heute: *Coelodonta antiquitatis* (Blumenb.), desgleichen anhand eines umfangreichen Fundkomplexes fossiler Großsäugerknochen (vor allem vom Elefanten) aus dem Gipskarst bei Uhrde die Art *Mammonteus* (heute: *Mammuthus*) *primigenius* (Blumenb.).



Abb. 8.1:



Abb. 8.2:

**Abb. 8. Schlotte Nr. 9 im Schlotenfeld im NSG Hainholz bei Düna. Ausgrabung 1979. 1: Freilegung der Fundschicht des frühen Holozäns mit Steinbeil bzw. Fellschaber (1,0 - 1,1 m unter Oberfläche). 2: Seitenansicht nach weiterer Ausgrabung auf 1,8 m unter Oberfläche.**

auf einen paläolithischen Jagdzusammenhang - mit natürlichen Fallgruben - schließen ließ.

#### Die Grabung

Da zu erwarten war, daß sich der Großteil des Schlotenfeldes durch das Mergelgraben der Bauern in den letzten Jahrhunderten in einem veränderten, gestörten Zustand befindet, mußten anfangs mit Hilfe von rund 50 Bohrungen die Schloten herausgesucht werden, die noch eine intakte, ursprüngliche Verfüllung aufweisen. Auf diese Weise ergaben sich sechzehn Schloten unterschiedlicher Form, Größe und Tiefe, die alle untersucht wurden (vgl. Lageplan Abb. 6). Während der Abgrabung der rund 1 - 1,5 m mächtigen holozänen, stark humosen Deckschicht in den Hohlformen ergaben sich bei einzel-

nen Schloten zusätzliche Unterteilungen durch auftauchende Gipsfelsriegel, so daß sich im Liegenden mehrere kleinere, zumeist röhrenförmige Teilschloten fortsetzten (z. B. Abb. 7). Abgesehen von vier Schloten, die durch Mergelabgraben gestört waren, wiesen die untersuchten Beispiele einen mehr oder weniger gleich beschaffenen, hier vereinfacht beschriebenen Schichtaufbau auf (vgl. Profil Abb. 10):

0 - 0,2 m u. O.: jüngster, z. T. unzersetzter Rohhumus, Laub;

0,2 m - 0,5 m u. O.: stark durchwurzelte, dunkelbraune Humuserde;

0,5 m - maximal 2 m u. O.: humose, mergelige Braunerde;

darunter bis auf erreichten Gipsfels (wenn nicht erreicht, dann bis mindestens 6,5 m u. O. ergraben bzw. erbohrt): stark karbonatisches, lockeres Residualsediment, heller Mergel ( $\text{CaCO}_3$ ).

Im hellen Mergel sind 1751/53 die Nashornreste gefunden worden. Seine Weichsel-kaltzeitliche Entstehung war damit wahrscheinlich und konnte anhand der geochemischen Untersuchung entsprechender Bodenproben aus der Grabung bestätigt werden (Kempe und Emeis 1979). Konzentrierte sich deshalb die Grabung zuerst verstärkt auf diesen Mergel, so wurde man bald durch Funde bereits in der holozänen Humuserdeverfüllung überrascht.

Schloten mit archäologischem Befund (vgl. Lageplan Abb. 6):

Nr. 4: Längliche Hohlwanne aus drei zusammengewachsenen Einzelröhren, die erst ab 1,75 m bzw. 2,40 m u. O. durch Gipsfelsriegel getrennt waren (Abb. 7). Während eine der Röhren neuzeitlich ausgeräumt war und eine zweite, noch sedimentgefüllte fundleer blieb, ergaben sich in der dritten und mit rund 1,3 m Durchmesser größten Röhre archäologische Funde. Sie wurde bis 6,05 m u. O. ausgegraben, ohne die Felsbasis erreicht zu haben. Im - vermutlich frühholozänen - Übergangsbereich vom humos-dunklen Mergel zum liegenden hellen Mergelgranulat bei 2,2 - 2,4 m u. O. lagen die brüchigen Fragmente eines Rothirschgeweihs mit Rose und Schädelansatz, zudem enthielt das Sediment wenige Holzkohlen. Bei 2,95 - 3 m u. O. fanden sich im weichselzeitlichen hellen Mergel nur 10 cm auseinanderliegend zwei größere Abschlüge aus nordischem Flint (Abb. 11,4 und 5), beide mit dorsalen Cortexrestflächen.

Nr. 9: Komplex aus einer senkrechten, unregelmäßigen Röhre und schmalen, grabenartigem Felsspalt (Abb. 8 und 9). Letzterer wurde nur auf eine Länge von ca. 3 m untersucht, in der SO-Verlängerung verbleibt er unausgegraben. Funde ergaben sich nur am frühholozänen Schichtübergang Humuserde - heller Mergel (vgl. Lageplan Abb. 9 und Profil Abb. 10), sie dürften allgemein in das Meso-Neolithikum zu datieren sein:

- ein geschliffenes dechselförmiges Felsgerät (Beilklinge oder Fellschaber, Abb. 11,3), ovale Grundform, flach mit unregelmäßigen Seitenkanten, im Querschnitt spitzoval, ursprünglich auf gewünschte Form vorgepickt, danach überschleifen, nicht überschleifene Rest-Pickflächen hauptsächlich auf der schwach konkav gemuldeten Unterseite, Schneide dechselförmig aufgewölbt, Material feinkörnige Grauwaacke, Länge 10,2 cm, Breite 5,2 cm, Dicke 1,8 cm;

- ein langdreieckiger messerförmiger Makroabschlag aus dunklem, fast schwarzem nordischem Flint (Abb. 11,1), stumpfer Rücken, etwas gesplitterte Schneidenlängskante, partiell kanten- bzw. flächenretuschierte terminale Spitze;

- basales Bruchstück einer parallelkantigen Klinge aus hellem, milchig durchscheinendem nordischem Flint (Abb. 11,2), dicker Bulbus von hartem Schlag, dorsale Reduktion;

- urgeschichtliche Wandungsscherbe, grobkeramisch, unverziert;

- mehrere Tierknochenfragmente und ein Tierzahn, die Bestimmung ergab eine Zugehörigkeit zu einem mittel- bis kleinwüchsigen Pferd, und zwar zu nur einem Individuum<sup>7</sup>, so daß auf das ursprüngliche Vorhandensein eines vollständigen Exemplares geschlossen werden kann. Die Mehrzahl der Knochen fand sich zusammen mit beiden Flintartefakten und der Scherbe auf engstem Raum zwischen Röhrenschlote und Grabenspalt.

Nr. 12: Felsschacht mit schmalen einmündendem Graben, ab rund 2 m u. O. abrupte Verengung zu senkrechter Röhre, Unterkante bei 3,5 m Grabungstiefe noch nicht erreicht. Wenige cm über dem beschriebenen Schichtübergang fanden sich in der Humuserde zwei urgeschichtliche grobkeramische Wan-

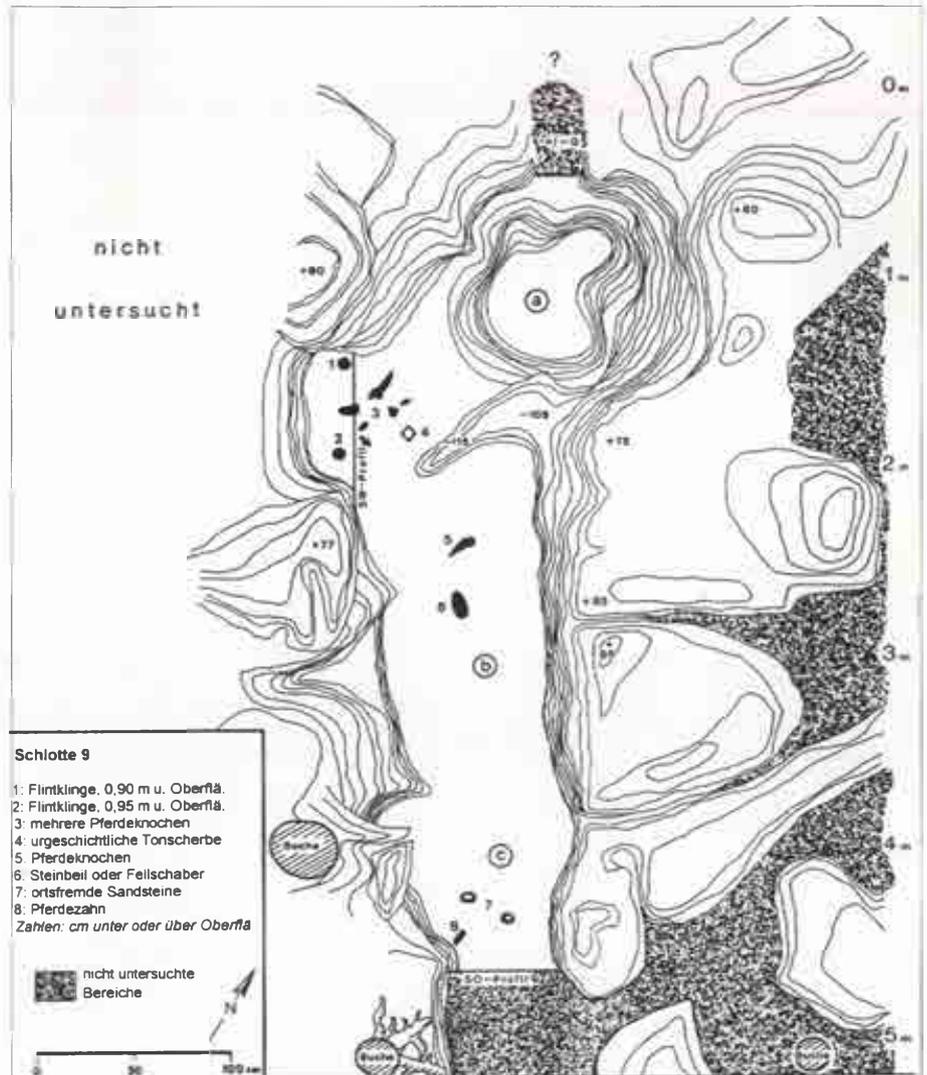


Abb. 9: Schlote Nr. 9 im Schlottenfeld im NSG Hainholz bei Düna. Ausgrabung 1979. Detailplan mit Fundverteilung in der frühholozänen Fundschicht (0,9 - 1,1 m unter Oberfläche).

dungsscherben, ein rundliches Vorkommen weich gebrannten Tones (Durchmesser ca. 40 cm) sowie vereinzelte Holzkohlepartikel.

Abgesehen davon fanden sich in mehreren anderen Schlotten im spätglazial-frühholozänen Schichtübergangsbereich weitere einzelne Knochenreste (in einem Falle vom Schwein) und ortsfremde Steine sowie Holzkohlen. Die wenigen Keramikscherben und das geschliffene Felsgerät<sup>8</sup> aus Schlote Nr. 9 belegen eine Nutzung allgemein im Meso-Neolithikum. Eine normale Besiedlung kommt aufgrund der zerklüfteten, nicht oder nur sehr mühsam begehbaren

Fläche nicht in Frage, ebensowenig eine Interpretation der Fundeinbettung in den Schlotten als Sedimentfallen, wie die in-situ-Befunde in den Schlotten Nr. 9 und 12 verdeutlichen. Denkbar ist aufgrund der Gesamtsituation am ehesten das Modell einer urgeschichtlichen Treibjagd in Richtung auf das natürliche Fallgrubenfeld der Schlottengruben, mit anschließendem Kurzaufenthalt für Bergung oder Zerlegung der Beute.

Die Funderwartung eiszeitlicher Knochenreste im hellen Gipsmergel erfüllte sich - mit Ausnahme eines unbestimmbaren Splitters - nicht, geborgen wurden hier nur die beiden Flintab-

7 Wie Anm. 2.

8 Das geschliffene Felsgerät erinnert in Form und Machart an Fellschaber aus dem ethnographischen circumpolaren Bereich, vgl. beispielsweise Birket-Smith 1956, Fig. 67 a - c.

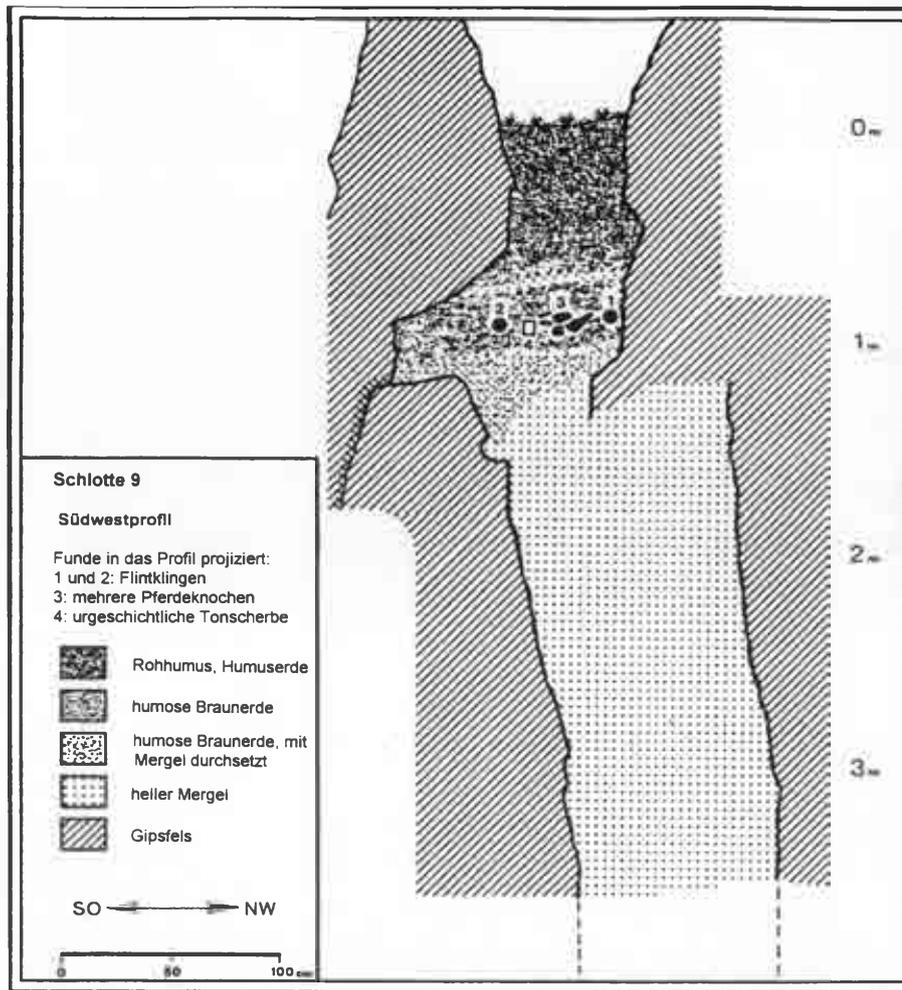


Abb. 10: Profil durch die Schlotte Nr. 9, Schlottenfeld im NSG Hainholz bei Düna. Ausgrabung 1979.

schläge sowie sporadisch Holzkohlepartikel. Die umfangreichen Nashornreste von 1751/53 und die Flintartefakte können dennoch mit hoher Wahrscheinlichkeit in den Deutungszusammenhang einer weichselzeitlichen paläolithischen Begehung des Platzes gebracht werden. Dabei ist auch hier aus den gleichen vorgenannten Gründen nicht mit einem Lagerplatz, sondern offensichtlich mit einer Fallgrubenjagdnutzung zu rechnen.

**Die Funde aus dem Gipskarst: Hinweise auf paläolithische Fallgrubenjagd ?**

Die aus dem Gipskarst am südwestlichen Harzrand bislang bekanntgewordene Bandbreite der Säugetierfauna umfaßt mit wiederholten Fundnachweisen die Arten Mammut (*Mammuthus primige-*

*nus*), Wollhaarnashorn (*Coelodonta antiquitatis*), Riesenhirsch (*Megaloceros giganteus*), Ren (*Rangifer tarandus*), Wildpferd (*Equus sp.*), Steppenbison (*Bison priscus*), Wolf (*Canis lupus*), Höhlenhyäne (*Hyaena spelaea*), Höhlenlöwe (*Panthera spelaea*), dazu verschiedene Kleinsäugerarten kaltzeitlicher Prägung. Das insoweit einheitliche Artenspektrum verweist im weichselzeitlich eisfreien mitteleuropäischen Raum, speziell in Südniedersachsen, nach derzeitigem Kenntnisstand mit großer Wahrscheinlichkeit zeitlich auf das frühe bis mittlere Weichselglazial (vgl. Abb. 12). Identisch ist beispielsweise das Faunenspektrum auf dem frühweichselzeitlichen mittelpaläolithischen Lagerplatz von Salzgitter-Lebenstedt, datiert auf ca. 50 000 B.P. (Grote und Thieme 1985; Staesche 1991). Die

faunistische Fundvergesellschaftung, zusammen mit Kleinsäugern und Mollusken, der Grabungen 1974/75 in den Dolinen bei Förste, Gipsbruch Peinemann (siehe oben) stellten die Bearbeiter in die mittlere Weichselzeit (Jahnke und Denecke 1975). Eine Bestätigung der frühen Datierung ergibt sich andererseits durch den Umstand, daß nach dem folgenden Höchststand des letzten Glazials (ca. 30 000 - 20 000 B.P.) einige der Arten seltener auftreten bzw. ganz fehlen, so das Mammut, Wollhaarnashorn und der Riesenhirsch (v. Koenigswald und Hahn 1981; v. Koenigswald und Heinrich 1996; Kind 1991; Joger 1994). Gleiches gilt für die Höhlenhyäne, die nach dem Hochglazial in unserem Gebiet vermutlich nicht mehr vorkommt (v. Koenigswald und Hahn 1981, 89; v. Koenigswald 1983, 200).

Die oben aufgezählten Funde und Befunde weichselzeitlicher Tierreste in Verbindung mit anthropogenen Elementen (Artefakte, Knochenbearbeitungsspuren) aus den Lehm- und Mergelverfüllungen ehemaliger Karsthohlformen sind in ihrer Bilanz offenkundig nicht als Zufallsergebnisse zu bewerten. Vielmehr legen alle Umstände eine archäologische Interpretation hinsichtlich wildbeuterischen Jagdverhaltens nahe, worauf bereits früher vereinzelt hingewiesen wurde (Anding 1974; ders. 1978; Grote 1979). Aufgrund der angesprochenen zeitlichen Stellung des Faunenspektrums handelt es sich um Vorgänge allgemein des Mittelpaläolithikums<sup>9</sup>. Wenn eine paläolithisch-wildbeuterische Einwirkung auch nicht für alle übrigen, ausschließlich paläontologischen Fundstellen im Gipskarst des Südharzrandes (und anderer Landschaften) schlechthin in Anspruch genommen werden kann, so bleiben für die in dieser Arbeit beschriebenen Fälle aber folgende Modelle mit einem hohen Grad an Wahrscheinlichkeit diskussionsfähig:

1. In der kaltzeitlichen Steppentundra des südwestlichen Harzvorlandes lagen im Bereich der Gipskarstlandschaft zahlreiche, z. T. flächendeckend und dann mit oft nur ca. 20 - 30 m Zwischenabstand verteilte Dolinen- und Schlottentrichter offen; ihre oberen Durchmesser reichten von 1 bis über 20 m, die Tiefen schwankten zwischen wenigen Dezimetern und vermutlich maximal 3 m, die tieferen Teile der Hohl-

9 Möglich wäre auch ein frühes Jungpaläolithikum, was aber archäologisch im südlichen Niedersachsen bislang nicht sicher nachzuweisen ist.

formen (bis über 20 m möglich) waren bereits mit Verwitterungslehm des Gipses, Dolomitschutt und äolischem Löß fest verfüllt. Beim sommerlichen kurzzeitigen Auftauen des Permafrostbodens verwandelten sich die Lehmfüllungen im oberen Bereich in einen plastischen, zähflüssigen aufquellenden Brei, und durch Bodenfließen geriet von den Seiten her zusätzliches Oberflächenmaterial in die Dolinen, was sie einerseits tiefgründig machte, andererseits zur sukzessiven Verfüllung führte. Diese offenen, vermutlich durch Krautvegetation verdeckten Trichtermulden stellten in der Steppentundra tückische Fallen besonders für das Großwild dar, und ein im Sommer hineingeratenes Tier konnte sich aus dem Lehmbrei kaum mehr befreien und über den Dolinenrand an die Oberfläche retten (Abb. 13). So lassen sich die zahlreichen Tierfunde darin im allgemeinen erklären (vgl. Sickenberg 1963, 25). Paläolithische Jäger- und Sammlergruppen (ebenso wie Höhlenhyänen) nutzten häufig diese Gelegenheit der Großwildbeute und weideten die verendeten bzw. erlegten Tiere an Ort und Stelle aus. Der größte Teil der Skelettüberreste verblieb im Morast der Doline, einige Knochen, manchmal das komplette Skelett, wurden luftdicht eingebettet und konserviert. In diesem Modell verhalten sich die Wildbeuter passiv und nutzen nur die gelegentlichen Chancen natürlicher Unglücksfälle, in Konkurrenz mit Hyänen und anderen Fleischfressern (z. B. Wolf).

2. Das zweite Modell stellt ergänzend die aktive Mitwirkung des Menschen in die beschriebene Grundsituation. Wenn auch durch keine Indizien belegbar, ist die gezielte Treib- und Drückjagd in Richtung der Dolinenfelder doch sehr wahrscheinlich, vor allem auf das Großwild. Dies ist gleichermaßen für die Jagd auf das einzelne oder in Kleingruppen auftretende Wild, also Mammut, Wollhaarnashorn und Riesenhirsch, wie auf das Herdenwild

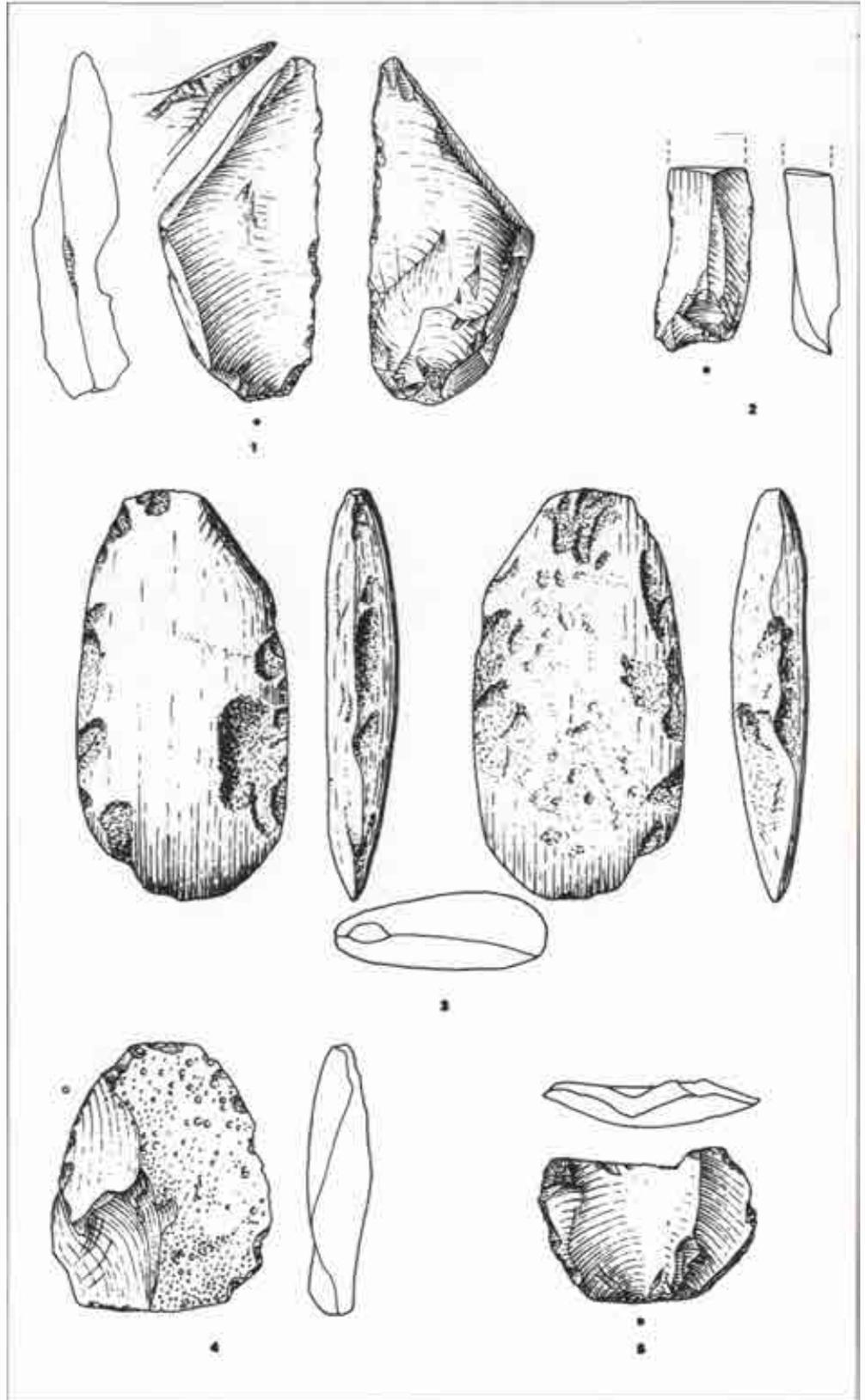


Abb. 11: Steingeräte aus der Ausgrabung 1979 im Schlottenfeld bei Düna (NSG Hainholz). M. 1:2. 1 - 3: Schlotte Nr. 9, Fundschicht des frühen Holozäns (Flintgeräte und Beilklinge bzw. Fellschaber aus Felsgestein); 4 - 5: Schlotte Nr. 4 c, weichselzeitliche Mergelfüllung (mittelpaläolithische Flintabschläge).

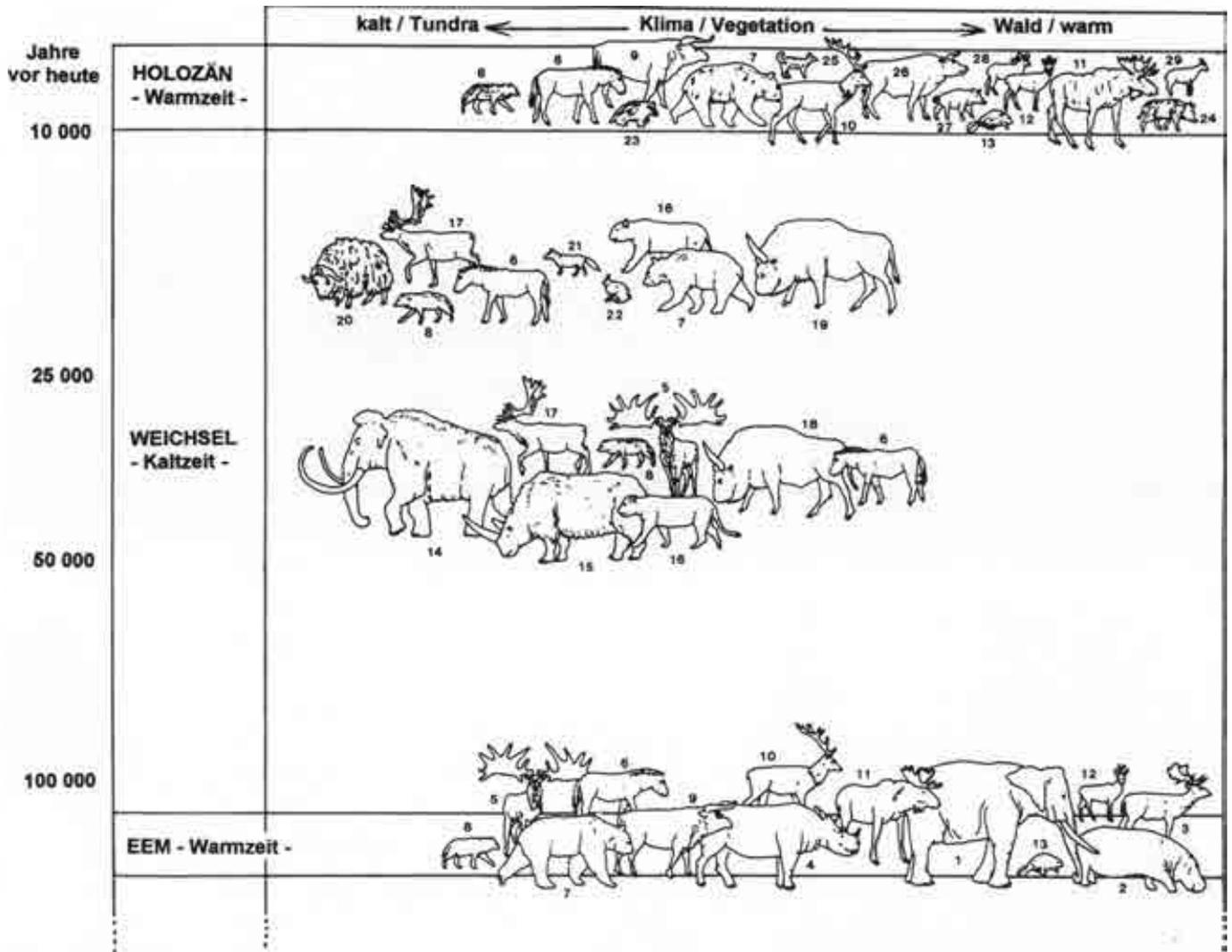


Abb. 12: Übersicht der jungpleistozänen Faunenentwicklung (Mammalia, große und mittelgroße Arten) in Niedersachsen. Nach STAESCHE 1991. In der mittleren Phase des Weichsel-Glazials alle Arten, die in den Dolinen des Gipskarstes bei Osterode vorkommen.

1: Waldelefant, 2: Flußpferd, 3: Damhirsch, 4: Mercksches Nashorn, 5: Riesenhirsch, 6: Wildpferd, 7: Braunbär, 8: Wolf, 9: Ur, 10: Rothirsch, 11: Elch, 12: Reh, 13: Biber, 14: Mammut, 15: Wollnashorn, 16: Höhlenlöwe, 17: Ren, 18: Steppenbison, 19: Bison sp., 20: Moschusochse, 21: Eisfuchs, 22: Schneehase, 23: Dachs, 24: Wildschwein, 25: Haushund, 26: Hausrind, 27: Hausschwein, 28: Schaf, 29: Ziege.

(Ren, Pferd, wohl auch Steppenbison) plausibel. Die Dolinen sind - für paläolithische Wildbeuter unübersehbar - natürliche und ideale Fallgruben, besonders wenn diese in günstigen Landschaftsbereichen, z. B. in Engpaßlage und flankiert von schwer zugänglichen Steilhängen, und dabei in flächiger dichter Verteilung vorhanden waren. Ob die Treibjagd mit Feuer, eventuell mit Flächenbrand der Grastundra, unterstützt wurde, ist aufgrund der wiederholt nachgewiesenen Holzkohleanreicherungen in den fundführenden Dolinen denkbar. Im Falle solcher jagdstrategischer Vorgehensweise ist die

Fallgrubenjagd unabhängig von den sommerlichen Auftauphasen des Permafrostbodens und der Versumpfung der Dolinenkessel, denn viele Dolinen besaßen mit ihren Felskanten eine schroffe, wenn auch nicht sehr tiefe Kraterform, und das hier in Panik hineinstürzende Wild wurde zumeist erheblich verletzt und konnte problemlos erlegt werden. Die häufig festgestellte Vergesellschaftung der Skelettreste mehrerer Großsäugerarten in einer Doline ist durch gezielte menschliche Treibjagd, die ein erfolgversprechendes Dolinenfeld wiederholt nutzt, plausibler erklärbar als allein durch die Ver-

kettung mehrerer natürlicher Unglücksfälle.

Die Dolinen waren offenkundig am Ende des Weichselglazials, vermutlich sogar bereits vor dem Hochglazial, weitgehend zusedimentiert, so daß es nur noch vereinzelt zu Fundeinbettungen faunistischer Reste kam. Anhaltspunkte für jungpaläolithische oder jüngere Jagdbefunde sind nicht erkennbar.

Eine Sondersituation ist mit dem Schlottenfeld im heutigen Naturschutzgebiet Hainholz bei Düna gegeben. Wie oben beschrieben, weisen die aus dem 18. Jahrhundert überlieferten weichselzeitlichen Großsäugerreste in Verbin-



Abb. 13: Schematisches Block- und Panoramabild zur Fundsituation der weichselzeitlichen Säugetiere in den Dolinen des Gipskarstes am südwestlichen Harzrand bei Osterode (Zeichnung A. Subatzus). Nach Jahnke und Denecke 1976.

dung mit den Grabungsbefunden und -funden von 1979 ebenfalls auf eine jagdstrategische Nutzung als Fallgrubenfeld hin. Die gezielte Treibjagd auf die zusammenhängende Fläche wabenförmig angeordneter Schloten mit ihren Gipsfelsriegeln führte hier unweigerlich zu erheblichen Stürzen und Verletzungen des einbrechenden Wildes, das danach leicht erlegt werden konnte. Die bei der Grabung im weichselzeitlichen Mergel gefundenen Flintartefakte sind als mutmaßliche Werkzeuge zum Aufbrechen des Wildes anzusehen. Zur anschließenden Einsedimentierung der Jagdreste kam es in den Schloten aufgrund der gegenüber den Dolinen andersartigen Verfüllungsverhältnisse nur ausnahmsweise. Hinweise auf eine engere zeitliche Eingrenzung der paläolithischen, nur allgemein weichselkaltzeitlichen Jagdnutzung sind - auch über die Flintfunde - noch nicht möglich, wenn auch durch die Nashornreste eine eher mittelpaläolithische Zeitstellung angedeutet ist.

Das Grabungsergebnis macht aber auch wahrscheinlich, daß noch im frühen Holozän, bis in neolithische Zeit, das Schlottenfeld zur Fallgrubenjagd genutzt wurde. Anders als bei den Dolinentrichtern haben sich die Schloten nicht vollständig zusedimentiert. Wegen des Gleichstandes zwischen fortschreitender basaler Gipslösung oder erdfallartiger Sedimententleerung in unterirdische Auslaugungshohlräume einerseits und hangender permanenter Nachverfüllung andererseits besaßen die Schloten im Frühholozän noch Tiefen zwischen 1 - 2 Metern, was für eine Fallgrubennutzung ausreichend ist.

#### Bewertung

Der archäologische Nachweis für die paläolithische Fallgrubenjagd - mittels natürlich vorhandener Gruben - ist trotz der beschriebenen Befunde letztlich noch nicht beizubringen, was aus der Sache heraus ohnehin kaum möglich ist. Dies gilt generell für die Jäger- und

Sammlergruppen aller urgeschichtlichen Zeiten, verifizierte Befunde sind bislang nirgends gegeben. Versuche, solche auf archäologischem Wege zu erkennen, bleiben entweder unwahrscheinlich, so für ein angebliches Fallgrubensystem am Talrand der Vézère im Périgord (Hauser 1917, 63 ff.) oder hypothetisch und mehrdeutig, wie bei einigen anthropogenen Gruben mittelpaläolithischer Zeitstellung in der Ziegeleigrube Dreesen in Rheindahlen (Thieme 1979). Ein indirekter Nachweis könnte über die Auswertung der faunistischen Jagdbeutereste (vor allem Mammut) auf einem Lagerplatz möglich sein, wenn hier ein überproportional hoher Anteil juveniler Tier festzustellen ist; da die Jungtiere zumeist dem Rudel voranlaufen, sind sie die häufigsten Opfer von Fallgruben (vgl. Fundplatz Taubach im Ilmtal bei Weimar, Soergel 1922).

Daß mindestens seit dem Mittelpaläolithikum mit den erkennbaren komplexen, weit entwickelten Sozial- und

Kommunikationsstrukturen auch ein differenziertes jagdstrategisches Verhalten - unter anderem mit der Treib- und Drückjagd sowie mit Fallgruben - vorauszusetzen ist, wird inzwischen mehr angenommen als noch bezweifelt (vgl. *Bosinski* 1985, 35; *Hamm* 1925; *Lindner* 1950, 151 ff.; *Müller-Karpe* 1966, 149 f.). Dies gilt besonders für die Jagd auf alle großen Pflanzenfresser, so die Herdentiere Wildpferd und Bison, schwieriger gestaltete sich die Fallgrubenjagd sicherlich auf Mammut und Wollhaarnashorn. Fraglich bleibt eher, ob wegen des Permafrostbodens mit künstlich angelegten Fallgruben zu rechnen ist und stattdessen natürliche Situationen wie Dolinen- und Schlottenfelder, aber auch Felsabstürze, Engpässe, Sümpfe ausgenutzt wurden. Ethnographische Befunde der Fallgrubenjagd sind bei rezenten Wildbeutern vergleichbar vorhanden, und zwar im subarktischen Bereich (auf Rentiere) mit komplexen Grubensperrsystemen, lenkenden Jagdzäunen und Steinreihen, oder im tropischen/subtropischen Bereich auf Elefanten (Pygmäen, Hottentotten). Für das europäische Jungpaläolithikum sind Fallgruben zwar ebenfalls noch nicht belegt, aber es kann prinzipiell auf den Befund von Solutré im Rhonetal verwiesen werden, wo vermutlich - offenkundig über einen langen Zeitraum hinweg - die Treibjagd auf Wildpferde über den Felskantenabsturz betrieben wurde (*Olsen* 1989).

Im Gipskarstgebiet des Zechsteingürtels am südwestlichen Harzrand verdichten sich inzwischen die Hinweise auf (mittel-)paläolithische Fallgrubenjagd in auffallender Weise. Lohnend wäre eine neue und gezielte Durchsicht aller bisher gefundenen Großsäugerknochen in den Beständen der Museen und anderer Institutionen hinsichtlich artifizierlicher Spuren (Schlachtspuren, Hack- und Schnittmarken u. a.). Im übrigen liegen aus dem besprochenen Gebiet inzwischen als Oberflächenfunde mehrere eindeutige Artefakte des Mittelpaläolithikums vor, so auch zwei Faustkeile (*Anding* 1974; *Sonntag* 1984). Es bleibt zu hoffen, daß in Zukunft neue Dolinenfundstellen mit gut erhaltenen Faunenresten und eindeutiger in-situ-Vergesellschaftung mit paläolithischen Artefakten entdeckt und untersucht werden können. Die noch nicht ausgegrabene Schlotte im Ostteil des Gipsbruchs am Weißen Stein bei

Förste (siehe oben) bietet eventuell eine solche Gelegenheit. Eine erstmalige systematische archäologische Ausgrabung und Untersuchung mit interdisziplinärer Einbeziehung der Geo- und Quartärwissenschaften könnte in der hier angeschnittenen Frage erheblich weiterführen.

## Literatur

- Anding, E.*, 1970: Bearbeitetes Fragment eines Mammutstoßzahnes aus Förste, Kr. Osterode. - Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 39, 223 u. Taf. 17.
- Anding, E.*, 1974: Der erste Faustkeil aus dem Kreis Osterode am Harz. - Heimatblätter für den süd-westlichen Harzrand 30, 6-8.
- Anding, E.*, 1975 a: Zum neuen Mammutfund im Gipsbruch bei Förste. - Osteroder Kreis-Anzeiger v. 14. 11. 1975.
- Anding, E.*, 1975 b: Wieder Funde von Resten eiszeitlicher Tiere. - Heimatblätter für den süd-westlichen Harzrand 31, 61.
- Anding, E.*, 1978: Nachlese zum Thema: Paläolithische Untersuchungen im Gipskarst bei Osterode. - Heimatblätter für den süd-westlichen Harzrand 34, 1-6.
- Birket-Smith, K.*, 1956: Geschichte der Kultur. - 3. Auflage, Zürich.
- Bosinski, G.*, 1985: Der Neandertaler und seine Zeit. - Köln - Bonn.
- Grote, K.*, 1979 a: Steinzeitliche Wildfanggruben im Naturschutzgebiet Hainholz bei Düna, Kr. Osterode am Harz. - Heimatblätter für den süd-westlichen Harzrand 35, 55-62.
- Grote, K.*, 1979 b: Archäologische Befunde und Funde im Naturschutzgebiet Hainholz (NSG Hi 11) bei Düna, Kr. Osterode am Harz. - Unveröff. Gutachten im Auftrage des Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur. Hannover und Göttingen.
- Grote, K. und Thieme, H.*, 1985: Eiszeitliche Jagdtiere und Jäger der mittleren Altsteinzeit am Beispiel der Freilandstation Salzgitter-Lebenstedt. - In: K. Wilhelmi (Hrsg.), Ausgrabungen in Niedersachsen. Archäologische Denkmalspflege 1979 - 1984. Stuttgart, 51-57.
- Hamm, F.*, 1925: Wie jagten die Menschen der älteren Steinzeit? - Der Niedersächsische Jäger Nr. 6, 1925, 5-7.

- Hauser, O.*, 1917: Der Mensch vor 100.000 Jahren. - Leipzig.
- Jahnke, H. und Denecke, D.*, 1976: Neue Funde von Fauna des Jungpleistozäns bei Osterode. - Heimatblätter für den süd-westlichen Harzrand 32, 48-60.
- Joger, U.*, 1994: Ausgerottet oder ausgestorben? - In: U. Joger und U. Koch, Mammuts aus Sibirien. Darmstadt, 123-127.
- Kempe, S. und Emeis, K.*, 1979: Geschichte einer Schlotte im Naturschutzgebiet Hainholz/Südharz. - Heimatblätter für den süd-westlichen Harzrand 35, 63-74.
- Kind, C.-J.*, 1991: Entwicklung der Großtier-Fauna im Jungpleistozän. - In: J. Hahn und C.-J. Kind (Bearb.), Urgeschichte in Oberschwaben und der mittleren Schwäbischen Alb. Zum Stand neuerer Untersuchungen der Steinzeit-Archäologie. - Stuttgart, 30-33.
- von Koenigswald, W.*, 1983: Die Säugetierfauna des süddeutschen Pleistozäns. - In: H. Müller-Beck (Hrsg.), Urgeschichte in Baden-Württemberg. Stuttgart, 167-216.
- von Koenigswald, W. und Hahn, J.*, 1981: Jagdtiere und Jäger der Eiszeit. Fossilien und Bildwerke. - Stuttgart.
- von Koenigswald, W. und Heinrich, W.-D.*, 1996: Kurze Charakterisierung der Veränderungen in der Säugetierfauna des Jungquartärs in Mitteleuropa. - In: I. Campen, J. Hahn und M. Uerpmann (Hrsg.), Spuren der Jagd - Die Jagd nach Spuren (Festschrift H. Müller-Beck). Tübinger Monographien zur Urgeschichte Band 11. Tübingen, 437-448.
- Lindner, K.*, 1950: La chasse préhistorique. - Paris.
- Müller-Karpe, H.*, 1966: Handbuch der Vorgeschichte. Band I. Altsteinzeit. - München.
- Nielbock, R.*, 1994: Quartärfaunen am südwestlichen Harzrand. Ein Überblick: Fundstellen, Grabungen, Forschungsstand. - Die Kunde N.F. 45, 191-220.
- Olsen, S. L.*, 1989: Solutré: A theoretical approach to the reconstruction of Upper Palaeolithic hunting strategies. - Journal of Human Evolution 18, 295-327.
- Sickenberg, O.*, 1963: Neue Funde von eiszeitlichen Säugetieren bei Osterode. - Heimatblätter für den süd-westlichen Harzrand 13, 21-25.

Soergel, W., 1922: Die Jagd der Vorzeit. - Jena.

Sonntag, W., 1984: Alt- und mittelsteinzeitliche Funde von Schwiegershausen. - Heimatblätter für den südwestlichen Harzrand 40, 14-17.

Staesche, U., 1991: Die Entwicklung der Tierwelt in Niedersachsen während des Eiszeitalters. - In: H.-J. Häbner (Hrsg.), Ur- und Frühgeschichte in Niedersachsen. Stuttgart, 54-65.

Thieme, H., 1979: Erste Hinweise auf altsteinzeitliche Fallgrubenjagd in

Mönchengladbach-Rheindahlen ? - In: Ausgrabungen im Rheinland '78. Das Rheinische Landesmuseum Bonn. Sonderheft, 39-44.

Vladi, F., 1978: Karstgeologie, Karsthydrogeologie und Speläologie des Naturschutzgebietes Hainholz (NSG Hi 11) bei Düna, Landkreis Osterode am Harz/Niedersachsen. Mit Beiträgen von F. Knolle und S. Kempe. - Unveröff. Gutachten. Hamburg.

Vladi, F., 1979: Die Nashornfunde zu Düna (NSG Hainholz) vom Jahre

1751 und ihre Bedeutung für "die physische Geschichte unseres Planeten". - Heimatblätter für den südwestlichen Harzrand 35, 39-54.

### Anschrift des Verfassers

Dr. Klaus Grote  
Landkreis Göttingen  
- Kreisdenkmalpfleger -  
Reinhäuser Landstraße 4  
37083 Göttingen

## Faunen des Eiszeitaltes -

### Funde und Grabungen in Schlotten und Höhlen des Südharzes

von Ralf Nielbock

#### Einleitung

In der erdgeschichtlichen Entwicklung ist das vor über einer Millionen Jahren beginnende Quartär die jüngste Formation und zugleich die Zeit, in der heute leben. Das Quartär wird unterteilt in Pleistozän (Eiszeitalter) und Holozän (Nacheiszeit), das vor erst ca. 10.000 Jahren begann. Das Eiszeitalter ist geprägt von starken und tiefgreifenden Klimaschwankungen mit zeitweise sehr niedrigen Temperaturen. Diese lagen während der Glaziale (Kaltphasen) um durchschnittlich 10 Grad niedriger als heute. Die dazwischen liegenden Interglaziale (Warmzeiten) hingegen waren mitunter sogar wärmer als unsere jetzige Warmzeit. In den mehrfach aufeinanderfolgenden Klimaphasen lebten jeweils unterschiedliche Tier- und Pflanzengemeinschaften.

In Mitteleuropa entsprachen die Lebensbedingungen während der Kaltzeiten denen des heutigen Nordskandinaviens und des nördlichen Sibiriens. Den Klima- und Vegetationsverhältnissen angepaßt, lebten vor allem großwüchsige Herdentiere, die ohne die Behinderung geschlossener Waldflächen die Kurzgras- und Kräuterflora der hiesigen Tundra abweiden konnten. Zu nennen sind hier neben Pferd, Rentier und Riesenhirsch vor allem das Mammuth *Mammuthus primigenius*, das Wollhaarnashorn *Coelodonta antiquitatis* und die Wisentart *Bison priscus*.

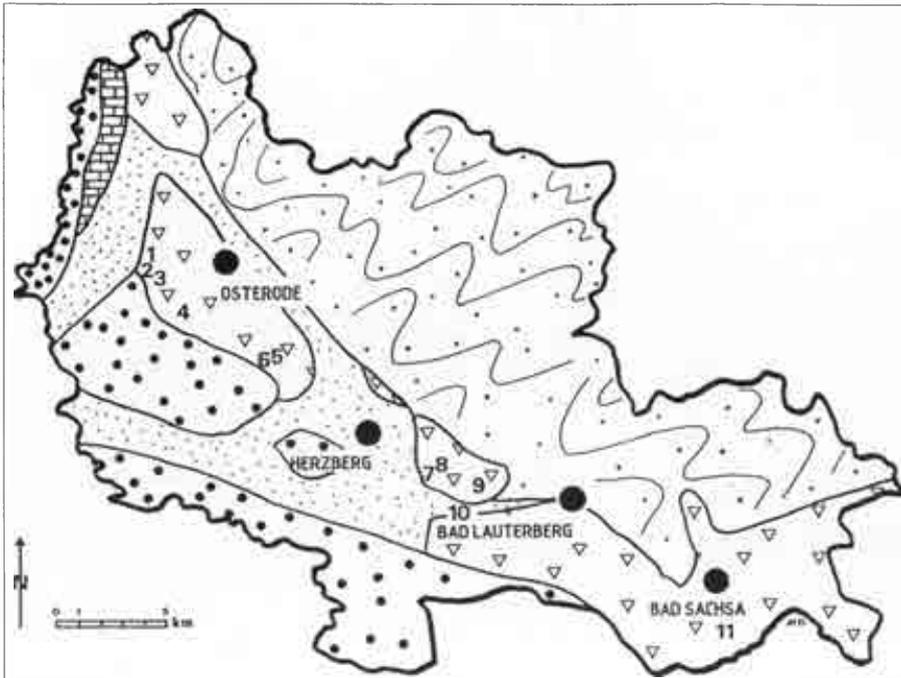
Bedingt durch schnell voranschreitende Klima- und Vegetationsveränderungen, aber vermutlich auch infolge der intensiver werdenden Bejagung durch den Menschen, starben viele dieser Tierarten gegen Ende der letzten Eiszeit vor ca. 15.000 - 10.000 Jahren aus. Mit ihnen verschwanden auch die eiszeitlichen Großraubtiere Höhlenlöwe, Höhlenhyäne sowie der bekannte Höhlenbär *Ursus spelaeus*.

#### Fossilfunde im Karst

Aus dem Quartär stammen die erdgeschichtlich jüngsten Fossilien des Südwestharzes. Hierbei handelt es sich überwiegend um Tierknochenfunde aus Höhlen und Schlotten im Bereich der verkarstungsfähigen Zechstein-Gesteine. Forschungsgeschichtlich herausragend sind hier bereits die erstmaligen Funde und damit verbundene Tierarten-Erstbeschreibungen vom Wollhaarnashorn bei Düna im Jahre 1751 und 1808 vom Mammuth bei Ührde. Da Höhlen und Schlotten überhaupt ideale Voraussetzungen für die Einbettung und die Erhaltung eiszeitlicher Tierknochen bieten, kommt den Höhlen des Harzes innerhalb der Quartärforschung eine besondere Stellung zu, da sie die nördlichsten in Europa sind, in denen reichhaltig eiszeitliche Tierknochenfunde auftreten.

Die größten Hohlraumbildungen finden hier im Gips statt, aber es gibt auch Höhlensysteme im Zechsteindolo-

mit. Hierzu gehören die Einhornhöhle und die Steinkirche bei Scharzfeld. Zu beachten ist dabei, daß es sich bei Höhlen in Karbonatgesteinen (Kalk und Dolomit) im Gegensatz zu Sulfatgesteinhöhlen um relativ langlebige Gebilde handelt - die Einhornhöhle entstand sicher bereits vor einer Million Jahren. Die Existenz von Gipshöhlen ist in Relation dazu, schon durch die hohe Löslichkeit des Gesteins und deshalb durch das ständige Nachbrechen der Firste bedingt, nur von kurzer Dauer. Alle heute im Südharz bekannten Gipshöhlen haben nur ein Alter von einigen Jahrtausenden und dürften überwiegend erst nach der letzten Vereisung entstanden sein. Übertragen auf die paläontologisch/archäologische Forschung bedeutet dies für Kalk- und Dolomithöhlen: mit dem jüngsten Holozän beginnend, sind Funde aus allen Zeit- bzw. Kulturstufen des Quartärs möglich. Hingegen lassen heute zugängliche Gipshöhlen nur nacheiszeitliche Funde erwarten, wie beispielsweise im Landkreis Osterode die Kleine Jettenhöhle bei Düna mit holozäner Kleinsäugerfauna und Fundbelegen aus dem mittleren bis späten Neolithikum, der Bronzezeit und der Eisenzeit, sowie die Lichtensteinhöhle bei Förste mit einer Begehungsphase in der späten Bronzezeit. Fauna und Artefakte aus dem Jungpleistozän können allerdings in heute durch Sedimentation wieder verfüllten Gipsschlotten, Kleinhöhlen und Dolinen gefunden werden. Der südwestliche Harzrand mit seinem teilweise bis zu 10 km breitem Zechsteinausstrich bietet somit gute Voraussetzungen für quartärzeitliche paläontologische sowie für ur- und frühgeschichtliche Funde in einer Karst- und Höhlenlandschaft.



Nielbock, Ralf: Faunen des Eiszeitalters.

Abbildungen (Abb. 1):

**Fundstellen:**

- 1 - Förste, Gipsbruch Peinemann (Bab)
- 2 - Osterode, Gipsbr. Lichtenstein (Bab)
- 3 - Uhrde, Gipsbruch Hannersberg (Bab)
- 4 - Uhrde, Gipsbruch Harkenfeld (Bab)
- 5 - Düna, Schlotten im Hainholz (N/K)
- 6 - Düna, Jettenhöhle (N/K)
- 7 - Scharzfeld, Steinkirche (N/K)
- 8 - Scharzfeld, Abris am Schulberg (N/K)
- 9 - Scharzfeld, Einhornhöhle (N/K)
- 10 - Barbis, Bühbergklippen (N/K)
- 11 - Gipsbruch Kranichstein (Bab)

**Status:**

- Bab = Bodenabbaubetrieb
- N/K = Natur- und/oder Kulturdenkmal

**Geologie:**

- Trias: Buntsandstein
- Trias: Muschelkalk
- Devon- und Karbongesteine
- Quartär: Söse Kies, ...
- Perm: Gips, Dolomit, Kalk, ..

**Abb. 1: Wichtige Quartärfauna-Fundstellen im Bereich des Landkreises Osterode am Harz. Kartengrundlage: Vereinfachte Schemazeichnung der geologischen Formationen und Gesteine.**

Die genannten „Sedimentfallen“ des Zechsteinkarstes wurden und werden vor allem bei der Rohstoffsuche angeschnitten und angefahren. Viele der Fundstellen mit Quartärfauna verdanken ihre Entdeckung der seit dem Beginn des industriellen Aufschwungs im letzten Jahrhundert einsetzenden

verstärkten Erschließung der einheimischen mineralischen Rohstoffe. Gerade am Südharzrand sind im permischen Zechstein zahlreiche Steinbrüche zur Gewinnung von Gips, Anhydrit, Kalk und Dolomit entstanden. Durch diese Abbautätigkeit wurden und werden recht häufig mit eiszeitlichen Sedimen-

ten verfüllte Karsthohlräume aufgeschlossen. Dabei gelang wiederholt die Entdeckung pleistozäner Säugetierknochen. Anzumerken ist allerdings, daß durch den heutigen modernen Abbau mit Großraummaschinen die Chancen auf Entdeckung von Fossilien und Artefakten immer geringer wird, obwohl bei nahezu jeder zufälligen Einzelbegehung der Bodenabbaubetriebe nach dem Freilegen neuer Schlottenfüllungen auch Funde geborgen werden können.

Außer Einzelfunden kamen bislang auch größere Fundkomplexe zutage, beispielsweise die Großsäugerfunde von Mammuten und Wollhaarnashörnern im Gipsbruch „Peinemann“ bei Osterode-Förste und auch im „Niedersachsen-Werk“ bei Osterode-Dorste. In beiden Gipssteinbrüchen wurden nach der Entdeckung einzelner Knochen Ausgrabungen durchgeführt. Dabei konnten Großsäugerarten weichselzeitlicher Faunen nachgewiesen werden.

Neben diesen „Notbergungen“ und vielen Einzelfunden in Bodenabbaubetrieben und Höhlen wurden im Zechsteinkarst auch Sondier- und Forschungsgrabungen durchgeführt, so vor allem im Dolomitgebiet südöstlich von Herzberg. Bereits klassische Fundstellen sind hierbei die Steinkirche und die Einhornhöhle bei Scharzfeld. Die Steinkirchen-Grabungen von 1925-28 brachten beispielsweise neben rein archäologischem Fundmaterial auch eine beträchtliche Menge an paläontologischen Funden zutage. Insgesamt wurden Knochenreste von fast 50 Wirbeltierarten geborgen.

In der nahen Einhornhöhle wurden bei den verschiedenen Grabungen der letzten 100 Jahre vor allem Säugetierknochen geborgen. Bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurden die zahllosen in der Höhle gefundenen Tierknochen für Reste des sagenumwobenen Einhorn gehalten. Heute wissen wir, daß es sich überwiegend um fossile Knochen eiszeitlicher Höhlenbären, aber auch anderer Großsäuger handelt. Bislang konnten aus den Funden dieser Höhlenfauna über 70 Arten bestimmt werden, darunter über 60 Säugetierarten von der Zwergspitzmaus bis hin zu Höhlenlöwen und Riesenhirschen. Die Einhornhöhle ist somit, denkt man auch an die Massen in mehreren Jahrhunderten ergrabener „Einhornknochen“ und an die Tausende von Kubikmetern bislang

unberührten Sedimentes, eine der reichhaltigsten Fundstellen eiszeitlichen Lebens überhaupt.

### Bemerkungen zur Forschungsgeschichte

Die Erforschung der eiszeitlichen Fauna des Südharnes setzte bereits in der frühen Neuzeit ein. Herausragendes Objekt war auch hier wieder die Einhornhöhle bei Scharzfeld. Sie wurde 1541 erstmals schriftlich erwähnt und bereits 1583 wurde über Grabungen nach Einhornknochen berichtet. Im 17. Jahrhundert folgten einzelne Befahrungsberichte zur Höhle, u.a. wurde sie 1686 vom Naturforscher G.W. Leibniz aufgesucht. 1784 befuhr auch Goethe die Einhornhöhle. Entgegen diesem schon frühen auch wissenschaftlichen Interesse wurde die Höhle aber weiterhin jahrhundertlang vorrangig von Knochen-sammlern aufgesucht, bevor Mitte des 19. Jahrhunderts auch hier intensiv eine neuzeitliche wissenschaftliche Erforschung begann.

Die Paläontologie zählt zu einem der ältesten Zweige der Naturwissenschaften. Bereits in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts tauchte der Begriff lat. „fossilis“ bei Georg Agricola auf. Neben den eigentlichen Harzfossilien erlangten auch gerade Funde von Säugetierknochen und -zähnen im Harzvorland, die schon seit Beginn der frühen Neuzeit in Steinbrüchen und Lehmgruben (Abbau von Schlotenfüllungen) durch Zufall oder, wie in der Einhornhöhle, durch Nachgraben gefunden wurden, Beachtung in den damaligen für die Naturwissenschaften aufgeschlossenen Kreisen, auch wenn die Deutung all dieser Funde aus heutiger Sicht mitunter sehr eigenartig war. Die Knochen suchte überwiegend dem Einhorn, dessen Reste als „Heilmittel“ gepriesen wurden. Bereits seit der Antike, aber vor allem in der mittelalterlichen Medizin wurde den Produkten aus Einhornresten wundertätige Wirkung zugeschrieben. Über die Natur des Einhorns wie auch die Herkunft der Knochen waren sich über Jahrhunderte hinweg sowohl Anwender als auch Apotheker und Forscher unklar. Erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts wiesen Naturkundler wie der Franzose G. Cuvier, Begründer der Wirbeltierpaläontologie und guter Kenner der Südharnfunde, das Einhorn in das Reich der Fabel.

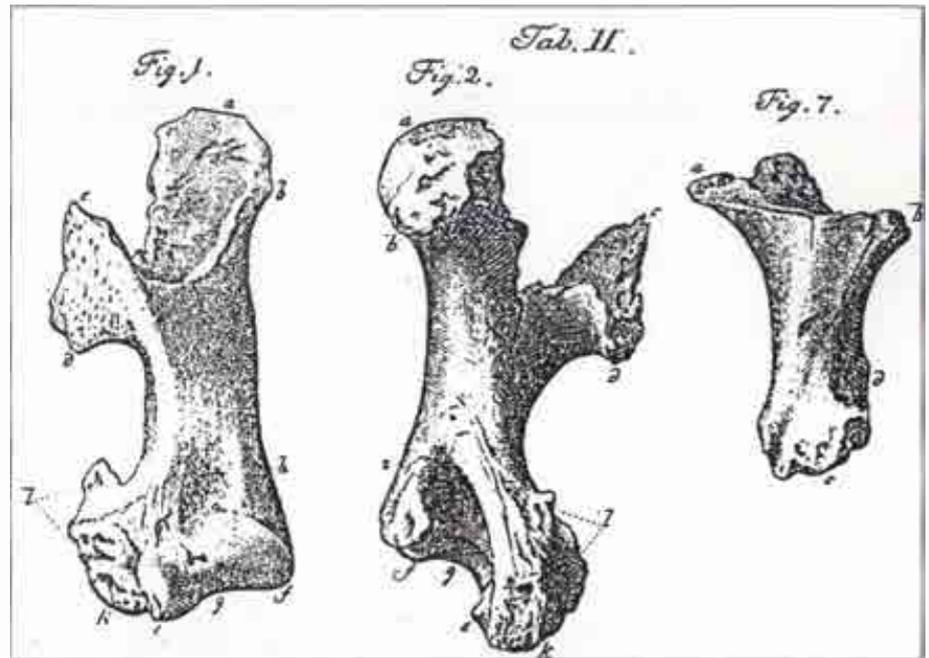


Abb. 2: *Coelodonta antiquitatis* (Wollhaarnashorn): Oberarmknochen. Ausschnitt aus einer Originalzeichnung des Göttinger Zoologen Christian Hollmann aus dem Jahre 1752.

Funde von Knochen und Zähnen großer Tiere beim Mergelabbau in Karstschloten des Hainholzes bei Osterode-Düna führten 1751 dann zu aufsehenerregendem Fortschritt in der paläontologischen Forschung und einer Erstbeschreibung des Nashornes in der anatomischen Literatur (vgl. Vladi 1979). Insgesamt wurden drei Nashörner in einer Schlotte gefunden. Der Göttinger Anatom Ch. Hollmann erkannte in den Funden bereits einen Faunenwandel und grenzte seine Faunenbeschreibung - immerhin 100 Jahre vor Darwin - deutlich ab von den biblisch orientierten Vorstellungen einer durch die Sintflut verursachten Tierkadaverdrift tropischer Tiere bis in unsere Breiten. Andere Fossilien aus dem Zechsteinkarst, diesmal Knochen und Zähne aus dem Gebiet um Osterode-Ührde, wurden vom Göttinger Naturforscher J. F. Blumenbach untersucht. Er erkannte, daß diese bislang für Reste von Elefanten gehaltenen Funde größer und in ihrer Ausführung abweichend von heute lebenden Elefanten waren und stellte eine neue zoologische Art, *Elaphus primigenius* (*Mammuthus primigenius* = Mammut) auf. Zugleich wurde ihm klar, daß diese Tierart wie auch das von Hollmann beschriebene Nashorn = Wollhaarnashorn als kältefesteste Groß-

säuger in einem vormals kühlerem Klima vor Ort lebten. Die Brücke von Knochensammlern und Einhorn-Raubgräbern zur quartärpaläontologischen Erforschung dieser Region war damit geschlagen.

### Fundstellenübersicht

Im folgenden werden alle heute bekannten Fundstellen mit Quartär-Wirbeltierfauna im Bereich des Landkreises Osterode am Harz mit Kurzangaben zur Entdeckung und Erforschung, zu Grabungen und Fauneninhalt aufgeführt. Die Fundstellennummerierung entspricht der Fundstellenkartei der Archäologischen Denkmalpflege der Landkreisesverwaltung. Diese Kartei wird seit 1986 unter Einbeziehung nach der quartärpaläontologischen Fundstellen für das Kreisgebiet fortlaufend erstellt. Die Auflistung erfolgt, nach Gemarkungen abgegrenzt, unabhängig von der zeitlichen Stellung der Funde, in alphabetischer Reihenfolge. Streufunde in räumlich geringer Entfernung werden zusammengefaßt. Für die Tierarten werden die wissenschaftlichen Namen angegeben. Auf die Nennung der Erstbeschreibung wurde, bis auf wenige bewußt angeführte Beispiele, im Rahmen dieser Veröffentlichung verzichtet. Die jewei-

ligen deutschen Tiernamen sind der Auflistung im Anhang zu entnehmen.

**Badenhausen: Gipsbruch Roddewig**  
Fst.Nr. 27 (R 35 83 380; H 57 36 840)

In den 1960/70er Jahren gab es wiederholt Streufunde von eiszeitlichen Großsäugerknochen in diesem Steinbruch. *Sickenberg* (1969) gibt ebenfalls Badenhausen an, allerdings ohne genaue Fundortbezeichnung. Zusammengefaßt ergeben sich folgende Fundbelege:

*Bison priscus*, *Bos* sp., *Cervus elaphus*, *Coelodonta antiquitatis*, *Mammuthus primigenius*, *Megaloceras giganteus*, *Sus scrofa*.

**Barbis: Bühberklippe** Fst.Nr. 4  
(R 35 97 480; H 57 21 450)

Nachdem er in den 1920er Jahren umfangreiche Grabungskampagnen in der Einhornhöhle und der Steinkirche geleitet hatte, führte der damalige Direktor des Nieders. Landesmuseums *Jacob-Friesen* 1950 im Bereich Scharzfeld und Barbis erneut Ausgrabungen auf der Suche nach ur- und frühgeschichtlichen Funden durch. Eine Suchgrabung an den Barbiser Balmen (Fst. Nr.23) verlief enttäuschend, an der Bühberklippe wurde eine zusedimentierte Kleinhöhle freigelegt. Als einziger Fund kam hier ein fast 50 cm langer Großsäugerknochen zutage. Dieser Skelettrest eines Riesenhirsches belegt aber eindeutig ein pleistozänes Alter für die Höhlenfüllung.

*Megaloceras giganteus*: Tibia.

**Barbis: Burgruine Scharzfels** Fst.Nr. 22  
(R 35 97 700; H 57 22 450)

Die Burg Scharzfels war im 12. Jahrhundert auf Klippen des Zechsteindolomits erbaut worden. Kleinhöhlen in diesem Bereich wurden durch die Bürgerbauer vollständig verändert, im unteren Burghof befindet sich allerdings ein größeres Abri. Hier ließ *Jacob-Friesen* 1950 in Rahmen seiner neuen Grabungskampagne einen Suchschnitt anlegen. In dem Profil zeigte sich, daß erst in einer Tiefe von 1,30 m unter der heutigen Lauffläche ungestörter Dolomitsand ansteht. In einer Tiefe von über 2 m stieß er auf Höhlenbärenknochen: eine eindeutige Befundlage für ein pleistozänes Alter der Schicht.

*Ursus spelaeus*: Knochenbruch, Eckzahn, Backenzahn.

**Förste: Gipsbruch „Peinemann“** Fst.Nr. 17  
(R 35 87 540; H 57 33 370)

Im Jahre 1974 wurde bei Abraum-beseitigungsarbeiten im Steinbruch ein Mammutstoßzahn, der sich jetzt in der Ausstellung des Heimatmuseums „Im Ritterhaus“ in Osterode befindet, freigelegt. Bei den sofort durch das Geolog. Institut der Universität Göttingen erfolgten Grabungen (*Jahnke & Dencke* 1976) konnten an dieser Stelle und in einer weiteren Schlotte zahlreiche Säugetierknochen geborgen werden, die neben dem Mammut von nahezu 10 weiteren Arten stammen. Die Zusammensetzung der Säugetierfauna - in Verbindung mit ebenfalls gefundenen Schneckenarten - spricht für eine Datierung der Dolinensedimente in die mittlere Weichsel-Eiszeit. Die Knochen sind somit ca. 30.000 Jahre alt.

*Coelodonta antiquitatis*: Skeletteile; *Mammuthus primigenius*: Stoßzahnfragment, Backenzähne, Skeletteile; *Rangifer tarandus*: Geweihteile; *Megaloceras giganteus*: Kiefernbruchstück. Kleinsäuger: *Arvicola terrestris*, *Sorex araneus*, *Microtus arvalislagrestris*, *Lemmus lemmus*.

**Neuhof: Gipssteinbruch Kranichstein**  
Fst.Nr. 1

Bei dieser Fundstelle handelt es sich um einen Gipssteinbruch ca. 2,5 km südöstlich von Bad Sachsa im Höhenzug des Kranichsteins, am Rande der Ortschaft Neuhof gelegen. Geborgen wurden vor allem Anfang der 1950er Jahre immer wieder Großsäugerknochen.

*Bos/Bison* sp., *Coelodonta antiquitatis*, *Ursus spelaeus*, *Sus scrofa*.

Das Fundgut beinhaltet u.a. den bislang größten in Niedersachsen gefundenen Höhlenbärenunterkiefer.

**Osterode/ Düna: Kleine Jettenhöhle**  
Fst.Nr.28 (R 35 88 000; H 57 28 000)

In den Jahren 1968 bis 1970 wurden von der „Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Niedersachsen“ in der Kleinen Jettenhöhle im Hainholz bei Düna Vermessungsarbeiten und Sondiergrabungen durchgeführt. Neben umfangreichem archäologischen Inventar konnten dabei auch Knochen und Zähne kleiner Säugetiere geborgen werden.

*Vulpes vulpes*, *Microtus* sp.; diverse Fledermaus- und Nagetierknochen.

**Osterode/Düna: Großes Schlottenfeld**  
(R 35 88 000; H 57 28 800)

Im Hainholzgebiet wurden zudem 1979 archäologische Sondierungsgrabungen in verschiedenen kleineren Dolinen durchgeführt (*Grote* 1979). Eine geologische Alterseinstufung des ergrabenen Fossilfundgutes war nicht möglich.

*Bos taurus*, *Cervus elaphus*, *Equus caballus*, *Ovis aries*, *Sus scrofa*.

**Osterode: Gipsbruch „Niedersachsenwerk“** Fst.Nr.35 (R 35 82 240; H 57 32 200)

1963 waren bei Baggerarbeiten in einer dabei angeschnittenen Doline je ein Bison- und ein Wollnashornschädel geborgen worden. Daraufhin wurden von *O. Sickenberg* (Hannover) Grabungen an dieser Stelle vorgenommen. Insgesamt konnten 5 Großsäugerarten einer früh-weichselzeitlichen Fauna nachgewiesen werden:

*Bison priscus*: Schädel und Skeletteile; *Coelodonta antiquitatis*: Schädel und Skeletteile; *Equus* sp.: Knochen; *Panthera spelaea*: Knochen; *Rangifer tarandus*: Knochen und Geweihteile.

In diesem Steinbruch wie auch in den südlich gelegenen Gipsbrüchen Hannersberg und Harkenfeld sowie weiteren Brüchen bei Förste konnten in den letzten Jahren wiederholt Großsäugerknochen geborgen werden, vor allem von *Coelodonta antiquitatis*, *Mammuthus primigenius*, *Equus* sp. und von Cerviden.

Für den Bereich von Osterode/Förste/Dorste gibt *Sickenberg* (1969: 102-105) weitere Säugetierfunde in verschiedenen Fundstellen an, bezieht sich dabei aber auch auf ältere Veröffentlichungen. Unter anderem für Förste und Osterode angegeben, in anderen Fundinventaren aber nicht aufgeführt, ist *Crocota spelaea*.

Auch in Baugruben im Bereich Osterode (Kälbergraben), Pöhlde und Wulften wurden in den letzten Jahrzehnten vereinzelt Funde von *Mammuthus primigenius* und *Coelodonta antiquitatis* gemacht.

**Scharzfeld: Steinkirche** Fst.Nr.1  
(R 35 95 650; H 57 22 980)

Bei den Ausgrabungen *Jacob-Friesens*, Provinzialmuseum Hannover, nach 1920

an der Steinkirche wurden neben Artefakten und menschlichen Knochenresten auch viele Fossilien geborgen: Wirbeltierknochen von Säugern, Vögeln, Amphibien und Fischen sowie Mollusken-Schalen. *Schlosser* (1927) führte die Erstbestimmung der Funde durch. Aus der Verteilung der fast 50 Vertebraten-Arten auf die einzelnen Schichten folgerte *Schlosser*, daß innerhalb der Sedimentationszeit eine Klima-verbesserung eintrat. In den liegenden Schichten herrschen noch kaltzeitliche Formen mit *Rangifer tarandus* (Rentier) als prägendes Element vor. Diese Fauna, von *Sickenberg* (1969) ins Alleröd gestellt, wird abgelöst von einer dem Präboreal zugeordneten Fauna, die zwar noch kaltzeitliche Reliktelemente wie *Lagopus lagopus* und *L. mutus* enthält, aber bereits durch *Talpa europaea* (Maulwurf) und Wühlmausarten geprägt ist.

Im ganzen gibt *Schlosser* folgende, von *Zotz* (1930) und *Sickenberg* überarbeitete Wirbeltier-Faunenliste für die Steinkirche an (Nomenklatur aktualisiert):

pleistozäne Schichten:

*Sorex alpinus*, *Sorex minutus*; *Phodopus sungorus*, *Lemmus lemmus*, *Dicrostonyx henseli*, *Arvicola terrestris*, *Microtus agrestis*, *Microtus arvalis*, *Microtus oeconomus*, *Microtus nivalis*, *Microtus gregalis*; *Lepus timidus*, *Ochotona pusilla*; *Alopex lagopus*, *Vulpes vulpes*, *Mustela nivalis*, *Mustela erminea*; *Rangifer tarandus*, *Capreolus capreolus*, *Bos sp.*, *Equus sp.*; *Lagopus mutus*, *Lagopus lagopus*, *Tetrao tetrax*, *Anas sp.*, *Rallus sp.*, weitere Vogelarten; *Esox lucius*, weitere Fischarten.

holozäne Schichten:

*Talpa europaea*, *Sorex alpinus*, *Sorex minutus*; *Cricetus cricetus*, *Lemmus lemmus*, *Arvicola terrestris*, *Microtus agrestis*, *Microtus arvalis*, *Microtus oeconomus*, *Microtus gregalis*; *Alopex lagopus*, *Vulpes vulpes*, *Mustela herminea*, *Mustela kreffii*; *Capreolus capreolus*, *Bos sp.*; *Lagopus mutus*, *Lagopus lagopus*, *Tetrao tetrax*, *Anas sp.*, *Rallus sp.*, weitere Vogelarten; *Rana temporaria*; *Triton sp.*, *Esox lucius*, weitere Fischarten.

Weitere Grabungen waren in der Steinkirche nicht möglich, da durch eine der Jacob-Friesen-Kampagne in den 1930er nachfolgende SS-Grabung, die

der Suche „Germanischer Kultstätten“ galt, das gesamte Areal Vorplatz und Höhle systematisch durchwühlt wurde und somit für moderne Untersuchungsmethoden keine (Be) funde mehr übrig sind.

**Scharzfeld: Einhornhöhle** Fst.Nr.2 (Eingang: R 35 97 280; H 57 23 240)

Die Einhornhöhle bietet innerhalb des niedersächsischen Raumes die bislang einmalige Gelegenheit, anhand einer Höhlenfauna vielseitige Auskunft über die hiesige tierische Lebewelt während eines größeren Zeitraumes innerhalb des jüngeren Pleistozäns und zu Beginn des Holozäns zu erhalten. Die Höhle war jahrhundertlang Anziehungspunkt für Knochensammler, die die oberflächennahen Schichten der Sedimentfüllung entsprechend „durchwühlten“.

Zwischen 1872 und der Jahrhundertwende führten dann nacheinander *R. Virchow*, *C. Struckmann* und *P.v. Alten* umfangreiche Grabungen in der Höhle durch. *Struckmann* wies bei Grabungen vor allem in der Blauen Grotte Artefakte und menschliche Knochenreste seit der Zeit des Neolithikums nach. 1905-08 grub die Rudolf-Virchow-Stiftung unter *Windhausen* und *Favreau* weiter. Bei allen Grabungen wurden neue Höhlenteile ergraben, so vor allem von *v. Alten* und später dann von *Jacob-Friesen*, der 1925/26 u.a. den nach ihm benannten Jacob-Friesen-Gang freilegte. In neuerer Zeit wurden 1956-59 unter der Leitung von *Meischner*, Göttingen, und 1968 von *Duphorn*, Hannover, kleinere Grabungen vorgenommen. Beide Kampagnen brachten für die Einhornhöhlenforschung keine Fortschritte.

Bei den letzten Ausgrabungen in den Jahren 1985/86 und 1987/88 konnten für die Einhornhöhle bislang insgesamt fast 60 Vertebraten-Arten nachgewiesen werden, wobei erstmals für nahezu alle untersuchten Schichten auch Kleinsäuger und andere kleinere Wirbeltiere belegt wurden. Ergänzt man diese Funde um das Material früherer Grabungen aus den Jahren 1880 bis 1930, so erhöht sich die Vielfalt dieser Höhlenfauna auf über 70 Arten, darunter über 60 Säugetierarten. Die Auswertung der Grabungskampagne 1987/88 ist allerdings noch nicht abgeschlossen, die wissenschaftliche Bearbeitung vieler der Mikromammalia-Funde steht noch aus. Auch in diesem Fundinventar

überwiegen jedoch insgesamt eindeutig Knochenfunde von Höhlenbären.

Da die Bären der Einhornhöhle und eine zugehörige „Begleitfauna“ bislang (*Schütt* 1968, *Sickenberg* 1969) als „*Ursus deningeri* v. *Reichenau* 1906“ in die Cromer-Warmzeit gestellt wurden, lag das Schwergewicht der paläontologischen Untersuchungen der aktuellen Grabungen vor allem in der Bearbeitung des neuen Höhlenbärenmaterials, das überwiegend erstmals aus ungestörten Sedimenten geborgen wurde. Die spezifizierte Auswertung des umfangreichen Bärenmaterials und die Grabungsbefunde ergaben, daß die Bärenfunde aus der Einhornhöhle zu einem - wenn auch etwas niedrigen - Stadium der spelaeoiden Evolutionsstufe der Höhlenbären zuzuordnen sind und dem Formenkreis des „*Ursus spelaeus* *Rosenmüller & Heinroth* 1793“ angehören. Th/U-Datierungen der Bärenschichten zeigen je nach Fundstelle Werte zwischen 40.000 und 170.000 Jahren b.p. an. Diese Datierungsergebnisse heben deutlich hervor, über welche lange Zeiträume hinweg die Höhle von Bärenpopulationen aufgesucht wurde. Die Begleitfaunen des Höhlenbären setzen sich in der Einhornhöhle deshalb je nach Schichtzugehörigkeit und damit auch geologischem Alter unterschiedlich zusammen. Zu bedenken ist allerdings, daß Höhlenfaunen durch verschiedenartige Selektion nur bestimmte Tierarten der jeweiligen Zeitphasen enthalten, das natürliche Artenspektrum somit nicht vollzählig ist.

Eine Zusammenfassung der Fauneninhalte zeitgleicher Fundschichten aus den verschiedenen Grabungsstellen innerhalb der Höhle ergibt die folgende Grobeinstufung der einzelnen Faunenkomplexe:

Holozän (frühes Postglazial bis rezent; Waldfaunen mit teilweise kaltzeitl. Reliktarten, teilweise zudem wärmeliebenden Arten):

*Bufo bufo*, *Rana temporaria*, *Rana ridibunda*; *Anguis fragilis*; *Aves* sp.; *Erinaceus europaeus*, *Talpa europaea*, *Crocodylus leucodon*, *Neomys anomalus*, *Sorex minutus*, *Sorex alpinus*, *Sorex araneus*; *Rhinolophus hipposideros*, *Myotis emarginatus*, *Myotis mystacinus/brandti*, *Myotis nattereri*, *Myotis bechsteini*, *Myotis myotis*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Barbastella barbastellus*, *Plecotus auritus*; *Eliomys quercinus*, *Glis glis*, *Muscardinus avellanarius*, *Micro-*

*mys minutus*, *Cricetus cricetus*, *Apodemus sylvaticus*, *Apodemus flavicollis*, *Myophus schisticolor* / *Lemmus lemmus*, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola terrestris*, *Microtus subterraneus*, *Microtus arvalis*, *Microtus agrestis*; *Felis silvestris*, *Martes martes*, *Meles meles*, *Mustela erminea*; *Lepus europaeus*; *Bos primigenius*, *Capreolus capreolus*, *Sus scrofa*.

Pleistozän (Bereiche der Weichselzeit; überwiegend Offenland- Biotope mit feucht-kühlem Klima):

*Talpa europaea*; *Microtus oeconomus*, *Microtus sp.*, *Arvicola terrestris*; *Ursus spelaeus*, *Canis lupus*, *Panthera spelaea*; *Bison priscus*.

Pleistozän (Frühweichsel / spätes Eem; Offenland-Biotope bei feucht-kühl bis feucht gemäßigttem Klima):

*Pisces indet.*; *Talpa europaea*, *Sorex araneus* -(Gruppe); *Microtus nivalis*, *Microtus arvalis* / *agrestis*, *Microtus oeconomus*, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola cantiana-terrestris*; *Canis lupus*, *Ursus spelaeus*, *Panthera spelaea*; *Cervidae indet.*

Pleistozän (Eem; Waldfauna mit wärmeliebenden Arten; feucht-warmes Klima):

*Bufo bufo*; *Talpa europaea*, *Sorex araneus* -(Gruppe); *Myotis emarginatus*, *Myotis bechsteini*, *Myotis daubentoni*, *Myotis dasycneme*, *Plecotus auritus*; *Eliomys quercinus*, *Glis glis*, *Apodemus sylvaticus* / *flavicollis*, *Microtus arvalis* / *agrestis*, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola cantiana-terrestris*; *Ursus spelaeus*, *Felis silvestris*, *Panthera spelaea*.

Zusätzliche Funde in gestörten Schichten und zeitlich nicht näher einzuordnenden Grabungsstellen sowie weitere Arten aus Fundinventaren älterer Grabungskampagnen:

*Sciurus vulgaris*, *Dryomys nitedula*; *Mustela nivalis*, *Vulpes vulpes*, *Ursus arctos*, *Lutra vulgaris*, *Gulo gulo*; *Lepus timidus*, *Lepus sp.*; *Bos/Bison sp.*; *Cervus elaphus*, *Megaloceros giganteus*, *Didermoceros hemitoechus*, *Equus spec.*; ferner die Haustiere Pferd, Rind, Schaf, Ziege und Hund.

All diese Funde stammen nur aus den maximal oberen zwei Metern Sediment einer, wie Peilstangenbohrungen ergaben, bis zu 30 m mächtigen Lockergestein-Höhlenfüllung. Durch diese Bohrungen wurden die Dimensionen der Einhornhöhle und ihres potentiellen Fossilreichtums erst erkennbar, weisen doch zudem alle bislang ergrabenen Schichten bereits ein recht hohes Fossil-

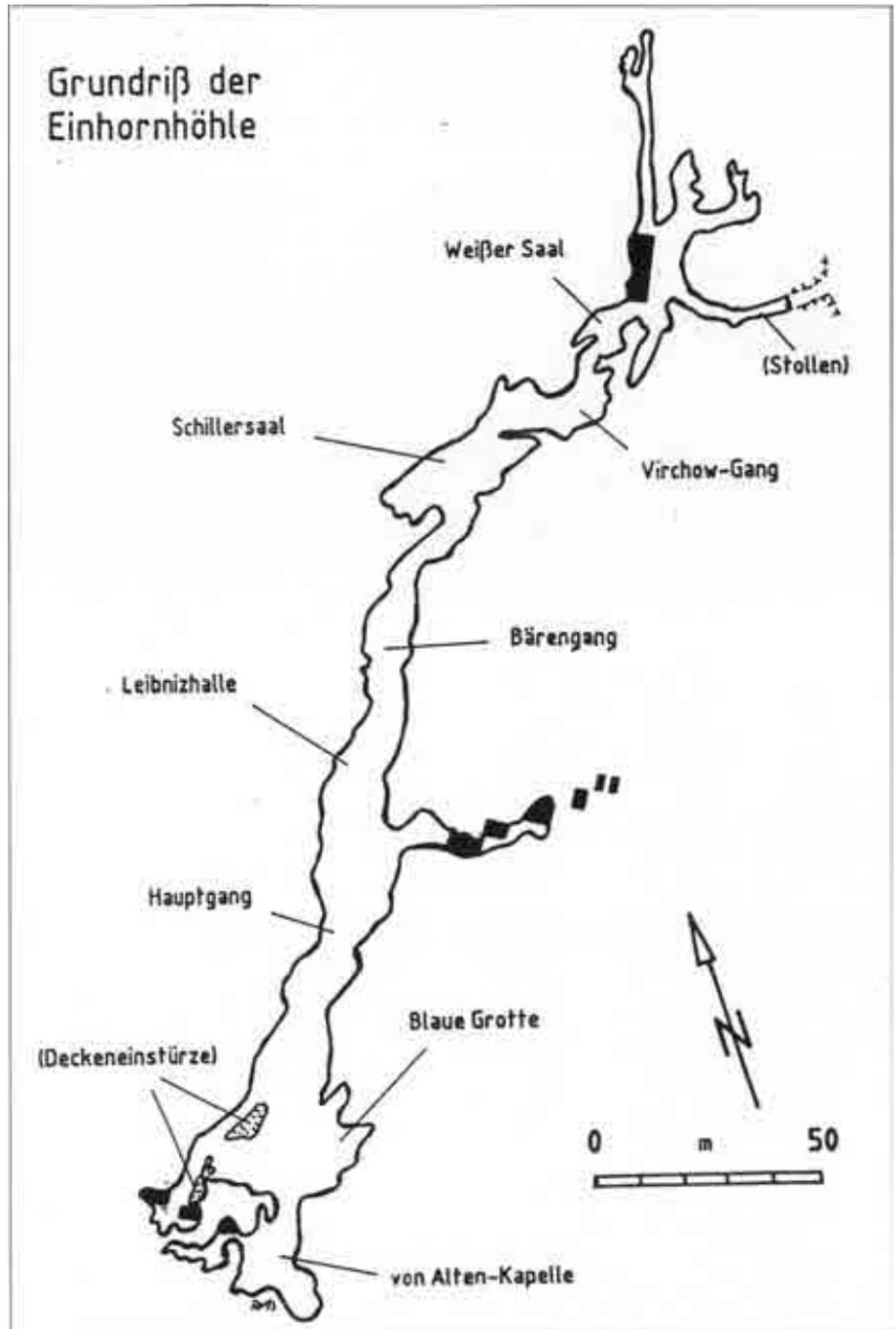


Abb. 3: Grundriß der Einhornhöhle bei Scharzfeld mit Angabe der letzten Grabungskampagne 1985-88.

aufkommen auf. Zum heutigen Zeitpunkt sind allerdings noch keinerlei Aussagen über Alter, Fauna und auch mögliche archäologische Befunde der tieferen Sedimentschichten zu treffen.

Die Fossilinventare der genannten Grabungskampagnen verteilen sich auf mehrere Institutionen: Geologischen Institutes der TU Clausthal, Heimatmu-

seum Osterode, Nieders. Landesmuseum Hannover. Neben den genannten Aufbewahrungsorten von Fossilmaterial aus der Einhornhöhle gibt es noch eine Fülle an Kleininventaren. Einzel-funde befinden sich beispielsweise im Oberharzer Bergwerksmuseum in Clausthal-Zellerfeld oder im Goslarer Museum, auch in der BGR Hannover.

U.a. durch diverse Raubgrabungen, die auch in jüngster Zeit noch durchgeführt wurden, ist ein unbekanntes Quantum an Einhornhöhlenfunden in privater Hand und somit für die Forschung nicht zugänglich.

**Scharzfeld: Abris am Schul-Berg** Fst.Nr. 10,11,12,25,27,29  
(mehrere Fundstellen um R 35 96 100; H 57 23 000)

Die neben der Steinkirche und der Einhornhöhle im Dolomitkarst der Umgebung von Scharzfeld vorhandenen weiteren Kleinhöhlen und Abris weisen ebenfalls quartäre Faunenreste auf. Untersucht wurden die Abris am Schulberg und dem Steinberg von Zotz (1930), die Bestimmungsarbeiten der Vertebraten wurden wie auch bei den Steinkirchen-Funden von *Schlosser* durchgeführt. Eine Zusammenfassung der Grabungsbefunde unter Einbeziehung der zeitlichen Stellung der Faunen erfolgte durch *Grote* (1982). Beide Autoren geben die folgenden Fundkomplexe an (die Wirbeltiernamen wurden jetzt der gültigen Nomenklatur angepaßt):

Abris Schul-Berg/ Jugendheim (überwiegend holozäne Formen):

*Vesperugo sp.*; *Erinaceus europaeus*; *Arvicola terrestris*, *Microtus oeconomus*, *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus sylvaticus*; *Vulpes vulpes*; *Capreolus capreolus*; *Bufo bufo*, *Rana esculenta*.

Abris Schul-Berg/ Felsenburg (überwiegend holozäne Formen):

*Vespertilio sp.*; *Arvicola terrestris*, *Microtus sp.*; *Lepus timidus*; *Felis silvestris*; *Capreolus capreolus*, *Cervus elaphus*, *Sus scrofa*, *Bos sp.*, *Ovis sp.*; *Rana esculenta*; *Gallus sp.*, *Turdus sp.*, *Coccothraustes sp.*

Abris Schul-Berg/ Lüttje Kammer (obere holozäne Schichten):

*Bufo bufo*; *Sciurus vulgaris*, *Castor fiber*; *Lepus timidus*; *Felis silvestris*, *Vulpes vulpes*, *Martes martes*; *Sus scrofa*, *Ovis sp.*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*; *Corvus sp.*, *Nucifraga caryocatactes*, *Picus sp.*

Abris Schul-Berg/ Lüttje Kammer (liegende Schicht mit holozänen „Wühlern“, aber auch pleistozänen Formen):

*Sorex araneus*; *Cricetus cricetus*, *Arvicola terrestris*, *Microtus agrestis*, *Microtus arvalis*, *Microtus oeconomus*, *Dicrostonyx henseli*, *Apodemus sylvaticus*; *Lepus sp.*; *Mustela nivalis*, *Mustela krejci*; *Rana sp.*, *Salamandra salaman-*

*dra*; *Lagopus lagopus*; *Ardea sp.*; *Pisces* indet..

Abris Schul-Berg/ Wasserwerk (holozäne Formen):

*Erinaceus europaeus*; *Castor fiber*, *Microtus sp.*; *Lepus sp.*; *Lynx lynx*, *Vulpes vulpes*, *Meles meles*; *Capreolus capreolus*, *Bos sp.*, *Cervus elaphus*; *Rana sp.*; *Columba sp.*, *Corvus sp.*, *Gallus sp.*, *Lagopus lagopus*, *Tetrao tetrix*, *Aves* indet..

Abris Steinberg:

*Cricetus cricetus*; *Sus scrofa*, *Bos sp.*; *Vulpes sp.*, *Martes martes*.

Die genannten Abris sind größtenteils vollständig gegraben und teilweise durch Straßenbautätigkeit in den 1970er Jahren stark in Mitleidenschaft gezogen worden, moderne Untersuchungen somit nahezu ausgeschlossen. Abris-Grabungen im potentiellen Fund-

gebiet der Einhornhöhle stehen allerdings insgesamt noch aus, wobei an den Brandköpfen und den Rottsteinklippen eine Vielzahl an Abris und zusegmentierten Kleinhöhlen, u.a. die Kaiserklippenhöhle im Bereich eines heute zerfallenen, ursprünglichen Höhlenportals der Einhornhöhle, vorhanden ist.

#### Walkenried

Ohne genaue Fundlokalitäten gab schon *Struckmann* (1884) für Walkenried nur eine Fossilliste an, die von *Sickenberg* (1969) und auch hier nur wiederholt werden kann:

*Bison priscus*, *Bos primigenius*, *Cervus elaphus*, *Coelodonta antiquitatis*, *Equus sp.*, *Rangifer tarandus*.

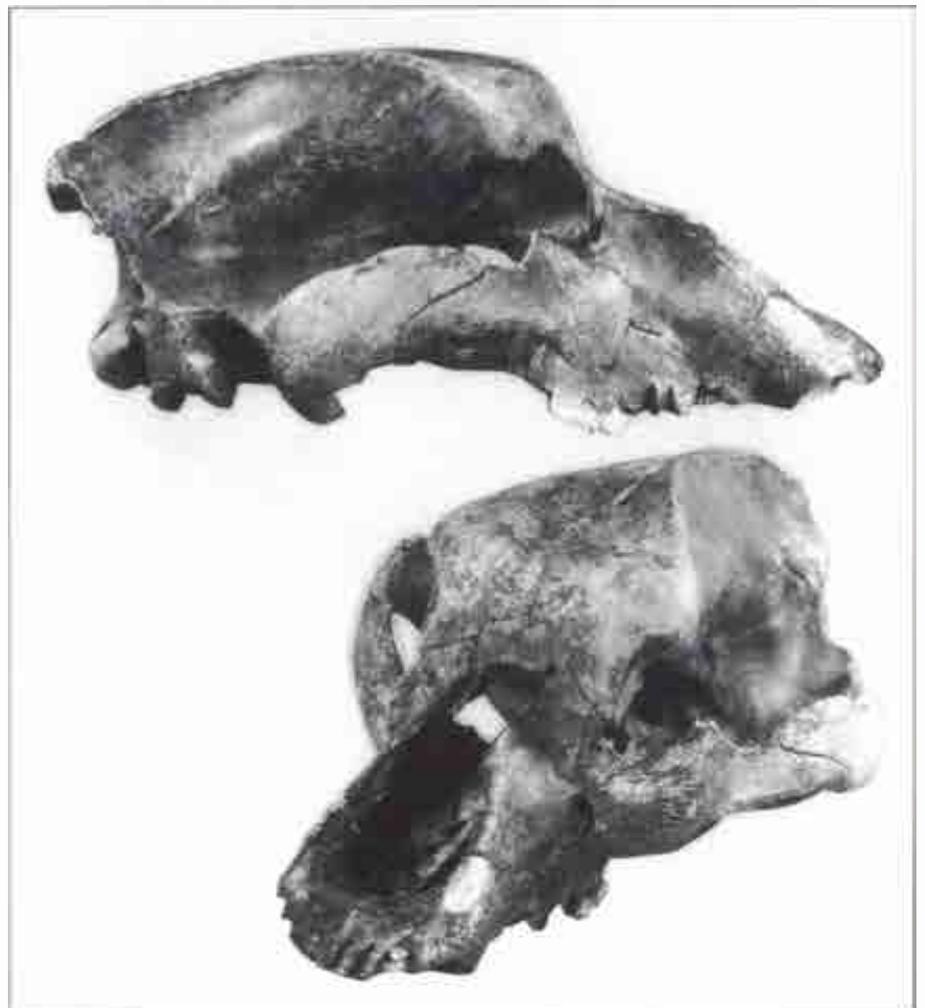
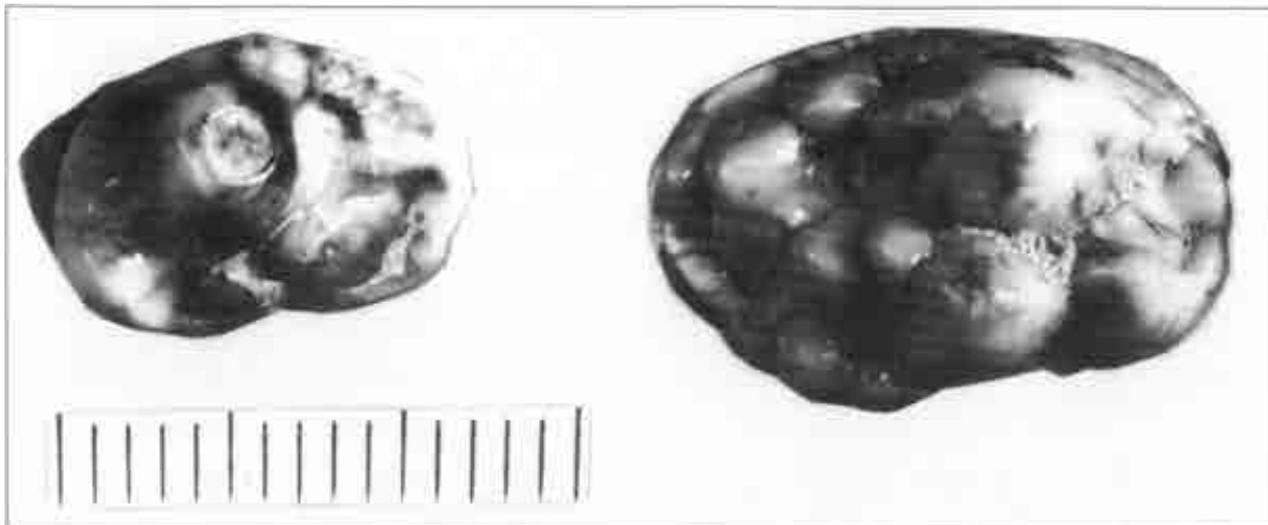
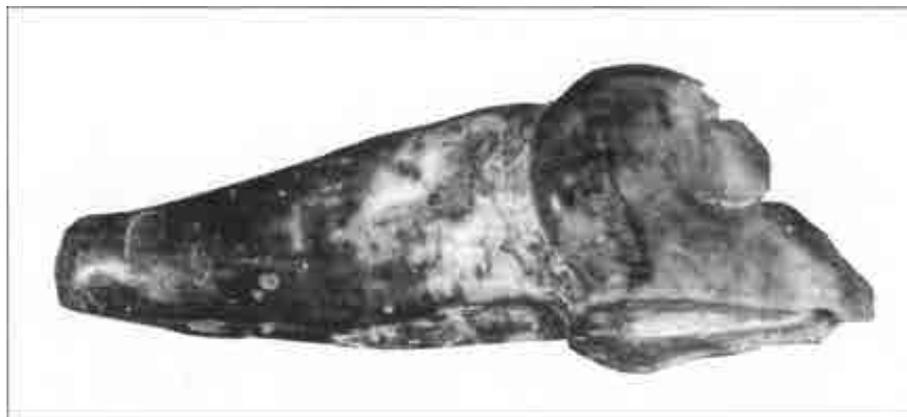


Abb. 4: *Ursus spelaeus*: Schädel; Einhornhöhle. Schrägaufsicht und Seitenansicht; Länge ca. 40 cm.



**Abb. 5:** *Ursus spelaeus*: Untere Prämolaren mit unterschiedlichem Evolutionsniveau; Einhornhöhle. Aufsicht auf die Kronen, Maßstab in mm.



**Abb. 6:** *Panthera spelaea*: oberer Prämolar; Einhornhöhle. Seitenansicht; Länge ca. 5 cm.



**Abb. 7:** *Canis lupus*: Backenzahn; Einhornhöhle. Seitenansicht; Länge ca. 2,5 cm.

### Ausblick

Der vorliegende Beitrag hat u.a. aufgezeigt, daß sich zwar bereits „Generationen“ von Paläontologen und Urgeschichtlern mit der Materie Südharz-Quartärsäugetiere befaßt haben, die Erforschung dieses Fachbereiches aber noch lange nicht abgeschlossen ist. Im Gegenteil, gerade durch die letzten Untersuchungen der Einhornhöhle und ihrer Umgebung wurde deutlich, daß hier noch viele paläontologische und archäologische Funde der Entdeckung harren. Ein reiches Betätigungsfeld zukünftiger interdisziplinärer Grabungen.

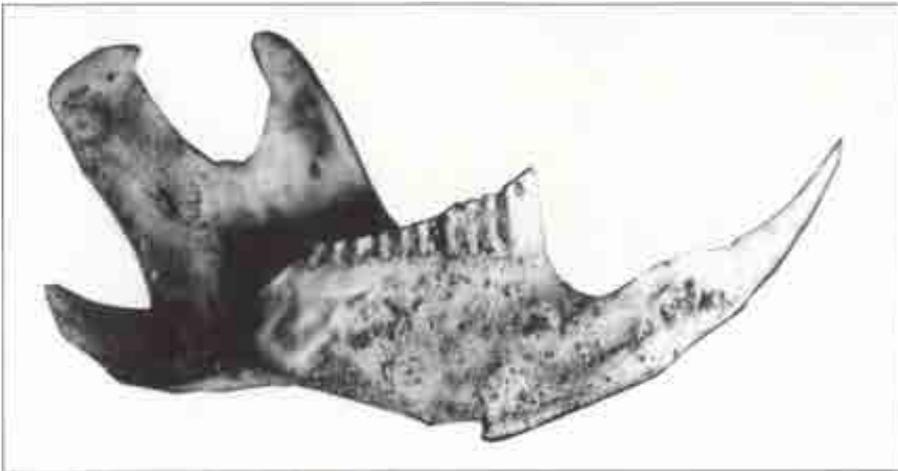


Abb. 8: *Arvicola terrestris*: Unterkiefer; Steinkirche. Seitenansicht, Länge ca. 28 mm.

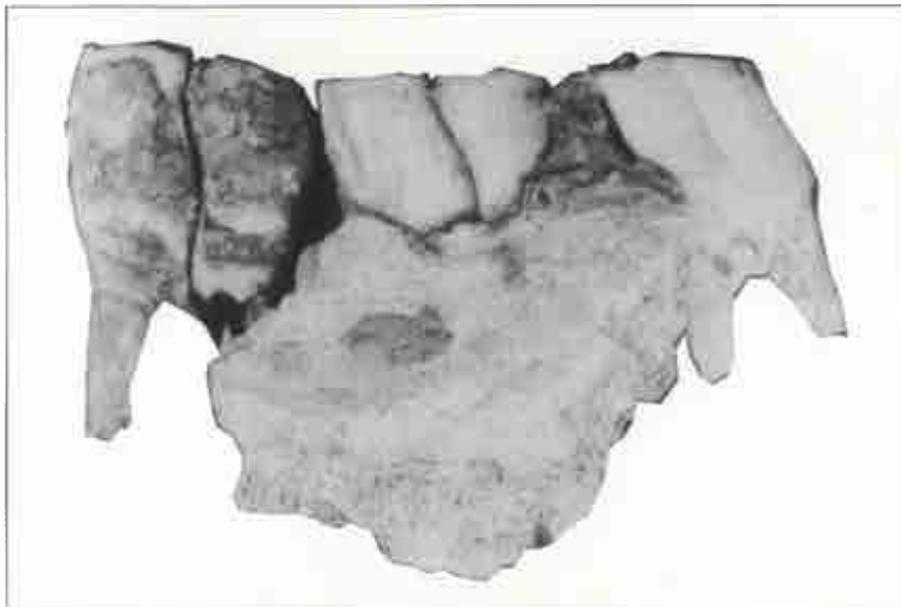


Abb. 9: *Coelodonta antiquitatis*: Unterkiefer mit 3 Molaren; Gipsbruch Kranichstein. Seitenansicht, Breite ca. 15 cm.

- Bufo bufo* = Erdkröte
- Canis lupus* = Wolf
- Capreolus capreolus* = Reh
- Castor fiber* = Biber
- Cervidae indet.* = Hirsch-Art
- Cervus elaphus* = Rothirsch
- Clethrionomys glareolus* = Rötelmaus
- Coelodonta antiquitatis* = Wollhaarnashorn
- Columba* sp. = Tauben-Art
- Corvus* sp. = Krähen-Art
- Cricetus cricetus* = Feldhamster
- Crocidura leucodon* = Feldspitzmaus
- Crocota spelaea* = Höhlenhyäne
- Dicrostonyx henseli* = Lemmingart
- Didermoceros hemitoechus* = eiszeitl. Nashornart
- Dryomys nitedula* = Baumschläfer
- Eliomys quercinus* = Gartenschläfer
- Erinaceus europaeus* = Igel
- Equus* sp. = Pferde-Art
- Equus spec.* = hier: mittelpleist. Pferdeart
- Esox lucius* = Hecht
- Felis silvestris* = Wildkatze
- Galus* sp. = Hühner-Art
- Glis glis* = Siebenschläfer
- Gulo gulo* = Vielfraß
- Lagopus mutus* = Alpenschneehuhn
- Lagopus lagopus* = Schneehuhn
- Lemmus lemmus* = Berglemming
- Lepus europaeus* = Feldhase
- Lepus timidus* = Schneehase
- Lutra vulgaris* = Fischotter
- Lynx lynx* = Lux
- Mammuthus primigenius* = Mammut
- Megaloceras giganteus* = Riesenhirsch
- Martes martes* = Baumarder
- Meles meles* = Dachs
- Micromys minutus* = Zwergmaus
- Microtus agrestis* = Erdmaus
- Microtus arvalis* = Feldmaus
- Microtus gregalis* = Wühlmausart
- Microtus nivalis* = Schneemaus
- Microtus oeconomus* = Nordmaus
- Microtus subterraneus* = Kurzzohrmaus
- Muscardinus avellanarius* = Haselmaus
- Mustela erminea* = Hermelin
- Mustela kreffii* = eiszeitl. Wieselart
- Mustela nivalis* = Mauswiesel
- Myophus schisticolor* = Waldlemming
- Myotis bechsteini* = Bechstein-Fledermaus
- Myotis dasycneme* = Teichfledermaus
- Myotis daubentoni* = Wasserfledermaus
- Myotis emarginatus* = Wimperfledermaus
- Myotis mystacinus/brandti* = Bartfledermäuse
- Myotis myotis* = Mausohr
- Myotis nattereri* = Fransenfledermaus
- Neomys anomalus* = Sumpfspitzmaus

## Anhang:

Zusammenstellung der zoologischen Nomenklatur und der jeweiligen deutschen Namen aller in diesem Bericht und in der weiteren Literatur über Eiszeitfaunen am Südharz aufgeführten Wirbeltierarten:

- |   |  |
|---|--|
| <i>Alopex lagopus</i> = Eisfuchs                          | <i>Arvicola terrestris</i> = Schermaus           |
| <i>Anas</i> sp. = Enten-Art                               | <i>Aves</i> sp. = Vogel-Art                      |
| <i>Anguis fragilis</i> = Blindschleiche                   | <i>Barbastella barbastellus</i> = Mopsfledermaus |
| <i>Apodemus flavicollis</i> = Gelbhalsmaus                | <i>Bison priscus</i> = Steppenwisent             |
| <i>Apodemus sylvaticus</i> = Waldmaus                     | <i>Bos primigenius</i> = Wisent                  |
| <i>Arvicola cantiana-terrestris</i> = eiszeitl. Schermaus | <i>Bos</i> sp. = Rinder-Art                      |

*Ochotona pusilla* = Pfeifhase  
*Ovis* sp. = Schaf-Art  
*Panthera spelaea* = Höhlenlöwe  
*Phodopus sungorus* = Lemmingart  
*Pipistrellus pipistrellus* = Zwergfledermaus  
*Pisces* *indet.* = Fisch-Art  
*Plecotus auritus* = Braunes Langohr  
*Rallus* sp. = Rallen-Art  
*Rana esculenta* = Wasserfrosch  
*Rana temporaria* = Grasfrosch  
*Rana ridibunda* = Seefrosch  
*Rangifer tarandus* = Rentier  
*Rhinolophus hipposideros* = Große Hufeisennase  
*Salamandra salamandra* = Feuersalamander  
*Sciurus vulgaris* = Eichhörnchen  
*Sorex alpinus* = Alpenspitzmaus  
*Sorex araneus* = Waldspitzmaus  
*Sorex minutus* = Zwergspitzmaus  
*Sus scrofa* = Wildschwein  
*Talpa europaea* = Maulwurf  
*Tetrao tetrix* = Birkhuhn  
*Ursus arctos* = Braunbär  
*Ursus spelaeus* = Höhlenbär  
*Vespertilio* sp. = Glattnasen-Fledermausart  
*Vulpes vulpes* = Fuchs

### Schriftenverzeichnis:

In dem Schriftenverzeichnis sind die wichtigsten Beiträge der letzten 100 Jahre zur Quartärpaläozoologie des südöstlichen Harzrandes enthalten. Eine vollständige Bibliographie zu diesem Thema wurde vom Verfasser in der KUNDE Jg. 94, veröffentlicht. Angaben zur älteren, auch forschungsgeschichtlich interessanten Literatur sind dem Beitrag Vladi (1979) über die Nashornfunde zu Düna zu entnehmen. Er gibt hierin einen Überblick über die Anfänge der paläontologischen Erforschung des Südharzkarstgebietes und führt u.a. die in der frühwissenschaftlichen Phase der Paläontologie richtungsweisenden Werke von Hollmann (1753; '54; '76) und Blumenbach (1803; '08; '13; '16) an.

Neben der alphabetischen Auflistung werden im folgenden auch kurze Anmerkungen zum Inhalt der jeweiligen Titel gegeben.

Alten, Paul von, 1907: *Die Ausgrabungen in der Einhornhöhle bei Scharz-*

*feld (Südharz)*. - Der Harz 2&3, 14.Jg.: 35-49 & 65-75; Quedlinburg. (Grabungsberichte).

Grote, Klaus, 1979: *Steinzeitliche Wildfanggruben im Naturschutzgebiet Hainholz bei Düna, Kr. Osterode am Harz*. - Heimatbl. südwestl. Harzrand, H.35: 55-62, 9 Abb.; Osterode. (Grabungsbericht 1979 mit Fauna).

1982: *Die Felsschutzdächer (Abris) im südniedersächsischen Bergland - Ihre archäologischen Funde und Befunde*. - Nachr. aus Nieders. Urgeschichte (NNU) 51: 17-70, 27 Abb., 2 Tab.; Hildesheim. (52-57: Abris und Höhlenvorplätze am südwestlichen Harzrand; mit Abgabe der Tierknochenfunde).

Jahnke, H. & Denecke, W., 1976: *Neue Funde von Fauna des Jungpleistozäns bei Osterode*. - Heimatbl. südwestl. Harzrand, H.32: 48-60; Osterode. (Grabung 1974 Gipsbruch Peinemann bei Förste).

Jacob-Friesen, Karl-Hermann, 1926: *Die Einhornhöhle bei Scharzfeld, Kreis Osterode a. Harz*. - Führer zu urgeschichtlichen Fundstätten Niedersachsens, Nr.2: 34 S., 10 Abb.; Hannover. (Ausführlicher Höhlenführer mit Beitrag zum Einhorn und zur Höhlenfauna).

Nielbock, Ralf, 1987: *Holozäne und jungpleistozäne Wirbeltierfaunen der Einhornhöhle/Harz*. - Dissertation TU Clausthal: 194 S., 121 Abb., 21 Tab.; Clausthal. (Paläontologisch-biostratigraphische Untersuchungsergebnisse der Höhlengrabungen 1985-87).

1989: *Die Tierknochenfunde der Ausgrabungen 1987/88 in der Einhornhöhle bei Scharzfeld*. - Arch. Korbl. 19: 217-230; Mainz. (Paläontologischer Vorbericht zur Grabung 1987/88).

1990: *Die Einhornhöhle - ein quartärwissenschaftliches Kleinod im Südharz*. - Mitt. Verb. dt. Höhlen- & Karstforscher, H.36(2): 24-27; München. (Bericht zum Forschungsstand 1990, incl. einer aktuellen Faunenliste).

1994: *Quartärfaunen am südwestlichen Harzrand*. - Die Kunde N.F.45: 191-220, 16 Abb. Tab.; Hannover (Überblick über alle Fundstellen und Grabungen; Bibliographie).

Schlosser, Max, 1927: *Die Mikrofauna*

*aus der Steinkirche bei Scharzfeld am Harz*. - Centralbl. Miner. Geol. Paläont., Abt. B: 211-215; Stuttgart. (Faunenauswertung und -liste).

Schütt, Gerda, 1965: *Die cromerzeitlichen Bären aus der Einhornhöhle bei Scharzfeld*. - Mitt. Geol. Inst. TH Hannover, H.7: 120 S.; Hannover. (Diss. über Höhlenbären-Alt funde).

Sickenberg, Otto, 1964: *Neue Säugtierfunde aus dem Gipskarst von Osterode/Harz*. - Mitt. Geol. Inst. TH Hannover, H.2: S. 12 ff; Hannover. (Knochenfunde im Gipsbruch Niedersachsenwerk bei Dorste 1963).

1969: *Die Wirbeltierfaunen der Höhlen und Spalten des Harzes und seines südlichen Vorlandes*. - in: Hermann, A. und Pfeiffer, D. (Schrlt.): *Der Südharz - seine Geologie, seine Höhlen und Karsterscheinungen*. - Jh. Karst- und Höhlenkunde, Nr. 9: 91-106; München. (Faunenübersicht Gipskarst, Scharzfeld und Rübeland).

Struckmann, Carl, 1883: *Die Einhornhöhle bei Scharzfeld am Harz - Ein Beitrag zur Urgeschichte des nordwestlichen Deutschlands*. - Archiv Anthropologie, Bd. XIV: 191-234, 3 Taf.; Braunschweig. (Bericht zum Forschungsstand).

1884: *Über die in der Provinz Hannover aufgefundenen fossilen und subfossilen Reste quartärer Säugthiere*. - 33. Jber. nat.hist. Ges. Hannover: 1-54; Hannover (1882-1884). (Faunenlisten).

Vladi, Firouz, 1979: *Die Nashornfunde zu Düna (NSG Hainholz) vom Jahre 1751*. Heimatbl. südwestl. Harzrand, H.35: S.39 ff; Osterode. (Beitrag zur paläontologischen Forschungsgeschichte).

Zotz, Lothar, 1930: *Die vorgeschichtliche Besiedlung des Schulberges und Steinberges bei Scharzfeld, und das Auftreten diluvialer Sande daselbst*. - Jb. Preuß. Geolog. Landesanstalten; Bd.51/1: 106-129, 9 Abb.; Berlin. (Grabungsbericht mit Faunenliste).

### Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Geol. Dr. Ralf Nielbock,  
 Im Strange 12,  
 37520 Osterode am Harz

# Zur Limnologie episodisch trockenfallender Fließ- und Stillgewässer im Gipskarst des Südharzes

von Ulrich Heitkamp

## 1. Einleitung

Am westlichen und südlichen Rand des Harzes zieht sich als breiter Streifen eine Gipskarstlandschaft hin, von der unterschiedlich große Anteile in den Ländern Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen liegen. Die Oberflächenstruktur dieser Landschaft wird durch die Zechsteinformationen in der Tiefe geprägt. Durch Auslaugung von Gipsen entstanden oberflächlich zahlreiche Einbrüche, die als trockene oder wassergefüllte „Erdfälle“ die Karstlandschaft überziehen. In den sich auflösenden Zechsteinformationen versickert das Wasser von Bächen und Flüssen in sog. „Bachschwinden“ und führt zum Trockenfallen ganzer Fließgewässerabschnitte.

Diese Periodizität der Wasserführung hat in den Fließ- und Stillgewässern der Region zur Folge, daß die Lebensgemeinschaften eine spezielle Zusammensetzung aufweisen. Die Zönozen werden besonders durch limnische Arten geprägt, die an Trockenperioden adaptiert sind. Dies ist in stehenden und fließenden Gewässern in sehr unterschiedlichem Ausmaß der Fall.

Um diese einzigartige Landschaft zu schützen, bedarf es naturschutzfachlicher Argumente, die durch Fakten gestützt werden müssen. Über die limnischen Ökosysteme des Südharzer Gipskarstgebietes liegen bisher nur sporadische Untersuchungen, insbesondere im Rahmen von Tierartenerfassungsprogrammen vor. Mit der vorliegenden Arbeit wird versucht, einen kleinen Beitrag zu dieser Problematik zu leisten.

## 2. Untersuchte Gewässer

Im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte der Universität Göttingen in den 80er und 90er Jahren wurden einige Fließgewässer und stehende Gewässer im südniedersächsischen Teil des Gipskarstgebietes untersucht, deren Daten bisher nur zu einem kleinen Teil publiziert worden sind. Zu den periodisch trockenfallenden Fließgewässern zählen

Sieber, Oder und Kleine Steinau sowie zwei namenlose Bäche in der Region Bad Sachsa. Bei den Erdfällen wurden solche aus dem Raum Nüxei - Osterhagen - Scharzfeld - Herzberg untersucht, die eine periodische Gewässerführung aufweisen als auch solche mit ausdauernder Wasserführung, aber sehr stark schwankendem Wasserstand (Abb. 1).

## 3. Fauna der Fließgewässer

Während Sieber und Oder im Vorharzgebiet nur in manchen Jahren bei sehr geringen Niederschlägen trockenfallen, zeichnen sich die drei Bäche durch eine permanente Periodizität aus. Die Trockenperioden treten aber auch hier, abhängig von den Niederschlags- und Abflußbedingungen, zu sehr unterschiedlichen Zeitpunkten auf. Sie beginnen zwischen Mai und Juli und erstrecken sich bis September/Dezember.

Die Ergebnisse über Sieber und Oder sind bisher wenig aussagekräftig, da die Makrobenthofauna im wesentlichen nur bei Normal- und Niedrigwasserständen erfaßt worden ist und nicht während der Trockenperioden. In der wasserführenden Zeit entspricht die Zusammensetzung der Zoozönose der eines typischen Flusses des Harzer Vorlandes. Es treten alle charakteristischen Fließgewässertaxa auf, Strudelwürmer, Egel, Schnecken, Eintags-, Stein- und Köcherfliegen, Wasserkäfer, Fliegen und Mücken, Fische etc. Abweichungen von der natürlichen Besiedlung werden durch anthropogene Einflüsse wie Abwasserbelastungen und Wasserableitungen hervorgerufen (Heitkamp 1997, Heitkamp & Coring 1997, Heitkamp et al. 1985).

Während der Trockenperioden fällt nahezu die gesamte Fließgewässerfauna aus. Die wasserbewohnenden Formen sterben zum überwiegenden Teil ab. Einige Individuen können sich noch über kurze Zeit in Restwasserlachen halten, bis erhöhte Temperaturen und Sauerstoffdefizite ebenfalls zum Absterben führen. Während der Trocken-

perioden wird das Flußbett vor allem durch Formen mit semiaquatischen Larvenstadien besiedelt. Dabei handelt es sich um Vertreter der Chironomidae (Zuckmücken) und Empididae (Tanzfliegen). Ein vergleichbares Bild wie das vorstehend beschriebene konnte an der Sieber im Bereich von Wasserableitungen hinter Wehranlagen erfaßt werden (Heitkamp 1997). Nach Beendigung der Trockenperioden werden die trockengefallenen Abschnitte wahrscheinlich sehr rasch wieder besiedelt. Die Wiederbesiedlung dürfte vor allem durch Drift aus bachaufwärts gelegenen Abschnitten sowie aus Seitenbächen erfolgen.

Bäche, die regelmäßig trockenfallen, weisen eine völlig andere Besiedlung auf. Hier fehlen alle Arten des Makrozoobenthon, die nicht flugfähig sind bzw., bei flugfähigen Arten, die Larvenstadien mit längerer Entwicklungszeit haben. Die untersuchten Bäche waren extrem artenarm; die Individuendichten lagen niedrig. Es dominierten Larven der Chironomidae und Empididae. Larven des typischen Makrozoobenthon waren nur mit Jugendstadien vertreten. U. a. wurden Larven von *Baëtis* spec. (Ephemeroptera: Eintagsfliegen) in niedriger Abundanz nachgewiesen. Die Arten der Gattungen bringen zwei Generationen pro Jahr hervor, wobei die Entwicklungszeit der Wintergeneration etwa sieben Monate von September/Oktober bis April/Mai umfaßt. Larven von Plekopteren (Steinfliegen) mit Vertretern der Nemoridae, Leuctridae und Perlodidae sowie Larven der Trichopteren (Köcherfliegen: u. a. *Hydropsyche* spec., *Rhyacophila* spec.) waren nur sehr vereinzelt vertreten. Nicht nachgewiesen werden konnten Vertreter folgender Gruppen: Tricladida (Strudelwürmer), Mollusca (Weichtiere), Hirudinea (Egel) Amphipoda (Flohkrebse), Odonata (Libellen), Megaloptera (Schlammfliegen), Coleoptera (Käfer) und Pisces (Fische).

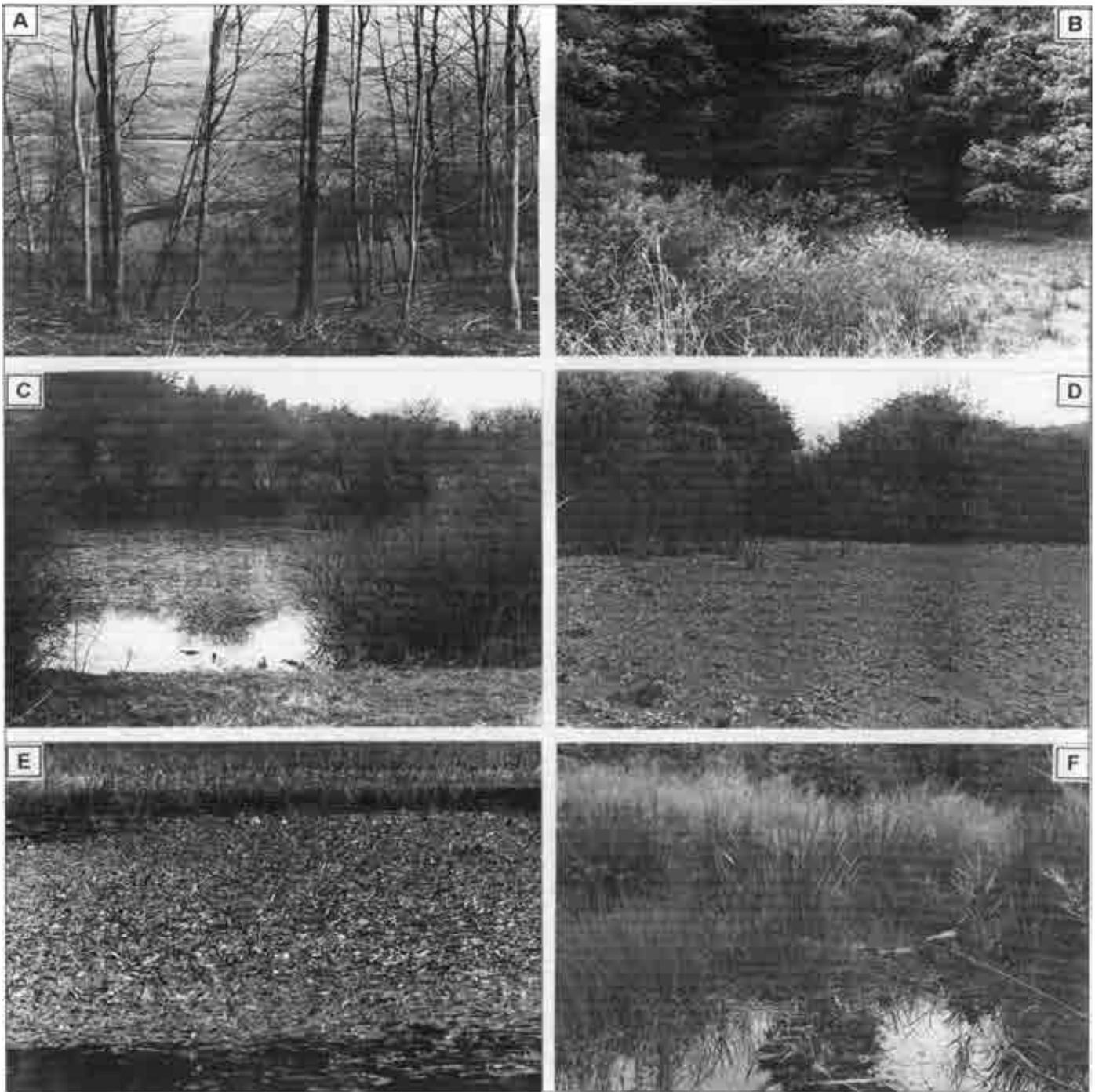
Vor dem Trockenfallen bildeten sich im Frühjahr kleinere und größere Wasserlachen, in die flugfähige Stillwasserarten einwanderten. Im wesentlichen handelte es sich dabei um Vertreter der Wasserwanzen (Heteroptera) und Wasserkäfer (Coleoptera). Es wurden folgende Arten nachgewiesen, sämtlich in wenigen oder Einzelexemplaren:

Heteroptera:

*Corixa punctata*

*Callicorixa praeusta*

*Sigara distincta*



**Abb. 1: Verschiedene Typen von Erdfalltümpeln und -weihern im Gipskarstgebiet des Südharzes.**  
**A** Permanent wasserführender Erdfall am Waldrand; **B** Periodisches, im Wald gelegenes Gewässer während der Trockenphase; **C, D** Periodisch wasserführender Erdfall auf einer Viehweide; **E** Dichtes Feld des Schwimmenden Laichkrauts (*Potamogeton natans*) in einem Erdfallweiher; **F** Üppiger Bewuchs von Sumpfpflanzen (*Juncus* sp., *Sparganium* sp., *Glyceria fluitans*) am Ufer eines Erdfallweihers

*Sigara nigrolineata*  
*Notonecta glauca*  
*Gerris thoracicus*  
*Gerris lacustris*  
 Coleoptera:  
*Hyphydrus ovatus*

*Coelambus impressopunctatus*  
*Hydroporus palustris*  
*Scarodytes halensis*  
*Platambus maculatus*  
*Agabus bipustulatus*  
*Ilybius ater*

Bei allen Arten handelt es sich um Formen mit guten Flugeigenschaften, teilweise um Pionierarten oder sog. r-Strategen, die aufgrund ihrer hohen Migrationsfähigkeit rasch neu entstandene Lebensräume besiedeln können.

#### 4. Fauna der Stillgewässer: Erdfalltümpel und -weiher

Bei den Stillgewässern wurden jeweils zwei periodisch bzw. ausdauernd (perennierend) wasserführende Erdfälle ausgewählt, von denen wiederum jeweils zwei im Wald bzw. im offenen Gelände gelegen waren. Diese Auswahl wurde getroffen, weil die Parameter „Wasserführung“ bzw. „Trockenheit“ und „Besonnung“, davon abhängig „Temperatur“ und „Vegetation“ wesentlich für die Zusammensetzung der Zoozönose verantwortlich sind. Das Datenmaterial ist Bestandteil eines „Kleingewässerprogramms“. Die Untersuchungen erfolgten zum großen Teil in den 80er Jahren. Teile des Materials (Turbellaria, Mollusca) wurden bereits publiziert (Heitkamp 1982a, b), werden an dieser Stelle aber in einem anderen Zusammenhang dargestellt.

##### 4.1 Kurzbeschreibung der Erdfälle

Periodisch wasserführender, im Wald gelegener Erdfall. Durchmesser etwa 30 m, maximale Wassertiefe ca. 50 cm über starker Fallabschicht. Bewuchs sehr spärlich; vereinzelt *Salix*-Gebüsche am Rand und Horste von *Carex spec.* Die physikalischen und chemischen Faktoren schwanken, wie in Kleingewässern üblich (Heitkamp 1989), sehr stark. Die Sauerstoffsättigung liegt nur im Frühjahr bei etwa 100 % und sinkt teilweise auf unter 10 % ab. Der pH-Wert beträgt 5,8-6,7. Der Temperaturverlauf folgt gedämpft dem der Lufttemperaturen. Durch die Beschattung steigt die Oberflächentemperatur selten über 20 °C an. Trockenperioden treten in der Zeit von Mai/Juni bis Oktober/November auf.

Ausdauernd wasserführender, im Wald gelegener, stark beschatteter Erdfall. Durchmesser etwa 35 m. Wassertiefe maximal 80 cm, stark schwankend und im Laufe des Sommers bis auf 20-40 cm Tiefe abnehmend. Bewuchs und physikalisch-chemische Faktoren wie beim periodischen Erdfall.

Periodisch wasserführender Erdfall auf Grünland. Durchmesser etwa 45 m, maximale Wassertiefe 40-50 cm. Das Substrat besteht aus einer relativ dünnen Faulschlammschicht mit höheren Anteilen unzersetzten Pflanzenmaterials. Bewuchs besonders randständig sehr dicht, bestehend aus verschiedenen Sumpfpflanzen, u. a. *Carex* spp., *Juncus*

spp., *Alisma plantago-aquatica*, *Glyceria fluitans*, *Sparganium erectum* und *Polygonum amphibium*. Physikalisch-chemische Faktoren stärker schwankend als in den Waldgewässern. Der pH-Wert liegt mit 7,1-8,2 höher. Die Temperaturen können an der Oberfläche bis auf mehr als 30 °C ansteigen. Es bilden sich starke Tag-Nacht-Gradienten und Gradienten zwischen Oberfläche und Sohle aus. Trockenperioden treten zwischen Mai/Juni und Oktober/November auf.

Im offenen Gelände gelegener Erdfall mit ausdauernder Wasserführung. Durchmesser ca. 40 m, Wassertiefe >1 m. Substrat aus Faulschlamm. Bewuchs randständig aus schmalen Gehölzsaum bestehend. Wasservegetation randständig sehr dicht, in der Zusammensetzung wie beim periodischen Erdfall. Wasserfläche teilweise mit dichtem Feld von Schwimmendem Laichkraut (*Potamogeton natans*) bedeckt. Bei den physikalisch-chemischen Faktoren bestehen weitgehende Übereinstimmungen mit dem periodischen Erdfall, allerdings sind die Wassertemperaturen etwas stärker gedämpft und erreichen auch an der Oberfläche selten mehr als 25 °C. Auch die Sauerstoffgehalte fallen nicht so stark ab. Als Minimalwert wurden Sättigungen von 40-50 % gemessen. Der Wasserstand schwankt um bis zu 40-50 cm.

##### 4.2 Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse über Artenzusammensetzung der einzelnen Taxa und Häufigkeiten der Arten dargestellt. Hinsichtlich der Artenzahlen zeigt sich folgender Trend.

■ Die Artenzahlen liegen in den Gewässern im offenen Gelände i. a. höher als in den Waldgewässern.

■ Im Vergleich zwischen periodischen und perennierenden Gewässern sind die Artenzahlen i. a. in den ausdauernden Gewässern höher.

■ Die absolut höchsten Artenzahlen der einzelnen Taxa werden, mit einer Ausnahme, in dem perennierenden, pflanzenreichen Erdfall im offenen Gelände erreicht.

■ Bei den einzelnen Taxa bestehen Gemeinsamkeiten nur insofern, als in allen Gewässern kleingewässertypische Arten auftreten.

■ Die Ergebnisse über Artenzahlen, Häufigkeiten und Artenzusammensetzung sind vergleichbar denen, die bei

anderen Kleingewässeruntersuchungen ermittelt wurden (u. a. Heitkamp 1982a, b, 1989, Kramer 1964, Kreuzer 1940, Kuhlmann 1972, Münchberg 1956, Plachter 1983, Spandl 1923, 1926, Wiggins et al. 1980).

Beim Taxon der Turbellaria wurden insgesamt 35 Arten nachgewiesen (Tab. 1), davon mit 22 Arten die höchste Zahl in dem perennierenden Erdfallweiher im offenen Gelände. Hinsichtlich ihrer Ansprüche an den Lebensraum und der ökologischen Valenzen der einzelnen Arten kann diese Gruppe beispielhaft abgehandelt werden. Wie in allen Ökosystemen besteht ein Teil der Arten aus euryöken Formen oder Generalisten, die unterschiedlichste Lebensräume besiedeln. Bei den Turbellarien sind dies unter anderem folgende Arten: *Stenostomum leucops*, *St. unicolor*, *Microstomum lineare*, *Castrella truncata* und *Olisthanella truncula*. Daneben werden die Erdfälle von einer ganzen Reihe spezialisierter Arten besiedelt, die bevorzugt in Kleingewässern auftreten. Stenotope Kleingewässerformen, sog. telmatobionte Arten, die stark astatische Bedingungen ihrer Wohngewässer tolerieren sind besonders *Microdalyellia armigera*, *Gieysztoria rubra* und *Opisthomum pallidum*. Die beiden ersten Arten bevorzugen sehr deutlich im Wald gelegene Fallabtuempel, während *O. pallidum* sowohl in beschatteten als auch in besonnten Kleingewässern vorkommt (Heitkamp et al. 1978). Ebenfalls in Kleingewässern leben *Dalyellia viridis* und *Castrada perspicua*. Bei beiden Arten erstreckt sich der Lebenszyklus über die Wintermonate. Er wird im späten Frühjahr mit dem Anstieg der Wassertemperaturen obligatorisch beendet (Heitkamp 1982a). Diesen kalt stenothermen Formen stehen warm stenotherme gegenüber, deren Zyklus ausschließlich in den Sommermonaten abläuft, wobei hohe Temperaturen einen positiven Effekt auf die Fortpflanzungsrate haben. Zwei dieser Arten, *Microdalyellia fairchildi* und *M. brevimana*, bevorzugen gleichzeitig pflanzenreiche Gewässer. Als warm stenotherme, phytobionte Sommerformen können sie ausschließlich besonnte, pflanzenreiche Gewässer mit ausdauernder Wasserführung besiedeln (Bauchhens 1971, Heitkamp 1982a, Kaiser 1969, 1974, Pörner 1966, Rixen 1961, 1968). Erwähnenswert ist schließlich, daß einige der in den Erdfallgewässern nachgewiese-

nen Arten in Deutschland bisher nur wenige Male nachgewiesen worden sind: *Castrada perspicua* (2x), *Microdalyellia nanella* (4x), *Tetracelis marmorosa* (2x).

Die Artenzahl der Weichtiere (Mollusca) liegt mit 16 Arten wesentlich niedriger als die der Turbellarien (Tab. 1). Mit *Anisus leucostomus*, *Galba truncatula*, *Stagnicola glabra* und *Pisidium obtusale* kommen mehrere Arten vor, die für Kleingewässer typisch sind und die extreme Bedingungen - Trockenheit, Frost, Hitze etc. - tolerieren (Boycott 1936, Danneel & Hinz 1974, Heitkamp 1980, Klekowski 1961, Klimovicz 1959, 1962, Mehl 1932, Meier-Brook 1970, Zeissler 1971). Als Beispiel wurde *A. leucostomus* gut untersucht (Heitkamp & Zemella 1988, Precht 1939). Die Art kann Trockenperioden von mehr als zwei Jahren, tiefe Temperaturen von > -15 °C, Einfrieren in Eis und hohe Temperaturen bis 35 °C überstehen. Mit diesen Anpassungen sind die telmatobionten Arten ausgezeichnet an die astatischen Bedingungen in Kleingewässern adaptiert.

Bei den Kleinkrebsen konnten folgende Artenzahlen nachgewiesen werden: Cladocera 18, Copepoda 21, Ostracoda 15 (Tab.1). Auch bei diesen Gruppen treten einige euryöke Arten auf, die unterschiedlichste Typen stehender Gewässer besiedeln und dort meist hohe Abundanzen erreichen (Herbst 1951). Dazu zählen *Ceriodaphnia reticulata*, *Chydorus sphaericus* (Cladocera), *Eucyclops serrulatus*, *Cyclops strenuus*, *Megacyclops viridis* (Copepoda), *Cycloprys ovum* und *Cypria ophthalmica* (Ostracoda). Innerhalb der einzelnen Gruppen kommen mehrere Arten vor, die sich durch die Produktion trockenheit- und kälteresistenter Dauereier auszeichnen und die daher prädestiniert für das Leben in astatischen Kleingewässern sind. Besonders zu nennen sind hier *Diaptomus castor* (Copepoda) sowie die *Candona*- und *Eucypris*-Arten bei den Ostracoden (Hiller 1972, Nüchterlein 1969).

In Anpassung an die Temperatur haben einige Arten einen speziellen Zyklus entwickelt. Reine Sommerform sind *Scapholeberis mucronata* (Copepoda), *Mesocyclops leuckarti* und *Thermocyclops hyalinus* (Copepoda). Bei *Diaptomus castor*, *Cyclops insignis* (Copepoda), *Cypricercus fuscatus* und den *Eucypris*-Arten (Ostracoda) verläuft der Zyklus vom Herbst bis zum Frühjahr. Bei

diesen Arten werden die Sommermonate mit resistenten Dauereiern überstanden. Die nahe verwandten Copepoden-Arten *Acanthocyclops robustus* und *A. vernalis*, die häufig gemeinsam (sympatrisch) in einem Gewässer leben, umgehen die Konkurrenz, indem bei der einen Art der Zyklus vor allem in die Sommermonate (*A. robustus*), bei der anderen in die Winter- und Frühjahrsmonate (*A. vernalis*) verlegt wird.

Die Besiedlung der Erdfälle durch Libellen zeigt die typischen Unterschiede zwischen beschatteten und besonnten Gewässern auf (Tab. 1). *Aeshna cyanea* ist die einzige Art in den im Wald gelegenen Erdfällen. Ein entsprechendes Ergebnis konnte Marchand (1985) für Kleingewässer im Göttinger Raum ermitteln. In periodischen Gewässern können sich die Larven wegen der mindestens einjährigen Entwicklungszeit nicht entwickeln.

Auch bei den im offenen Gelände gelegenen Erdfällen werden die durch die Wasserführung bedingten Unterschiede deutlich. Im periodischen Gewässer wurden 11 Arten nachgewiesen, davon waren nur 5 Arten bodenständig. Dabei handelte es sich um solche Arten, deren Larvalentwicklung im Frühjahr beginnt und bereits im Frühsommer abgeschlossen ist (*Lestes*-Spezies) bzw. um Arten, deren Larven, beispielsweise die von *Libellula depressa*, eine höhere Trockenresistenz aufweisen. Die relativ niedrige Artenzahl mit nur wenigen bodenständigen Arten ist typisch für Libellen-Zönosen periodischer Gewässer (Marchand 1985, Jacob 1969, Schmidt 1982, Rehfeld 1982, Bilek 1952).

Die hohe Artenzahl im pflanzenreichen, perennierenden Erdfall im offenen Gelände ist typisch für Gewässer dieser Größe und Struktur. Marchand (1985) konnte in südniedersächsischen Kleingewässern vergleichbare Artenzahlen und Artenkombinationen nachweisen.

Ein ähnliches Bild wie bei den Libellen mit der niedrigsten Artenzahl im periodischen Wald-Erdfall und der höchsten Zahl (20 Arten) im perennierenden, pflanzenreichen Offenland-Erdfall konnte auch bei den Schwimmkäfern (Dytiscidae) nachgewiesen werden (Tab. 1). Der überwiegende Teil der dort vorkommenden Arten ist eurytop. Zwei Arten, *Coelambus confluens* und *Hydroporus marginatus*, sind Pioniere in neu entstandenen Kiesgrubengewässern. Vier Arten sind stenotop: *Hydroporus*

*incognitus*, *H. nigrita*, *Agabus melanarius* und *Ilybius ater*. Sie besiedeln bevorzugt schwach saure Waldtümpel und -weiher mit Laubgrund (Koch 1989).

Die Amphibien sind mit 9 Arten vertreten. Das entspricht ca. 47 % der insgesamt in Niedersachsen vorkommenden 19 Arten (Podloucky & Fischer 1994). Alle Arten kommen in dem permanent wasserführenden Erdfallweiher im offenen Gelände vor. Dieses Gewässer wurde bereits von Brunken & Meinecke (1984) untersucht, die auch die Grünfroscharten differenzierten. Die beiden periodischen Gewässer werden nur von Bergmolch und Grasfrosch besiedelt, wobei in manchen Jahren der Reproduktionserfolg in Frage gestellt ist, wenn die Tümpel zu rasch austrocknen.

## 5. Naturschutzfachlich, faunistische Bewertung der Gewässer

Als Kriterien der Bewertung gelten im Naturschutz die Natürlichkeit des Biotoptyps, das Ausmaß anthropogener Beeinträchtigungen (Qualitäts- und Flächenverlust), die Artenzusammensetzung und Vollständigkeit der Lebensgemeinschaft, das Vorkommen charakteristischer, bestandsbestimmender und bedrohter Arten gemessen an dem Potential der Arten des Lebensraumtyps, Regenerationsfähigkeit, Seltenheit und Gefährdungsgrad sowie die Entwicklungsmöglichkeiten des Biotoptyps. Die Bewertung sollte sich an einem Leitbild orientieren, das den natürlichen Zustand des Lebensraums ohne Einwirkung des Menschen beschreibt.

Spezifische Leitbilder für die Erdfallgewässer des Harzer Gipskarstgebietes existieren noch nicht, da für deren Erarbeitung zu viele Fakten über Struktur und Funktion der Gewässer fehlen. Die nachfolgende Bewertung orientiert sich daher ausschließlich an den Ergebnissen über Struktur und Fauna der Erdfälle, die an einer kleinen Auswahl von Gewässern ermittelt wurden.

### Seltenheit des Biotoptyps

Erdfälle sind in den Bundesländern Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen zum großen Teil auf den Gipskarstgürtel des Harzes beschränkt. Nach v. Drachenfels (1996) werden Biotoptypen, die auf bestimmte Naturräume be-

schränkt sind, dort aber relativ großflächig ausgeprägt sein können, als *seltene* (Stufe 2) eingeordnet.

### Regenerierbarkeit

Als geomorphologische Erscheinungsformen, die durch Salzauslaugung in der Tiefe und nachfolgenden Einbruch der Erdoberfläche entstanden sind, lassen sich zerstörte oder degradierte Erdfälle durch gestaltende Eingriffe des Menschen nicht oder nur sehr langfristig wiederherstellen. Nach v. *Drachenfels* (1996) Stufe 1(N) = *nicht regenerierbar*. An dieser Einstufung ändert auch die ± regelmäßige Entstehung neuer Erdfälle im Gipskarstgebiet nichts.

### Qualitäts- und Flächenverlust

Über beide Kriterien läßt sich nur eine grobe Abschätzung vornehmen, da verlässliche, flächendeckende Daten fehlen. Beim Qualitätsverlust spielt insbesondere die Belastung durch land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen eine Rolle. Es wird die Stufe 3 = *erheblicher Qualitätsverlust* gewählt, da der Großteil der Erdfälle deutliche Abweichungen von der optimalen Ausprägung zeigt, die Eigenart des Biotoptyps aber noch stabil ist (v. *Drachenfels* 1996). Beim Flächenverlust, insbesondere durch Gipsabbau, ist ebenfalls von einem *erheblichen Rückgang* (Stufe 3) auszugehen.

### Biotoptypen und deren Gefährdungsgrad

Die wassergefüllten Erdfälle im Gipskarstgürtel sind folgenden Biotoptypen zuzuordnen (nach v. *Drachenfels* 1994, 1996; in Klammern Gefährdungsgrad für Niedersachsen):

Naturnahe eutrophe Seen natürlicher Entstehung (Gefährdungskategorie 1). Nur in sehr geringer Zahl im Karstgebiet vorhanden, z. B. Jues-See in Herzberg und Wiedensee bei Scharzfeld.

Sonstiges naturnahes eutrophes Kleingewässer natürlicher Entstehung (GK 2). Ausdauernde Kleingewässer (Weiher), die einen großen Anteil an der Gesamtzahl der Erdfallgewässer haben.

Waldtümpel (GK 3). Periodische, im Wald gelegene Erdfälle. In hoher Zahl vorhanden.

Wiesentümpel (GK 2). Periodische, auf Grünland gelegene Erdfälle. In hoher Zahl vorkommend.

Ackertümpel (GK 3d). Periodische, auf Ackerflächen gelegene Erdfälle. Zahl unbekannt.

### Gefährdungsursachen

Als die wichtigste Gefährdungsursache ist der großflächige Gipsabbau anzusehen, durch den die gesamte Karstlandschaft, die eine herausragende Bedeutung für den Naturschutz hat, akut bedroht und zerstört wird. Zur vollständigen Zerstörung der Erdfallgewässer führen auch Verfüllung mit Müll, Bauschutt und Boden, die Anlage von Fischteichen, Entwässerung und die Inanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsflächen.

Vergleichbare Effekte mit starker Degradierung der Biotope im Verlauf von Jahren oder Jahrzehnten haben land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen. Der Eintrag von Düngemitteln und Pestiziden, die Umwandlung von Grünland zu Acker führen zur Eutrophierung. Als Folge der Belastung verschwinden empfindliche Pflanzen- und Tierarten und werden durch belastungstolerante Arten ersetzt. In der Forstwirtschaft ist insbesondere der Wegebau, nicht standortgerechte Gehölzpflanzungen (Fichtenforsten) und die Verfüllung mit Schlagabraum zu nennen.

Der Eintrag von Luftschadstoffen in Form von Säuren, Nährstoffen, Schwermetallen, organischen Verbindungen führt ebenfalls zu einer schleichenden Degradierung der Lebensräume.

### Natürlichkeit, Artenzusammensetzung und Vollständigkeit der Lebensgemeinschaft

Die Natürlichkeit wird im wesentlichen durch die vorstehend aufgelisteten anthropogenen Beeinträchtigungen bestimmt. Im Gipskarstgebiet existieren zur Zeit viele Erdfallgewässer, deren morphologische Strukturen intakt sind, die aber durch unterschiedlichste Einflüsse vom natürlichen Zustand abweichen. Während der natürliche Prozeß von Verlandung und Eutrophierung ein Vorgang ist, der, je nach Größe und Tiefe der Gewässer, sich über Jahrhunderte oder Jahrtausende hinzieht, werden die anthropogen verursachten Auswirkungen innerhalb von Jahren und Jahrzehnten wirksam. Beim heutigen Zustand der Erdfallgewässer muß davon ausgegangen werden, daß keine un-

beeinflussten Gewässer mehr existieren und daß die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft vom natürlichen Zustand mehr oder weniger stark abweicht. Konkrete Aussagen darüber sind jedoch nicht möglich, da Datenmaterial kaum existiert. Um Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen wirkungsvoll zu gestalten, ist hier noch ein hoher Bedarf an Grundlagenforschung über Struktur und funktionelle Zusammenhänge der Erdfallgewässer notwendig.

### Entwicklungspotential und -möglichkeiten

Die Erdfallgewässer zeichnen sich durch ein hohes Entwicklungspotential aus. Schutz- Pflege- und Entwicklung sind jedoch nur durch ein Konzept zu verwirklichen, das die gesamte Gipskarstlandschaft umfaßt. Im Rahmen der Planung eines Biosphärenreservates „Südharzer Gipskarstlandschaft“ könnten derartige Konzepte verwirklicht werden.

### Gefährdete und geschützte Arten

In Tabelle 1 sind die Gefährdung und der Schutzstatus der Vertreter der erfaßten Tiergruppen aufgeführt. Bei der Verwendung der „Roten Listen“ ist zu beachten, daß diese zwar ein wichtiges Kriterium der naturschutzfachlichen Bewertung sind, sie bei der verfahrenstechnischen Durchführung, z. B. bei der Unterschutzstellung von Lebensräumen, jedoch nur eine empfehlende Wirkung haben. Grundlagen für den gesetzlichen Schutz sind die Naturschutzgesetze des Bundes und der Länder, die Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) und die Richtlinie 29/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (FFH-Richtlinie).

Zur Vollständigkeit der Roten Listen ist auch anzumerken, daß dort eine ganze Reihe von Tiergruppen noch nicht bearbeitet sind. Bei der vorgelegten Untersuchung sind es die Strudelwürmer und Kleinkrebse, die mit Sicherheit eine größere Zahl gefährdeter Arten enthalten.

Bei den Taxa, über die Rote Listen existieren, konnten insgesamt 19 gefährdete Arten Niedersachsens und Deutschlands nachgewiesen werden,

**Tabelle 1: Artenzusammensetzung der Limnofauna in Erdfalltümpeln und -weiher des Gipskarstgebietes. Erläuterungen: Erdfälle: 1 = periodischer Erdfalltümpel im Wald, 2 = perennierender Erdfallweiher im Wald, 3 = periodischer, unbeschatteter Erdfalltümpel, 4 = perennierender Erdfallweiher in der Agrarlandschaft. Individuendichten: ■ sehr selten bis spärlich, ▲ mäßig häufig bis häufig, ● sehr häufig bis massenhaft, + Nachweis ohne Häufigkeitsangabe. Libellen: G = Gast, B = bodenständige Art. Rote Listen für Niedersachsen (Nds) und Deutschland (D): Schnecken und Muscheln: JUNGBLUTH & KNORRE 1995 (D), JUNGBLUTH 1990 (Nds.); Libellen: BELLMANN 1993 (D), ALTMÜLLER 1988 (Nds); Schwimmkäfer: HAASE 1996 (Nds); Amphibien: BLAB et al. 1994 (D), PODLOUCKY & FISCHER 1994 (Nds). Gefährdungskategorien: 0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, P = potentiell gefährdet, V = Vorwarnliste, n = nicht gefährdet. § = nach Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) geschützt. FFH = FFH-Richtlinie (Flora, Fauna, Habitat); Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Pflanzen und Tiere.**

Taxon (Art/Gruppe)	Erdfälle				Rote Liste Nds/D	§	FFH
	1	2	3	4			
TURBELLARIA (Strudelwürmer)							
<i>Bothrosostoma personatum</i>				▲			
<i>Castrada intermedia</i>	■		●				
<i>Castrada lanceola</i>				■			
<i>Castrada perspicua</i>				■			
<i>Castrella truncata</i>	■		▲	■			
<i>Dalyellia viridis</i>			●				
<i>Dendrocoelum lacteum</i>				■			
<i>Dugesia polychroa</i>		■		■			
<i>Geocentrophora spyrocephala</i>		■					
<i>Gieysztoria cuspidata</i>			●				
<i>Gieysztoria rubra</i>	●	▲	■	●			
<i>Gyratrix hermaphroditus</i>	●	▲	●	●			
<i>Macrostomum distinguendum</i>	■	▲	▲	■			
<i>Macrostomum rostratum</i>			▲	■			●
<i>Mesostoma lingua</i>			●				
<i>Mesostoma productum</i>			●				
<i>Microdalyellia armigera</i>	▲	▲	■				
<i>Microdalyellia brevimana</i>				●			
<i>Microdalyellia fairchildi</i>				■			
<i>Microdalyellia nanella</i>	▲		■				
<i>Microdalyellia schmidtii</i>		▲					
<i>Microstomum lineare</i>				●			
<i>Olisthanella obtusa</i>				▲			
<i>Olisthanella truncula</i>	■	■	■	●			
<i>Opisthocytis goettei</i>				■			
<i>Opisthomum pallidum</i>		■	●	▲			
<i>Phaenocora typhlops</i>				▲			
<i>Phaenocora unipunctata</i>			▲	▲			
<i>Polycelis nigra</i>	■			■			
<i>Rhynchomesostoma rostratum</i>		■	▲				
<i>Stenostomum leucops</i>		■	▲				
<i>Stenostomum unicolor</i>				●			
<i>Tetracelis marmorosa</i>			▲				
<i>Thyphloplana viridata</i>				■			
<i>Thyphloplanella halleziana</i>			■				
<b>Artenzahl</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>22</b>			

Fortsetzung Tab. 1

Taxon (Art/Gruppe)	Erdfälle				Rote Liste Nds/D	§	FFH
	1	2	3	4			
MOLLUSCA (Weichtiere)							
GASTROPODA (Schnecken)							
<i>Acroloxus lacustris</i>				■	n/V		
<i>Anisus leucostomus</i>		▲	●				
<i>Bithynia tentaculata</i>				■			
<i>Carychium minimum</i>	■	■					
<i>Galba truncatula</i>	▲		■				
<i>Gyraulus albus</i>				▲			
<i>Gyraulus crista</i>				■	3/n		
<i>Lymnaea stagnalis</i>				▲			
<i>Planorbis planorbis</i>				●			
<i>Planorbarius corneus</i>				▲			
<i>Stagnicola qlabra</i>		■			3/2		
<i>Valvata piscinalis</i>				■	n/V		
BIVALVIA (Muscheln)							
<i>Musculium lacustre</i>			■	■	n/V		
<i>Pisidium casertanum</i>		▲	▲				
<i>Pisidium obtusale</i>	■	▲	■		3/V		
<i>Sphaerium corneum</i>			■	■			
<b>Artenzahl</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>10</b>			
CRUSTACEA (Krebse)							
CLADOCERA (Blattfußkrebse)							
<i>Acroperus harpae</i>				■			
<i>Alona affinis</i>				■			
<i>Alona rectangula</i>	■		▲				
<i>Alona tenuicaudis</i>				■			
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	▲	▲		●			
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>				■			
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	▲	▲	▲	●			
<i>Chydorus latus</i>				●			
<i>Chydorus sphaericus</i>	●	●	●				
<i>Daphnia curvirostris</i>				●			
<i>Daphnia longispina</i>				●			
<i>Daphnia pulex</i>	▲	■					
<i>Iliocryptus sordidus</i>				■			
<i>Leudigia leydigii</i>				■			
<i>Pleuroxus aduncus</i>				■			
<i>Scapholeberis mucronata</i>				▲			
<i>Simocephalus exspinosus</i>	▲						
<i>Simocephalus vetulus</i>			●	●			
<b>Artenzahl</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>14</b>			
COPEPODA (Ruderfußkrebse)							
<i>Acanthocyclops robustus</i>				●			
<i>Acanthocyclops vernalis</i>				■			
<i>Attheyella crassa</i>		●					

Fortsetzung Tab. 1

Taxon (Art/Gruppe)	Erdfälle				Rote Liste Nds/D	§	FFH
	1	2	3	4			
<i>Attheyella dentata</i>			▲				
<i>Bryocamptus vej dovskyi</i>	■						
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	●		▲	▲			
<i>Cyclops insignis</i>				■			
<i>Cyclops strenuus</i>	▲	▲	▲	▲			
<i>Cyclops vicinus</i>				●			
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	●	●	▲	■			
<i>Diaptomus castor</i>			●	■			
<i>Ectocyclops phaleratus</i>				■			
<i>Eucyclops serrulatus</i>	▲			●			
<i>Eudiaptomus vulgaris</i>				■			
<i>Macrocyclops albidus</i>				●			
<i>Macrocyclops distinctus</i>				■			
<i>Megacyclops gigas</i>				■			
<i>Megacyclops viridis</i>	▲	▲	▲	▲			
<i>Mesocyclops leuckarti</i>				●			
<i>Paracyclops fimbriatus</i>				■			
<i>Thermocyclops hyalinus</i>				▲			
<b>Artenzahl</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>18</b>			
OSTRACODA (Muschelkrebse)							
<i>Candona candida</i>				■			
<i>Candona compressa</i>		■					
<i>Candona fabaeformis</i>			●				
<i>Candona neglecta</i>			●				
<i>Candona pratensis</i>			▲				
<i>Cyclocypris ovum</i>	▲		●	■			
<i>Cypria ophthalmica</i>	●	●	▲	▲			
<i>Cypricercus fuscatus</i>		■	●	■			
<i>Cypridopsis parva</i>			▲				
<i>Cypridopsis vidua</i>			●	▲			
<i>Darwinula stevensoni</i>				■			
<i>Eucypris lutaria</i>			■				
<i>Eucypris ornata</i>			■				
<i>Heterocypris incongruens</i>			■	■			
<i>Iliocypris gibba</i>			■	■			
<b>Artenzahl</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>8</b>			
ODONATA (Libellen)							
<i>Aeshna cyanea</i>	G	B	G	B		§	
<i>Aeshna mixta</i>				B		§	
<i>Aeshna grandis</i>				G		§	
<i>Anax imperator</i>				B		§	
<i>Chalcolestes viridis</i>				B		§	
<i>Coenagrion puella</i>			B	B		§	
<i>Cordulia aenea</i>				B		§	
<i>Enallagma cyathigerum</i>			G	B		§	

Fortsetzung Tab. 1

Taxon (Art/Gruppe)	Erdfälle				Rote Liste Nds/D	§	FFH
	1	2	3	4			
<i>Ischnura elegans</i>			G	B		§	
<i>Lestes barbarus</i>			B		3/2	§	
<i>Lestes dryas</i>			B		2/3	§	
<i>Lestes sponsa</i>			B	B		§	
<i>Libellula depressa</i>			B	G		§	
<i>Libellula quadrimaculata</i>				B		§	
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>			G	B		§	
<i>Sympetrum danae</i>				B		§	
<i>Sympetrum flaveolum</i>			G	B		§	
<i>Sympetrum pedemontanum</i>				G	3/2	§	
<i>Sympetrum sanguineum</i>				B		§	
<i>Sympetrum striolatum</i>				G		§	
<i>Sympetrum vulgatum</i>			G	B		§	
<b>Artenzahl</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>19</b>			
<b>DYTISCIDAE (Schwimmkäfer)</b>							
<i>Acilius sulicatus</i>	+	+	+	+			
<i>Agabus bipustulatus</i>	+	+	+	+			
<i>Agabus melanarius</i>	+						
<i>Agabus nebulosus</i>		+	+				
<i>Agabus sturmi</i>	+		+	+			
<i>Coelambus confluens</i>				+			
<i>Coelambus impressopunctatus</i>			+				
<i>Colymbetes fuscus</i>			+	+			
<i>Dytiscus marginalis</i>		+	+	+			
<i>Graphoderus cinereus</i>				+	3/-		
<i>Graptodytes pictus</i>				+			
<i>Hydroporus incognitus</i>		+					
<i>Hydroporus marginatus</i>				+			
<i>Hydroporus nigrita</i>		+		+			
<i>Hydroporus palustris</i>	+	+		+			
<i>Hydroporus planus</i>	+		+				
<i>Hygrotus inaequalis</i>		+		+			
<i>Hygrotus versicolor</i>				+			
<i>Ilybius ater</i>		+	+	+			
<i>Ilybius fuliginosus</i>			+				
<i>Laccophilus minutus</i>			+	+			
<i>Rhantus bistratus</i>				+	2/-		
<i>Rhantus exoletus</i>				+	3/-		
<i>Rhantus notatus</i>		+					
<i>Rhantus suturalis</i>			+				
<i>Scarodytes halensis</i>		+		+			
<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i>				+	3/-		
<b>Artenzahl</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>19</b>			
<b>AMPHIBIA (Lurche)</b>							
Kammolch ( <i>Triturus cristatus</i> )				+	3/2	§	+

Fortsetzung Tab. 1

Erdfälle Taxon (Art/Gruppe)	Rote Liste				Nds/D	§	FFH
	1	2	3	4			
Bergmolch ( <i>Triturus alpestris</i> )	+	+		+	3/n	§	
Teichmolch ( <i>Triturus vulgaris</i> )		+	+	+		§	
Knoblauchkröte ( <i>Pelobates fuscus</i> )				+	3/3	§	+
Erdkröte ( <i>Bufo bufo</i> )		+		+		§	
Grasfrosch ( <i>Rana temporaria</i> )	+	+	+	+		§	
Seefrosch ( <i>Rana ridibunda</i> )				+	3/3	§	
Kleiner Wasserfrosch ( <i>Rana lessonae</i> )				+	2/3	§	+
Teichfrosch ( <i>Rana esculenta</i> )				+	n/3	§	
<b>Artenzahl</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>9</b>			

davon folgende Arten, deren Bestand stark gefährdet ist (Tab. 1): *Stagnicola glabra* (Gastropoda), *Rhantus bistratus* (Dytiscidae), Kammolch und Kleiner Wasserfrosch.

Gemäß Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) in Verbindung mit § 20e Bundesnaturschutzgesetz genießen alle Libellen und Amphibien besonderen Schutz. Als besonders geschützte und im Sinne der BArtSchV vom Aussterben bedrohte Arten wurden Kammolch und Knoblauchkröte nachgewiesen. Beide Arten werden auch in der FFH-Richtlinie als streng zu schützende Arten von gemeinschaftlichen Interesse (Anhang IV) und als Arten von gemeinschaftlichen Interesse aufgeführt, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen.

Nach § 20c BNatSchG und den entsprechenden Gesetzen der Länder genießen verschiedene Biotoptypen des Gipskarstgebietes besonderen Schutz. Unter anderen zählen dazu auch zahlreiche Erdfallgewässer. Im Landkreis Osterode wurde das Naturschutzgebiet Hainholz mit einer Vielzahl von Biotoptypen, die für das Gipskarstgebiet charakteristisch sind, als Schutzgebiet mit „gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung“ ausgewiesen.

Die hier aufgeführten Ergebnisse sollen dazu beitragen, den Wert einzelner Lebensraumtypen innerhalb der Gipskarstlandschaft herauszustellen, gleichzeitig aber Argumente dafür zu sammeln, daß nur mit dem Schutz des gesamten Naturraumes die Komplexlandschaft erhalten werden kann.

## 6. Zusammenfassung

Im niedersächsischen Teil des Harzer Gipskarstgebietes wurden einige peri-

odisch wasserführende Bäche sowie austrocknende und ständig wasserführende Erdfallgewässer faunistisch untersucht. In den periodischen Fließgewässern fehlt die typische Makrobenthofauna. Es treten im wesentlichen semiaquatische Formen auf. Die Erdfalltümpel und -weiher weisen dagegen, abhängig von der Lage im Wald oder im offenen Gelände, eine typische Artenzusammensetzung auf, die durch Charakterarten der Kleingewässer dominiert wird.

Die Erdfallgewässer werden nach verschiedenen Kriterien naturschutzfachlich bewertet und ihr hoher Wert in der Komplexlandschaft des Gipskarstgebietes herausgestellt.

## 7. Literatur

- Altmüller, R., 1988: Rote Liste der in Niedersachsen gefährdeten Libellen. 4. Aufl., Merkblatt Nr. 15. Niedersächsisches Landesverwaltungsamt, Hannover. 27 S.
- Bauchhens, J., 1971: Die Kleinturbellarien Frankens. Ein Beitrag zur Systematik und Ökologie der Tubellaria excl. Tricladida in Süddeutschland. - Int. Rev. ges. Hydrobiol., 56, 609-666
- Bilek, A., 1952: Eine Kiesgrube als Lebensraum für die Hälfte aller mitteleuropäischen Odonatenarten. - Nachr.-Bl. Bayer. Ent., 1, 85-86
- Blab, J., Günther, R. & Nowak, E., 1994: Rote Liste und Artenverzeichnis der in Deutschland vorkommenden Lurche (Amphibia). In: Nowak, E. et al. (Hrsg.), Rote Liste der gefährdeten Wirbeltiere in Deutschland, pp. 125-136. - Kilda-Verlag, Greven
- Boycott, A. E., 1936: The habitats of

fresh-water Mollusca in Britain. - J. anim. Ecol., 5, 116-186

Brunken, G. & Meineke, T., 1984: Amphibien und Reptilien zwischen Harz und Leine. - Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs., Beiheft, Heft 10, 59 S.

Danneel, J. & Hinz, W., 1974: Trockenresistenz dreier *Pisidium*-Populationen (*Bivalvia*) in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit. - Hydrobiologia, 45, 39-43

Drachenfels, O. von, 1994: Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der nach § 28a und § 28b NNatG geschützten Biotope. - Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs., Heft A/4, 1-192

Drachenfels, O. von 1996: Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen in Niedersachsen. - Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs., Heft 34, 1-146

Haase, P., 1996: Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Wasserkäfer mit Gesamtartenverzeichnis. - Inform. dienst Naturschutz Niedersachs., 16, 81-100.

Heitkamp, U., 1978: Zur Autökologie von *Opisthomum pallidum* O. Schmidt, 1848, einer Tubellarienart astatischer Kleingewässer. - Int. Rev. gesamten Hydrobiol., 63, 247-260

Heitkamp, U., 1980: Populationsdynamik von *Pisidium personatum* Malm, 1855 und *Pisidium obtusale* (Lamarck, 1818) (Mollusca, Sphaeriidae) in einem periodischen Tümpel. - Zool. Anz., 205, 230-308

Heitkamp, U., 1982a: Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und Systematik limnischer Turbellarien periodischer und perennierender Kleingewässer Südniedersachsens. - Arch. Hydrobiol., Suppl., 64, 65-188

- Heitkamp, U., 1982b: Phänologie und Ökologie der Mollusken stagnierender Kleingewässer Süd-Niedersachsens. - Faun. Mitt. Süd-Niedersachs., 4/5, 1-39
- Heitkamp, U., 1989: Das Ökosystem Tümpel: Strukturelle Merkmale des Lebensraums und Eigenschaften der Zoozönose. - Göttinger naturk. Schr., 1, 25-46
- Heitkamp, U., 1997: Die Auswirkungen von Wasserableitungen durch kleine Wasserkraftanlagen auf Fließgewässer-Ökosysteme am Beispiel der Sieber im Harz (Südniedersachsen). - Göttinger naturk. Schr., 4, 245-279
- Heitkamp, U. & Coring, E., 1997: Die biozönotische Gliederung der Oder, eines Mittelgebirgsbaches im Harz und Harzvorland. - Jahresber. Naturhist. Ges. Hannover, Sonderband (im Druck)
- Heitkamp, U. & B. Zemella 1988: Untersuchungen zur Phänologie und Autoökologie von *Anisus leucostomus* (Millet, 1813) (Gastropoda, Planorbidae). - Arch. Hydrobiol., Suppl., 79, 227-266
- Heitkamp, U., Lessman, D. & Piehl, C., 1985: Makrobenthos-, Moos- und Interstitialfauna der Sieber im Harz (Süd-Niedersachsen). - Arch. Hydrobiol., Suppl. 70, 279-364
- Herbst, H., 1951: Ökologische Untersuchungen über die Crustaceenfauna südschleswigscher Kleingewässer mit besonderer Berücksichtigung der Copepoden. - Arch. Hydrobiol., 45, 413-542
- Hiller, D., 1972: Untersuchungen zur Biologie und Ökologie limnischer Ostracoden aus der Umgebung von Hamburg. - Arch. Hydrobiol., Suppl., 40, 400-497
- Jacob, U., 1969: Untersuchungen zu den Beziehungen zwischen Ökologie und Verbreitung heimischer Libellen. - Faun. Abh. Staatl. Mus. Tierkde. Dresden, 2, 197-239
- Jungbluth, J. M., 1990: Vorläufige „Rote Liste“ der bestandsbedrohten und gefährdeten Binnenmollusken (Weichtiere: Schnecken und Muscheln) von Niedersachsen. - Entwurf, Neckarsteinach. 12 S.
- Jungbluth, J. M. & Knorre, D., 1995: Rote Liste der Binnenmollusken [Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia)] in Deutschland. 5. Fassung 1994. - Mitt. dtsh. malakozool. Ges., 56/57, 1-17
- Kaiser, H., 1969: Die Turbellarienfauna der limnokrenen Erdfallquellen und ihrer Abflüsse im Raum Mühlhausen-Bad Langensalza. - Abh. Ber. Naturh. Mus. Gotha, 1969, 33-56
- Kaiser, H., 1974: Die Turbellarienfauna in salzhaltigen Gewässern und Quellregionen Nordwest-Thüringens. - Limnologica, 9, 1-62
- Klekowski, R. Z., 1961: Die Resistenz gegen Austrocknung bei einigen Wirbellosen aus astatischen Gewässern. - Verh. internat. Verein. Limnol., 14, 1023-1028
- Klimovicz, H., 1959: Tentative classification of small water bodies on the basis of the differentiation of the molluscan fauna. - Pol. Arch. Hydrobiol., 6, 85-103
- Klimovicz, H., 1962: The molluscs off impermanent waterbodies in the environs of Warsaw. - Pol. Arch. Hydrobiol., 10, 271-285
- Koch, K., 1989: Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Bd. 1. - Goecke & Evers, Krefeld. 440 S.
- Kramer, H. 1964: Ökologische Untersuchungen an temporären Tümpeln des Bonner Kottenforstes. - Decheniana, 117, 53-132
- Kreuzer, R. 1940: Limnologisch-ökologische Untersuchungen an holsteinischen Kleingewässern. - Arch. Hydrobiol., Suppl., 10, 359-572
- Kuhlmann, D. H. H., 1972: Die Bewertung kleiner Gewässer als funktionelle Einheiten und sich daraus ergebende Konsequenzen hinsichtlich der ökologischen Terminologie. - Pol. Arch. Hydrobiol. 19, 123-150
- Marchand, M., 1985: Untersuchungen zur Phänologie und Ökologie der Libellen (Insecta, Odonata) ausgewählter südniedersächsischer Tümpel. - Diplomarbeit, Univ. Göttingen, 161 S.
- Mehl, S., 1932: Die Lebensbedingungen der Leberegelschnecke (*Galba truncatula* Müller). - Arb. Bayer. Landesamt. Pflanzenbau Pflanzenschutz, Heft 10, 1-177
- Meier-Brook, C., 1970: Untersuchungen zur Biologie einiger *Pisidium*-Arten (Mollusca; Eulamellibranchiata; Sphaeriidae). - Arch. Hydrobiol., Suppl., 38, 73-150
- Münchberg, M., 1956: Die tierische Besiedlung etwa 10jähriger Bombentrichter. - Arch. Hydrobiol., 52, 185-203
- Nüchterlein, H., 1969: Süßwasser-ostracoden aus Franken. Ein Beitrag zur Systematik und Ökologie der Ostracoden. - Int. Revue ges. Hydrobiol., 54, 223-287
- Plachter, H., 1983: Die Lebensgemeinschaften aufgelassener Abbaustellen. Ökologie und Naturschutzaspekte von Trockenbaggerungen mit Feuchtbiotopen. - Schriftenr. Bayer. Landesamt, Umweltschutz, 56, 1-109
- Podloucky, R. & Fischer, C., 1994: Rote Liste der gefährdeten Amphibien und Reptilien in Niedersachsen und Bremen. - Inform. dienst Naturschutz Niedersachs., 14, 109-120
- Pörner, H., 1966: Die rhabdocoelen Turbellarien der Gewässer von Jena und Umgebung. - Limnologica, 4, 27-44
- Precht, H., 1939: Die Resistenz gegen Austrocknung bei Planorbiden. - Zool. Anz., 128, 124-135
- Rehfeldt, G., 1982: Rasterkartierung von Libellen zur ökologischen Bewertung von Flußauen. - Beitr. Naturkde. Niedersachs., 4, 209-225
- Rixen, J.-U., 1961: Kleinturbellarien aus dem Litoral der Binnengewässer Schleswig-Holsteins. - Arch. Hydrobiol., 57, 464-538
- Rixen, J.-U., 1968: Beitrag zur Kenntnis der Turbellarienfauna des Bodenseegebietes. - Arch. Hydrobiol., 64, 335-365
- Schmidt, E., 1982: Odonaten-Zönosen kritisch betrachtet. - Drosera, 82, 85-99
- Spandl, H., 1923: Zur Kenntnis der Tierwelt vorübergehender Gewässer. - Zool. Anz., 56, 36-41
- Spandl, H., 1926: Die Tierwelt vorübergehender Gewässer. - Arch. Hydrobiol., 16, 74-132
- Wiggins, G. B., Mackay, R. J. & Smith, J. M., 1980: Evolutionary and ecological strategies of animals in annual temporary pools. - Arch. Hydrobiol., Suppl., 58, 97-206
- Zeissler, H., 1971: Die Muschel *Pisidium*. Bestimmungstabelle für die mitteleuropäischen Sphaeriidae. - Limnologica (Berl.), 8, 453-503

#### Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Ulrich Heitkamp  
Bergstraße 17  
37130 Gleichen-Diemarden

# Flußversinkungen am südwestlichen Harzrand

- jüngere Beobachtungen und Deutungen

von Firouz Vladi

„Harzfluß Oder seit Wochen ohne Wasser“!<sup>1</sup> Solche Schlagzeilen haben sich in den letzten Jahren gehäuft – und sie beschreiben nur die Spitze des Eisbergs. Eine Reihe sehr trockener Sommer in den Jahren seit 1989 ließen die meisten Fließgewässer des Harzrandes trockenfallen. Der Mai 1990 war seit Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen 1856 der trockenste. Für die Gewässer am Südharz brachten solch trockene Jahre seit jeher besondere Probleme mit sich: Ernteschäden, Trinkwasserverknappung und Hygienemängel, Absterben der aquatischen Fauna und Bestandsverluste für die Fischerei, Wassermangel für die Feuerwehren, die Flußbetten liegen auf Kilometer trocken!

Mit dem Phänomen der Flußversinkungen haben sich bereits in der ersten Hälfte des Jahrhunderts mehrere Forscher beschäftigt: *Karl Thürнау* 1913 an der Sieber und *Hugo Haase* 1936 im Einzugsgebiet der Elbe mit den Bächen Steina/Lichte und Wieda (s. Abb. 1). Dieses Gebiet wurde nach 1945 durch die innerdeutsche Grenze zerschnitten, so daß jede wissenschaftliche Arbeit hier zum Erliegen kam. Nur das Einzugsgebiet der Rhumequelle wurde für die Trinkwassererschließung nach 1970 intensiver erkundet. Der Datenschatz ist jedoch bisher nur zum geringsten Teil publiziert.

Austrocknende Fließgewässer sind meist ein Ergebnis langanhaltender Trockenheit. Am Südharz jedoch ist dies eine Folge der Gesteinsauflösung im Untergrund, der Verkarstung. Wenn Fließgewässer versinken<sup>2</sup>, geschieht dies an bestimmten, vom geologischen Bau des Untergrundes und seiner Verkarstung verursachten Stellen. Bei hoher und mittlerer, oft auch bei niedriger Wasserführung sind diese mit dem bloßen Auge kaum zu erkennen, es bedürft



Abb. 1: Wiedaversinkung vor dem Ablauf der Kläranlage Walkenried (1991)

te schon exakter Abflußmessungen. Günstig sind aber Momente extremer Niedrigwasserführung, wie zum oben genannten Zeitraum. Hier sind die Versinkungsstellen im Bachbett gut auszumachen, da unterhalb von ihnen das Bett trockenliegt (s. Abb. 2). Es kann durch Beobachtung bei wechselnden Niedrigwasserabflüssen dann auch überprüft werden, ob die Versickerung

als eine allmähliche in den meist groben Schottern vor sich geht und damit der Punkt des letzten Fließens wandert, oder ob es bei stets wiederkehrenden Versinkungsstellen bleibt. Solche sind in der Gewässersohle oft als Kolke, sogenannte Schwalglöcher zu erkennen.

Verbleibende Schwalglöcher und entblößte Aufschlüsse unterhalb der sonstigen Wasseroberfläche haben in diesen extremen Abflußsituationen der vergangenen Sommer die Lage und damit die geologische Position zahlreicher Bach- und Flußschwinden am südwestlichen und südlichen Harzrand enthüllt. Ihre Dokumentation trägt zum besseren Verständnis der Entwässerungsverhältnisse der Südharzer Gipskarstlandschaft bei. Für die angewandte Wasserwirtschaft sind solche Beobachtungen nicht ohne Belang: die Bestimmung des Einzugsgebietes von Karstquellen und Tiefbrunnen, die Gefährdungsabschätzung aus Schadstofffrachten der Fließgewässer oder von Altlasten für das Grundwasser, also zu notwendigen Vorsorgemaßnahmen der Grundwasserreinhaltung, Benutzungsfragen, Fischerei und besonders auch die Ge-

wässerökologie. So hat es die aquatische Fauna der Harzrandgewässer mit dem partiellen Absterben der Individuen in unregelmäßigen, längeren Abständen zu tun, ohne daß dies einer ökologischen Wertung zu unterziehen wäre, da es sich um einen natürlichen Prozeß handelt.

Welche Stellen sind für die Versinkung von Bachwasser prädestiniert? Die

1 Harzkurier vom 16.10.96

2 Mit Versinken wird in der Karstkunde das Eindringen von Wässern aus oberirdischer Gerinnen oder stehenden Gewässern in weite Hohlräume des verkarsteten Untergrundes durch Schlinger oder Schwinden bezeichnet; Versickern hingegen bezeichnet das mehr flächige Infiltrieren von (Niederschlags-) Wässern in den Gesteinskörper des nackten oder bedeckten Karstes. [Trimmel, H.: Speläologisches-Fachwörterbuch.- Wien 1965:103]

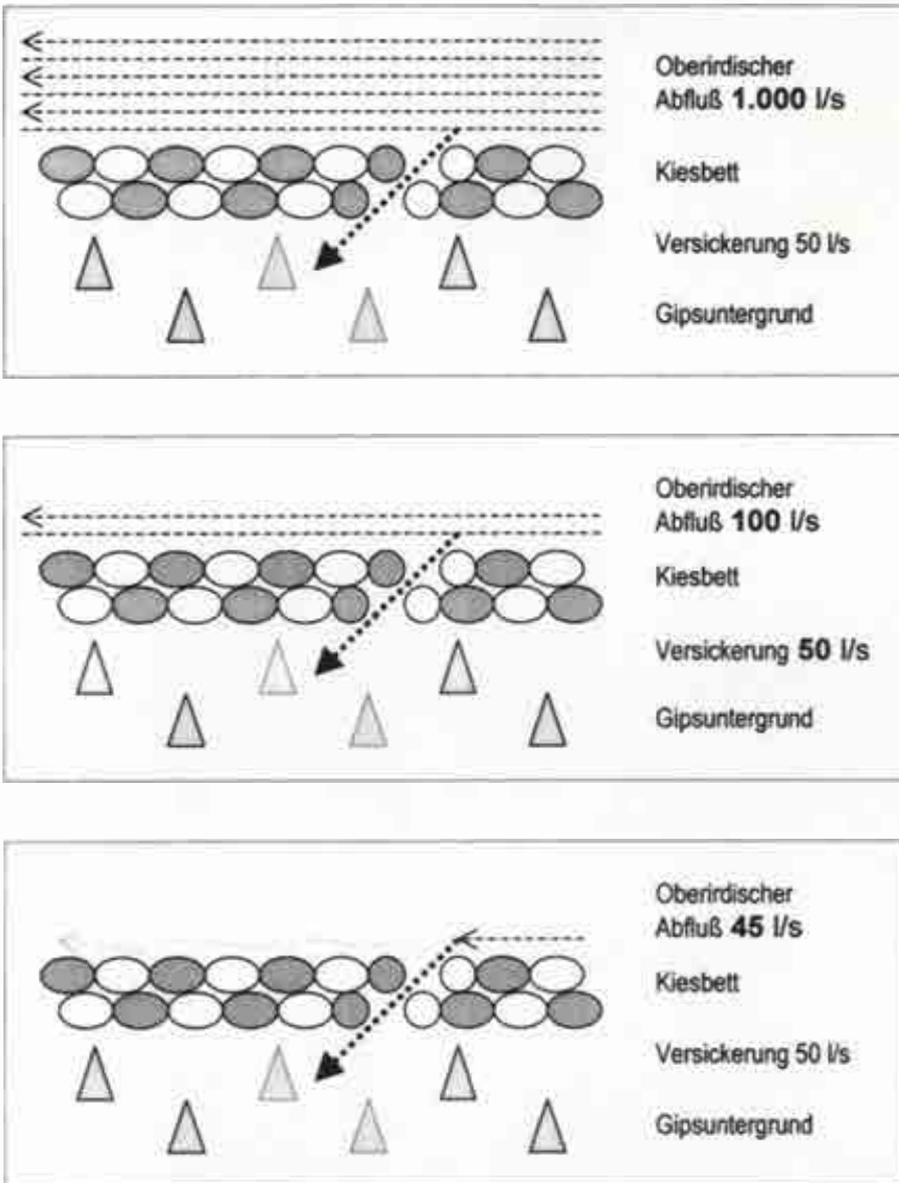


Abb. 2: Visualisierung der optischen Wahrnehmbarkeitsschwelle einer punktförmigen Gewässerversinkung. Diese läßt sich im Rahmen feldmäßiger Gewässerkartierungen nur bei völligem Versiegen des Gewässers feststellen.

+ A3 - T3	Hauptanhydrit Grauer Salzton
+ A1/Ca2 - A1	Schichtgrenze Stink-/Hauptdolomit zu Werraanhydrit Oberkante Werraanhydrit (unvergipste Phase)
+ Ca1	Zechsteinkalk Grundgebirge

Abb. 3: Haupt-Karst-Aquifere am südwestlichen Harzrand  
kursiv: liegende Stauhazone

Gesteine des Harzgrundgebirges, Grauwacken, Quarzite oder Tonschiefer sind wasserundurchlässig. Auch in Trockenwetterzeiten weisen die kleinen Harzbäche noch geringe Abflüsse auf. Mehrere Gesteinshorizonte der Zechsteinschichten am unmittelbaren und weiteren Harzrand sind dagegen wasserlöslich und damit allmählich in der Lage, mit den sich erweiternden Abflußquerschnitten im Kluftraum zunehmende Mengen Oberflächenwassers in die Tiefe zu ziehen. Dies sind die Kalk-, Dolomit- und Gipssteine. Sie treten in rhythmischem Wechsel (s. Aufsatz von J. Paul in diesem Band) auf und vermitteln so die seltene Situation einer örtlichen Doppel- oder Dreifachverkarstung. Abb. 3 gibt die wichtigsten Aquifere sowie die zugehörigen Stauhazone wieder.

Die destinkte Abfolge dieser Gesteinseinheiten prägt das Versinkungsmuster der Harzrandgewässer. Dabei wird die theoretische Gleichförmigkeit dieses zu einer Schichtstufenlandschaft führenden Gesteinsaufbaus örtlich jedoch erheblich gestört durch

1. primäres Fehlen bestimmter, für die spätere unterirdische Wasserwegsamkeit wichtiger Schichtglieder auf einer zwischen Scharzfeld und Osterhagen belegenen Untiefenzone, der Eichsfeldschwelle, und durch besondere Mächtigkeit der die späteren Landschaftsformen bestimmenden Schichtglieder, insbesondere des Werraanhydrits, des Hauptdolomits und Hauptanhydrits sowie - auf der Schwelle - des Werradolomits und durch
2. Gebirgsbildungsprozesse bei der Heraushebung der Harzscholle in der Zeit der Kreide und des Tertiärs, bei denen die Erdkruste im Südharzraum in ein Mosaik von Schollen mit Beträgen zwischen 10 und 100 Metern zerlegt wurde, die meist nur gering, aber oft wasserwegsam oder -sperrend gegeneinander versetzt wurden;
3. weiterhin ist die Schichtstufenlandschaft am Harzrand durch die Eintiefung und wiederholte Verlagerung der Flußtäler während des Eiszeitalters und die Überdeckung mit Flußschottern, Fließerden und Lößlehmen sekundär zergliedert;
4. wie gegenwärtig im Eichsfeld (Seeburger See, Lutteranger etc.) und in der Goldenen Aue wurden im Ge-

biet des jetzigen Harzrandes bereits im Tertiär die Stein- und Kalisalze abgelagert, es entstanden weitgespannte Subrosionsbecken. Am Harzrand konnten Salze nur in Spuren nachgewiesen werden.<sup>3</sup>

Schon während des Eiszeitalters, aber auch in der Gegenwart fortdauernd führt die Auflösung der Sulfatgesteine (Gips, Anhydrit) im Untergrund zu einem Nachsacken der Oberfläche, zunächst punktuell als Erdfälle, doch schließen sich diese Senkungen im Laufe längerer Zeit zu oft langgestreckten Flächen zusammen. Solche Subrosionssenken werden meist durch jüngere Talverläufe mit ihrem überwiegend periglazial geprägten Formen- und Ablagerungsinventar überprägt. In ihrem Untergrund bilden sich mit zunehmender Verkarstung Entwässerungsmuster heraus, die auf Teilstrecken dem Talverlauf folgen, auch wenn dieser im Fortgang der morphologischen Talentwicklung in späteren Abschnitten des Quartärs trockenfällt und verlagert wird. Solche fossilen Subrosionssenken sind bei Düna oder von Elbingerode über Herzberg bis Scharzfeld, also überwiegend im Niveau der Oberterrasse und im Ausstrich des Hauptanhydrits gut nachzuweisen. Auch in diesen fossilen Talzügen sind, wie in den Trockentälern Bachschwinden häufig anzutreffen. Die Einhorn-

#### Fließgewässer, dauernd trocken (Trockentäler)

- Steingraben-Nüxei (Ichte-Oberlauf)
- Auetal (Sieber-/Häxgraben-/Eichelbach-Unterlauf)
- Winkeltäler (Bartolfelde)

#### Fließgewässer, jährlich trockenfallend

- Steina (ca. 10 Monate)
- Wieda (ca. 3 Monate)

#### Fließgewässer, gelegentlich trockenfallend

- Oder
- Sieber
- Gr. u. Kl. Steinau
- Bremke (Scharzfeld)
- Hackenbach
- kleinere Gewässer III. Ordnung

#### Fließgewässer im Karst, regelmäßig nicht trockenfallend

- Söse
- Beber (Pöhlde)
- Uffe
- Zorge

**Abb. 4: Fließgewässer, die verkarstungsbedingt im niedersächsischen Südharz trockenfallen**

höhle bei Scharzfeld ist ein solches fossiles Karstgerinne unter einem frühquartären Talzug des Andreasbaches. Schön lassen sich in ihr die Herzynkiese nachweisen, die über eine Bachschwinde hineingelangten, die zwischen dem

Höhleneingang und dem heutigen Parkplatz gelegen haben muß.

Im Ausstrich des Werraanhydrits finden sich fossile Talzüge der Steina östlich des Römersteins, der Uffe im Mehholz östlich von Neuhoof und der Wieda im nördlichen Himmelreich südöstlich von Walkenried. Die Position der Bachschwinden läßt erkennen, daß die höheren Karstaquifere mit ihrem Grundwasserstrom unter diesen fossilen Talzügen vom Verzweigungsbereich mit den jüngeren Durchbruchstätern an noch heute einen erheblichen Anteil des oberirdischen Abflusses aufnehmen.

In extremen Trockenzeiten versiegt bereits die Mehrzahl der aus dem Gebirge ablaufenden Fließgewässer im Ausstrich des Zechsteinkalkes, noch weit nordöstlich der Tiefenlinie der Harzrandsenke (Subrosionssenke). Diese Schicht bildet den untersten verkarstungsfähigen Gesteinshorizont. Jüngere infiltrierende Schichten sind nach den örtlichen Befunden vornehmlich der Hauptdolomit und im weiteren Harzvorland der Hauptanhydrit.

Diese sind heute Zonen erhöhter Erdfallbildung und damit starker Baugrundinstabilität, aber auch erhöhter Vulnerabilität des Grundwassers, ohne daß – für den Laien erkennbar – ein



**Abb. 5: Versinkungsstelle der Sieber eingangs der Ortslage Hörden im Niveau des Basalanhydrits (September 1996)**

1 Bohrung Aue 1 (1990) in Herzberg und chloridische Quellen in Förste



Abb. 6: Erdfall mit Bachschwinde bei Bartolfelde

Bezug zu einem oberirdischen Gewässer besteht. Die Dimensionen der unterirdischen Abflußquerschnitte sind im Südostharz seit langem als z.T. begehbare kilometerlange Schloten bekannt, deren berühmteste die Wimmelburger Schlotte bei Eisleben ist. Im niedersächsischen Südharz konnten vergleichbare, aber wassergefüllte Strukturen erst in jüngster Zeit durch Bohrungen nachgewiesen werden.<sup>4</sup>

Abb. 6 zeigt einen Schwinderdfall bei Bartolfelde. Hier zieht ganzjährig weiches, lösungsfreudiges Niederschlagswasser aus einem im wesentlichen durch tonige Bildungen geprägten südlichen Einzugsgebiet in den Sulfatkarst des Zechsteins ein und führt notwendig zur weiteren Hohlrumbaue.

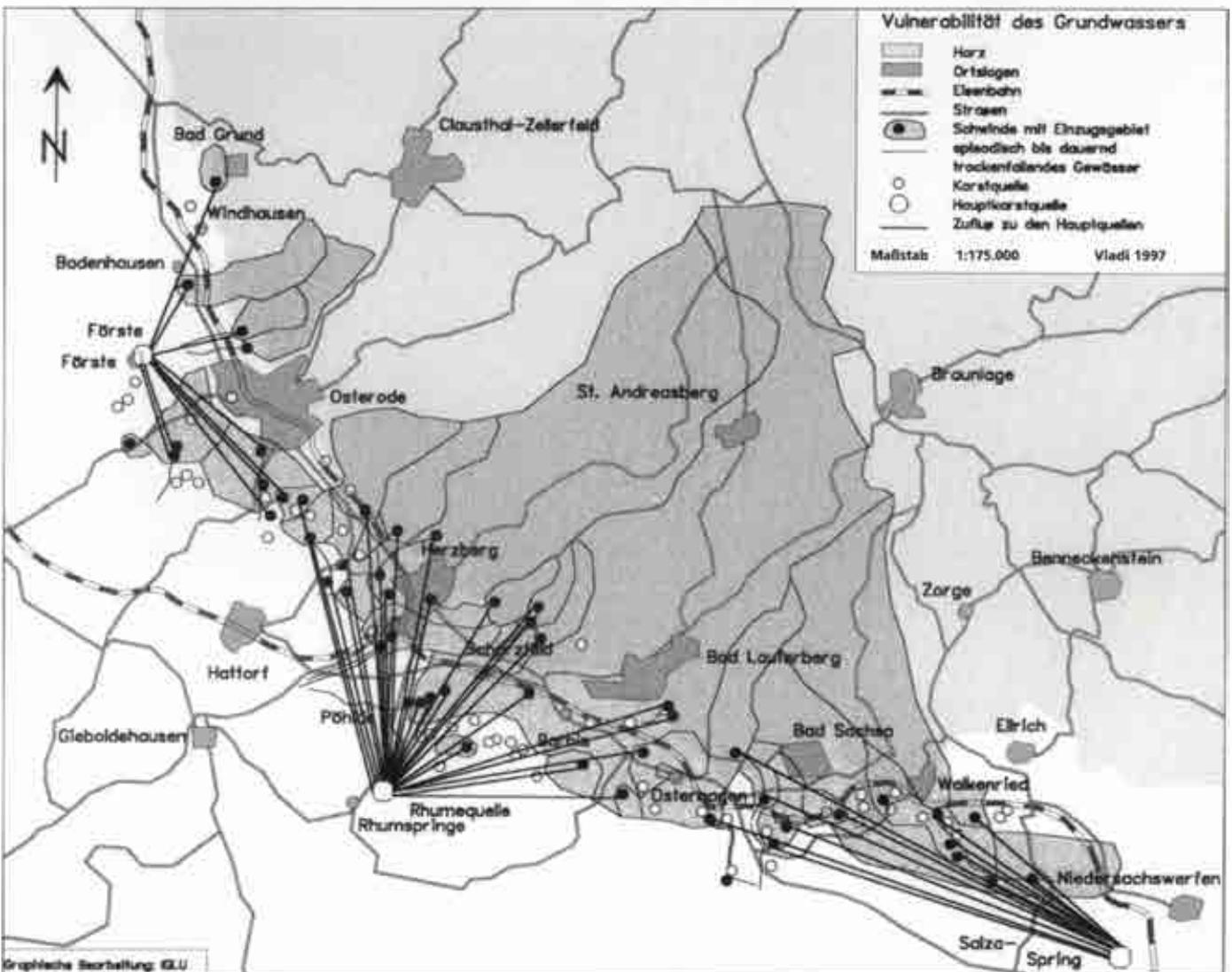


Abb. 7: Karsthydrographische Übersichtskarte für den Landkreis Osterode am Harz

4 Bohrung Aue 2 (1990) südwestlich von Herzberg mit ca. 7 m hohem Raumprofil im tieferen Teil des Werraanhydrits und fluvialen Sanden

Die rechts angrenzende Straße ist in den Senkungsprozeß erkennbar eingebunden. Untersuchungen über die unterirdische Abströmrichtung und damit die Gefährdung der allmählich heranrückenden Neubebauung liegen nicht vor. Das Beispiel zeigt die Relevanz einer regionalen karsthydrogeologischen, mindestens jedoch einer Einzelfallerkundung auch für die Bauleitplanung.

Die drei großen Karstquellen des südwestlichen und südlichen Harzrandes bilden mit ihren unterschiedlichen Entwicklungsstadien den unterstromigen Abschluß der Karstzone; es sind von West nach Ost die Förster Quellen mit 12 hm<sup>3</sup>, die Rhumequelle mit 62 hm<sup>3</sup> und der Salzaspring mit 22 hm<sup>3</sup> Jahreschüttung. Offensichtlich spiegelt die unterschiedliche Schüttung auch den geologischen "Reifegrad" der Karstquellen wieder. Die Rhumequelle ist dabei soweit entwickelt, daß die Wässer ihres Einzugsgebietes von den Versinkungsstellen bis zur Quelle 2 bis 3 Tage benötigen; im Falle des Salzasprings sind dies nach Haase (1936) bereits ca. 9 Monate. Die Förster Quellen sind insbesondere im Hinblick auf ihr nördliches und das chloridisch bestimmte Einzugsgebiet bisher nur unzureichend untersucht. Hier ist die Versinkung der Söse und ihrer Zuflüsse zwischen Petershütte und Lasfelde dringender Gegenstand weiterer Forschungen.

Die Rhumequelle und über Tiefbrunnen ihr Zustrom aus dem Pöhlder Becken werden durch drei Wasserwerke (Herzberg, Bad Lauterberg, Eichsfeld) genutzt. Von den über 30 Quellen in Förste wird eine zur Mineralwasserabfüllung herangezogen, eine weitere gelegentlich zur Heilwassergewinnung. Der Salzaspring unterliegt z.Zt. noch keiner Nutzung. Allen Quellgebieten gemeinsam ist die außerordentliche Empfindlichkeit gegenüber anthropogenen Stoffeinträgen. Die räumlichen Bezüge gibt Abb. 7<sup>5</sup> wieder. Die gekennzeichneten Schwindstellen konnten vom Verfasser in den trockenen Jahren ab 1989 kartiert werden.

Diese Vulnerabilität wird gut an einer Grundwasserverunreinigung mit bromierten Kohlenwasserstoffen verdeutlicht, über die in diesem Band von Hartmann (1998) berichtet wird. Deutlicher wird sie noch am Beispiel eines

vorsätzlichen Freisetzens von 8 m<sup>3</sup> Dieselkraftstoff 1991 in Osterode, das über die Apenke zu einer langanhaltenden biologischen Schädigung des Söselaufes bis vor Dorste führte. Wäre dieses Delikt in Herzberg begangen worden, hätte die Trinkwassergewinnung aus der Rhumequelle und dem Pöhlder Becken für lange Zeit voraussichtlich eingestellt werden müssen. Zwei Havarien etwa gleicher Dimension führten 1978 in Tettenborn-Kolonie im Trogsteingerinne und in der Steinaer Flur zu schweren Schäden an der aquatischen Fauna sowie der Teichwirtschaft und Anfang der 80er Jahre zwischen Tettenborn und Mackenrode zu einer seither nicht rekonstruierten Grundwasserverseuchung: die Ölfahne verlor sich unter der ehemaligen Grenze im Hauptdolomit.

Das notwendige Maß an Verantwortung aller für die vorsorgende Grundwasserreinigung und die Vorhaltung von Einrichtungen zur Gefahrenabwehr kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Der Stand der regionalen hydrogeologischen Erkundung steckt am Südharz jedoch, vielleicht mit Ausnahme des Pöhlder Beckens, noch in den „Kinderschuhen“. Die Ursachen für diesen Mangel liegen sicher in dem geringen öffentlichen Interesse an der vorsorgenden Sicherung des Quellvorkommens in Förste, der fehlenden Trinkwassernutzung am Salzaspring und an der vierzigjährigen Unterbrechung aller geologischen Forschung im Gebiet beidseits der ehemaligen Grenze. Hier liegt das Einzugsgebiet und der Gefahrenbereich mitsamt der (meisten) Versinkungsstellen auf der Seite des Landkreises Osterode am Harz, das hier infiltrierte Karstgrundwasser und seine Wiederaustritte jedoch auf thüringischer Seite. Eine spätere Trinkwassergewinnung aus dem Zustrom des Salzasprings für diesen Raum kann niemand ausschließen und bedarf daher vorsorgender Erkundung und Sicherung. Das Fundament bilden nach wie vor die richtungsweisenden Arbeiten HAASES (1936) und der Südharzer Karstforscher.

### Literaturverzeichnis

Brandt, Andreas, Kempe, Stephan, Seeger, Martin und Vladi, Firouz: Geochemie, Hydrographie und Morpho-

genese des Gipskarstgebietes von Düna/Südharz.- Geol. Jb., C 15, 35 S., 21 Abb., 5 Tab., 1 Taf.; Hannover 1976.

Diesing, H.-J. und Ledendecker, S.: Die Niederterrasse im Subrosionsbecken von Pöhldede - mit einem Kataster von grundwassergefährdenden Deponien.- Göttingen (unveröff. Dipl.-Arb. am Geol. Pal. Inst.) 1986.

Gewässergütekarte 1992 Südniedersachsen (Stand: 31.12.1991).- Maßstab 1:300.000; aufgest. vom Staatlichen Amt für Wasser und Abfall Göttingen.

Grimmelmann, W. (NLFb): Hydrogeologisches Gutachten zur Bemessung und Gliederung des Trinkwasserschutzgebietes Pöhlder Becken.- 29 S., 7 Tab., 1 Anl.; Hannover (unveröff.) 30.10.92.

Grimmelmann, W.: Bericht über die im Rahmen des Forschungsprogramms "Versuche zur Entsulfatisierung des Wassers der Rhumequelle" in den Jahren 1980 und 1981 vom NLFb durchgeführten Untersuchungen.- 16 S., 1 Taf., 1 Kt.; Hannover (NLFb, unveröff.) 29.1.1982.

Haase, Hugo: Hydrologische Verhältnisse im Versickerungsgebiet des Südharzvorlandes.- 218 S.; Stuttgart 1936.

Haase, Hugo, Schmidt, Martin und Lenz, Joachim: Der Wasserhaushalt des Westharzes - Hydrologische Untersuchungen 1941 - 1965.- 96 S., 57 Abb., 27 Taf., 133 Tab.; Göttingen 1970.

Jordan, Heinz: Der Zechstein zwischen Osterode und Duderstadt (südliches Harzvorland).- Z. dt. geol. Ges., Bd. 130, S. 145-163, 5 Abb., 8 Tab.; Hannover 1979.

Klein, Susanne: Der Wasserhaushalt des Pöhlder Beckens - Beziehung zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser am Beispiel einer Schneeschmelze.- 90 S., 47 Anl., 1 Kt.; Göttingen (unveröff. Dipl.-Arb. am Inst. f. Geogr.) 1988.

Liersch, Klaus-Martin: Zur Wasserbilanz der Rhumequelle und ihres Einzugsgebietes, des Pöhlder Beckens.- N. Arch. F. Nds., Bd. 36, H. 3, S. 293-305, 9 Abb.; Göttingen 1987.

Paul, Josef: Anatomie und Entwicklung eines permo-triassischen Hochgebietes: die Eichsfeld-Altmark-Schwelle.-

5 Die graphische Aufbereitung hat freundlicherweise Fa. IGLU, Ingenieurgesellschaft für Landwirtschaft und Umwelt, Göttingen besorgt

- Geol. Jb., A 131, S. 197-218, 11. Abb.; Hannover 1993.
- Reinboth, Friedrich*: Frühe karsthydrologische Beobachtungen im Harz.- Karst und Höhle 1994/95, S. 85-89; München 1996.
- Rienäcker, I.*: Bericht zum Forschungsprogramm „Pöhlder Becken und Rhumequelle“: „Hydrochemische und hydrologische Untersuchungen an der Rhumequelle und in ihrem Einzugsgebiet - Ein Beitrag zur Nutzung des Wassers für die Trinkwasserversorgung“.- 68 S., 4 Tab.; Duderstadt (unveröff.; EEW) Januar 1987.
- Thürnaeu, Karl*: Der Zusammenhang der Rhumequelle mit der Oder und Sieber.- Jb. f. d. Gewässerkunde Norddeutschlands, Bes. Mitt., Bd. 2, Nr. 6, 25 S., 8 Taf., 1 Kt.; Berlin 1913.
- Vladi, Firouz*: Quartärgeologische Untersuchungen zu den Terrassen der Sieber am Südwestrande des Harzes.- 109 S.; Hamburg (unveröff. Dipl.-Arb. am Geol.Pal.Inst.) 1976.
- Vladi, Firouz*: Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse von Förste und Umgegend.- In: Binnewies, Werner: Tausend Jahre Förste.- S. 17-26, 3 Abb., 1 Tab.; Förste 1990.
- Zühlke, Martin*: Überprüfung einer Methode "natürlichen Tracerns" an einem bekannten Aquifersystem - Ein hydrogeologische Untersuchung im Gebiet Pöhlder Becken/Rhumequelle (Südl. Harzvorland).- 45 S., 7 Tab.; Berlin (unveröff. Stud.-Arb. am Fachgeb. Ing.-Geol.d.TU) 1990.

#### Anschrift des Verfassers:

Firouz Vladi, Dipl.-Geologe  
Düna 9a  
37520 Osterode am Harz

## Zur Empfindlichkeit von Karstgrundwasserleitern, erläutert am Beispiel eines Schadensfalles mit halogenierten Lösungsmitteln

von Rainer Hartmann

### 1. Einleitung

Die in Karstgebieten vorhandenen Grundwasserleiter sind unter anderem gekennzeichnet durch z.T. weiträumige, offenstehenden Klüfte, in denen das Grundwasser mit hoher Geschwindigkeit entlangströmen kann. Die Geschwindigkeit, mit der das Grundwasser von einem Punkt (z.B. der Schadensstelle) zu einem anderen (z.B. Grundwasserförderbrunnen) sich bewegt, wird in der Hydrogeologie mit dem Begriff Grundwasserabstandsgeschwindigkeit bezeichnet.

Während in den Sanden der Norddeutschen Tiefebene Grundwasserabstandsgeschwindigkeiten von 0,5-5,0 m pro Tag typisch sind, können diese in Karstgebieten bis zu mehrere Kilometer am Tage erreichen. *Grimmelmann* (1992) ermittelte durch Färbeversuche z.B. für den Bereich des Pöhlder Beckens bei Herzberg am Harz, Niedersachsen, Grundwasserabstandsgeschwindigkeiten von 4,9 km pro Tag. Die guten Wasserwegsamkeiten im Untergrund dieses Gebietes wurden bereits von *Thürnaeu* (1913) in seiner Untersuchung über den

Zusammenhang der Rhumequelle mit der Oder und der Sieber in einer plakativen, anschaulichen Graphik dargestellt (Abb. 1).

In den großflächigen Karstgebieten der Industrieländer, wie z.B. im Bereich des über 50 km langen Zechsteinaustriches am Südharz, ist ein Transport oder eine Lagerung bzw. die Handhabung von wassergefährdenden Stoffen nicht mehr zu unterbinden. Beim Fehlen von bindigen, schlecht wasserwegsamem Deckschichten bedeutet ein Unfall mit wassergefährdenden Stoffen in solchen Gebieten sogleich auch stets eine Gefährdung des Grundwassers in weiten Bereichen. Aufgrund der hohen Grundwasserabstandsgeschwindigkeiten in diesen Gebieten erfolgt eine rasche Schadstoffausbreitung. Die Verursacherermittlung wird hierdurch sehr schwierig und aufwendig, da zwischen der eigentlichen Schadensstelle und dem Auffinden einer Grundwasserunreinigung eine Entfernung von mehreren Kilometern liegen kann. Unfreiwillige "Markierungsversuche" z.B. mit Schweröl im Bereich des Gipskarstgebietes bei Walkenried, Niedersach-

sen, haben dies in der Vergangenheit bereits eindrucksvoll belegt (*Reinboth* 1992). Vom Autor bearbeitete Heizöl-schadensfälle in Regionen mit vergleichbaren Klufftgrundwasserleitern haben, zum Teil innerhalb weniger Stunden, das ausgetretene Mineralöl über das unterirdische Klufftnetz in die über 100 m entfernt gelegenen Gewässer eingetragen.

### 2. Beschreibung des Schadensfalles

Im Frühjahr 1992 wurden in einem Trinkwasserförderbrunnen, etwa 1,6 km westlich der Ortschaft Scharzfeld gelegen, über einen längeren Zeitraum ansteigende Gehalte an leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) durch die Überwachungsbehörde festgestellt. In dem geförderten Rohwasser wurden vor allem Trichlormethan (Chloroform) und Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff) nachgewiesen. Die durchschnittliche Grundwasserförderrate in diesem Brunnen betrug um 750.000 m<sup>3</sup>/a, so daß von einem erheblichen Schadstoffeintrag auszugehen war.

Obwohl die ermittelten Schadstoffkonzentrationen noch unterhalb der zulässigen Grenzwerte gemäß Trinkwasserverordnung lagen, bestand berechtigte Sorge, daß mittelfristig eine Grenzwertüberschreitung eintreten könnte. Die Folge wäre eine Stilllegung der Trinkwassergewinnungsanlage gewesen, verbunden mit einem Ankauf von Fremdwasser zur Sicherstellung der Versorgung. Hieraus wären dem Betreiber der Wassergewinnungsanlage und

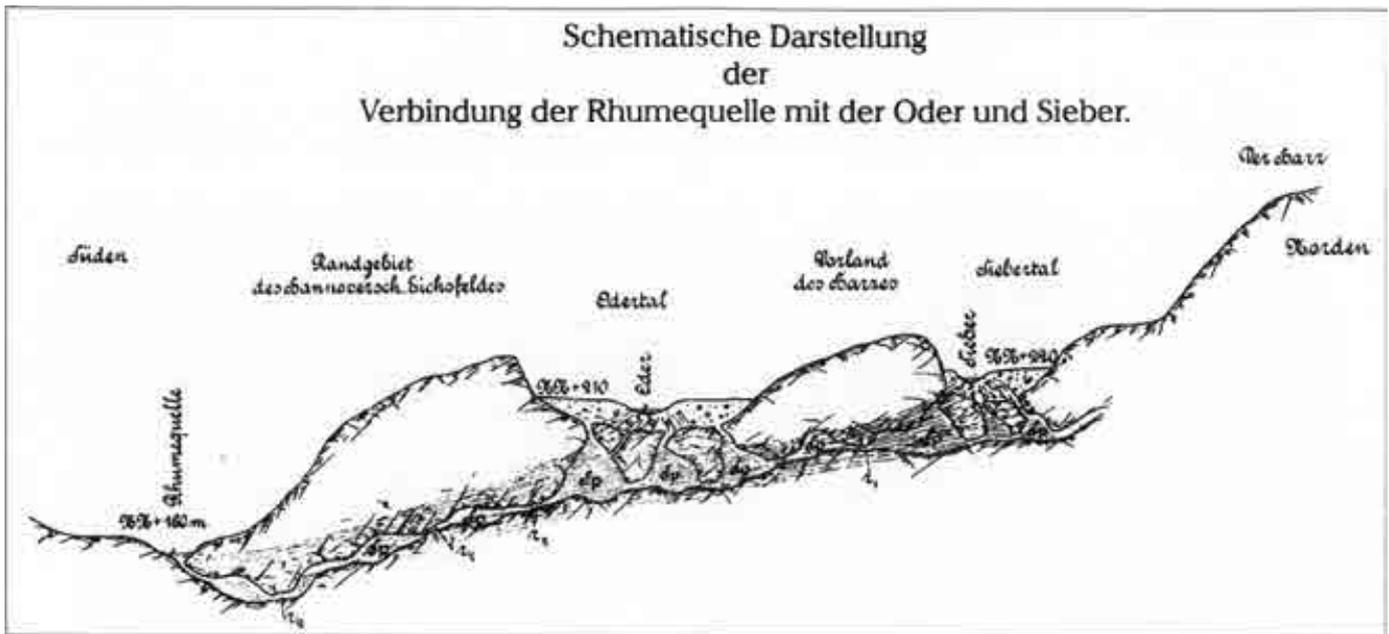


Abb. 1: Darstellung der hydrogeologischen Situation im Bereich des Schadensgebietes nach Thürnau (1913). Über große unterirdische Hohlräume strömen die Wässer der Sieber und Oder der rund 60 m tiefer gelegenen Rhumequelle zu.

somit letztendlich dem Verbraucher erhebliche Mehrkosten entstanden.

Zur Verursacherermittlung wurde der Autor daher kurzfristig mit der Untersuchung dieses Schadensfalles beauftragt.

### 3. Regionale geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Entlang des südlichen Harzrandes ziehen sich in einem breiten Streifen die Gesteinsschichten des Zechstein hin, die hier aus wasserlöslichen (verkarstungsfähigen) Gips-, Kalk- und Dolomitgesteinen bestehen.

Sie sind durch die permanente Lösungstätigkeit des Grundwassers von gut wasserwegsamem Spalten und Lösungshohlräumen durchzogen. Der Einsturz derartiger Lösungshohlräume führt zur Ausbildung von Erdfällen an der Geländeoberfläche. Die mit der Fortlösung der Zechsteinschichten (Subrosion) verbundene Geländesenkung wurde durch Auffüllung mit Schottern aus hercynem Gesteinsmaterial wieder ausgeglichen. So finden sich heute bis über 80 m mächtige Schotterlagen entlang der sogenannten Subrosionszone des Zechsteins am südlichen und südwestlichen Harzrand.

Eine dieser Subrosionszonen, aus der die Wassergewinnungsanlagen im Pöhlder Becken fördern und aus der die

Rhumequelle einen Großteil ihres Wassers bezieht, beginnt am westlichen Ortsrand von Bad Lauterberg und zieht sich etwa 10 km nach Westen bis nach Herzberg und Pöhle. Mit dem Übertritt der Oder aus dem Paläozoikum des Harzes in den Bereich des Schotterkörpers am westlichen Ortsrand von Bad Lauterberg im Harz versickern große Wassermengen aus dem Flußbett in den Untergrund. Gleiches geschieht mit den Wässern der Sieber etwa ab dem Erreichen des nördlichen Ortsrandes von Herzberg am Harz. Die mittlere Versickerungsrate beträgt für die Sieber rund 19 Mill. m<sup>3</sup>/a, für die Oder 41 Mill. m<sup>3</sup>/a (Goldmann, 1984). Das in den Untergrund versickerte Flußwasser dringt in der Rhumequelle wieder zu Tage. Unmittelbar aus dem Quelltrichter erfolgt die Trinkwasserentnahme durch die Eichsfelder Energie- und Wasserversorgungsgesellschaft mbH zur Versorgung weiterer Bereiche des Eichsfeldes und der Stadt Duderstadt. Aus zahlreichen Brunnen im Bereich des Pöhlder Beckens wird zudem Trinkwasser für weite Bereiche des südlichen Harzrandes gefördert (Abb. 2).

### 4. Schadstoffcharakterisierung

Die beiden im geförderten Grundwasser nachgewiesenen Substanzen zählen zur Stoffgruppe der leichtflüchtigen

halogenierten Kohlenwasserstoffe (LHKW). Zu dieser Stoffgruppe zählen insgesamt 105 Einzelsubstanzen von fluor-, chlor-, brom- oder jodhaltigen organischen Verbindungen mit bis zu 6 Kohlenstoffatomen. Rund 40 dieser Substanzen sind oder waren von besonderer technischer Bedeutung. LHKW fanden bzw. finden in der Technik in großem Umfang Verwendung, u.a. als Treibgase bei der Schaumstoffherstellung, als Lösungsmittel für Klebstoffe und Entlackungsmittel, als Pestizide (Nematizide), Kaltreiniger für die Metallentfettung sowie früher als Feuerlöschmittel, z.B. in Handfeuerlöschern (Tetralöschern oder Halonlöschern).

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe zeichnen sich durch ihre hohe Flüchtigkeit aus. Die Dämpfe dieser Stoffe sind deutlich schwerer als Luft und vermögen rasch durch Kunststoffe und Beton hindurch z.B. in den Untergrund und letztendlich in das Grundwasser zu diffundieren. Hieraus resultiert ihre fast ubiquitäre Verbreitung. 11 dieser halogenierten Kohlenwasserstoffe gelten als häufig in Umweltproben nachweisbar.

Humantoxikologisch ist diese Stoffgruppe vor allem aufgrund ihrer leber- und nierenschädigenden Eigenschaften, aber auch aufgrund der mittlerweile für zahlreiche Verbindungen (z.B. Tetrachlormethan) nachgewiesenen kanzerogenen Eigenschaften von beson-

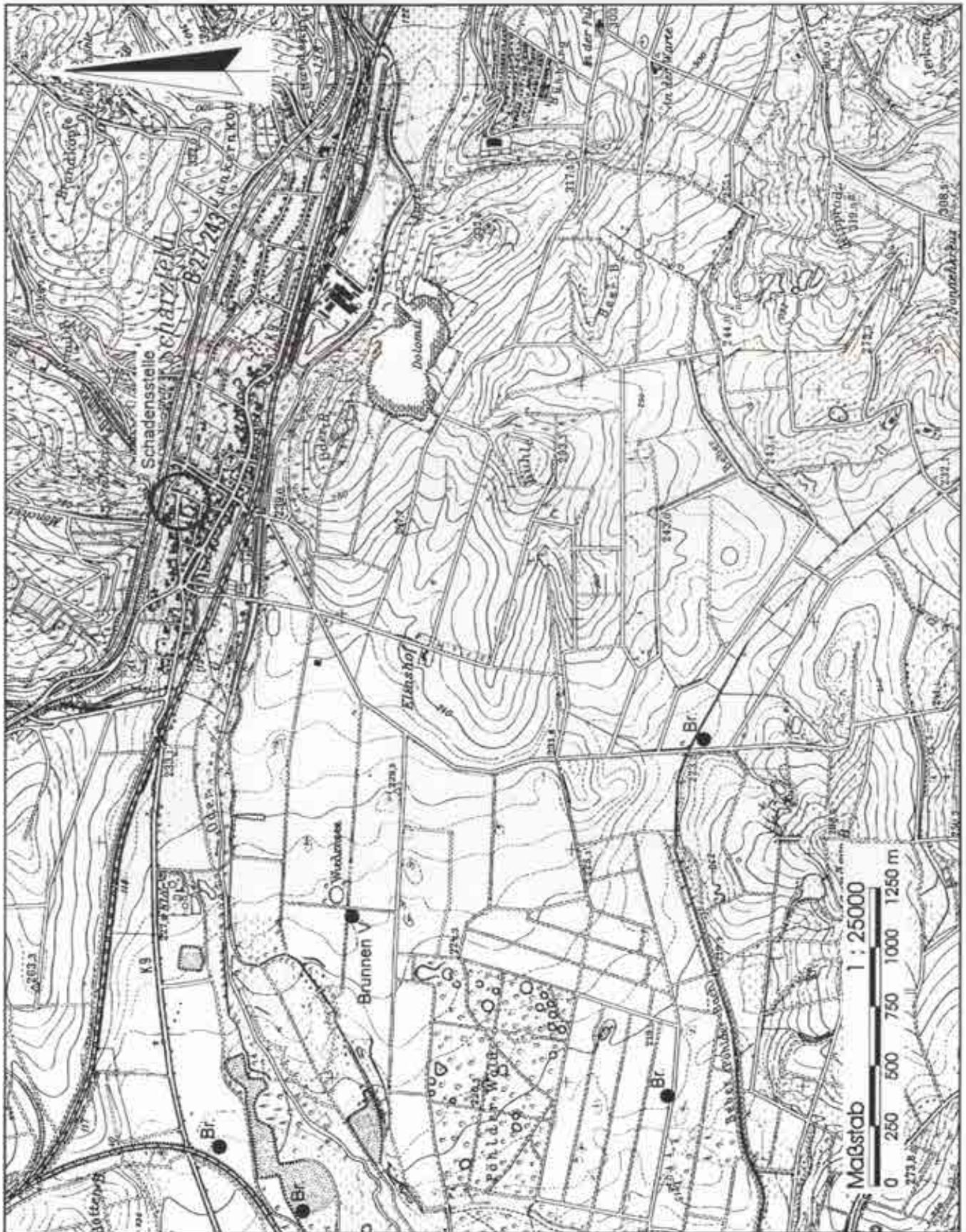


Abb. 2: Lage der Schadensstelle und der Trinkwassergewinnungsanlagen im Bereich des Trinkwasserschutzgebietes Pöhler Becken.

derer Bedeutung. Im Trinkwasser gilt daher ein zulässiger Höchstwert für die Summe von vier exemplarisch ausgewählten leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe von 10 µg/l. Tetrachlormethan darf eine maximale Konzentration von 3 µg/l im Trinkwasser aufweisen (Trinkwasserverordnung i.d.F. vom 12.12.1990). Aufgrund des hohen toxikologischen Potentials dieser Stoffgruppe ist die technische Verwendung dieser Substanzen seit einigen Jahren weitestgehend verboten oder unterliegt strengen Sicherheitsanforderungen.

### 5. Durchgeführte Untersuchungen

Im Rahmen der Schadenserkundung und Verursacherermittlung wurden im eigenen Labor Rohwasserproben aus

verschiedenen Trinkwassergewinnungsanlagen im Bereich des Pöhlde Beckens gaschromatographisch unter Verwendung eines speziellen, sehr empfindlichen Detektors für LHKW (GC/ECD) analysiert. Die bereits bekannte Grundwasserbelastung konnte für den Brunnen V bestätigt werden, die übrigen untersuchten Brunnen waren hingegen unbelastet.

Bei der Auswertung der aufgezeichneten Chromatogramme fiel auf, daß in den Gaschromatogrammen neben den bereits bekannten Verbindungen Trichlormethan und Tetrachlormethan eine weitere unbekannte Verbindung in signifikanter Konzentration enthalten war. Zur Identifikation dieser unbekanntes Verbindung wurde die Probe daher mittels Gaschromatographie-

Massenspektrometrikopplung (GC/MS) analysiert. Diese Meßtechnik erlaubt nicht nur die Konzentrationsbestimmung, sondern gleichfalls die Identifikation unbekannter Substanzen. Die Substanzidentifikation erfolgte dabei rechnergestützt unter Verwendung der 49.000 Einzelsubstanzen umfassenden NBS-Massenspektrenbibliothek sowie einer speziellen Pestizid- und Lösungsmittelbibliothek des eigenen Labores. Durch diese Meßtechnik konnte der Nachweis geführt werden, daß es sich entgegen der früheren gaschromatographischen Analysen bei den drei Hauptverbindungen um folgende Substanzen handelte:

- Bromchlormethan
- Dibrommethan
- Tetrachlormethan.

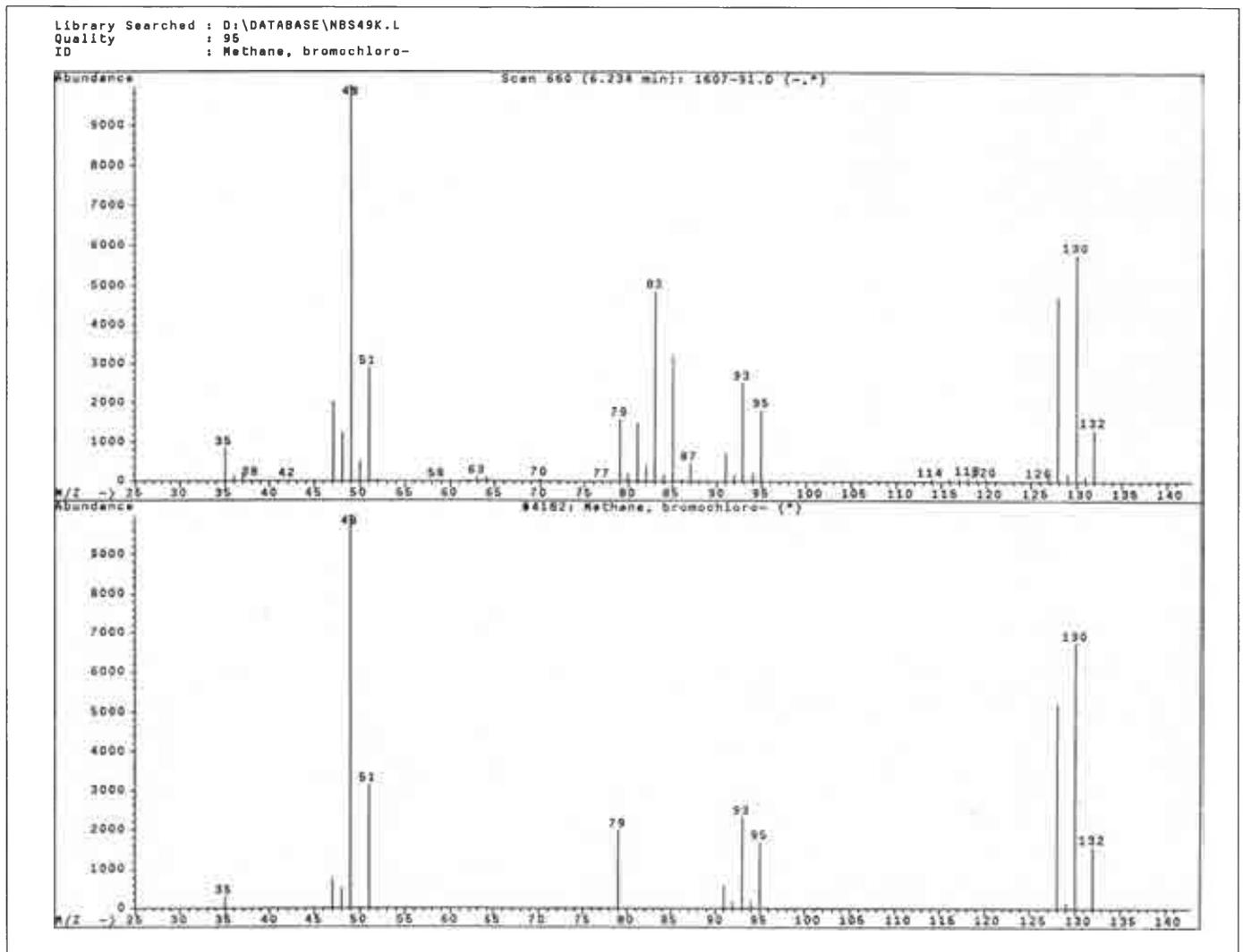


Abb. 3: Massenspektrogramm der unbekanten Substanz im Trinkwasser (oben) und der Vergleichssubstanz aus der NBS-Massenspektrenbibliothek.

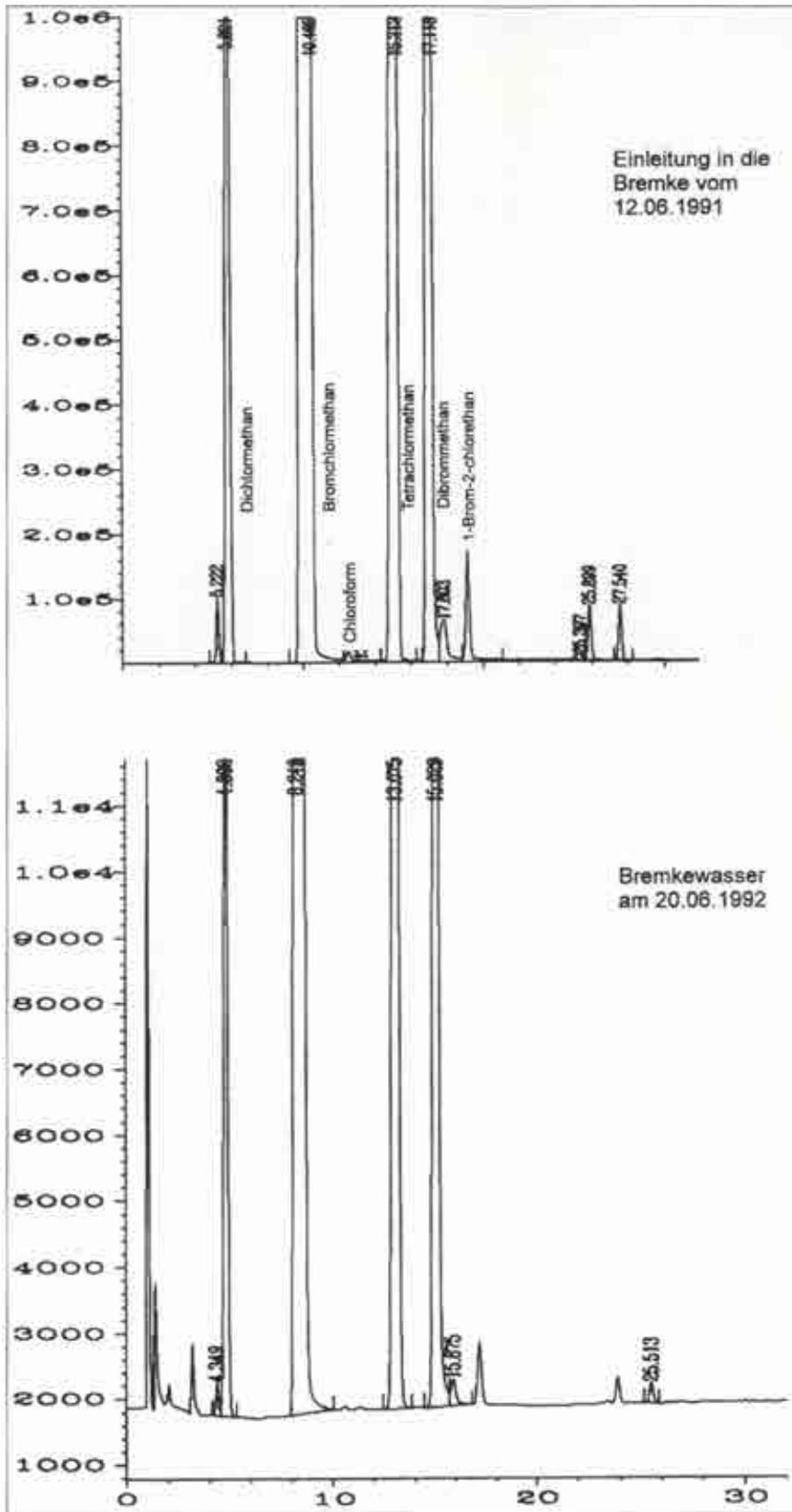


Abb. 4: Gaschromatogramme von zwei Oberflächenwasserproben. Beide Proben weisen eine praktisch identische Schadstoffbelastung auf.

Der positive Chloroformbefund konnte somit nicht bestätigt werden. Aufgrund identischer Retentionszeiten von Bromchloromethan und Chloroform sind diese beiden Verbindungen mittels üblicher GC/ECD-Analyse in der Regel nicht unterscheidbar. Erst durch den Einsatz der instrumentell aufwendigen Gaschromatographie-Massenspektrometrikopplung (GC/MS) konnte der eindeutige Nachweis geführt werden, welche Substanzen tatsächlich im Grundwasser vorhanden waren.

Die Übereinstimmung des aufgezeichneten Massenspektrogrammes mit dem Ergebnis der Bibliotheksrecherche betrug z.B. für Bromchloromethan 95 % (Abb. 3). Für den Analytiker bedeutet ein so großes Maß der Übereinstimmung einer unbekanntes Substanz beim Vergleich mit über 49.000 Referenzsubstanzen einen praktisch zweifelsfreien Identitätsnachweis.

Aufgrund des auffallenden Stoffverteilungsmusters im Gaschromatogramm wurde ein Vergleich mit älteren, auf Magnetband abgelegten Analyseergebnissen des Autors aus dem näheren und weiteren Einzugsbereich der Wassergewinnungsanlage durchgeführt. Die Auswertung ergab, daß ein vergleichbares Stoffmuster bereits im Jahre 1991 in einem Oberflächengewässer der Ortschaft Scharzfeld, etwa 1,5 km westlich der Trinkwassergewinnungsanlage gelegen, nachgewiesen werden konnte. Zum damaligen Zeitpunkt wurde im Rahmen einer festgestellten Gewässerverunreinigung dem Autor eine Oberflächenwasserprobe von der ermittelnden Staatsanwaltschaft zur näheren Untersuchung übergeben.

Zur näheren Beweisführung, inwieweit ein Schadstoffeintrag in dem Fluß Bremke zu einer Belastung des Grundwassers bei dem Brunnen V führen kann, wurde in einem nächsten Arbeitsschritt durch Brunnenbohrungen die genaue Grundwasserabstromsituation aus der Ortschaft Scharzfeld bis zur Wassergewinnungsanlage erkundet.

Obwohl die Ortschaft Scharzfeld teilweise bereits außerhalb der Subrosionssenke des Pöhlder Beckens auf dem Paläozoikum des Harzes gelegen ist, konnte ein Grundwasserabstrom von der Ortschaft Scharzfeld in Richtung auf den Brunnen V nach den Erkenntnissen der Bohrungen als wahrscheinlich angenommen werden. Eine genauere Eingrenzung der Schadstoff-

herkunft war durch Grundwasseranalysen jedoch nicht mehr mit vertretbarem finanziellem Aufwand möglich. Die Ortschaft Scharzfeld liegt rund 80 m oberhalb des Grundwasserspiegels. Brunnenbohrungen zur Gewinnung von Grundwasserproben hätten somit mindestens 90 m tief niedergebracht werden müssen. Jeder Brunnen hätte dabei Bohrkosten von rund DM 35.000,- verursacht.

Am 20.06.1992 wurde die Polizei Bad Lauterberg wiederum in einem Gewässerschadensfall in der Ortschaft Scharzfeld aktiv. Die Untersuchung der Oberflächenwasserprobe ergab ein vergleichbares Schadstoffmuster wie bei dem Gewässerschadensfall im Jahre 1991. Die aufgezeichneten Gaschromatogramme sind in Abbildung 4 wiedergegeben. Jedes Signal (Peak) in diesen Chromatogrammen entspricht dabei einer einzelnen Substanz. Die mittels GC/MS ergänzend identifizierten Hauptsubstanzen sind im oberen Chromatogramm der Abbildung 4 dem entsprechenden Peak zugeordnet.

Aufgrund der Erkenntnisse der bisherigen Untersuchungen konnte nunmehr der Herkunftsbereich der halogenierten Lösungsmittel auf das engere Siedlungsgebiet der Ortschaft Scharzfeld eingegrenzt werden. Zur weiteren Verursachereingrenzung wurde aus Kosten- und Zeitgründen mit Hilfe der Bodenluftanalytik die weitere Schadstoffverteilung im Untergrund erkundet.

Bei der Bodenluftanalytik wurde mittels Rammkernbohrtechnik eine Bohrung bis 3 m in den Untergrund niedergebracht. In das offenstehende Bohrloch wurde sodann eine spezielle, mit Doppelpackern versehene Bodenluftsonde eingeführt. Nach dem Eindichten dieser Sonde erfolgte zunächst das Absaugen der eingedrungene Fremdluft. Anschließend wurden die in der Bodenluft enthaltenen halogenierten Schadstoffe mit einer Konstantflowpumpe abgesaugt und auf einem Kunstharzgemisch adsorbiert. Während der Adsorption wurden Luftdruck, Temperatur der Bodenluft sowie abgesaugtes Gasvolumen, bezogen auf Normliter, automatisch erfaßt und registriert. Im Labor wurden später die Adsorptionsröhrchen einer Lösungsmittelreinigung unterzogen. Die desorbierten leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe wurden anschließend mittels Gaschromatographie identifiziert und

quantifiziert. In Abhängigkeit von dem angereicherten Luftvolumen können mit dieser Meßtechnik LHKW-Gehalte bis in den unteren Spurenbereich nachgewiesen werden.

Die entlang des Bachbettes und von Regenwasserkanalleitungen durchgeführten Bodenluftanalysen erlaubten die zweifelsfreie Rückverfolgung der abgeleiteten Schadstoffe bis zu einem Gewerbebetrieb innerhalb der Ortslage. Zur exakten Beweisführung wurden dabei nicht nur die Hauptinhaltsstoffe des aus leichtflüchtigen halogenierten Lösungsmitteln bestehenden Stoffgemisches, sondern auch die häufig für einzelne Produktionsanlagen spezifischen Neben- und Begleitprodukte verwendet, die bei dem gewählten Meßverfahren ebenfalls mit aufgezeichnet werden.

## 6. Zusammenfassende Schadensbeurteilung

Nachdem in einem Trinkwasserbrunnen, etwa 1,5 km unterhalb der Ortschaft Scharzfeld, Landkreis Osterode am Harz, leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe nachgewiesen worden waren, erfolgte durch den Autor die Eingrenzung des Schadensmaßes und die Verursachereingrenzung. Durch Grundwasseranalysen und Bodenluftuntersuchungen, verbunden mit massenspektrometrischen Substanzidentifizierungen, gelang es, die über 1,5 km entfernt gelegene Schadensstelle zweifelsfrei zu ermitteln.

Durch unsachgemäßen Umgang mit leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen konnten die Schadstoffe aufgrund ihrer besonderen Stoffeigenschaften durch einen betonierten Hallenfußboden und über Regenwasserläufe in den Untergrund und in das Regenwasserkanalsystem eindringen. Da im Bereich des Schadenverursachers der Schotterkörper des Pöhlder Beckens nicht von einer mächtigen und schützenden Lößlehmauflage bedeckt wird, konnte das Lösungsmittelgemisch rasch durch den mächtigen Schotterkörper hindurchsinken und in 80 m Tiefe das Grundwasser erreichen. In den Gerinnen der Zechsteingipse und -kalke unter dem Schotterkörper erfolgte sodann eine rasche Schadstoffausbreitung. Mit dem nach Westen zur Rhumequelle ausgerichteten Grundwasserabstrom gelangten die Schadstoffe dabei zu dem

in 1,5 km Entfernung gelegenen Trinkwassergewinnungsbrunnen V.

Die festgestellte rasche und weiträumige Schadstoffverteilung im Grundwasser ist dabei typisch für derartige Grundwasserkörper in Karstgebieten. Dabei ist es vergleichsweise unerheblich, um welche wassergefährdende Substanz es sich handelt. Ein effektiver Grundwasserschutz in solchen Gebieten ist mit erhöhten Anforderungen an die Anlagensicherheit allein nicht realisierbar. Bereits bei der Erstellung von Raumordnungsplänen müssen die Belange des besonderen Grundwasserschutzes mit berücksichtigt werden. Ebenso ist bei der Aufstellung von Bauordnungsplänen der Grundwasserschutz in solchen Gebieten besonders zu berücksichtigen. So bietet sich z.B. an, eine Beheizung der Gebäude mit Erdgas zwingend vorzuschreiben, um das Risiko von Mineralölnfällen zu minimieren. Auch sind bestimmte Gewerbe- oder Industriebetriebe, in denen mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird, ab einer bestimmten Stoffmenge vorrangig in anderen Gebieten anzusiedeln. Die tolerierbare Stoffmenge ist dabei unter Berücksichtigung des Wassergefährdungspotentials der Substanz und der hydrogeologischen Situation festzulegen.

## 7. Literatur

- Goldmann, K. (1984): Grundwassererkundung im Pöhlder Becken. - Bericht WWA Göttingen (unveröffentl.).
- Grimmelmann, W. (1992): Hydrogeologisches Gutachten zur Bemessung und Gliederung des Trinkwasserschutzgebietes Pöhlder Becken. - Bericht NLF Hannover (unveröffentl.).
- Reinboth, F. (1992): Ölnfälle im Südharz. Mitt. ArGeKH, 4, 1992.
- Thürnaue, K. (1913): Der Zusammenhang der Rhumequelle mit der Oder und Sieber. - Jb. f. Gewässerkd. Norddeutschlands, Bes. Mitt., 2, Nr. 6: 25 S., Berlin.

## Anschrift des Verfassers

Dipl.-Biol. Rainer Hartmann  
Öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Unfälle mit  
wassergefährdenden Stoffen  
Hildebrandstraße 10  
37081 Göttingen

# Grundwassergefährdung durch Rüstungsaltslasten am südwestlichen Harzrand - Beispiel ehemalige Munitionsfabrik Herzberg

von Peter Molde

## 1. Einleitung

In den letzten zehn Jahren konnte der Kenntnisstand zur Altslastenproblematik auf dem Standort „Ehemalige Munitionsfabrik Herzberg“ fast lückenlos verdichtet werden. Erste punktuelle Untersuchungen und historische Recherchen wurden bereits in den Jahren 1987 - 1989 durch den Landkreis Osterode am Harz beauftragt (vgl. *PGBU* 1989).

Mehrere, intensive Untersuchungen wurden von 1990 bis 1996 (z. B. *enviro M* 1991, *GTU* 1996) durch das Niedersächsische Umweltministerium als freiwillige Leistungen aus Landesmitteln im Rahmen des Programms der „Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltslasten in Niedersachsen“ (*Braedt* 1997, *Niedersächsisches Umweltministerium* 1996) veranlaßt.

Die wesentlichen Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen, insbesondere in Hinblick auf die Altslasten- und die hydrogeologische Situation, werden im Folgenden zusammenfassend dargestellt.

## 2. Beschreibung des Standortes

Die ehemalige Munitionsfabrik Herzberg liegt auf einem schmalen, maximal 200 m breiten und ca. 1,2 km langen Gelände, dem sog. „Pfungstanger“ (Karte 1). Es wird im Norden durch das Flußbett der Sieber und im Süden durch die ca. 50 m aufsteigende Schichtstufe des Schloßberges begrenzt. Die Gesamtfläche beträgt ca. 12 ha (Karte 2).

Geologisch ist das Untersuchungsgebiet dem Bereich der Harzrandenke zuzuordnen, aufgebaut aus den nach Süd-Südwest einfallenden Sedimentfolgen des Zechsteins und des Unteren Buntsandsteins, die von 5 m bis über 30 m (im Bereich des Städtischen Bauhofes) mächtigen Aufschüttungen quartärer Lockersedimente bedeckt sind.

Das Gebiet ist Teil einer Subrosionsenke, die von Erdfällen durchsetzt ist.

Die Sieber durchläuft hier in ihrem Mittellauf eine Versickerungsstrecke, in deren Verlauf sie beträchtliche Wassermengen verliert (*Schmidt* 1979). Der oberflächennahe Porengrundwasserleiter in den kiesigen Niederterrassensedimenten steht über solche Erdfälle in hydraulischem Kontakt zum Netz des Tiefengrundwassers in den verkarsteten Zechsteinserien (*Jordan* 1979).

Dadurch besteht gleichzeitig die Möglichkeit, daß oberflächlich in das Grundwasser eingetragene Stoffe rasch in tiefere Stockwerke gelangen können und bis in das südlich anschließende Pöhlde Becken transportiert werden, das als Trinkwasserreservoir von herausragender Bedeutung ist (*NlfB* 1982). Es ist somit von einem Stofftransport vom Standort Muna Herzberg bis zur Rumequelle auszugehen. Dieser Zusammenhang wurde bereits von *Thürnau* (1913) durch einen Markierungsversuch mit Ochsenblut nachgewiesen.

Basierend auf den Erkenntnissen der historischen Recherchen läßt sich die Geschichte der gewerblichen Nutzung des Standortes bis weit in das 18. Jh. zurückverfolgen. So wurde von 1739 bis 1876 eine Gewehrfabrik, zu Beginn des Jahrhunderts bis 1914 eine Baumwollbleicherei und während des 1. Weltkrieges die Produktion von Preßfutter betrieben. Von 1918 bis 1935 war auf dem Gelände eine Kunstseidenspinnerei ansässig, bevor das Fabrikgelände im Juni 1940 in den Besitz der reichseigenen Verwertungsgesellschaft für Montanindustrie GmbH übergang.

Nach umfangreichen Um- und Ausbaumaßnahmen wurde dann ab dem Frühjahr 1941 eine Füllstelle für Minen und Granaten kleineren Kalibers betrieben.

Im April 1945 wurde die Munitionsfabrik durch einen Brand, der mehrere gewaltige Explosionen auslöste, fast vollständig zerstört. Die noch vorhandenen Werksanlagen wurden später durch

die Alliierten demontiert und anschließend gesprengt (*PGBU* 1989, *Marose & Molde* 1991).

In den Nachkriegsjahren diente das Werksgelände unter anderem als Lieferant für Trümmerbaustoffe und fand auch sonst durch seine Nähe zur Stadt Herzberg reges Interesse: So nutzte zeitweise eine Holzfasersplattenfabrik die Teiche als Abwasserklärbecken und im Bereich des Sieberufers erfolgte Kiesabbau. Aber auch für zahlreiche ungeordnete Abfallablagerungen bot das unübersichtliche Gelände günstige Voraussetzungen.

Nachdem die Stadt Herzberg 1967 das gesamte Gelände erworben hatte, siedelte sich 1969 im Ostteil, dem Kernbereich der ehemaligen Munitionsfabrik, der städtische Bauhof an, der dort heute noch betrieben wird.

Der übrige Teil des Geländes ist seitdem ungenutzt, inzwischen stark verwuchert und heute Naturschutzgebiet, wobei die Reste der gesprengten Bunkeranlagen immer noch vorhanden sind.

## 3. Ergebnisse der Untersuchungen

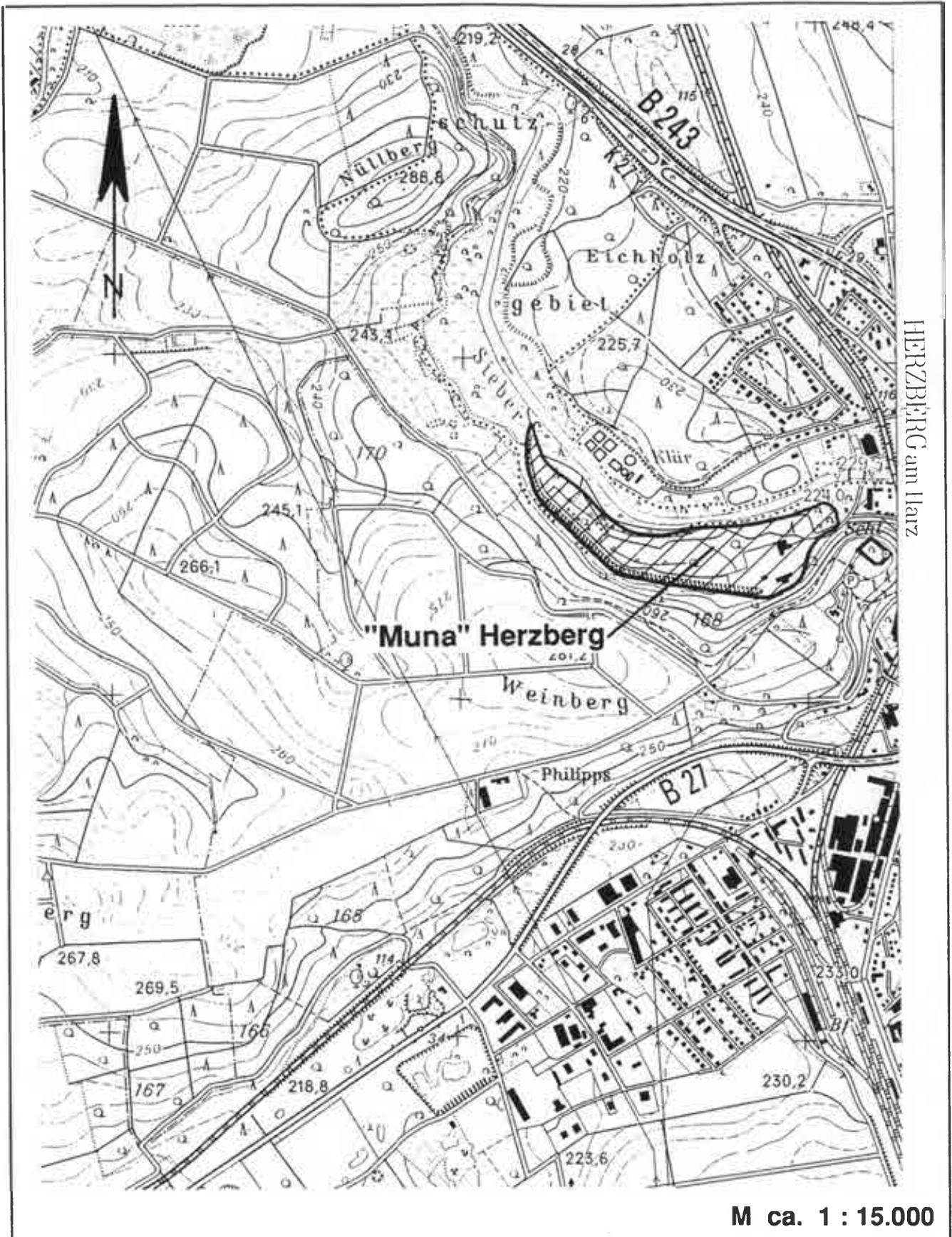
Die vorliegenden umfangreichen Untersuchungsergebnisse lassen sich wie folgt kurz zusammenfassen:

Der Boden auf dem Gelände ist in 8 Teilbereichen hochgradig kontaminiert. Besonders altslastenrelevant in quantitativer und qualitativer Hinsicht sind die Bereiche: Absorbertürme, Gießhaus, Mühlengraben (als Abwassersammler der ehem. Munitionsfabrik) und Verbrennungsplatz (s. Karte 2). Hauptkontaminanten sind Explosivstoffe (insbesondere TNT, DNB, Hexogen, Pikrinsäure) sowie deren Abbauprodukte, aber auch PAK und Blei.

Auch wenn aufgrund der Nutzungsgeschichte die Verursacher sämtlicher Kontaminationen nur sehr schwer zu differenzieren sind, ist auf jeden Fall die ehemalige Munitionsfabrik Herzberg als Hauptverursacher identifiziert. Nicht nur im Boden, auch im Sickerwasser und im Grundwasser wurden explosivstoffspezifische Parameter festgestellt (s. Abb. 1).

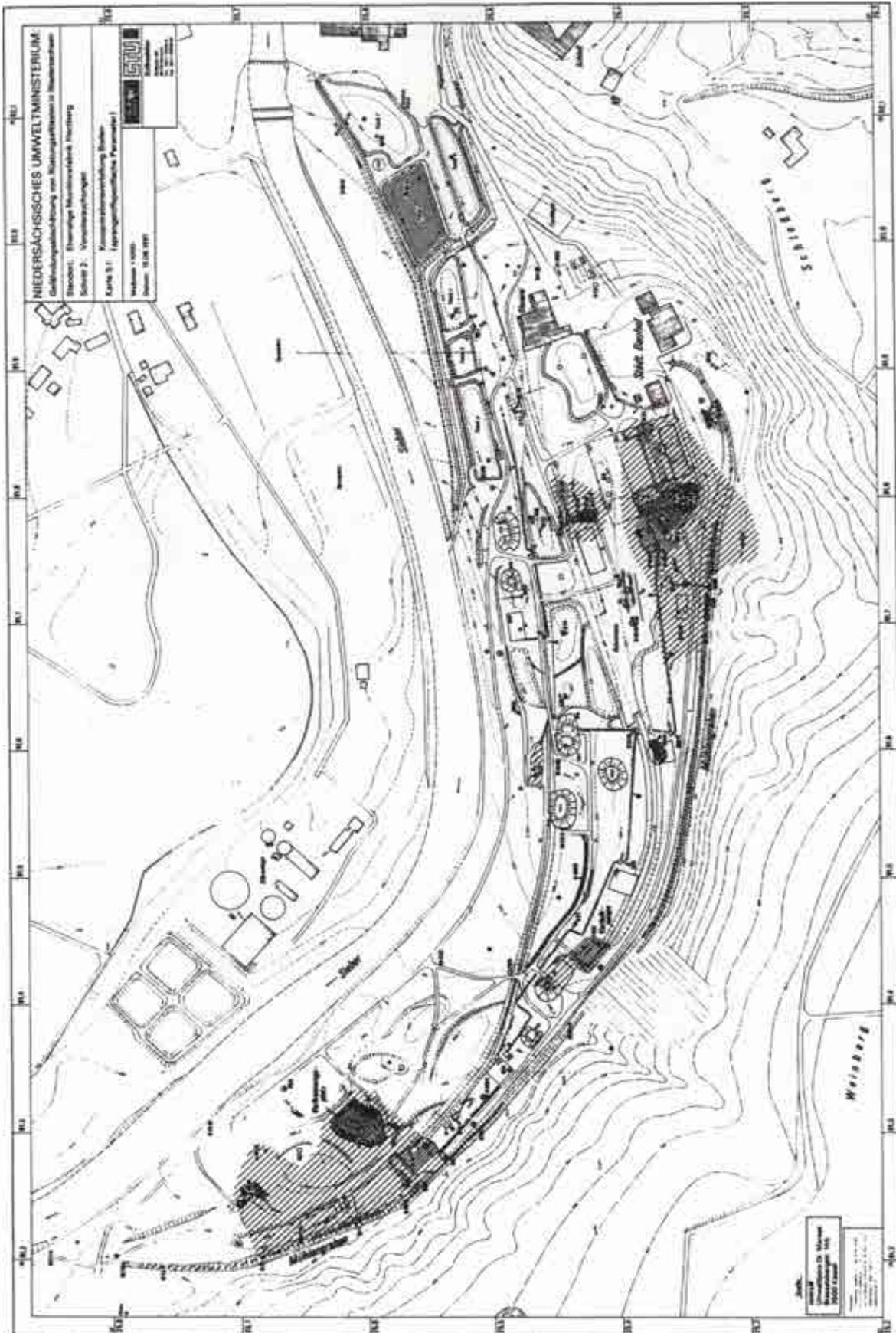
So wurden beispielsweise im Sickerwasser unterhalb des Mühlengrabens extrem hohe Gehalte besonders an TNT (max. 1.300 µg/l) und Hexogen (max. 10.100 µg/l) nachgewiesen (*GTU* 1996).

Die nitroaromatischen Verbindungen (z. B. TNT und besonders dessen Abbauprodukte; s. *Löw et al.* 1989 und



HERZBERG am Harz

Karte 1: Lage des Standortes „Muna“ Herzberg



Karte 2: Übersichtsplan mit Kontaminationsschwerpunkten (verkleinert)

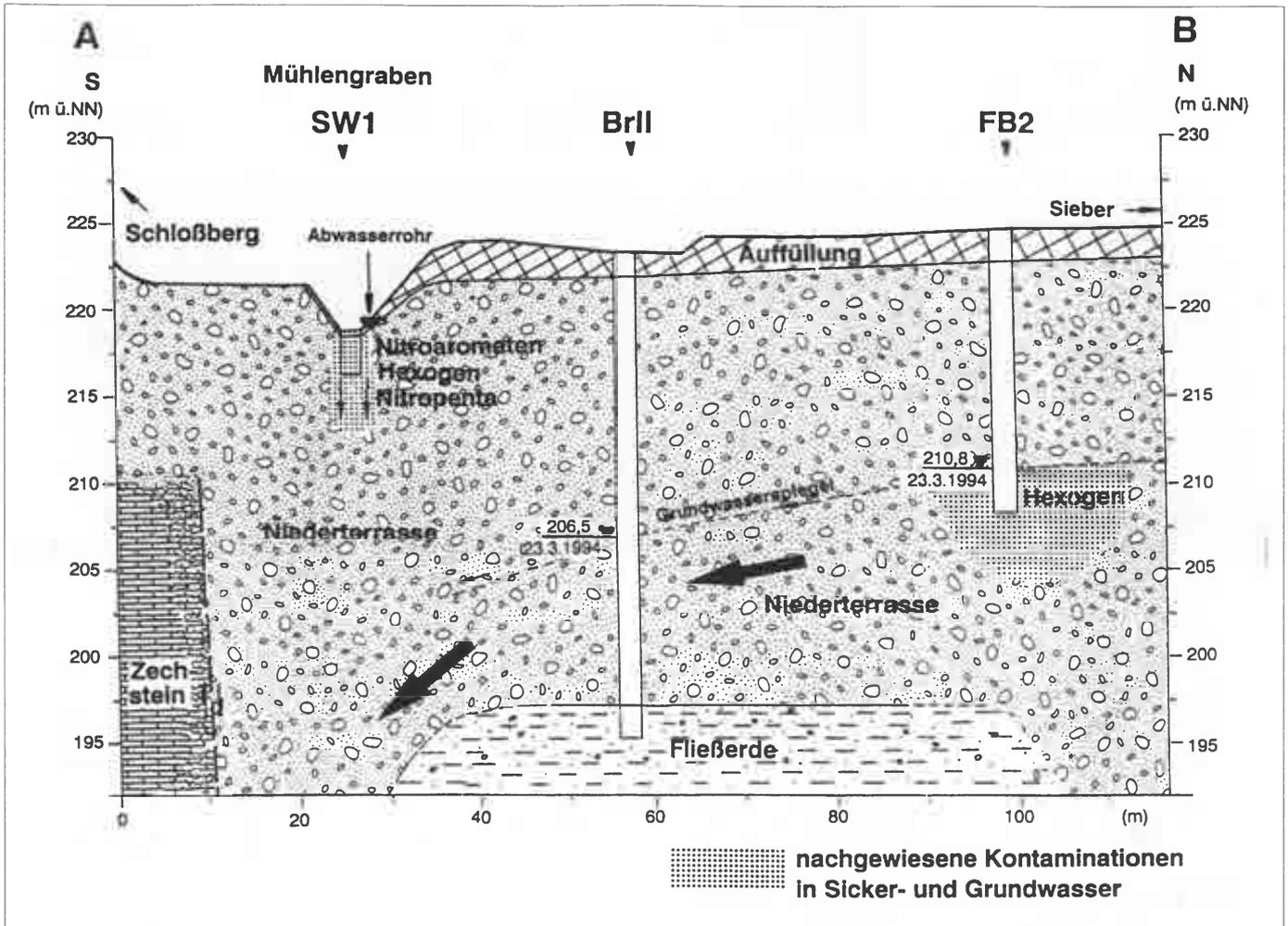


Abb. 1: Geologisch/ hydrogeologischer Profilschnitt A - B., mit Schadstoffverteilung (2-fach überhöht)

Neumeier et al. 1989) sowie die weiteren nachgewiesenen Explosivstoffe sind in toxikologischer Hinsicht als sehr kritisch zu beurteilen; sie weisen erhebliche kanzerogene und mutagene Potentiale auf (s. BGA 1993, Dieter 1994, Hassauer et al. 1993).

Aufgrund der o. g. Zusammenhänge und der zum Teil sehr hohen Gehalte an explosivstoffspezifischen Parametern in Boden und Wasser geht vom Standort eine akute Gefährdung für Mensch und Umwelt aus.

Es besteht nach wie vor für diesen Standort akuter Handlungsbedarf, um die Schadstoffherde zu beseitigen und um damit den Kontaminationspfad zu unterbrechen. Denn wie bereits eingangs erwähnt besteht, aufgrund der geologischen Situation auch für das Pöhlder Becken - mit mehreren Trinkwasserfassungen - eine erhebliche Grundwassergefährdung.

Der Standort „Muna“ Herzberg ist kein Einzelfall; nur wenige Kilometer weiter nördlich in Osterode/Petershütte befindet sich ein ähnlich gelagerter Problemfall. Dort wurden während des II. Weltkrieges ca. 600 000 m<sup>3</sup> hochgradig kontaminierte Abwässer aus der Sprengstoffproduktion aus dem Werk Tanne in Clausthal-Zellerfeld in sogenannten Schluckbrunnen bis in die Zechsteinaquifere verpreßt. Sie stellen im Harzvorland westlich und nördlich von Osterode auch heute noch ein erhebliches Gefährdungspotential für das Grundwasser dar. In diesem Bereich mußten bereits in den letzten Jahren einige Trinkwasserbrunnen geschlossen werden.

#### 4. Zusammenfassung

Exemplarisch wurde die Problematik des Altstandortes „Ehemalige Muni-

tionsfabrik Herzberg“ vorgestellt. In den Jahren 1987 - 1996 wurden mehrere Untersuchungen zur Erfassung und zur Abschätzung der vom Gelände ausgehenden Gefährdungen durchgeführt.

Das ca. 12 ha umfassende Gelände liegt westlich des Zentrums der Stadt Herzberg. Es wird im Norden durch die Sieber und im Süden durch die Schichtstufe des Schloßberges begrenzt. Der Standort wird seit dem 18. Jahrhundert gewerblich genutzt (Gewehrfabrik, Kunstseidenspinnerei etc.). Von 1941-45 wurde hier eine Munitionsfabrik zur Sprengstoffbefüllung von Minen und Granaten betrieben. Durch einen Brand und mehrere Explosionen wurde die Fabrik im April 1945 fast vollständig zerstört.

Besonders aus dem Betrieb der Munitionsfabrik resultieren hochgradige Bodenkontaminationen vorwiegend durch Explosivstoffe. Diese Stoffe und

deren toxikologisch noch relevanteren Abbauprodukte werden durch die am Standort dominierenden, stark durchlässigen Terrassensedimente bis ins Grundwasser transportiert.

Im Bereich des Standortes besteht ein starker hydraulischer Kontakt zwischen dem oberen quartären Lockergesteinsaquifer und dem tiefergelegenen Karstaquifersystem (Zechstein), d. h. das Grundwasser fließt in südliche Richtung unter dem Schloßberg hindurch in das Pöhlde Becken. Für das Pöhlde Becken besteht somit eine Gefährdung der dortigen Trinkwasserfassungen durch explosivstoffspezifische Schadstoffe.

### Literaturverzeichnis

- BGA Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, 1993: Toxikologische Beurteilung von sprengstoff-typischen Verbindungen (STV) aus Rüstungsaltslasten, Teil III; Berlin
- Braedt, M., 1997: Die Erfassung von Rüstungsaltslast-Verdachtsflächen in Niedersachsen und ihre prioritäre Bearbeitung - in: Rüstungsaltslasten, Kontakt & Studium 520, expert-Verlag; Renningen-Malmsheim
- Dieter, H. H., 1994: Kriterien und Konzentrationsvorschläge zur gesundheitlichen Bewertung von 35 Sprengstoff-typischen Verbindungen und Abbauprodukten in Böden und Trinkwasser - WaBoLu Hefte 7/1994; Berlin
- enviro M, 1991: Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltslasten in Niedersachsen - Schritt 2: Voruntersuchungen auf dem Standort „Ehemalige Munitionsfabrik Herzberg“; Kassel (unveröff.)
- GTU Geologie Technologie Umweltschutz GmbH, 1996: Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltslasten in Niedersachsen - Fortführung der Sickerwasseruntersuchungen des Mühlengrabens im Rahmen des Beweissicherungsverfahrens auf dem Standort Muna Herzberg; Hannover (unveröff.)
- Hassauer, M.; Kalberlah, F.; Oltmanns, J. & Schneider, K., 1993: Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altsalzen - UBA Berichte 4/93, Berlin
- Jordan, H., 1979: Der Zechstein zwischen Osterode und Duderstadt (südliches Harzvorland). - Z. dt. Geol. Ges., 130: 145 - 163; Hannover
- Löw, E.v.; Kaminski, L.; Neumeier, W.; Haas, R. & Steinbach, K., 1989: Mikrobieller Abbau von Nitroaromaten aus einer ehemaligen Sprengstoffproduktion. Teil 2: Migration und mikrobielle Metabolisierung von 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT) im Grundwasser.- Forum Städte-Hygiene 40: 347-349
- Marose, U. & Molde, P., 1991: Erfahrungen bei den Voruntersuchungen auf dem Gelände der ehemaligen Munitionsfabrik Herzberg - in: Rüstungsaltslasten «91, Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis 40, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- Neumeier, W.; Haas, R. & Löw, E.v., 1989: Mikrobieller Abbau von Nitroaromaten aus einer ehemaligen Sprengstoffproduktion. Teil 1: Abbau von 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT) im Grundwasser.- Forum Städte-Hygiene 40: 32 - 37
- Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLFB), 1982: Bericht über die im Rahmen des Forschungsprogramms „Versuche zur Entsulfatisierung des Wassers der Rhumequelle“ in den Jahren 1980 und 1981 vom NLFB durchgeführten Untersuchungen; Hannover (unveröff.)
- Niedersächsisches Umweltministerium, 1996: Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltslasten in Niedersachsen, 6. Fortschreibung; Hannover
- Planungsgesellschaft Boden und Umwelt mbH (PGBU), 1989: Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltslasten in Niedersachsen - Ehemalige Munitionsfabrik Herzberg - Schritt 1: Erfassung und Erkundung, Kassel (unveröff.)
- Schmidt, M., 1979: Das Sieberwasser-Problem - Notwendigkeit und Möglichkeiten seiner Lösung.- Neues Archiv f. Nieders. 28 (3): 232 - 340; Göttingen
- Thürnaeu, K., 1913: Der Zusammenhang der Rhumequelle mit der Oder und Sieber.-Jb. Gewässerkd., bes. Mitt., Bd. 2, Nr. 6; Berlin

### Anschrift des Verfassers

Dr. rer. nat. Peter Molde  
GTU Geologie Technologie Umweltschutz GmbH  
Sahlkamp 149  
30179 Hannover

## Neuaufnahme der Geologischen Karte 1 : 25 000 Blatt Bad Sachsa -

### Reliefentwicklung und Flußgeschichte im Quartär

von Heinz Jordan

### Zusammenfassung

Beim Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung wurden von 1976 bis 1995 vier Blätter der Geologischen Karte

1 : 25000 neubearbeitet, die den westlichen und südlichen Harzrand überdecken. Dabei wurden in zahlreichen Bohrungen auch die quartären Terrassenschotter sedimentologisch untersucht,

die in z. T. großer Mächtigkeit die Subrosionssenken vor den Zechstein-Sulfaten erfüllen.

Die Vergipsung und Verkarstung der Sulfate kumulieren an der „Subrosionsfront“, dort wo die Quartär-Füllung an das oft steil aufragende Zechstein-Sulfat grenzt. Aus der räumlichen Verteilung der verschiedenen alten Terrassenschotter läßt sich ableiten, daß die Subrosionsfront des Zechstein-1- wie auch des Zechstein-3-Sulfats aufgrund der Harzhebung nach Südwesten vorrückt - seit der Elster-Kaltzeit im Raum Bad

Sachsa um durchschnittlich 1/3 bis 1 m je Jahrtausend.

**1. Einleitung**

In den vergangenen drei Jahrzehnten hat das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) am Südharz umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, insbesondere hydrogeologischer, rohstoff- und ingenieurgeologischer Art. Die Ergebnisse wurden in Berichten niedergelegt, in Vorträgen und Fachzeitschriften veröffentlicht und in Neuauflagen der Geologischen Karte 1:25 000 (GK 25) zusammengestellt (Hinze 1976, Jordan 1976, 1995 a und b).

Diese Kartenblätter überdecken den niedersächsischen Teil der Südharz-Randsenke. Hier streichen mehrere km breit die Schichten des Zechstein aus, dessen Sulfate intensiver Verkarstung unterliegen. Die ober- und unterirdische Ablaugung der leichtlöslichen Sulfate erzeugte während des gesamten Quartär eine Geländedepression: sich verlagernde Subrosionssenkten, in denen mächtige quartäre Sedimente abgelagert wurden und auch relativ lange vor Erosion verschont blieben.

Im Gebiet des neubearbeiteten Blattes Bad Sachsa der Geologischen Karte 1 : 25 000 blieben in solchen Subrosionssenkten die Schotter der Harzflüsse aus verschiedenen Abschnitten des Mittel- und Ober-Pleistozän erhalten, die außerhalb der Südharzsenke längst abgetragen sind. Die sedimentologische Bearbeitung dieser Flußablagerungen erlaubt Rückschlüsse auf die Entwicklung des Sulfatkarstes im Zeitraum der letzten rund 350 000 Jahre.

**2. Schichtenfolge**

Die Quarzite, Grauwacken, Kieselschiefer, die Diabase und Porphyre aus dem Devon und Karbon des Harzes spielen für unsere Betrachtungen nur als Geröllfracht der Flüsse eine Rolle. Auf die Festgesteine des Zechstein und die Lockersedimente des Quartär muß näher eingegangen werden.

**2.1 Festgesteine des Zechstein**

Die Schichten des Zechstein überlagern diskordant das Grundgebirge des Harzes bzw. das Rotliegende des Ilfelder Beckens. Es handelt sich um Salztone,

Karbonate und Evaporite, die im Norddeutsch-Polnischen Becken, einem von der offenen See mehrfach abgeschnürten Binnenmeer in zyklischem Wechsel abgesetzt wurden (Zechstein 1 bis 6, Tab. 1).

Am heutigen Harz und südlich war das Becken durch eine ca. 10 km breite, Nordnordost-verlaufende Flachwasserzone, die sogenannte Eichsfeldschwelle zweigeteilt (Richter-Bernburg 1941/42, 1959, Herrmann 1957, Paul 1987, 1993). Im Zechstein 1 und 2 kamen hier überwiegend Karbonate zum Absatz, an den Schwellenhängen mächtige Sulfate, in den Becken schließlich die Salze des Thüringer bzw. des Werra- und Südhannoverschen Kaliegebiets. Im höheren Zechstein treten die Faziesunterschiede zurück, lassen sich aber z.B. in der Mächtigkeitsverteilung der Salzfolgen am Osthang der Eichsfeldschwelle noch erkennen (Seidel 1965: Abb. 14, 16).

Die Sulfathorizonte liegen in der Tiefe als Anhydrit, an der Oberfläche als Gips vor und werden intensiv abgelagert. Die Schnitte der Abb. 1 zeigen einmal die primär-sedimentäre Mächtigkeitsabnahme des Werraanhydrit von Osten in Richtung auf die Eichsfeldschwelle, zum andern das sekundäre Ausdünnen durch Ablaugung in Richtung zum Sulfatausbiß (Nordnordost). Bei der Ablaugung sacken die Hangend-Schichten des Sulfats nach und bilden eine Verstürzungszone, die schließlich das Sulfat ganz „ersetzt“: Stink- und Hauptdolomit verströmen über dem Werraanhydrit zu Zellendolomit oder Luckenkalk (Löcherkalk), der höhere Zechstein und Untere Buntsandstein über dem Hauptanhydrit zu Buntsandsteinschutt.

Der Bröckelschiefer bildet den unteren Abschnitt einer rund 50 m hohen Steilstufe, die sich in den Unteren Buntsandstein hinauf fortsetzt. Hier endet die Südharzsenke und beginnt das Eichsfeld.

Serie	Schichten (Bezeichnung nach RICHTER-BERNBURG, 1955)	Eichsfeld-Schwelle Bad Lauterberg-Osterhagen	Thüringer Becken Bad Sachsa
Bröckelschiefer	Ton- bis Schluffstein, wenig Sandstein	30	
Zechstein 4-6 (Leine-Serie u.a.)	Ton- bis Schluffstein, (Roter Salzton, T4, u.a.)	10-20	
Zechstein 3 (Aller-Serie)	Hauptanhydrit (A 3)	50	
	Plattendolomit (Ca 3) Grauer Salzton (T 3)	10	
Zechstein 2 (Staßfurt-Serie)	Basalanhydrit (A 2) Stink-/Hauptdolomit (Ca 2)	- 40-70	10-20 40
	Braunroter Salzton (T 2)	-	-
Zechstein 1 (Werra-Serie)	Werraanhydrit (A 1)	0-40	150-250
	Zechsteinkalk (Ca 1)	30-80 (Werradol.)	5
	Kupferschiefer (T 1)	0-0,5	0,5-0,8
	Zechsteinkonglomerat	-	0,5-2

**Tabelle 1: Gliederung des Zechstein und ungefähre Schichtmächtigkeiten (Meter). - Steinsalz und Kalisalze des Zechstein 2 bis 4 wurden geringmächtig abgelagert (Richter-Bernburg 1959), aber schon im Tertiär/Unter-Pleistozän abgelagert.**

**2.2. Quartäre Flußablagerungen**

Durch die Kartierung von Siebert (Bode & Erdmannsdörffer 1907) und die Untersuchungen Grupe's (1916) kennen wir die Untergliederung der Flußkiese am Südharz in drei verschiedenen alte Terrassenkörper. Sie werden - ebenso wie in den Flußgebieten der Weser und Leine (Grupe 1909) - als Ober-, Mittel- und Niederterrasse bezeichnet und in eben dieser Reihenfolge als Ablagerungen der Elster-, Saale- und Weichsel-Kaltzeit angesehen.

Terrassenkiese sind nach klassischer Anschauung periglaziäre, kaltzeitliche Ablagerungen: Die starke mechanische Verwitterung des arktischen Klimas sowie flächenhaftes Bodenfließen (Solifluktion) während der sommerlichen Auftauperioden lieferten große Mengen von Gesteinsschutt, in dem die Flußtäler regelrecht ertranken. Erst in der nachfolgenden Warmzeit konnten die Flüsse die Schotter teilweise ausräumen und ihr Bett erneut eintiefen.

Diese klassische Vorstellung gilt im Prinzip noch heute. Allerdings wurden die drei Hauptvereisungen inzwischen in jeweils mehrere Kalt- und Warm-Stadien unterteilt. Dementsprechend lassen sich an der Oberweser (Rohde 1989) und einigen Flüssen Thüringens zwei elster- und zwei saalezeitliche Terrassen

erkennen. An der unteren Wipper, 20 km südlich vom Harz, wurden unterhalb der elsterzeitlichen „1. Vereisungsterrasse“ drei mittelpleistozäne Schotterterrassen ausgegliedert: eine spätelsterbis holsteinzeitliche, eine drenthe- („2. Vereisungsterrasse“) und eine wartestadiale (Mania 1983).

In unserem Untersuchungsgebiet des Blattes Bad Sachsa wurden vier verschieden alte Terrassenschotter auskartiert: die der Oberterrasse, der Mittelterrasse, der Oberen und Unteren Niederterrasse.

Die Oberterrassen-Ablagerungen liegen einerseits so hoch über den heutigen Tälern (Abb. 1), sind andererseits durch Erosion und Subrosion so weit abgetragen und verstellt, daß ihre Zuordnung zum heutigen Flußnetz morphologisch oft nicht möglich ist. In der Kiesgrube HEIDERGOTT bei Bad Sachsa (H in Abb. 1) fallen z.B. 40 m mächtige, einheitlich zusammengesetzte Flußschotter mit 40° nach Osten ein! Weitere 30 m Flußkies wurden im Liegenden erbohrt, fossile Erdfälle in der Grubenwand weisen auf subrosive Verstellung; ehemals unterlagernder Werraanhydrit wurde abgelagert.

Abgesehen von der Höhenlage unterscheidet sich das Oberterrassen-Sediment auch lithologisch von den Mittel- und Niederterrassenkiesen: Es enthält neben Sand und Kies stets einen hohen Schluff- und Tonanteil. Der erklärt sich z.T. durch Zustrom von Fließerden, z. T. durch in-situ-Verwitterung weicher Komponenten, einschließlich eines Teils der Grauwacken, und Verschlammung des Lösungsrückstandes (Jordan & Schwartau 1993: 120).

Datierungen des Oberterrassenkies bis-schluffes liegen vom Untersuchungsgebiet nicht vor. Ebenso fehlen glaziäre Sedimente, die als Zeitmarken dienen könnten; denn das pleistozäne Inlandeis hat den Raum Bad-Sachsa nicht mehr erreicht. 10 km weiter östlich, im Becken von Nordhausen, sind altquartäre Sedimente in größerer Vollständigkeit erhalten und auch durch glaziäre Ablagerungen zeitlich eingestuft (Steinmüller 1967, Krutzsch 1988, Mai & Walther 1988, Dockter & Steinmüller 1993): Flußkies (Schmelzwasserkies) der Elster-2-Kaltzeit, Geschiebelehm, Beckenton, Flußkies der Elster-1-Kaltzeit, Flußschotter mehrerer prä-Elster-Kaltzeiten,

Gliederung		ungefähres Alter in Jahren vor heute	Ablagerungen			
Holozän			Auelehm			
		10 300	Kies der Unteren Niederterrasse			
Ober -	Weichsel-Kaltzeit	13 600	Hochflutlehm			
	Eem-Warmzeit	115 000	Kies der Oberen Niederterrasse			
Pleistozän		128 000	↓ ?			
	Saale-Kaltzeit	350 000	Mittelterrassenkies			
	<table border="0"> <tr> <td>Warthe - Stadium</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Drenthe-Stadium</td> <td></td> </tr> </table>		Warthe - Stadium		Drenthe-Stadium	
	Warthe - Stadium					
Drenthe-Stadium						
Mittel-	Holstein-Warmzeit	700 000	Oberterrassenkies bis schluff			
	Elster-Kaltzeit		1) f2 g f1			
Unter-	Cromer-Komplex	ca. 2 Mio.	↓ ?			
	ältere präglaziale Komplexe					

Tabelle 2: Quartär im Blattgebiet der GK 25 Blatt 4429 Bad Sachsa. - 1) Bis Nordhausen, 8 km östlich vom Blattgebiet, reichte das elsterzeitliche Inlandeis. Dort trennen glaziäre Ablagerungen (g: Moräne, Bänderton) die Flußkiese der Elster-1- bzw. der Elster-2-Kaltzeit (f 1 bzw. f 2; DOCKTER & STEINMÜLLER 1993).

Beckenton, lagenweise sandig-kiesig, des Tegelen.

Auch 20 km westlich, im Bahneinschnitt Ahlshausen, sind Oberterrassenschotter aus dem Harz in mehreren Niveaus einer Löß-Fließerden-Folge eingelagert, die nach Paläoböden und Paläomagnetik den gesamten Cromer-Komplex und die Elster-Kaltzeit umfaßt (Jordan & Schwartau 1993). Also ist auch im Untersuchungsgebiet mit einer mehrphasigen Ablagerung der Oberterrassenschotter zu rechnen. Der größere Teil dürfte allerdings während der Elster-Kaltzeit abgelagert sein, der ersten und bedeutendsten Vereisungsperiode des Pleistozän in Norddeutschland.

An 27 Aufschlüssen und Kartierbohrungen wurde die Geröllzusammensetzung der Oberterrasse (Fraktion 6,4-12,5 mm Korndurchmesser) bestimmt, meist anhand je zweier oder mehr Proben. Das Ergebnis wurde pro Aufschluß bzw. Bohrung gemittelt, in Form von Kennzahlen dargestellt und in Abb. 2 graphisch zusammengefaßt.

Es zeigt sich, daß die Oberterrassen-vorkommen eindeutig den Liefergebieten der heutigen Harzflüsse zugeordnet werden können. So lieferten das Einzugsgebiet des Steinaer Bachs 80-90% Südharzgrauwacke, das Uffegebiet (mit dem Massiv des Ravensberges) ebensoviel Ravensberg-Porphyr, das Zorgegebiet mit dem Kieselschiefer-Massiv des Ebersberges 40-70% Kieselschiefer und

meist über 20% devonischen Tonschiefer und Diabas (etwa im Verhältnis 2:1).

Entsprechend der Geröllzusammensetzung sind in Abb. 2 Schotterzüge (Oberterrassen-Ströme) ausgeschieden, die z.T. von den heutigen Tälern abweichen. So entstammt der Kies in der Umgebung des Bahnhofs Tettenborn (Abb. 1) dem Steinatal, ist etwas mit Porphyr (vom Staufenbüttel südöstlich Steina) angereichert und belegt einen älteren Steina-Strom. Der vereinigte sich bei der heutigen Grube HEIDERGOTT (H in den Abb.) mit dem Uffe-Strom, dessen hoher Porphyr-Gehalt hier durch die Steinaer Grauwacke auf rund 60% heruntergedrückt wird. Im Mackenröder Steina-Strom lassen sich Zuflüsse von Westen nachweisen: südlich Steina durch Zechsteindolomit und fehlenden Porphyr - nahe der Ichte durch Buntsandstein-Anteil. Der Zorge-Strom schließlich verließ das spätere Zorgetal nördlich Ellrich und nahm bei Walkenried den Wieda-Strom und einen nördlichen Nebenstrom der Uffe auf.

Die Mittelterrassen-Vorkommen begleiten, im Gegensatz zur Oberterrasse, allgemein im Südharz konsequent die heutigen Flußtäler. Sie wurden allerdings im Raum Bad Sachsa bis auf zwei geringe Reste vor der Niederterrassenschüttung ausgeräumt. Der Höhenabstand zur Oberen Niederterrasse beträgt rund 5 m. Der Mittelterrassenkies wird in Analogie zu den Vorkommen

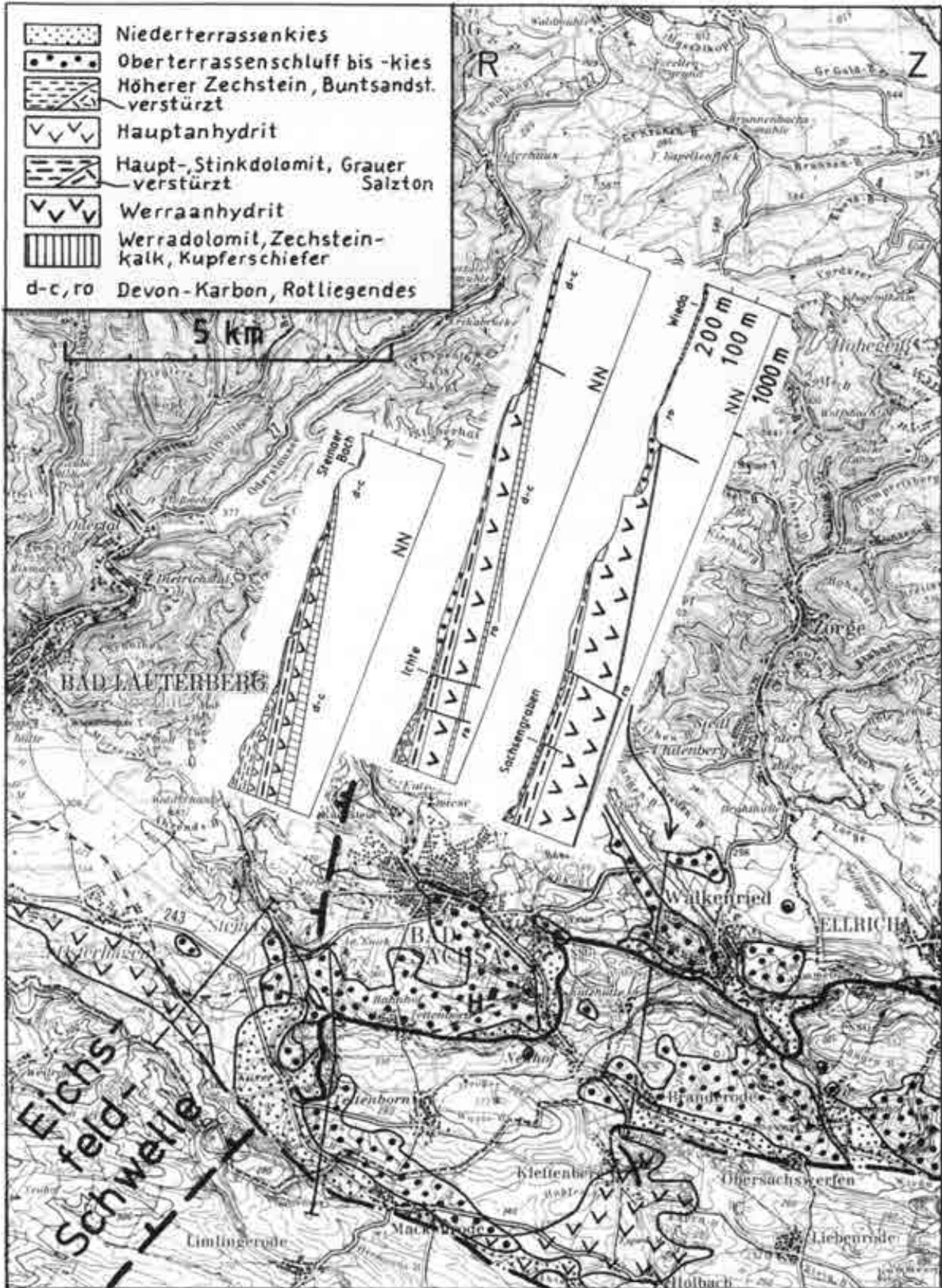


Abb. 1: Flußterrassen und Subrosionssenken. - Niederterrassen sind nur im Bereich der Senken, der Hauptanhydrit auch unter Lockergesteinsbedeckung dargestellt. H = Kiesgrube HEIDERGOTT, starke Linie, ausgezogen = Subsionsfront im Zechstein-1-Sulfat; gerissen = im Zechstein-3-Sulfat.

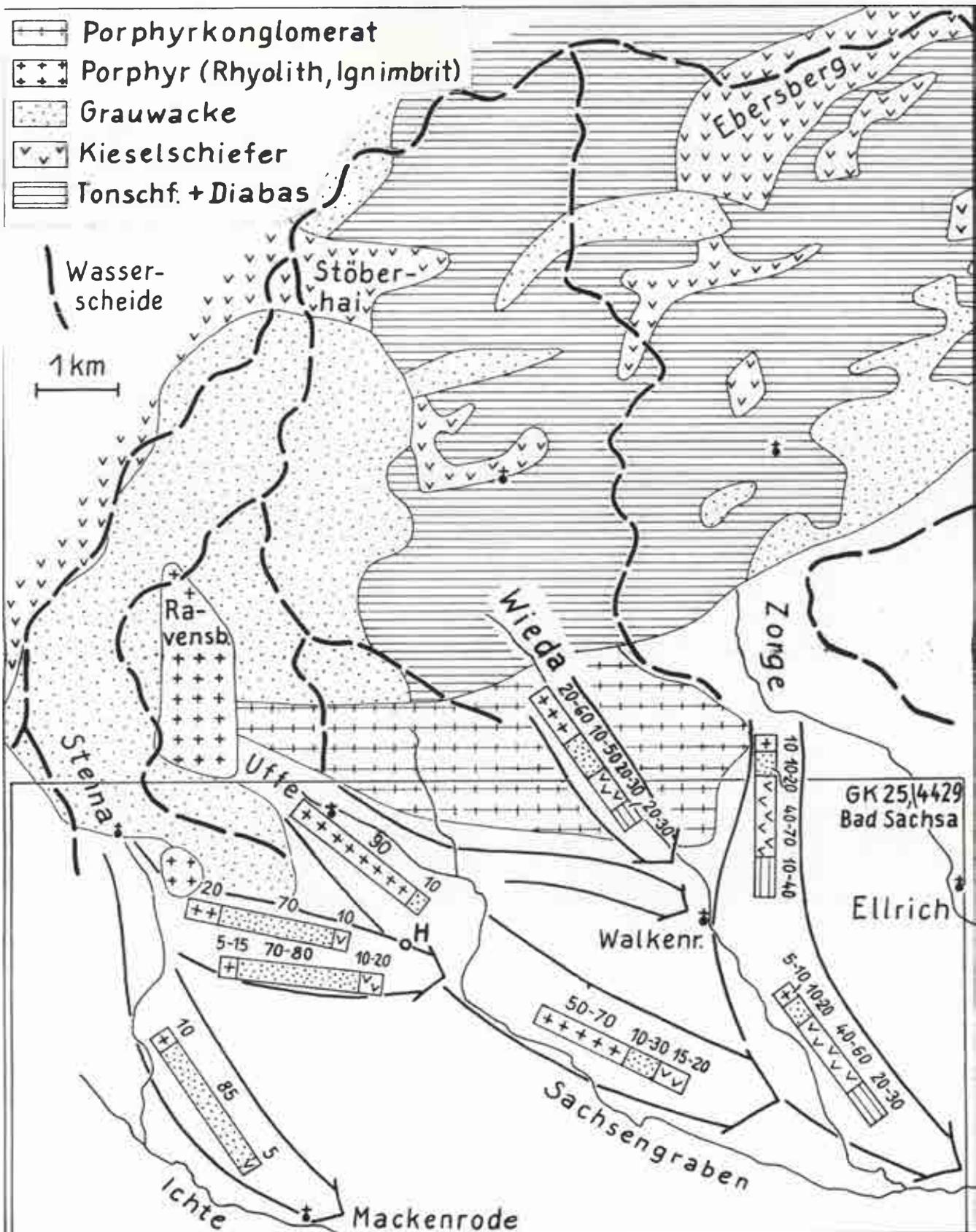


Abb. 2: Herkunft der Oberterrassen-Schotter im Raum Bad Sachsa nach Geröllanalysen. - Durchschnittliche Zusammensetzung der einzelnen Schotterzüge in Balkendarstellung mit %-Angabe (gezählte Fraktion: 6,4-12,5 mm Korndurchmesser).

bei Seesen (*Duphorn* in: *Hinze* 1976) oder im Raum Northeim-Alfeld (*Mensching* 1950, *Lüttig* 1960) in das Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit eingestuft.

Das Sediment ist ein sandig-steiniger Kies, Schluff tritt untergeordnet als Bindemittel oder in cm- bis dm-mächtigen Lagen auf. Die Grauwacken sind fest, lassen sich aber im Gegensatz zu denen der Niederterrasse mit dem Hammer leicht spalten, sind also stärker verwittert als jene, dagegen viel frischer als im Oberterrassenkies. Die Geröllzusammensetzung der Mittelterrasse entspricht weitgehend der Niederterrassen-Zusammensetzung desselben Tales. Allerdings fällt ein erhöhter Anteil „weicher“ Komponenten auf, z.B. Ton-schiefer, Diabas, Buntsandstein. Offenbar war die mechanische Auslese, durch Abrieb der weicheren Gerölle, geringer als bei der Niederterrasse - wohl infolge der viel stärkeren Klimadepression (und Harzvergletscherung) der Mittelterrassenzeit.

Die **Niederterrasse** bildet die Talböden der Harzflüsse. Hier wurde stark sandiger, oft schluffiger oder steiniger Kies meist mehrere Meter mächtig abgelagert. In Gebieten junger Subrosion kann die Mächtigkeit auf mehrere Zehnermeter ansteigen. In den breiteren Flußtäälern lassen sich allgemein zwei Niveaus aushalten, die seit *Mensching* (1950) als Obere bzw. Untere Niederterrasse bezeichnet werden. Die Stufe von der Oberen zur Unteren Terrassenfläche beträgt im Steina-Wieda-Gebiet 1 bis 3 m.

Die Untere Niederterrasse zieht sich oft nur als schmales Band durch die weite Talfläche der Oberen Niederterrasse. Die Kiese lassen sich nach Verwitterungsgrad, Geröllzusammensetzung und Gefüge nicht unterscheiden. Vermutlich ist die Untere Niederterrasse z.T. nur eine Erosionsform, z.T. flußabwärts verlagertes Material der Oberen Niederterrasse.

Altersbestimmungen des Niederterrassenkieses liegen zwar nicht vom Untersuchungsgebiet, aber vom östlich anschließenden Zorgetal vor. Der höhere Abschnitt des dortigen Niederterrassenkörpers ist durch  $^{14}\text{C}$ -Datierung eingelagerter Torfe in die letzte große und extreme Klimadepression zwischen 24000 und 17000 Jahren vor heute eingestuft, ein tieferer Abschnitt nach Sedimentologie unter Vorbehalt in ein

älteres Weichsel-Stadium (*Dockter & Steinmüller* 1993: 103). Im Weichsel-Spätglazial endete die Aufschotterung der Oberen Niederterrasse und setzten die Erosionsphase und die Bildung der Unteren Niederterrasse ein (z.B. an der Rhumemündung: *Rohdenburg* 1965, *Brunotte & Grüger* 1986 - vgl. GK 25, Erl. Blatt 4225 Northeim West).

Auch nach der Eintiefungsphase ist der Flußkies mehrphasig aufgeschottert worden. Jüngste, noch in die Untere Niederterrasse eingetieft Kiessäume führen Schlacken, wurden also zur Zeit der Harzer Erzverhüttung abgelagert, die etwa ab 1500 n. Chr. zu einer bedeutenden Schlackenproduktion führte.

Die Niederterrassenkiese sind z. T. von gringmächtigen fluviatilen Decklehmen überlagert. Auf der Oberen Niederterrasse ist das der Hochflutlehm, der sich von Löß nur durch leichte Schichtung und erhöhten Sandgehalt unterscheidet. Auf der Unteren Niederterrasse liegt holozäner Auelehm, der sich durch hohe Humusgehalte überwiegend als Produkt der hochmittelalterlich-neuzeitlichen Rodungsperiode erweist. Er ist infolge des Harzes Erzbergbaus oft durch hohe Schwermetallgehalte belastet.

### 3. Gipskarst

Der Anhydrit ( $\text{CaSO}_4$ ) des Zechstein ist unter Einwirkung der Tageswässer an der Oberfläche stets in Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) umgewandelt, durch Einbau von Kristallwasser ins Anhydrit-Molekül. Das führt theoretisch zu einer Volumenzunahme von rund 60%. Die Vergipstiefe beträgt wenige Dezimeter bis viele Zehnermeter.

Ist nur die oberste, maximal  $\frac{1}{2}$  m mächtige Schicht eines flachlagernden Anhydritvorkommens vergipst, tritt die genannte Volumenzunahme in Erscheinung: Eine dickere oder mehrere dünne Lagen des Gesteins heben sich von den unterlagernden Schichten ab, da sie sich ja nach der Seite nicht ausdehnen können, und bilden eine „Quellungshöhle“ (*Biese* 1931) oder „Gipsblase“ (*Haefke* 1926, *Stolberg* 1926), im Volksmund „Zwergenloch“ genannt.

Meistens reicht die Vergipstiefe tiefer: im Steinbruch am Trogstein bis 60 m unter Gelände, allerdings mit einzelnen reliktschen, cbm-großen, blaugrauen Anhydritlinsen bis dicht unter Geländeoberkante. Auch unter Bedek-

kung durch 20-30 m mächtigen Stinkdolomit wurde der Werraanhydrit in Bohrungen südlich Bad Sachsa und Walkenried noch 5-10 m tief vergipst angetroffen. In diesen Tiefen tritt die theoretische Volumenzunahme nicht auf, da die gesättigte Lösung durch die Zutrittsöffnungen des Wassers ausweicht (*Priesnitz* 1972: 329).

Die Vergipstung hängt von der Wasserzufuhr ab, wird daher durch ein ausgeprägtes Kluffgefüge begünstigt. Das können offene Klüfte senkrecht zur Bankung sein oder Schichtfugen zwischen den Bänken. Bruchstörungen, entlang denen das Gestein zerrüttet ist, können lokal zu Vergipstung in über 100 m Tiefe führen (*Herrmann* 1966). Unabhängig von der Wasserzufuhr weisen die verschiedenen Sulfathorizonte eine spezifische „Vergipstungsbereitschaft“ auf, die nach *Reimann* (1984) von der Kornform, -größe und -regelung der Anhydritkristalle, von der Einlagerung toniger Bänder oder Karbonatlinsen und anderen Materialeigenschaften abhängt.

Mit der Vergipstung geht die **Verkarstung**, d. h. die Auflösung oder Ablaugung des Sulfats Hand in Hand, wie u.a. bei *Priesnitz* (1972: 328) nachzulesen ist. Im unbedeckten Gipskarst, also bei oberflächlicher Lösung, kommt es zur Ausbildung von Karrenfeldern: wenige Dezimeter breite, dezimeter- bis meter-tiefe, sich nach unten verjüngende Hohlformen bedecken flächenhaft den anstehenden Gipsstein. Die Buckel dazwischen sind mit Riefen, mm- bis cm-breiten und -tiefen Rinnen zwischen scharfen Gesteinsgraten in Richtung des ablaufenden Regenwassers überzogen.

Im bedeckten Gipskarst findet unterhalb einer Locker- oder Festgesteinsdecke unterirdische Lösung, **Subrosion** statt. Bei ungleichmäßig durchlässigem Gestein, mit örtlich verstärkter Klüftung oder anderen besonderen Sickerwegen, wirken die Tageswässer punktförmig oder linear auf die Gipsoberfläche ein. Hier bilden sich Gipschlotten: tiefreichende, sich nach unten verjüngende, unregelmäßig rundliche Hohlformen, „Orgeln“, die vom kontinuierlich nachsackenden Schutt der Deckschichten erfüllt sind und sich zur Erdoberfläche hin als oft schüsselförmige Erdfälle durchpausen. Nach Einstellung des Lösungsgleichgewichts zwischen den stehenbleibenden Gipskuppen und dem Schlottentiefsten führt die weite-

re Subrosion dann zur flächenhaften Tieferlegung der Gipsoberfläche unter nachsackenden Deckschichten.

Mit *Biese* (1931) kommt im Gipskarst der Laughöhlenbildung im Grundwasserniveau eine besondere Bedeutung zu. Durch laufende Verbreiterung der Laughöhle wird schließlich die Standfestigkeit der Höhlendecke überschritten, die dann plötzlich oder in Etappen bis zur Erdoberfläche nachbricht: es bilden sich meist steilwandige Erdfälle.

Die Schnitte der Abb. 1 zeigen, daß die flachen süd-fallenden Sulfathorizonte dort beschleunigt verkarsten, wo ihre Dolomit- bzw. Buntsandstein-Dekke etwa 20 m Mächtigkeit unterschreiten. Von dort ab, über einer Strecke von mehreren hundert Metern bis zum Ausbiß des Gipssteins, nimmt die Sulfatmächtigkeit von oben her allmählich ab. Am Ausbiß schließlich wirken oberflächliche und unterirdische Lösung zusammen und erzeugen die steilen Gipswände, z. B. des Sachsenstein und Höllstein, die sich ausweislich von Bohrungen unter mächtigen Quartärschottern noch Zehnermeter in die Tiefe fortsetzen. Diese markante Gipsstufe bezeichnen wir als **Subrosionsfront**.

#### 4. Reliefentwicklung

Die oben beschriebene Subrosionsfront ist ein herausragendes morphologisches Element. Sie ist insbesondere in mächtigen Sulfatlagern entwickelt, im Untersuchungsgebiet östlich der Eichsfeldschwelle im Werraanhydrit (A 1) und im Hauptanhydrit (A 3). Beide Fronten verlaufen etwa parallel zum Ausstrich der Zechsteinbasis, also zur Grenze Zechstein/Harz-Grundgebirge, die A1-Front in 100-500 m Abstand, die A3-Front in rund 3 km Abstand südlich dieser Grenze. Die A1-Front ist klassisch ausgebildet, ihre Gipswände, Erdfälle, Höhlen und unterirdischen Bachläufe wurden von *Stolberg* (1926), *Biese* (1931), *Haase* (1936), *Priesnitz* (1969) und *Reinboth* (1970) beschrieben. Die zweite, im Hauptanhydrit angelegte Subrosionsfront wird von Buntsandsteinschutt verhüllt - nur bei Klettenberg spießen die Gipsfelsen durch.

Die durch die Gipsablaugung entstandenen Senken vor den Subrosionsfronten sind mit den mächtigen Flußschottern, z.T. auch mit Mudden aus stehenden Gewässern aufgefüllt. Bei Betrachtung der Karte und Schnitte von

Abb. 1 fällt auf, daß die Ablagerungen der Niederterrasse (einschließlich der geringen Mittelterrassen-Vorkommen) auf einem 100 bis 400 m breiten Streifen unmittelbar vor der Subrosionsfront verbreitet sind, die der Oberterrasse dagegen weiter zurück in Richtung Harz liegen. Das läßt sich im Detail gut am östlichen Schnitt der Abb. 1 erläutern: Das Wiedatal, am Nordende dieses Schnitts, wird von einem geringmächtigen Oberterrassenschotter begleitet, der am Nordrand Walkenrieds plötzlich auf 50 m Mächtigkeit anschwillt, d. h. hier in die damalige Subrosionsenke einmündete. Heute liegt die Senke, charakterisiert durch Muddegefüllte, von den Walkenrieder Mönchen zusätzlich gestaute Teiche, südlich der Bahn.

Man muß folgern, daß das System der zwei Fronten nach der Oberterrassenschüttung, also seit Ende der Elsterkaltzeit (Tab. 2) vom Harz weg nach Süden vorgerückt ist, und zwar um den Betrag von 100 bis 400 m, den heute der Niederterrassen-Streifen einnimmt. Veranschlagt man für diese Zeit mit *Zagwijn* (1989: Fig. 20) rund 350 000 Jahre, bedeutet das ein durchschnittliches Vorrücken der Front um 1/3 bis 1 m in 1000 Jahren.

Ähnliches gilt für das Flußgebiet der Söse bei Osterode, angelegt im Werra-Sulfat westlich der Eichsfeldschwelle. Hier sind, vom Harz gegen die Subrosionsfront im Südwesten, die Ablagerungen der Ober-, Mittel-, Oberer und Unteren Niederterrasse streifenweise voreinander geschachtelt. Auch hier ist also ein kontinuierliches Vorrücken der Subrosionsfront nach Südwesten zu folgern. Bei *Jordan* (1995c) wird dieses Phänomen für den gesamten Südharz beschrieben und mit einer quartären, wohl heute noch andauernden Hebung des Harzes begründet.

#### Schriftenverzeichnis

- Biese, W.* (1931): Über Höhlenbildung, 1. Tl.: Entstehung der Gipshöhlen am südlichen Harzrand und am Kyffhäuser. - Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., 137, 1-71, Berlin.
- Bode, A & Erdmannsdörffer, O.* (1907): Geologische Karte Preußen etc. 1 : 25 000, Erl. Blatt Osterode. - 50 S., Berlin.
- Brunotte, E. & Grüger, E.* (1986): Eros-

ions- und Akkumulationsphasen des Rhume-Schwemmfächers im Spät- und Postglazial. - Vortragskurzfassung 23. wissenschaftliche Tagung in Celle, 16.-18. Sept. 1986. Deutsche Quartärvereinigung (DEUQUA), Hannover.

*Dockter, J. & Steinmüller, A.* (1993): Geologische Karte Thüringen 1 : 25 000, Erl. Blatt 4530 Nordhausen Süd, 244 S., Weimar.

*Grupe, O.* (1909): Zur Frage der Terrassenbildungen im mittleren Flußgebiete der Weser und Leine und ihre Alterbeziehungen zu den Eiszeiten. - Z. dt. geol. Ges., 61, Monatsber., 470-490, Berlin.

*Grupe, O.* (1916): Über diluviale Gebirgsstörungen im Hannoverischen Berglande und zur Frage der diluvialen Hebung des Harzes. - Jb. preuß. geol. L.-Anst., 36 (1915), 374-397, Berlin.

*Haase, H.* (1936): Hydrogeologische Verhältnisse im Versickerungs-Gebiet des Südharz-Vorlandes. - Diss. Univ. Göttingen, 218 S., Göttingen.

*Haefke, F.* (1925): Karsterscheinungen am Südharz. - Mitt. geogr. Ges. Hamburg, 37, 77-105, Hamburg.

*Herrmann, A.* (1957): Der Zechstein am südwestlichen Harzrand. - Geol. Jb., 72, 1-72, Hannover.

*Herrmann, A.* (1966): Vergipsung und Oberflächenformung im Gipskarst. - 3. Intern. Kongr. f. Speläol., 5, 99-103, Wien.

*Hinze, C.* (1976): Geologische Karte Niedersachsen 1 : 25 000, Erl. Blatt 4127 Seesen, 161 S., Hannover.

*Jordan, H.* (1976): Geologische Karte Niedersachsen 1 : 25 000, Erl. Blatt 4227 Osterode, 148 S., Hannover.

*Jordan, H.* (1995a): Geologische Karte Niedersachsen 1 : 25 000, Blatt 4429 Bad Sachsa, niedersächs. Anteil. - Ber., Niedersächsisches L.-Amt für Bodenforsch., 112827, 49 S., Hannover (Unveröff.).

*Jordan, H.* (1995b): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25 000 digital, Blatt 4327 Gieboldehausen, Mskr., Niedersächs. L.-Amt für Bodenforsch., K 55993, Hannover (Unveröff.).

*Jordan, H.* (1995c): Quartäre Tektonik und Gipskarst am Südharz, Niedersachsen. - Beitr. zur Geol. von Thüringen, N.F., 2, 75-96, Weimar.

*Jordan, H. & Schwartau, W.* (1993): Das Lößprofil von Ahlshausen und wei-

- tere tiefe Quartäraufschlüsse entlang der Bundesbahn-Neubaustrecke bei Northeim, Südniedersachsen. - *Eiszeitalter u. Gegenw.*, 43, 110-122, Hannover.
- Krutzsch, W.* (1998): Kritische Bemerkungen zur Palynologie und zur klimastratigraphischen Gliederung des Pliozäns bis tieferen Altpleistozäns in Süd-, Südwest-, Nordwest- und pro parte Mitteleuropa sowie die Lage der Pliozän-Grenze in diesem Gebiet. - *Quartärpaläontologie*, 7, 7-51, Berlin.
- Lüttig, G.* (1960): Neue Ergebnisse quartärgeologischer Forschung im Raume Alfeld-Hameln-Elze. - *Geol. Jb.*, 77, 337-390, Hannover.
- Mai, D. & Walther, H.* (1988): Die pliozänen Floren von Thüringen/Deutsche Demokratische Republik. - *Quartärpaläontologie*, 7, 55-297, Berlin.
- Mania, D.* (1983): Bedeutung und Voraussetzungen der Untersuchungen zur Ökologie des *Homo erectus* von Bilzingsleben. - In: *Veröff. L.-Mus. für Vorgeschichte*, Halle, 36 (Bilzingsleben II), 9-22, Berlin.
- Mensching, H.* (1950): Schotterfluren und Talauen im niedersächsischen Bergland. - *Göttinger geogr. Abh.*, 4, 54 S., Göttingen.
- Paul, J.* (1987): Der Zechstein am Harzrand: Querprofil über eine permische Schwelle. - in: *Intern. Symp. Zechstein 87, Kassel-Hannover, Exkursionsführer II*, 195-276, Wiesbaden.
- Paul, J.* (1993): Anatomie und Entwicklung eines permo-triassischen Hochgebietes: die Eichsfeld-Altmark-Schwelle. - *Geol. Jb.*, A 131, 197-218, Hannover.
- Priesnitz, K.* (1969): Kurze Übersicht über den Karstformenschatz des südwestlichen Harzrandes. - *Jb. Karst- und Höhlenk.*, 9, 11-23, München.
- Priesnitz, K.* (1972): Formen, Prozesse und Faktoren der Verkarstung und Mineralumbildung im Ausstrich salinärer Serien. - *Göttinger geogr. Abh.*, 60 (Poser-Festschrift), 317-339, Göttingen.
- Reimann, M.* (1984): Die unterschiedliche Vergipsungsbereitschaft permischer und triadischer Sulfatvorkommen. - *Z. dt. geol. Ges.*, 135, 437-460, Hannover.
- Reinboth, F.* (1970): Die Himmelreichhöhle bei Walkenried und ihre Geschichte. - *Mitt. des Verb. dt. Höhlen- und Karstforscher*, 16, 3/4, 29-44, München.
- Richter, (später: R.-Bernburg; 1941/42):* Zur vergleichenden Stratigraphie des Zechsteins in Mitteldeutschland. - *Kali, verwandte Salze und Erdöl*, 35, 193-197; 36, 4-12, Halle.
- Richter-Bernburg, G.* (1959): Zur Paläogeographie des Zechsteins. - In: *Giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale*, 1, 87-99, Rom.
- Rohde, P.* (1989): Elf pleistozäne Sand-Kies-Terrassen der Weser: Erläuterung eines Gliederungsschemas für das Weser-Tal. - *Eiszeitalter u. Gegenw.*, 39, 42-56; Hannover.
- Rohdenburg, H.* (1965): Untersuchungen zur pleistozänen Formung am Beispiel der Westabdachung des Göttinger Waldes. - *Gießener geogr. Schr.*, 7, 1-76, Gießen.
- Seidel, G.* (1965): Zechstein - In: *Zur geologischen Entwicklungsgeschichte des Thüringer Beckens*. - *Geologie, Beih.*, 50, 8-32, Berlin.
- Steinmüller, A.* (1967): Eine weichselzeitliche Schichtenfolge in der Goldenen Aue bei Nordhausen. - *Jahrbuch Geologie*, 1 (1966), 373-394, Berlin.
- Stolberg, F.* (1926): Die Höhlen des Harzes. - *Der Harz*, 2. Sonderheft, Magdeburg.
- Zagwijn, W.* (1989): The Netherlands during the Tertiary and the Quaternary: a case history of coastal lowland evolution. - *Geol. en Mijnbouw*, 68, 107-120, Dordrecht.

#### Anschrift des Verfassers

Dr. Heinz Jordan  
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung,  
Stilleweg 2, 30655 Hannover.

## Topographische Erfassung und interpretative synoptische Darstellung von Karsterscheinungen

von Christel und Reinhard Völker

Anlässlich der internationalen speläologischen Tagung 1973 in Olomouc (Tschechien) hatte die ehrenamtliche Höhlenforscherorganisation der DDR die Möglichkeit, erstmals an einer internationalen Tagung teilzunehmen. Diese Möglichkeit sollte dazu genutzt werden, die Arbeit des Höhlenforscherverbandes darzustellen. So wurde beschlossen, eine umfassende Karte aller

Karsterscheinungen des Südharzer Gipskarstes der Gebiete der Kreise Sangerhausen und Nordhausen zu erarbeiten. Seit der Gründung des Harzer Höhlenforscherverbandes im Jahre 1928 durch *Friedrich Stolberg* und der Wiederbelebung dieser Organisation auf der östlichen Seite des Harzes 1946 durch *Friedrich Schuster* waren viele Einzelbeobachtungen gesammelt worden; den

Versuch einer zusammenfassenden Darstellung hatte aber bis dahin niemand unternommen.

Unter der maßgeblichen Leitung des damaligen Vorsitzenden des Verbandes, Herrn *Kurt Brendel*, dem Geologen *Dieter Fantasny* und dem langjährigen Kenner des Gebietes, Herrn *Friedrich Schuster* wurde somit in den Jahren 1972 bis 1973 eine Karte der Karsterscheinungen des Südharzes zusammengestellt, die alle damaligen Kenntnisse und Darstellungsweisen berücksichtigte. Die Geheimhaltungspolitik der DDR verbot jedoch, die kartierten Karsterscheinungen auf einer topografischen Karte dauerhaft darzustellen. So gibt es aus dieser Zeit nur Fragmente, aus denen hervorgeht, daß es im Südharzer

Gipskarst eine Menge von Karsterscheinungen gibt, die sich aber mangels Darstellungsweise kaum zuordnen ließen. Die Widersprüchlichkeit dieser Angelegenheit erfuhr ihren Höhepunkt, indem die originalen Kartierungsunterlagen im Maßstab 1 : 10 000 aus Geheimhaltungsgründen vernichtet werden mußten, ohne daß sie zuvor ausgewertet worden waren. An der Erfassung der Karsterscheinungen hatten im Rahmen eines Wochenendlagers der Höhlenforscher immerhin 70 Personen teilgenommen, deren Arbeit mit dieser Maßnahme gegenstandslos wurde.

Unter Weglassung aller topographischen Informationen liegt eine Miniaturkarte dieser Arbeiten in den Kongreßakten der UIS - Tagung von Olomouc vor. Zwei Arbeiten sind nennenswert, leiden jedoch an der fehlenden Topographie:

*Fantasy*: Bestandskarte der Karsterscheinungen zwischen Großleinungen und Questenberg, Maßstab 1 : 10 000, unveröffentlicht, 1972

*Fantasy*: Einige Bemerkungen zur Bestandskarte der Karsterscheinungen im Gebiet zwischen Leine- und Thyratal im Zechsteingürtel des Harzsüdrandes mit besonderer Berücksichtigung der Hohlformen, Proceedings of the 6th International Congress of Speleology, Band 2, 1973, S. 109 - 120

Die Höhlenforschergruppe Leipzig erfaßte in den siebziger Jahren in beispielsweise Fleißarbeit alle Hohlformen im Bereich der Mooskammer, einem Teilbereich des Gipskarstes im Landkreis Sangerhausen. Diese Arbeit lief unter dem Begriff „Erdfallkartierung“. Mit Akribie wurden die einzelnen Hohlformen nicht nur erfaßt, sondern auch in Kategorien unterteilt. 20 verschiedene Erdfallformen wurden in unterschiedlichen Signaturen dargestellt. Die Hohlformen wurden in ihren Abmaßen tabellarisch erfaßt. *Wadewitz* entwickelte speziell eine Berechnungsformel zur Errechnung des Volumens der Erdfälle. Aus diesem Volumen leitete man die Größe des Masseschwundes und damit die Größe der einst zusammengebrochenen Höhle ab. Man war damals noch ganz der Meinung verfallen, die Hohlformen seien einzig und allein Erdfälle und auf Zusammenbrüche von unterirdischen Hohlräumen zurückzuführen. Die Möglichkeit, daß auch einige dieser Hohlformen reine

Lösungsdolinen sein könnten, wurde erst zaghaft diskutiert. Erst viele Jahre später kam die Erkenntnis, daß es sich bei den Hohlformen der Mooskammer fast ausschließlich um Dolinen handelte, von denen nur einige wenige echte Einsturzdolinen waren. Über die Theorie der Erdfallvolumenberechnung gibt es einige Veröffentlichungen:

*Wadewitz*: Erdfallformen und Volumenberechnung am Kartierungsbeispiel Mooskammer, Die Fundgrube, 1974, S. 23 - 24

*Wadewitz, Pfeiffer, Sternisko*: Erdfallformen- und Volumenberechnung als Grundlage zur Erfassung der Zusammenhänge zwischen Erdfall und Gelände, Proceedings of the 6th International Congress of Speleology 1973, Bd. 2, S. 423 - 433

In unveröffentlichter Form wurden die Daten dieser Kartierung bewahrt in:

*AG Leipzig*: Erdfallsituation am Südharrzrand, Blatt Morungen, Maßstab 1 : 10 000, unveröffentlicht, 1975

*AG Leipzig*: Aufstellung der Aufnahmedaten zur Volumenvermessung von Erdfällen im Raum Mooskammer bis Blankenheim, unveröffentlicht, 1976

*Wadewitz, Pfeiffer, Sternisko*: Spezialkarte der östlichen Mooskammer, unveröffentlicht, 1973

Mit der Gründung eines Karstmuseums 1979 an der Höhle Heimkehle im Kreis Sangerhausen hofften die Autoren, im Rahmen musealer Arbeiten eine solche Kartierung für die Kreise Sangerhausen und Nordhausen auf der Grundlage der Karte 1 : 10 000 im Laufe der Jahre realisieren zu können. Angesichts der täglichen Arbeitspflichten blieb das aber ein Wunschtraum. In der Zeit von 1979 bis 1991 konnten sich die Verfasser jedoch eine umfangreiche Kenntnis über die Karsterscheinungen des Gebietes durch die Lösung vieler Detailaufgaben holen. Mit dem Beginn der Planungsarbeiten für das Biosphärenreservat Südharrzer Gipskarstlandschaft war schließlich der Moment gekommen, wo die Vorlage einer flächendeckenden Karte der Karsterscheinungen eine notwendige Voraussetzung wurde. Somit entstand auf der Grundlage der Karte 1 : 10 000 eine Karte der Verbreitung der Karsterscheinungen im Landkreis Sangerhausen.

*Völker*: Südharrzer Karstgebiet - Karstmorphologische Karte Maßstab 1 : 10 000, 4 Blätter, 1992/93, unveröffentlicht

Diese Karte war die Grundlage für die Planung des Biosphärenreservates „Südharrzer Karstlandschaft“ in Sachsen-Anhalt und diente der Ausweisung des Gipskarstgebietes als zusammenhängendes Naturschutzgebiet im Jahre 1996.

Die Landkreisverwaltung Osterode beauftragte das Ingenieurbüro *Hartmann* aus Göttingen im Jahre 1986 mit der flächendeckenden Erfassung von Karsthohlformen in diesem Landkreis. Da die Arbeiten im Sommer durchgeführt werden mußten und nur wenig Geld für den Aufwand zur Verfügung stand, wurden größtenteils nur Gebiete ausgegrenzt, in denen Karsthohlformen vorkamen, ohne die einzelnen Formen und ihre Verknüpfung zu kartieren. Eindeutige Hohlformen wurden auch einzeln ausgehalten. Das größte Problem stellten die unzähligen Einmuldungen auf den landwirtschaftlich genutzten Dolomitflächen zwischen Herzberg und Badenhausen dar. Ihre Existenz wurde überwiegend durch Luftbilddauswertung nachgewiesen und in die Verbreitungskarten eingezeichnet. Bei einem Feldvergleich in den Jahren 1996/97 wurden die meisten dieser Formen durch die Autoren C. und R. *Völker* wieder aus der Kartierung entfernt, weil sie sich beim Feldvergleich nicht als eindeutige Karsthohlformen bestimmen ließen. Viele dieser Hohlformen sind aber Bestandteile von Talformen. Eine weitere Schwierigkeit ist, daß die auf den Äckern gelegenen Hohlformen sehr stark durch die Nutzung überprägt sind und klare Formen äußerst selten sind.

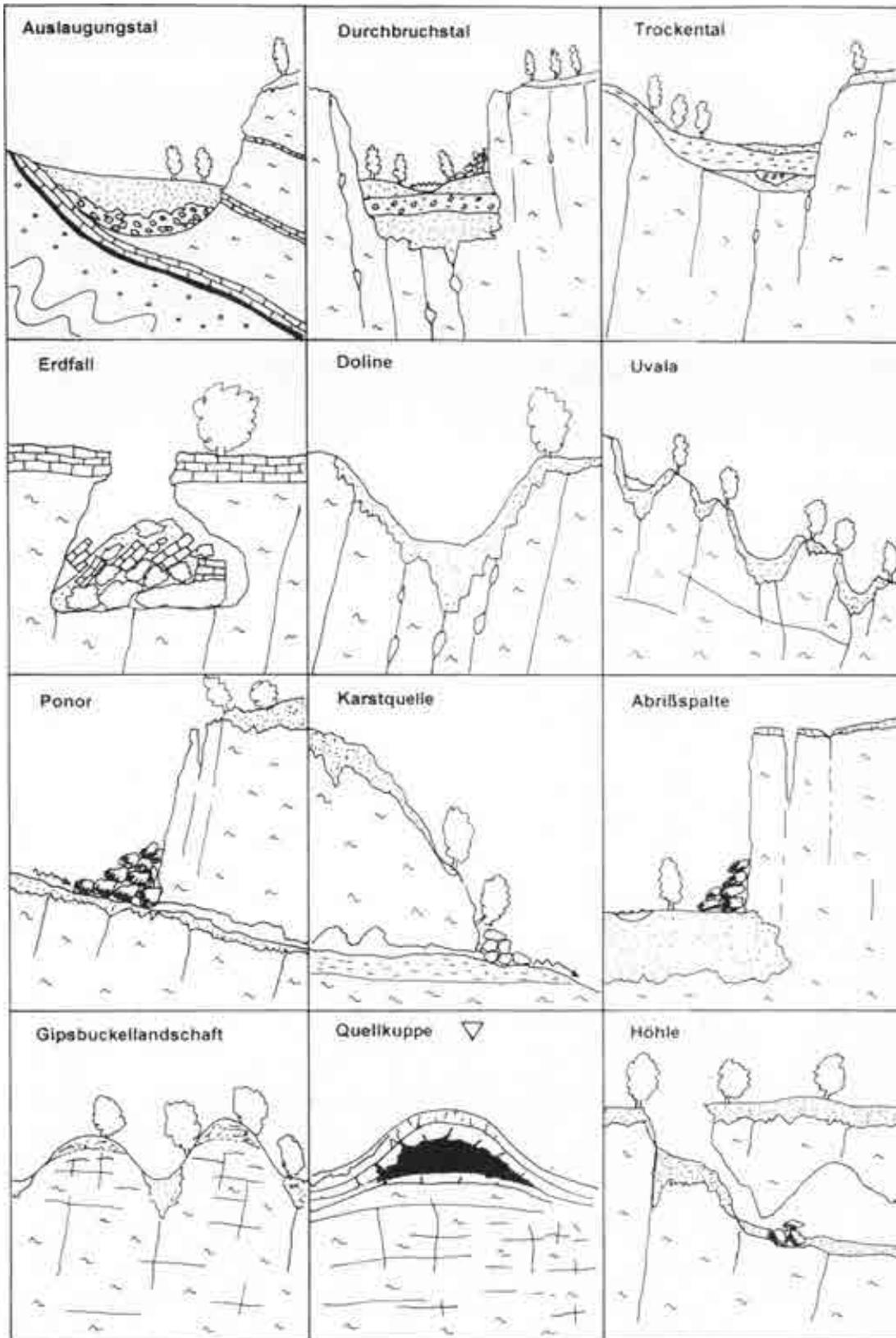
Die Kartierung des Büros *Hartmann* stellt trotz allem eine wertvolle Erfassung des Karstinventars dar und gab der Naturschutzbehörde eine erste Übersicht. Die Spezialkartierung des Lichtensteingebietes durch *Weinberg* im Maßstab 1 : 2 500 im Rahmen der genannten Aufgabe besticht durch Klarheit und Detailtreue. 1986 war es lediglich noch nicht üblich, die Verknüpfung der Karsthohlformen durch Talzüge darzustellen, was in einer Neubearbeitung 1997 durch die Autoren ergänzt wurde.

*Hartmann, v. d. Heide, Weinberg*: Karten 1: 5 000 und Erläuterungen zum Erdfallkataster für den Landkreis Osterode, unveröffentlicht, 1986

Im Mai 1997 wurde durch die Autoren die Neukartierung der Karstformen des Landkreises Osterode vorgelegt:

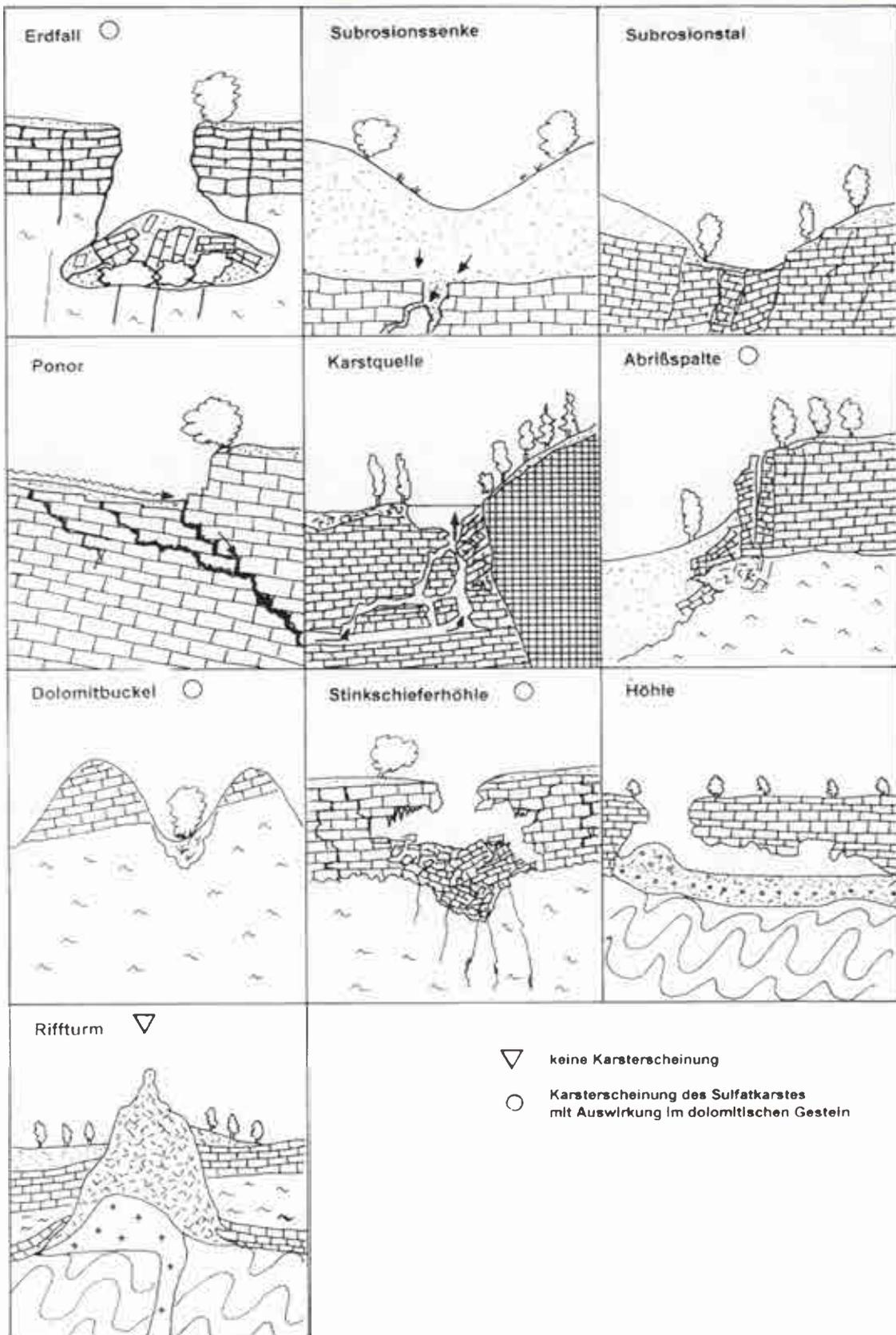
*Völker*: Karstmorphologische Kartie-

Oberflächenformen in der von sulfatischen Gesteinen geprägten Zechsteinlandschaft



▽ keine Karsterscheinung des Sulfatkarstes

Oberflächenformen in der von karbonatisch -  
dolomitischen Gesteinen geprägten Zechsteinlandschaft



zung Landkreis Osterode 1996 und 1997, unveröffentlicht, Maßstab 1 : 10 000

Trotz mehrfacher Anläufe gelang es bisher nicht, die Lücke der zusammenhängenden Kartierungen zwischen den Landkreisen Sangerhausen und Osterode durch die Erfassung der Karsterscheinungen im Landkreis Nordhausen zu schließen. Das Land Thüringen sowie der Landkreis Nordhausen zeigten an einem solchen Vorhaben kein Interesse. Von Vorteil war es, daß die Autoren im Rahmen von unterschiedlichen anderen Auftragsarbeiten die Möglichkeit hatten, verschiedene Gebiete im Zusammenhang mit Aktivitäten des Gipsabbaus morphologisch zu kartieren. So entstanden Übersichtskarten von verschiedenen Teilgebieten:

Völker: Karstmorphologische Spezi-

alkarte Alter Stolberg, 1 : 10 000, Zusammenstellung 1992, unveröffentlicht

Völker: Karstmorphologische Karte der Planungsfläche für ein NSG im Gebiet des Alten Stolbergs, Zusammenstellung 1996

Völker: Die Karstmorphologie des Gebietes Himmelsberg-Mühlberg, unveröffentlicht, 1994

Völker: Die Karstmorphologie des Gebietes Kohnstein - Sattelköpfe, unveröffentlicht, 1994

Völker: Der Karstwanderweg im Landkreis Nordhausen, unveröffentlicht, 1994 (Kartierung von Teilgebieten bei Steigerthal, Neustadt - Harzungen und in der Umgebung von Klettenberg)

Die Autoren bekamen im Jahre 1995 den Auftrag, die damals bekannten Kenntnisse über die Verbreitung von

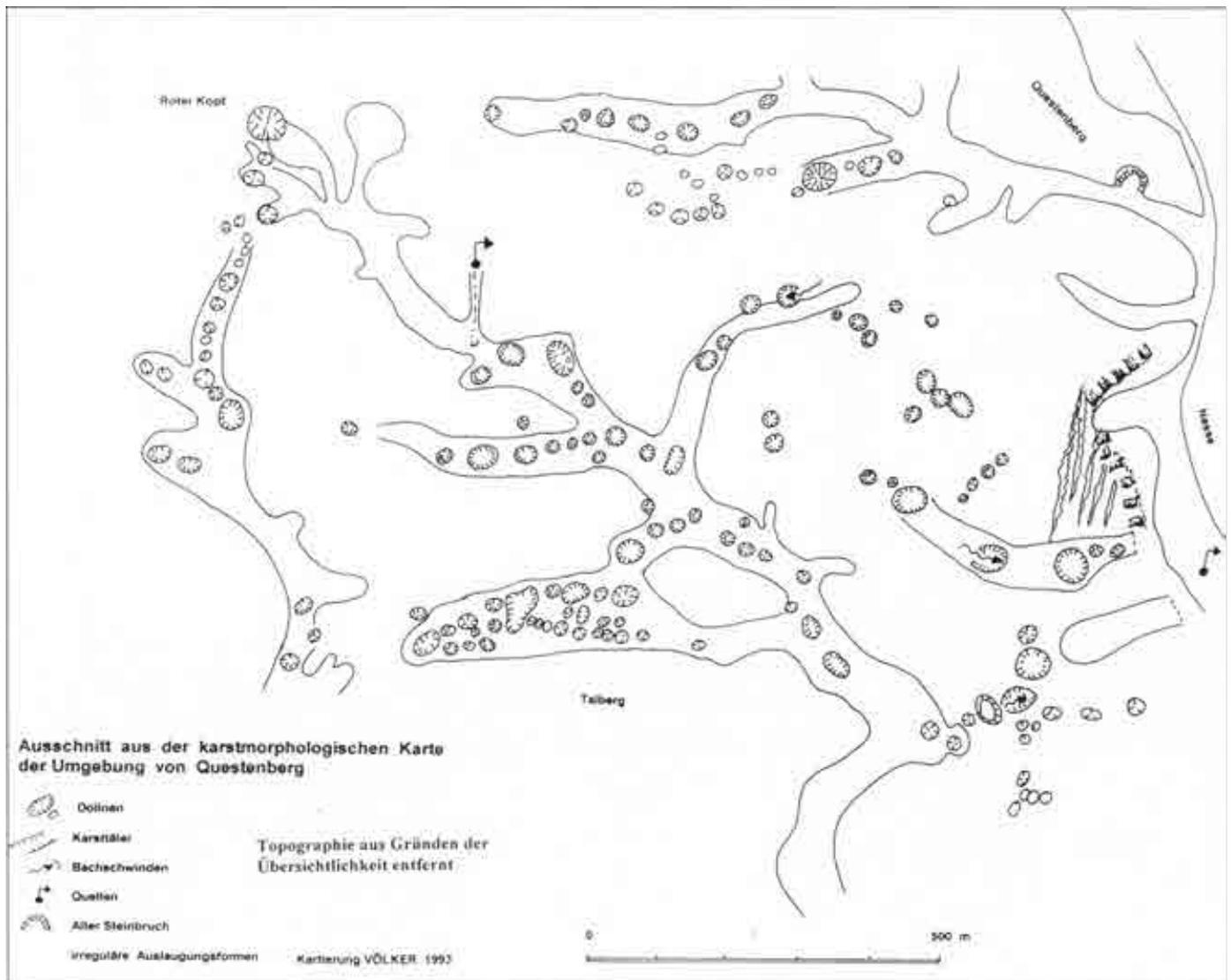
Karsterscheinungen in einer Karte 1 : 50 000 aufzuzeigen, um die Planung des drei Länder übergreifenden Biosphärenreservates mit Grundlagen zu untersetzen. So entstand eine erste Zusammenfassung.

Völker: Die Verbreitung der oberirdischen Karsterscheinungen im Südharz, Maßstab 1 : 50 000, 1995, unveröffentlicht

Um auch das Kyffhäusergebiet in der Übersichtskarte darzustellen, wurde 1995 eine Übersichtskarte der Karsterscheinungen des Kyffhäusers erarbeitet.

Völker: Karstmorphologische Karte des Kyffhäusergebietes, Maßstab 1 : 10 000, 1995, unveröffentlicht

So entstanden durch die Autoren im Laufe der letzten Jahre Übersichtskar-

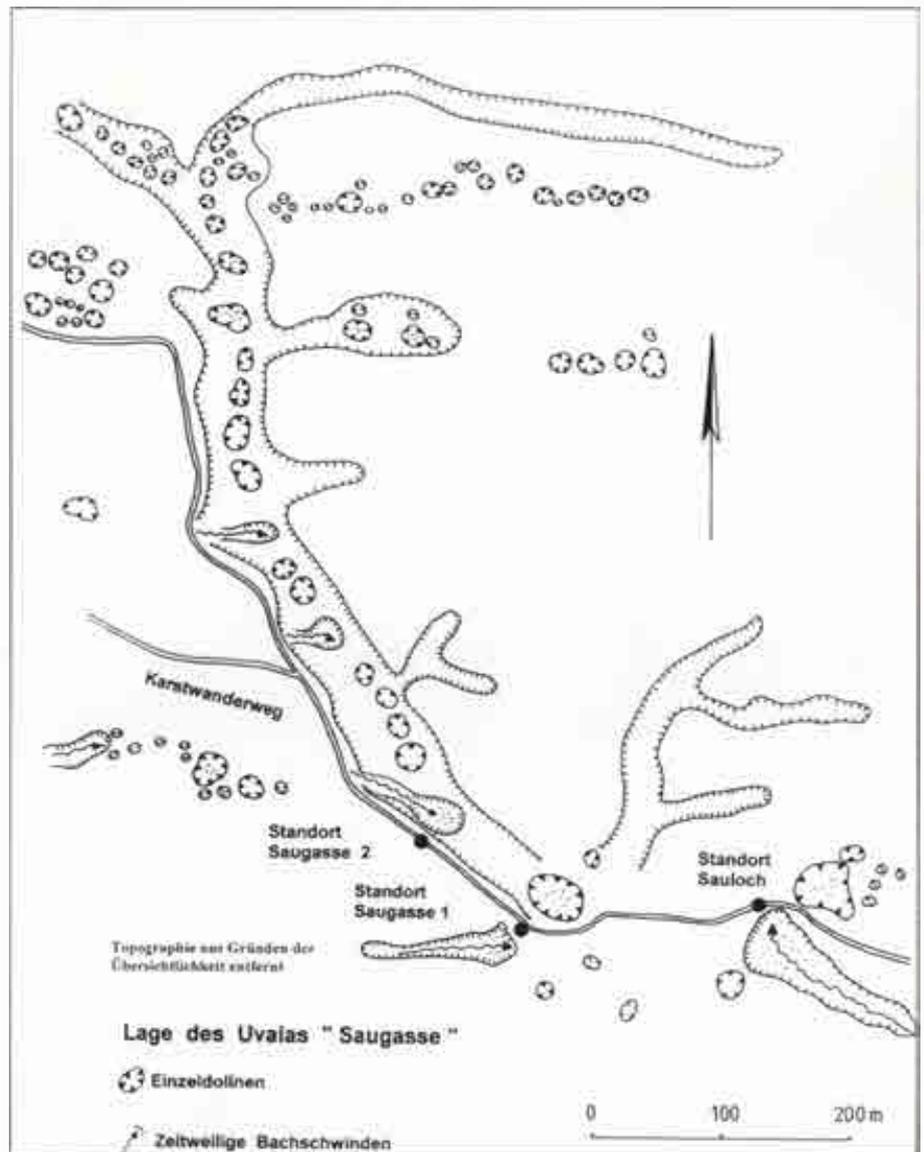


ten über die Verbreitung der Karsterscheinungen im Südharz. Würden noch einige Restflächen des Landkreises Nordhausen erfaßt werden, wäre die Herausgabe einer Karstübersichtskarte des Südharzes im Maßstab 1 : 25 000 oder 1 : 50 000 kein Problem. Die bereits für die Planung angefertigte Übersichtskarte 1 : 50 000 wurde 1995 auf der Basis der damals vorhandenen Kenntnisse angefertigt und ist für den Bereich der Landkreise Osterode und Nordhausen in Details korrekturbedürftig.

Im Laufe der Kartierungen wurden eine Reihe von Erfahrungen gesammelt, die aus der Sicht der Autoren wichtig sind, da morphologische Kartierungen gerade in Grenzbereichen stark subjektiv geprägt sind:

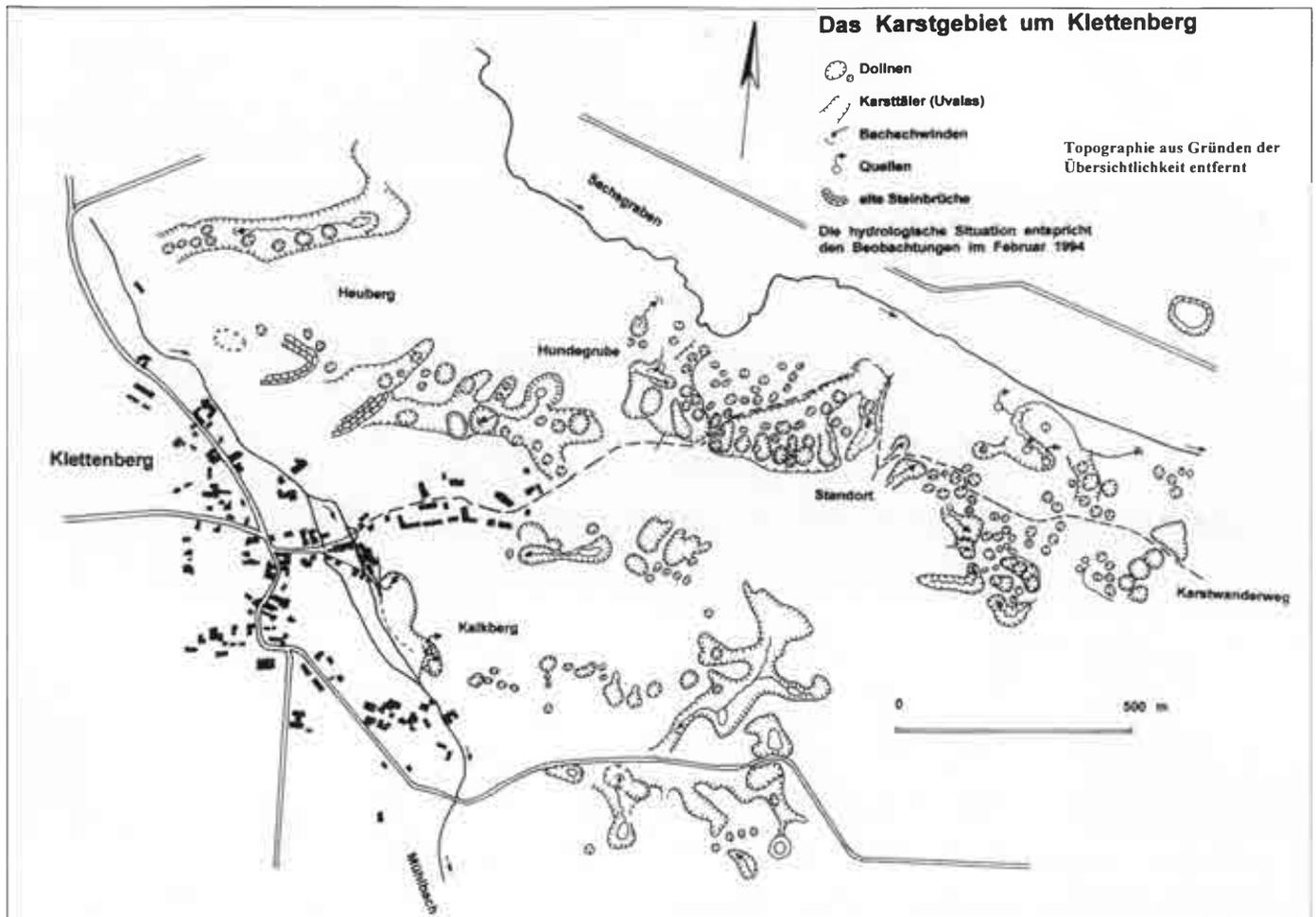
1. Sinnvoll sind die Erfassungsarbeiten von Karsterscheinungen im grünen Karst nur in der vegetationslosen Jahreszeit. Praktisch kommen dafür die Monate Dezember bis März in Frage. Im Sommer sind die Karsterscheinungen stark verwachsen. Eine Erfassung im Sommerhalbjahr bringt deshalb große Probleme und führt dazu, daß viele Objekte übersehen oder falsch bewertet werden.
2. Eine zu fein gegliederte Unterteilung der erfaßten Karsterscheinungen in Gruppen und Untergruppen macht die Darstellung für den Nutzer unübersichtlich. Ein Außenstehender kann mit einer solchen Darstellung nichts anfangen. Lebendiges Beispiel ist die hervorragende Mooskammerkartierung, die aber kein Außenstehender je ausgewertet hat, weil sie zu feingliedrig ist. Die Darstellung wirkt nur in ihrer Gesamtheit. Die Verfasser entscheiden sich deshalb, nur folgende Elemente des Gipskarstinventars zu erfassen.

- Karsthohlformen aller Art ohne Unterteilung
  - die talmäßigen Zusammenhänge von Karsthohlformen
  - ausgeprägte Subrosionsmulden
  - ständige oder gelegentliche Wasserfüllung von Karsthohlformen
  - Quellen
  - Schwinden
  - Höhlen
  - Abrißspalten
  - Gebiete irregulärer Auslaugungsformen
3. Die Kartierung der Karsterscheinungen sollte im Maßstab 1 : 50 000



- erfolgen. Die Darstellung erfolgt der Übersichtlichkeit halber im Maßstab 1 : 10 000. Das bedeutet, daß in einem Gebiet mit starker Häufung der Karsthohlformen nicht mehr jedes Element auf der Karte darstellbar ist, bei der Kartierung aber noch erfaßt wurde. Beispiel dafür sind Gebiete wie das Hainholz bei Düna oder der Alte Stolberg zwischen Steigerthal und der Heimkehle.
4. Die Erfassung der Karsthohlformen und der Zonen irregulärer Auslaugung ist äußerst schwierig und stark subjektiv geprägt. Beispielsweise gibt es im Gebiet des Hainholzes und des Alten Stolbergs Bereiche, die aus einer flächenhaften Anhäufung von Buckeln oder Lö-

- chern zu bestehen scheinen. Ob es sich um Buckel oder um Löcher oder um beides handelt, kann bei einer Geländeaufnahme nicht festgestellt werden. Der Gutachter muß sich schließlich entscheiden, was er nur auf der Basis von Erfahrungen tun kann. Es sollte deshalb versucht werden, die Gesamtkartierung durch ein und denselben Gutachter durchführen zu lassen. Die Erfahrung der Kartierung des Alten Stolbergs im Jahre 1972 durch 70 Personen hat gezeigt, daß sich solche Ergebnisse kaum einheitlich auswerten lassen.
5. Man sollte beim Kartieren nur deutlich ausgeprägte Karstformen erfassen. Gerade bei Hohlformen ist der Übergang fließend. Man kann nicht



- davon ausgehen, daß jede Einsenkung auf einer Oberfläche im verkarstungsfähigen Gestein ausschließlich auf einen gealterten und überprägten Erdfall oder eine Doline zurückgehen. Es ist oft sehr schwer zu entscheiden, ab welcher Ausformung eine Karsthohlform auf der Karte noch dargestellt werden sollte.
6. Eine Darstellung kleiner Karstformen, z.B. Dolinen mit 1 m Durchmesser, ist im Maßstab 1 : 10 000 nicht mehr möglich.
  7. Es muß unterschieden werden, ob mit der Kartierung eine Karstverbreitungskarte angefertigt werden oder eine Inventarisierung aller morphologischen Formen erfolgen soll. Bei einer Karstverbreitungskarte müssen auch verfüllte, verschüttete oder in der Literatur sicher nachgewiesene Formen dargestellt werden. Es geht dabei um die Darstellung jedes Anhaltspunktes für Karst. Bei einer Inventarisierung der Karstformen geht es um die

- Darstellung der im jeweiligen Maßstab darstellbaren Karstformen. Dabei muß noch unterschieden werden, welchen Zweck die Inventarisierung verfolgen soll.
8. Bei noch so unterschiedlicher subjektiver Kartierauffassung zeigt sich im Vergleich ausgewählter Gebiete zwischen der Kartierung *Hartmann* 1986 und der Kartierung *Völker* 1997 die allmähliche Zerstörung von Karsthohlformen im Verlaufe der Zeit. Dieser Umstand ist besonders im Landkreis Osterode im Bereich der Feldfluren ausgeprägt. Dort werden Karsthohlformen von den Grundeigentümern zugeschüttet und planiert, in den Städten Herzberg und Osterode sogar vollständig überbaut, obwohl diese Landschaftsformen nach dem Niedersächsischen Naturschutzgesetz als „Erdfälle“ besonders geschützt werden.

Mit der flächendeckenden Erfassung von Karstformen im Süddarzer Sulfat-

karst und der Darstellung in einem einheitlichen Kartiermaßstab konnte eine Grundlage geschaffen werden, die erstmals einen Überblick über das gesamte Gipskarstgebiet gibt. Sollte es gelingen, im Jahre 1998 die im Landkreis Nordhausen befindlichen Restflächen noch zu erfassen, wird es erstmals möglich sein, auch eine statistische Bewertung des Karstinventars vorzunehmen. Diese Bewertung dürfte nach den jetzigen Erkenntnissen in einigen bisherigen Vorstellungen deutliche Korrekturen bringen.

Die in Anlage befindlichen Übersichten sind grundsätzlich farbig angelegt, konnten hier aber nur schwarz - weiß wiedergegeben werden. Auch die Gestaltung der Kartierung erfolgte generell farbig, um ihre Übersichtlichkeit zu gewährleisten.

#### Anschrift der Verfasser

Ingenieurbüro Völker  
An der Heimkehle 1  
06548 Uftrungen

# Die Pflanzengesellschaften im NSG Itelteich und deren Bedeutung für ein Biosphärenreservat Südharz

von Harald Schwochow

## Vorwort

Der vorliegende Artikel basiert auf der Diplomarbeit, die der Autor am Geographischen Institut der Universität Hannover, Abteilung Physische Geographie und Landschaftsökologie, vorgelegt hat. Bei meinem Betreuer Prof. Dr. F.-D. Miotke bedanke ich mich herzlich für die anregenden Diskussionen und die Möglichkeit zur Mitgestaltung des Diplomthemas.

Die Diplomarbeit liegt außerdem bei der Oberen Naturschutzbehörde in Braunschweig, der Unteren Naturschutzbehörde in Osterode am Harz und der Gemeinde Walkenried vor. Dabei sei den Mitarbeitern des Landkreises Osterode, sowie der Gemeinde Walkenried für ihre freundliche Unterstützung herzlichst gedankt.

## 1 Einleitung

Im Gipskarstgebiet des südlichen Harzvorlandes gibt es konkrete Bestrebungen, ein Biosphärenreservat einzurichten (GFB 1996). Das Konzept der Biosphärenreservate wurde im Jahre 1970 unter dem Eindruck sich verschärfender Umweltprobleme von der UNESCO entwickelt. Es läßt sich als ein *Gebietssystem* definieren, „daß sich einerseits aus Bereichen unberührter, natürlicher bzw. naturnaher Ökosysteme und andererseits aus Gebieten, die durch menschliche Tätigkeit geprägt sind, zusammensetzt.“ (Erdmann 1996, S. 52). Es ist das Ziel der UNESCO, ein weltumspannendes Netz von Biosphärenreservaten zu schaffen. Diese Gebiete sollen in allen Ökosystemtypen der Erde eingerichtet werden und dienen als Modellandschaften zur Umsetzung dauerhaft umweltgerechter Lebens- und Wirtschaftsweisen (Erdmann 1996, S. 51f.). Ein entscheidender Aspekt für den Planer ist in diesem Zusammenhang die Übertragbarkeit von Datenmaterial eines bestimmten Raumes auf strukturell und funktionell ähnliche Räume. Somit kommt der vom MAB-Programm gefor-

dernten Repräsentativität der Biosphärenreservate für möglichst große Räume außerhalb der Modellandschaft „Biosphärenreservat“ eine besondere Bedeutung zu.

Das Biosphärenreservatkonzept der UNESCO kann an dieser Stelle nicht ausführlich diskutiert werden. Deshalb sei hier auf Erdmann (1996), AGBR (1995) und die Fachzeitschrift „MAB-Mitteilungen“ (Erscheinungsort Bonn) verwiesen.

In vorliegendem Artikel werden die Wälder, Magerrasen mit Kalkblaugras, Schuttfluren, Röhrichte und Großseggenrieder mit ihren Standorten innerhalb des Naturschutzgebietes (NSG) Itelteich im Gipskarstgebiet des südlichen Harzvorlandes vorgestellt. Eine Übersicht aller Pflanzengesellschaften mit deren Standorten geben die Abbildungen 2 und 3. Folgende Fragestellungen werden im Hinblick auf ein geplantes Biosphärenreservat diskutiert:

1. Welche Pflanzengesellschaften wachsen in dem Gebiet und wie sind deren Standortverhältnisse?
2. Welche Bedeutung hat das Ausgangsgestein Gips für die Diversität der Vegetation?
3. Welche Bedeutung hat das NSG Itelteich innerhalb eines zukünftigen Biosphärenreservates hinsichtlich der Erhaltung repräsentativer Ökosysteme und deren genetischen Materials, sowie im Bezug auf ein Umweltmonitoring?

## 2 Methodik

Die Vegetation ist nach der Methode von Braun-Blanquet (1964) erhoben und pflanzensoziologisch systematisiert worden, weil diese in Mitteleuropa die am häufigsten verwendete Methode ist. Da diese Arbeitsweise bereits in den zwanziger Jahren entwickelt wurde und sich seit dem durchgesetzt hat, liegt der größte Teil der in der Literatur veröffentlichten Pflanzenlisten und Übersichtsgliederungen in Form pflanzensoziologischer Tabellen entsprechend dieser Methode vor. Somit ist eine

größtmögliche Vergleichbarkeit der im Untersuchungsgebiet erhobenen Daten mit anderem Material gegeben, was im Hinblick auf den Aspekt der Repräsentativität von zentraler Bedeutung ist.

Sämtliche wissenschaftlichen und deutschen Pflanzennamen richten sich ausnahmslos nach der Exkursionsflora von Oberdorfer (1994).

Um die Standortbedingungen abschätzen zu können, ist für jede einzelne Pflanzenaufnahme und jede Pflanzengesellschaft der nach dem Deckungsgrad gewichtete mittlere ökologische Zeigerwert nach Ellenberg (1996, S. 1020ff.) ermittelt worden. Jeder in diesem Artikel erwähnte Zeigerwert ist nach Ellenberg ermittelt worden, ohne daß jedesmal explizit darauf verwiesen wird.

Darüber hinaus wurde im Gelände mittels Pürckhauer und Linnemannbohrer der Boden bis maximal 200 cm Tiefe stichprobenartig erbohrt und anhand der Kartieranleitung AG Boden (1994) im Gelände angesprochen.

## 3 Das Untersuchungsgebiet

Die karstmorphologischen Prozesse führen zu karstspezifischen Formen, die wiederum Auswirkungen auf die Ausbildung der Vegetation haben. Darum wird an dieser Stelle das Untersuchungsgebiet zunächst kurz skizziert.

### 3.1 Lage und Größe

Das Gebiet Itelteich, dem die Zisterzienser den Namen „Himmelreich“ gegeben haben, umfaßt nach Pohl (1975, S. 88) eine Fläche von ca. 120 ha und liegt etwa 1 km östlich des Ortes Walkenried. Seine nördliche und nordöstliche Grenze ist die Landesgrenze zu Thüringen. Im Osten schließt direkt das NSG Julius-hütte an. An der südöstlichen Grenze liegt ein forstwirtschaftlich genutzter Laub- und Nadelbaum-Mischwald. Die Südwestgrenze stellt der Wirtschaftswald des Kahlen Kopfes dar, im Westen und Nordwesten liegen intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen. Innerhalb des Gebietes gibt es eine landwirtschaftlich genutzte Fläche zwischen Iteklippen und Kahlem Kopf.

### 3.2 Beschreibung der Großform

Das Himmelreich setzt sich aus zwei talähnlichen Hohlformen zusammen, die jeweils von Osten und Westen tief in das

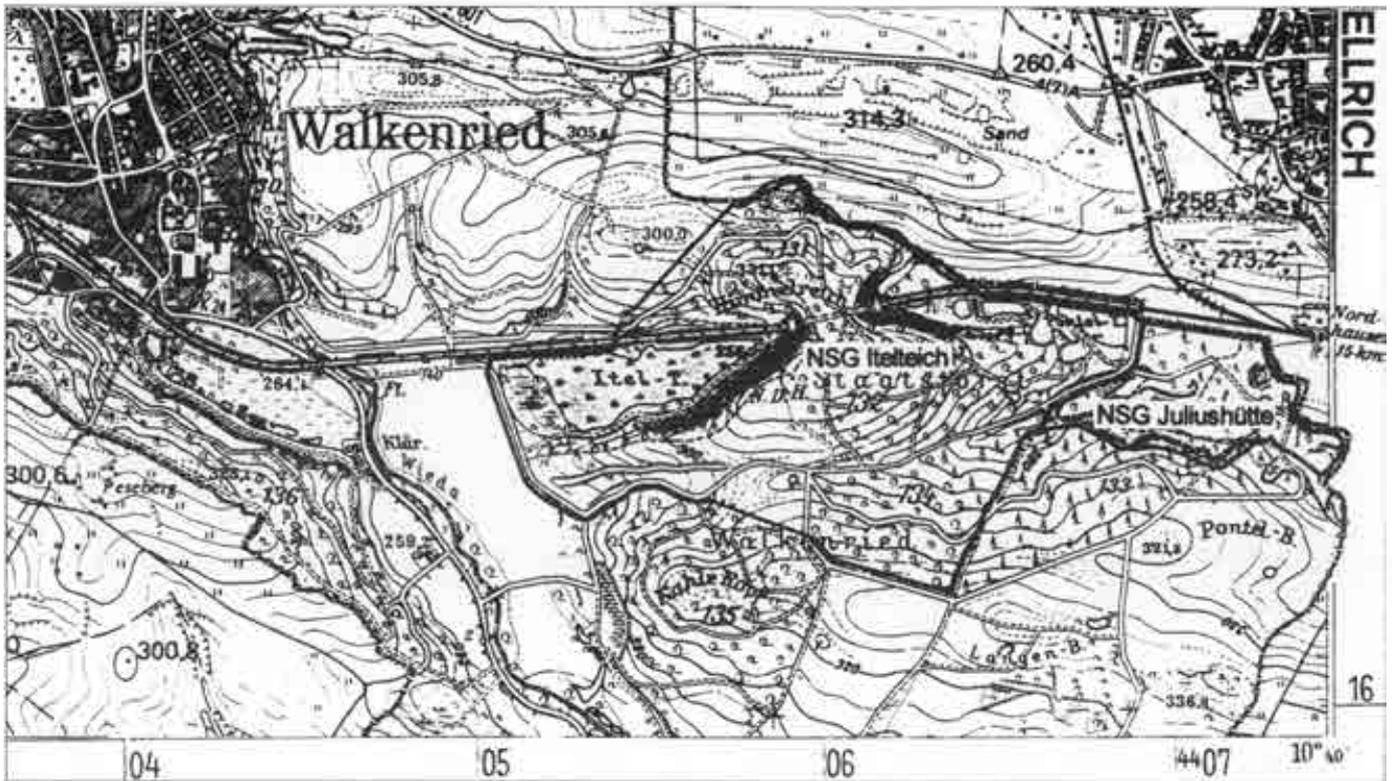


Abb. 1: Lage des NSG Itelteich (Ausschnitt aus Topographischer Karte 1:25.000, Blatt 4429 Bad Sachsa)

Werra-Anhydrit-Massiv (Herrmann 1981, S. 39) einschneiden: Von Osten eine Kette großer Dolinen, die z. T. von den künstlich gestauten Pontelteichen erfüllt sind, von Westen ein großes Polje (Reinboth 1970, S. 29), dessen Grundfläche der Iteich, ein von den Zisterziensern aufgestauter Teich, einnimmt. Iteich und Pontelteiche sind durch ein unterirdisches Gerinne verbunden, das die Himmelreichhöhle, die sich in dem die beiden Hälften verbindenden Massiv befindet, von Westen nach Osten durchfließt.

Das NSG Iteich hat einen sehr großen Karstformenschatz, der sich durch das häufige Auftreten von Dolinen, Uvalas, Trockentälern, Bachschwinden, Gipsbuckeln, Klippen und Schutthalden auszeichnet.

#### 4 Diversität der Vegetation als Ausdruck der gipskarsttypischen Standortvielfalt

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß das Ausgangsgestein Gips aufgrund seiner ausgesprochen leichten Löslichkeit (Miotke 1986, S. 47) eine Vielzahl an geomorphologischen Formen auf-

weist, die wiederum zu einer Vielzahl von Standorten und daraus resultierenden Pflanzengesellschaften führen. Deshalb wird die Vielfalt der Vegetation und deren Standorte als gipskarsttypisch angesehen. Das Gipskarstgebiet am südlichen Harzrand ist demnach ein Landschaftstyp mit einem geogen bedingten hohen Potential an geo- und bioökologischer Vielfalt.

##### 4.1 Gipsgestein als direkter Faktor auf terrestrischen Standorten

Auf den terrestrischen Standorten steht die Diversität der Vegetation in direktem Zusammenhang mit dem Ausgangsgestein Gips. Die Vielfalt an Hangneigungen und Expositionen bewirkt nicht nur das Vorkommen vieler verschiedener Assoziationen, sondern auch eine hohe Anzahl von Untereinheiten wie Subassoziationen und Varianten. Die Vielfalt der Vegetation korreliert mit der Vielfalt an karstbedingten Reliefeinheiten: In der Ponordoline Bierenloch z. B. befindet sich ein Mondviolen-Ahornwald (*Fraxino-Aceretum lunarietosum*) und auf den Klippen über dem Bierenloch ein Orchideenbuchen-

wald mit Kalkblaugras (*Carici-Fagetum seslerietosum*). Beide Syntaxa haben absolut gegensätzliche Ansprüche an ihre jeweiligen Standorte (s. Abb. 2). Die Entstehung dieser gegensätzlichen Standorte in enger Nachbarschaft ist auf die Lösungsfähigkeit des Gipsgesteins zurückzuführen. Somit kommt dem Ausgangsgestein eine zentrale Bedeutung für die Diversität der Pflanzengesellschaften terrestrischer Standorte im NSG Iteich zu.

##### 4.2 Gipsgestein als indirekter Faktor auf semiterrestrischen Standorten

Durch die Löslichkeit des Gipsgesteins sind die Voraussetzungen geschaffen worden, daß hier Gewässer vorkommen: Der Iteich liegt innerhalb eines Poljes, die Pontelteiche innerhalb einer Dolinenreihe. Erst dadurch konnten die Mönche des Zisterzienserordens im Mittelalter das Wasser aufstauen und so die heutige Situation ermöglichen. Dennoch ist die Differenzierung innerhalb der Vegetation auf den semiterrestrischen Standorten primär von der Dauer der jährlichen Überschwemmung, d. h. von der Entfernung und dem Ge-

fälle des Wuchsortes zur Wasserlinie abhängig. Für die *innere* Differenzierung der Vegetation spielt der Karst demnach auf diesen Standorten keine Rolle.

### 5 Die Bedeutung der Pflanzengesellschaften im regionalen und überregionalen Vergleich

Die regionale und überregionale Bedeutung des NSG Itelteich für die Erhaltung repräsentativer Ökosysteme und deren genetischem Material sowie für Aufgaben im Bereich des Umweltmonitoring wird in diesem Kapitel aus der Analyse aller Pflanzengesellschaften hergeleitet.

#### 5.1 Die Rotbuchenwälder

Mehr oder weniger tiefgründige, basen- und nährstoffreiche Standorte mit ebenem bis mäßig steilem Relief werden vom *Hordelymo-Fagetum* (Waldgersten-Buchenwald) besiedelt. Diese Assoziation nimmt im Untersuchungsgebiet die größte Fläche ein und differenziert sich entlang des reliefbedingten Feuchtegradienten in Subassoziationen und Varianten. Nur bei der *Gymnocarpium dryopteris*-Variante des *Hordelymo-Fagetum circaeetosum* (farnreicher Hexenkraut-Waldgersten-Buchenwald) ist die im Vergleich zu den anderen *Hordelymo-Fagetum* niedrigere Bodenreaktion als Standortfaktor zusätzlich wirksam.

Flachgründige ebene Bereiche oder tiefgründige Steilhänge nimmt das *Carici-Fagetum* (Seggen- bzw. Orchideen-Buchenwald) ein. Auch hier differenziert sich die Assoziation primär entlang des Feuchtegradienten in Subassoziationen, wobei zusätzlich der Faktor „Licht“ eine Rolle spielt. Auf flachgründigen Standorten, an denen teilweise das Gipsgestein an die Geländeoberfläche tritt, vermag die Baumschicht aufgrund der edaphischen Trockenheit kein geschlossenes Blätterdach mehr zu bilden, weshalb die Subassoziation *Carici-Fagetum seslerietosum* (Subassoziation mit Kalkblaugras) hier anzutreffen ist.

#### 5.1.1 Repräsentativität der Rotbuchenwälder für die westliche, subatlantisch geprägte Gipskarstlandschaft

Aufgrund des Nordwest-Südost-Streichens des Harzes erhält der westliche

<i>Carici-Fagetum seslerietosum</i>													
<i>Carici-Fagetum typicum</i>													
<i>Carici-Fagetum actaeetosum</i>													
<i>Hordelymo-Fagetum lathyretosum, Convallaria majalis</i> -Variante													
<i>Hordelymo-Fagetum lathyretosum, zentrale</i> -Variante													
<i>Hordelymo-Fagetum lathyretosum, Stachys sylvatica</i> -Variante													
<i>Hordelymo-Fagetum circaeetosum, zentrale</i> -Variante													
<i>Hordelymo-Fagetum circaeetosum, Gymnocarpium dryopteris</i> -Var.													
<i>Aceri platanoidis-Tilietum platyphylli</i>													
<i>Aceri-Fraxinetum typicum</i>													
<i>Fraxino-Aceretum pseudoplatani lunarietosum</i>													
<i>Parnassio-Seslerietum variaei</i>													
<i>Gymnocarpium robertiani</i>													
W/S	S/E	alle	alle	S	alle	NW	NNE	NW	N	alle	NNE	NNE	
20	14	36	21	4	5	14	9	28	8	18	39	37	Exposition (Schwerpunkt)
1	1/2	2	1/2	2	2	2	2	-	2	2	1	1	mittlere Hangneigung in Grad (°)
					(1)	(1)	(1)	2	1	1	2	2	1 flachgründig / 2 tiefgründig
									X	X	X	X	1 Hohlformen / 2 Schutthalden
									X	X	X	X	zeitweiliger Grund- / Stauwassereinfluß
									X	X	X	X	Kaltlufteinfluß
4,5	3,8	3,8	3,4	3,5	3,4	3,4	3,1	3,8	4,0	3,7	6,9	6,6	Lichtzahl
4,7	5,1	5,1	5,1	5,1	5,2	5,1	5,0	5,2	5,1	5,1	3,3	3,9	Temperaturzahl
2,7	2,4	2,7	2,7	2,8	3,0	2,9	3,0	3,3	3,4	3,6	2,7	4,0	Kontinentalitätszahl
4,7	4,8	4,9	5,1	5,2	5,2	5,2	5,5	5,6	5,7	5,9	4,3	4,7	Feuchtezahl
7,6	6,9	6,8	6,8	6,7	6,2	6,5	5,9	7,0	6,5	6,9	8,4	8,0	Reaktionszahl
4,2	4,4	5,0	6,0	6,6	6,2	6,3	5,9	6,6	6,5	6,8	2,9	3,3	Stickstoffzahl

Abb. 2: Wald-, Rasen- und Schuttflugesellschaften terrestrischer Standorte im Untersuchungsgebiet. Die Pflanzengesellschaften sind von links nach rechts nach zunehmender Feuchtezahl geordnet. ( ) = abgeschwächte Bedeutung, ! = besondere Bedeutung (H. Schwochow 1998)

<i>Ribeso sylvestris-Fraxinetum aegopodietosum</i>														
<i>Ribeso sylvestris-Fraxinetum calthetosum palustris</i>														
<i>Carici elongatae-Ainetum glutinosae betuletosum</i>														
<i>Salicetum cinerae</i>														
<i>Carici elongatae-Ainetum glutinosae urtico-typicum</i>														
<i>Angelico-Cirsietum oleracei</i>														
<i>Scirpetum sylvatici</i>														
<i>Phaladetum arundinaceae</i>														
<i>Caricetum gracilis</i>														
<i>Caricetum acuto-vesicariae</i>														
<i>Caricetum paniculatae</i>														
<i>Caricetum vesicariae</i>														
<i>Caricetum ripariae</i>														
<i>Nasturietum microphylli</i>														
X	X	X	X	X	(X)	X	X	X	X	X	X	X	Stillegewässer	
1	1	1	1	1	(1)	1	1	1	1	1	1	1	Verlandungszone	
(1)	1	2	2	2	(1)	1	1/(2)	2	2	2	2	2	Fließgewässer	
(X)	X						X			X			2! 1 Bachufer / 2 Bachmitte	
													2! Überschwemmung: 1 kurz / 2 lang	
													wasserzügiger Standort	
5,6	5,3	6,2	6,6	5,7	6,7	6,3	6,9	6,9	6,8	7,0	7,0	7,1	7,5	Lichtzahl
5,2	5,2	5,3	5,5	5,3	5,5	5,1	5,0	5,1	4,8	5,2	4,2	5,5	4,9	Temperaturzahl
3,5	3,5	3,4	4,0	3,1	3,3	3,9	4,2	6,4	5,6	3,2	5,9	3,8	3,5	Kontinentalitätszahl
7,1	7,9	8,2	8,4	8,6	8,5	7,7	8,7	8,7	8,9	8,9	9,0	9,3	10,0	Feuchtezahl
6,8	6,5	4,9	6,3	6,2	6,8	5,1	7,1	6,3	6,1	6,4	6,1	7,0	7,4	Reaktionszahl
6,8	6,1	3,8	5,7	5,4	5,0	5,0	6,9	4,8	4,5	4,9	5,2	4,6	6,6	Stickstoffzahl

Abb. 3: Wald-, Wiesen-, Seggen- und Röhrichtgesellschaften semiterrestrischer Standorte im Untersuchungsgebiet. Die Pflanzengesellschaften sind von links nach rechts nach zunehmender Feuchtezahl geordnet. ( ) = abgeschwächte Bedeutung, ! = besondere Bedeutung (H. Schwochow 1998)

Teil der Gipskarstlandschaft fast doppelt soviel Niederschlag wie der östliche (Meusel 1939, S. 14). Dieses schlägt sich in der Verteilung der Vegetation nieder. Der Verband *Fagion sylvaticae* weist im westlichen Teil der Gipskarstlandschaft

viele subatlantische Elemente auf, wie z. B. die Mandelblättrige Wolfsmilch *Euphorbia amygdaloides* (Meusel 1939, S. 66). Im östlichen, kontinentaler geprägten Teil fehlen diese. Dafür befinden sich dort kontinentale Florenele-

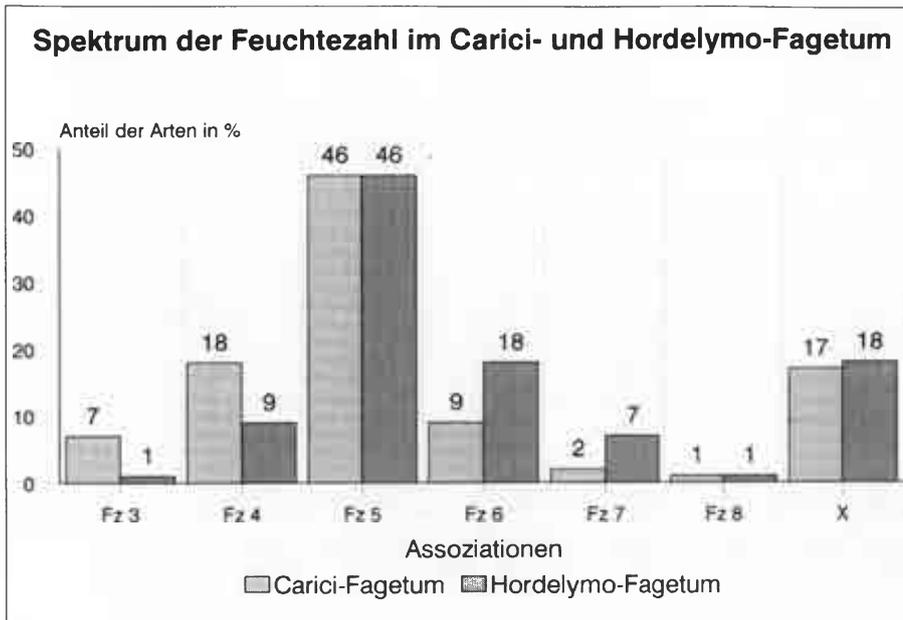


Abb. 4: Spektrum der Feuchtezahl nach Ellenberg im Carici-Fagetum und Hordelymo-Fagetum im NSG Itelteich. Auf der X-Achse sind die vorkommenden Zeigerwerte, auf der Y-Achse der Anteil der Arten angegeben. Das „x“ auf der X-Achse gibt den Anteil indifferenter Arten an. In beiden Pflanzengesellschaften stellen „Frische-Zeiger“ die Hauptgruppe dar. Das Carici-Fagetum tendiert jedoch zum trockenen, das Hordelymo-Fagetum zum feuchten Bereich (H. Schwochow 1998).

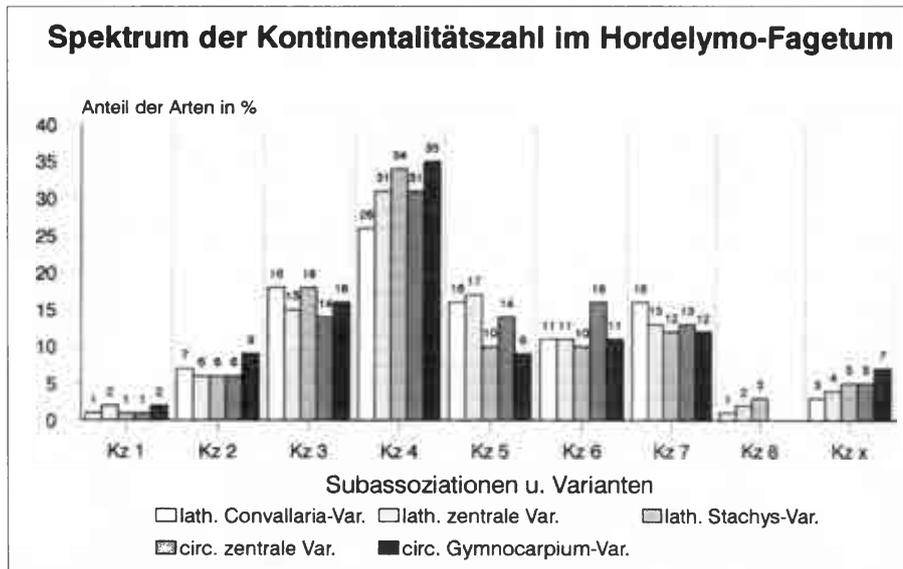


Abb. 5: Das Spektrum der Kontinentalitätszahl des Hordelymo-Fagetum im Untersuchungsgebietes zeigt, daß die meisten Arten ihren Schwerpunkt im subatlantisch geprägten Klima aufweisen (H. Schwochow 1998).

mente, die in den Buchenwäldern des westlichen Teils fehlen, wie z. B. die Erdsegge *Carex humilis* (Meusel 1939, S. 89 u. Schönfelder 1978, Tab. 1).

Das Zeigerwertspektrum der Rotbuchenwälder zeigt einen Schwerpunkt bei den Arten mit einer Kontinentalitätszahl von 4 (= „subozeanisch, mit

Schwergewicht in Mitteleuropa, nach Osten ausgreifend“ [Ellenberg, 1996, S. 1021]). Die Rotbuchenwälder im NSG Itelteich repräsentieren somit den subatlantisch geprägten Teil der südharzer Gipskarstlandschaft.

### 5.1.2 Aspekte der Einmaligkeit der Rotbuchenwälder innerhalb der subatlantisch geprägten südharzer Gipskarstlandschaft

Ein Vergleich der Rotbuchenwälder innerhalb der westlichen, subatlantisch geprägten Gipskarstlandschaft zeigt, daß das NSG Itelteich Syntaxa aufweist, die hier selten sind.

Das *Carici-Fagetum seslerietosum* kommt nach Schönfelder (1978, S. 18 u. S. 74) in seiner idealtypischen Ausbildung am großflächigsten im NSG Itelteich vor. Kleinere Bestände befinden sich noch im NSG Priorteich-Sachsenstein sowie nahe des Nixsees bei Nüxci.

Für die *Stachys sylvatica*-Variante des *Hordelymo-Fagetum lathyretosum* (Waldziest-Variante des Frühlingsplatterbsen-Waldgersten-Buchlings) findet sich nach einem Vergleich mit Schönfelder (1978) und Meusel (1939) keine Entsprechung in anderen Gebieten. Sie deutet sich im Pfaffenholz und im Mehlholz nur sehr schwach an (Schönfelder 1978, Tab. 2).

Für die *Gymnocarpium dryopteris*-Variante des *Hordelymo-Fagetum circaetosum* finden sich bei Schönfelder (1978) auch keine weiteren Beispiele ähnlich deutlicher Ausprägung wie im Himmelreich. Nur im Mehlholz und im Hainholz gibt es Entsprechungen, die aber soziologisch weniger klar gekennzeichnet sind.

Dem NSG Itelteich kommt durch seine Vielzahl an verschiedenen und z. T. im Südharz seltenen Buchenwaldsyntaxa eine besondere Bedeutung innerhalb der subatlantisch geprägten Gipskarstlandschaft zu. Somit ist auch der Aspekt der Einmaligkeit gegeben.

### 5.1.3 Die Bedeutung der Rotbuchenwälder für Mitteleuropa

Die Buchenwaldgesellschaften im NSG Itelteich lassen sich eindeutig in die von Dierschke (1989) erstellte Gliederung einfügen und auch eine gute Übereinstimmung mit den süddeutschen Gesellschaften erkennen, die sich nur geringfügig von den nordwestdeutschen unterscheiden (Müller 1992/A & B, Pott 1992/A). Dabei ergeben sich beim *Carici-Fagetum*, das grundsätzlich eine starke floristische Variabilität zeigt, wegen des größeren Gewichtes wärmebedürftiger Arten in Süddeutschland größere flori-

stische Unterschiede als beim *Horde-lymo-Fagetum*. In Norddeutschland erreicht der Orchideen-Buchenwald ohnehin seine Arealgrenze (Hüppe 1989, S. 45; Leippert in Miotke 1971, S. 31), womit sich automatisch floristische Unterschiede zu dem südlichen Mitteleuropa ergeben. Wegen der Lage am Nordrand ihres Areals sind diese *Carici-Fageten* und damit auch das NSG Itelteich als deren Wuchsort von sehr hohem Rang im Sinne des Naturschutzes.

Insgesamt wird deutlich, daß die hier untersuchten Rotbuchenwälder einerseits einen hohen Natürlichkeitsgrad aufweisen und andererseits eine Vielzahl von Subassoziationen und Varianten repräsentieren. Somit ist neben der regionalen Repräsentativität für die subatlantische südharzer Gipskarstlandschaft eine überregionale Repräsentativität für den mitteleuropäischen Raum gegeben.

#### 5.1.4 Möglichkeiten zum Buchenwaldnaturschutz und Umweltmonitoring

Das NSG Itelteich hat wegen der Annäherung seiner Bestände folglich für den Buchenwald-Naturschutz Mitteleuropas eine hohe Bedeutung, denn „ein Hauptziel des vegetationsökologisch orientierten Naturschutzes sind (...) die sogenannten Naturwaldzellen oder Naturwaldreservate, an denen bei Ausschaltung von Eingriffen aller Art die Einflüsse von Umweltveränderungen oder auch die ökosystemaren Zusammenhänge exakt analysiert werden können“ (Pott 1992/B, S. 16). Hierfür bietet das Himmelreich aufgrund seiner gipskarsttypischen Vielfalt der Syntaxa günstige Voraussetzungen. Bohn (1992, S. 63) sieht für den Buchenwald-Naturschutz bundesweit großen Handlungsbedarf, da es immer noch an länderübergreifenden Konzepten mangelt und noch nicht alle Buchenwaldgesellschaften innerhalb eines Schutzkonzeptes repräsentiert sind.

Da die Syntaxa des *Fagion sylvaticae* im NSG Itelteich die entsprechenden Gesellschaften über die südharzer Gipskarstlandschaft hinaus repräsentieren, wird ihnen für ein Umweltmonitoring durch eine vergleichende Ökosystemforschung eine hohe Eignung zugesprochen.

#### 5.2 Die Edellaubbaum-Mischwälder

Standorte, auf denen wegen Bodenbewegung oder stauender Nässe keine Rotbuchenwälder mehr gedeihen können, werden von Edellaubbaummischwäldern des Verbandes *Tilio-Acerion* eingenommen. In Hohlformen tritt der Unterverband *Lunario-Acerenion* (Bergahorn-Mischwälder), an warmen bewegten Gipsschutthalden ein *Tilienion platyphylli* (thermophiler Linden-Mischwald) auf. Für die Vielfalt der *Lunario-Acerenion*-Gesellschaften sind im Untersuchungsgebiet einerseits die Hangneigung und andererseits der Grad der Luftfeuchtigkeit und des Kaltlufteinflusses von Bedeutung. An flach geneigten feuchten Hangfüßen oder Talsohlen mit Sicker- und/oder Grundwassereinfluß befindet sich das *Aceri-Fraxinetum* sensu Seibert 1969 (Ahorn-Eschenwald). Große geschlossene, schattige Karsthohlformen (z. B. Bierensloch) sind wegen der hohen Luftfeuchtigkeit und des Kaltlufteinflusses vom *Fraxino-Aceretum lunarietosum* (Mondviolen-Ahornwald) bestockt. Für die Differenzierung der *Tilienion*-Assoziation *Aceri-Tilietum* (thermophiler Sommerlinden-Misch-

wald) ist der Anteil an Feinerde entscheidend. Bewegte Schutthalden mit einem relativ hohen Feinerdeanteil tragen das *Aceri-Tilietum stachyetosum sylvaticae* (Subassoziation mit Waldziest), auf den feinerdearmen Bereichen ist eine Subassoziation mit *Gymnocarpium robertianum* (Ruprechtsfarn) anzutreffen, einer nördlichen Vikariante der Subassoziation mit *Vincetoxicum hirsutinaria* (Schwalbwurz).

#### 5.2.1 Die Bedeutung der Edellaubbaum-Mischwälder für die südharzer Gipskarstlandschaft

Den umfassendsten Überblick gibt Meusel (1939, S. 76ff.) mit Vorkommen im Hainholz, im Himmelreich und in der Schableite bei Uftrungen. Meusel (1939, S. 84) nennt als Schwerpunkt der Verbreitung das Buchenwaldgebiet im westlichen Teil der südharzer Gipskarstlandschaft.

Im Vergleich zum NSG Hainholz ist das NSG Itelteich reicher an verschiedenen Gesellschaften aus dem Verband *Tilio-Acerion* ausgestattet. Im Hainholz befindet sich nach Schönfelder (1978, S. 64f.) ein *Fraxino-Aceretum*, aber kein



Abb. 6: Aufnahme aus dem Mondviolen-Ahornwald in der Ponordoline Bierensloch. Die Mondviole (*Lunaria rediviva*) findet hier optimale Standortbedingungen vor. Von Mai bis Juni bestimmt sie als ca. 120 cm hohe Staude den auffälligen Frühjahrsaspekt. Ihr Bestand ist in Niedersachsen gefährdet. (Photo: H. Schwochow).

*Aceri-Fraxinetum* und auch kein *Aceri-Tiliatum*. Dafür kommt die Subassoziation des Ahornwaldes aus dem Hainholz, das *Fraxino-Aceretum phyllitidosum*, nur dort vor. Somit ergänzen sich beide Naturschutzgebiete, da jede Gesellschaft nur jeweils innerhalb eines Gebietes anzutreffen ist. Wegen seiner größten Vielfalt an verschiedenen *Tilio-Acerion*-Gesellschaften innerhalb der südharzer Gipskarstlandschaft stellt das NSG Iteleich das wichtigste Edellaubbaum-Mischwaldvorkommen am Südharz dar.

### 5.2.2 Die Bedeutung der Edellaubbaum-Mischwälder für Mitteleuropa

Trotz der räumlichen Distanz ließen sich die Bestände aus dem NSG Iteleich mit den Beständen aus Süddeutschland korrelieren (Soziologie nach Müller 1992/C&D). Da das *Fraxino-Aceretum lunarietosum* und das *Aceri-Tiliatum* im südharzer Gipskarstgebiet zusammen mit den Beständen aus dem Nationalpark Harz (Niedersächsisches Umweltministerium 1992) die nördliche Grenze ihres Areals erreicht haben, stellt das NSG Iteleich einen besonders wichtigen Wuchsort, gewissermaßen einen „pflanzengeographischen Vorposten“, für diese Gesellschaften dar. Daher kommt dem Untersuchungsgebiet neben der regionalen auch eine besonders wichtige Bedeutung für Mitteleuropa zu.

### 5.2.3 Edellaubbaum-Mischwälder als Modelle der Waldlandschaft Mitteleuropas während des Atlantikums

Nach Müller (1992/C, S. 172), Pott (1992/A, S. 386) u. a. sind diese Wälder vegetationsgeschichtlich interessant, da sie eine Vorstellung von der Waldlandschaft Mitteleuropas während des Atlantikums und des frühen Subboreals vermitteln, bevor *Fagus sylvatica* ab dem Subatlantikum begann, das Waldbild zu beherrschen. Müller (1992/C, S. 181f.) bescheinigt den Gesellschaften des *Tilienion platyphylli* einen Modellcharakter für warme Lagen bis zur submontanen Höhenstufe und den Gesellschaften des *Lunario-Acerenion* für kühle, luftfeuchte montan-oreale Wälder. Ellenberg (1996, S. 264) gibt diesbezüglich zu bedenken, daß man die Artenzusammensetzung der heutigen

Edellaubbaum-Mischwälder nur unter Vorbehalt mit denen aus dem Atlantikum gleichsetzen darf. Die Krautschicht der atlantikum-zeitlichen Wälder auf Lehm- oder Sandböden sei der der heutigen Buchenwälder sicher ähnlicher gewesen, als die der steilen Steinschutthänge. Dieser wichtige Einwand stellt jedoch den grundsätzlichen Modellcharakter dieser Gesellschaften nicht in Frage, womit ihnen eine außerordentlich hohe vegetationsgeschichtliche und diaktische Bedeutung zukommt.

### 5.3 Die Schwarzerlen-Bruchwälder und Grauweidengebüsche

Einen hohen Anteil an der Vielfalt der Vegetation bzw. der Standortbedingungen im NSG Iteleich haben die Pontelteiche und besonders der Iteleich. An dessen NW-Ufer hat sich ein *Carici elongatae-Alnetum glutinosae urtico-typicum* etabliert (Schwarzerlen-Bruchwald). An der dem Teich zugewandten Ostseite siedelt das nährstoffärmere *Carici elongatae-Alnetum glutinosae betuletosum* (Subassoziation mit Moorbirke). Der Waldrand wird hier z. T. vom *Salicetum cinerae* (Grauweidengebüsch) gebildet, welches sich zum Bruchwald weiterentwickelt.

### 5.3.1 Die Bedeutung der Bruchwälder für die südharzer Gipskarstlandschaft

Nach Wiegleb (1977, S. 200) sind natürliche Bruchwaldgesellschaften nur noch an wenigen Teichen bei Walkenried erhalten. Im NSG Priorteich-Sachsenstein befinden sich Erlenbrücher am Sackteich und ein kleines Areal am Priorteich. Auf nicht mehr genutzten Feuchten bis nassen Wiesen nördlich des Priorteiches entwickeln sich Pioniergehölze mit *Betula pubescens* und *Betula pendula*. In der Fachliteratur fanden sich keine weiteren Hinweise auf Vorkommen im südharzer Gipskarstgebiet.

Für den Unterharz nennt Passarge (1978, S. 406ff.) mehrere Erlenbruchwaldbestände. Diese besitzen aber wegen ihres montanen Charakters z. T. andere Artenverbindungen als der Bestand aus dem NSG Iteleich.

Da in der Fachliteratur über das südharzer Gipskarstgebiet keine Angaben zu ähnlich naturnahen und ursprünglich erhaltenen Erlenbruchwaldbeständen zu finden sind, ist das *Carici*

*elongatae-Alnetum glutinosae* im NSG Iteleich von sehr hohem Wert für den Südharz. Diese Bedeutung wird zusätzlich durch das Vorkommen der zwei im Berg- und Hügelland Niedersachsens vom Aussterben bedrohten Arten *Dryopteris cristata* und *Ranunculus lingua* unterstrichen.

### 5.3.2 Die Bedeutung der Bruchwälder für Mitteleuropa

Da Bruchwälder mittlerweile grundsätzlich zu den gefährdeten Pflanzengesellschaften gehören (Döring-Mederake 1991, S. 106ff.), ist das Vorkommen am Iteleich nicht nur für die Gipskarstlandschaft am Südharz, sondern für ganz Mitteleuropa von zentraler Bedeutung.

### 5.4 Die Auenwaldgesellschaften

Flache, unregelmäßig und kurzzeitig überschwemmte Bachufer am Zufluß der Pontelteiche werden galerieartig vom *Ribeso sylvestris-Fraxinetum* (Johannisbeer-Schwarzerlen-Eschen-Auenwald) besiedelt. Auch hier konnte eine Differenzierung entlang des Feuchtegradienten festgestellt werden. Am unmittelbaren Uferbereich findet man das *Ribeso sylvestris-Fraxinetum calthetosum palustris* (Subassoziation mit Sumpfdotterblume), auf etwas höheren und damit relativ trockeneren Standorten das *Ribeso sylvestris-Fraxinetum aegopodietosum* (Subassoziation mit Giersch).

Da auch Auenwälder zu den gefährdeten Pflanzengesellschaften Mitteleuropas gehören (Ellenberg 1996, S. 427), ist das *Ribeso sylvestris-Fraxinetum* ebenfalls von besonderem Wert, zumal diese Gesellschaft sonst nirgends für den Südharz mitgeteilt wird. Für das Hainholz nennt Schönfelder (1978, S. 66) ein *Carici remotae-Fraxinetum*. Dierschke (1969, S. 476f.) gibt *Alnus incana*-Auenwälder an der Söse nördlich Osterode, an der Oder südlich von Bad Lauterberg und an der Sieber, oberhalb der Ortschaft Sieber an. Darüber hinaus beschreibt er *Stellario-Alnetum glutinosae*-Bestände für das Siebental bei Herzberg und das Wiedatal nördlich von Walkenried. Weitere Auenwaldvorkommen waren aus der Südharz-Literatur nicht ersichtlich. Es wäre für den Erhalt der Feuchtwälder begrüßenswert, eine komplette Bestandsaufnahme

me aller am Südharz vorkommenden Bruch- und Auenwälder durchzuführen.

### 5.5 Die Röhrichte und Großseggenrieder

Das *Scirpo-Phragmitetum* (Schilfröhricht) am Westufer des Iteiteiches geht mit abnehmender Überschwemmungsdauer in verschiedene Gesellschaften des Verbandes *Magnocaricion elatae* (Großseggenrieder) über. Diese werden von den Pontelteichen ergänzt, an denen durch ihre Wasserzügigkeit andere Großseggenrieder gedeihen als am Iteiteich.

Neben den Röhrichten und Großseggenriedern der Stillgewässer kommen im Gebiet auch Gesellschaften der Fließgewässer vor. Am Zulauf des Iteiteiches befindet sich in der Bachuferzone ein *Phalaridetum arundinaceae* (Rohrglanzgrasröhricht) und in dessen Flachwasserzone ein *Nasturietum microphylli* (Gesellschaft der Kleinblättrigen Brunnenkresse).

#### 5.5.1 Die Bedeutung der Walkenrieder Teiche für die südharzer Gipskarstlandschaft

Innerhalb der westlichen südharzer Gipskarstlandschaft ist die größte Diversität an Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften im NSG Priorteich-Sachsenstein zwischen Walkenried im Osten und Bad Sachsa im Westen zu finden. Alle im NSG Iteiteich kartierten Pflanzengesellschaften befinden sich nach *Wiegleb* (1977) auch im NSG Priorteich-Sachsenstein. Dort sind auch die meisten Teiche der westlichen südharzer Gipskarstlandschaft konzentriert, welche während des Mittelalters von den Zisterziensern angelegt wurden. Es kommen dort Syntaxa vor, die im NSG Iteiteich nicht angetroffen wurden, wie z. B. Zwergbinsen-Gesellschaften *Isoetonojuncetetea bufonii*, sowie auch andere Gesellschaften der Röhrichte und Großseggenrieder.

#### 5.5.2 Überregionale Bedeutung der Walkenrieder Teiche

*Wiegleb* (1977, S. 203ff.) hat bereits auf die besondere überregionale Bedeutung aller Walkenrieder Teiche, zu denen auch Iteiteich und Pontelteiche gehören, aufmerksam gemacht: „Das Walkenrieder Teichgebiet ist als Biotop ein-

zigartig in Südniedersachsen, da natürliche und halbnatürliche Gewässer sonst weitgehend fehlen. Die besondere Schutzwürdigkeit des Gebietes ergibt sich zwingend aus seiner außerordentlich reichen und floristisch wie ökologisch mannigfaltig gegliederten Wasser- und Sumpflandschaft.“ Legt man die Diversität der Syntaxa zugrunde, stellt das NSG Priorteich-Sachsenstein das bedeutendste Reservoir dieser Pflanzengesellschaften für Südniedersachsen dar. Das Untersuchungsgebiet ist in Bezug auf die hier behandelte Vegetation eine wichtige Ergänzung zum NSG Priorteich-Sachsenstein.

### 5.6 Die dealpinen Blaugras-Halbtrockenrasen und die Ruprechtsfarnflur

Waldfreie, bewegte, flachgründige, wechselsickerfrische bis -feuchte, N-exponierte, gipsschuttreiche Steilhänge im Bereich der Iteiteichklippen und der Pontelklippen haben die dealpinen Blaugrasmaten in Form des *Parnassio-Seslerietum variae* (Herzblatt-Blaugras-Gesellschaft) eingenommen. Die besonders feinerdearmen und bewegten, mit Gipsschutt überrieselten Halden unter den Pontelklippen tragen ein *Gymnocarpietum robertiani* (Ruprechtsfarnflur).

#### 5.6.1 Die Bedeutung für die südharzer Gipskarstlandschaft

„Im Kyffhäuser und südöstlichen Harzvorland ist eine reiche submediterrane und kontinentale Flora entfaltet, während sich weiter im Westen die Fundstellen von alpinen Relikten häufen, die wie die im Alpenvorland in ihrem Vorkommen an die dealpinen Matten gebunden sind“ (*Meusel* 1939, S. 101). Die im Untersuchungsgebiet kartierten Gesellschaften repräsentieren Rasengesellschaften mit *Sesleria albicans* der subatlantisch geprägten Gipskarstlandschaft. *Schönfelder* (1978, S. 85) gibt *Sesleria albicans*-Gesellschaften für die Gebiete Sachsenstein, Himmelreich, Julishütte, Trogstein, Pfaffenholz, Pipinsburg und Katzenstein an. Am Sachsenstein, im Himmelreich und in der Julishütte sind die größten und floristisch am vielfältigsten ausgestatteten Vorkommen anzutreffen.

Die Gesellschaften der verschiedenen Gebiete sind jeweils floristisch un-

terschiedlich aufgebaut. Deshalb kommt jedem einzelnen Gebiet eine sehr hohe Bedeutung innerhalb der westlichen südharzer Gipskarstlandschaft zu.

Gesellschaften mit *Gymnocarpium robertianum* befinden sich im NSG Hainholz am „Pferdeteich-Erdfall“, am Sachsenstein und im NSG Iteiteich, wobei der Bestand am Pferdeteich nur fragmentarisch ausgebildet ist (*Schönfelder* 1978, S. 68). *Schubert* (1963, S. 88) nennt einen weiteren kleinen Bestand am Beierstein. Nach *Meusel* (1939, S. 114) ist der Ruprechtsfarn ausschließlich im westlichen Teil der südharzer Gipskarstlandschaft anzutreffen, weshalb jedes Vorkommen der Art eine hohe Bedeutung für den Südharz hat. Die Assoziation *Gymnocarpietum robertiani* ist im NSG Priorteich-Sachsenstein und



Abb. 7: Der in Niedersachsen in seinem Bestand gefährdete Deutsche Enzian (*Gentiana germanica*) ist in der dealpinen Blaugrasmatte im NSG Iteiteich noch häufig anzutreffen. Er gehört zu den nach dem Bundesnaturschutzgesetz besonders geschützten Arten (Foto: H. Schwochow).

im NSG Itelteich floristisch am deutlichsten ausgebildet, weshalb diesen beiden Gebieten innerhalb der südharzer Gipskarstlandschaft ein zentraler Stellenwert zukommt.

**5.6.2 Die Bedeutung für Mitteleuropa**

„Je weiter die Reliktbestände der alpinen *Sesleria varia* gegen Norden oder Nordwesten vom alpinen Hauptareal abgerückt vorkommen, desto selbständiger sind sie auch mit Kennarten gegen die umgebene Vegetation abgesetzt“ (Oberdorfer / Korneck 1993, S. 122). Diese floristische Eigenständigkeit äußert sich im Untersuchungsgebiet durch das Vorkommen der dealpinen Arten *Sesleria albicans*, *Calamagrostis varia* und *Carex ornithopoda*, wodurch bereits eine überregionale Bedeutung erlangt wird. Innerhalb Mitteldeutschlands gibt Schubert (1963, S. 189) die Hauptverbreitung des *Parnassio-Seslerietum variae* für das südharzer Gipskarstgebiet an. In der Übersicht von Oberdorfer und Korneck (1993, S. 122ff.), die den Raum südlich der Main-Linie abdeckt, ist die Assoziation nicht aufgeführt. Aus diesem Grunde sind alle Gebiete innerhalb der südharzer Gipskarstlandschaft, in denen das *Parnassio-Seslerietum variae* gedeiht für ganz Mitteleuropa von sehr hohem Wert.

Die Abhängigkeit der Ruprechtsfarnflur *Gymnocarpietum robertiani* von kalk- bzw. basenreichen Grobschutt-Standorten zeigt den hohen Grad der Spezialisierung dieser Gesellschaft. Wegen der Seltenheit dieser Standorte kommt dem NSG Itelteich zusammen mit dem NSG Priorteich-Sachsenstein neben der zentralen regionalen Bedeutung eine zentrale Bedeutung innerhalb Mitteleuropas zu.

Darüberhinaus sind die dealpinen Blaugras-Halbtrockenrasen und die Ruprechtsfarnflur eiszeitliche Reliktgesellschaften, was ihnen einen sehr hohen vegetationsgeschichtlichen und didaktischen Wert verleiht.

**6 Schlußfolgerungen für die Aufgaben des NSG Itelteich innerhalb eines Biosphärenreservates**

Aus der Analyse der Pflanzengesellschaften im NSG Itelteich ergeben sich Aufgaben im Bereich des Erhaltes repräsentativer Ökosysteme und deren gene-

tischen Materials, sowie im Bereich des Umweltmonitoring.

**6.1 Erhalt repräsentativer Ökosysteme und deren genetischen Materials**

Es ist ein Ziel der UNESCO, ein möglichst breites Spektrum repräsentativer Ökosysteme und deren genetisches Material weltweit zu erhalten (UNESCO 1984, S. 11; Erdmann 1996, S. 52). Durch die vegetationskundliche Untersuchung des NSG Itelteich konnte eine hohe Anzahl an verschiedenen Pflanzengesellschaften repräsentativen Charakters sowohl für den Südharz, als auch für Mitteleuropa beschrieben werden. Darüberhinaus sind alle Pflanzenarten im NSG Itelteich im Hinblick auf ihre Bestandsgefährdung anhand der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen (Garve 1993) untersucht worden. 98 der kartierten Arten (32%) werden in der Roten Liste erwähnt, wobei 44 Arten (14%) im niedersächsischen Berg- und Hügelland in ihrem Bestand gefährdet sind (s. Abb. 8). Somit stellt dieses Naturschutzgebiet ein genetisches Reservoir im eigentlichen Sinne des Wortes dar. Innerhalb eines Biosphärenreservates Südharz/Kyffhäuser nimmt es deshalb unter diesem Aspekt eine zentrale Stellung ein.

Nach § 20e und § 20f des Bundesnaturschutzgesetzes besonders geschützte Arten im NSG Itelteich:

*Botrychium lunaria*, *Cephalanthera damasonium*, *Cephalanthera rubra*, *Daphne mezereum*, *Dryopteris cristata*, *Epipactis atrorubens*, *Epipactis helleborine*, *Epipactis leptochila*, *Epipactis purpurata*, *Eqiusetum palustre*, *Gentiana germanica*, *Gentiana ciliata*, *Gymnadenia conopsea*, *Helleborus viridis*, *Hepatica nobilis*, *Iris pseudacorus*, *Lilium martagon*, *Listera ovata*, *Neottia nidus-avis*, *Ophrys insectifera*, *Parnassia palustris*, *Ranunculus lingua*, *Taxus baccata*.

Eine Florenliste aller kartierten Pflanzenarten mit Angabe der jeweiligen Gefährdungsstufe befindet sich bei Schwochow (1997, Anhang).

**6.2 Möglichkeiten des Biomonitoring**

Die Pflanzengesellschaften ermöglichen einerseits die Anlage von Langzeitbeobachtungsflächen und das Beobachten von Bioindikatoren, die im Gebiet wachsen.

**6.2.1 Anlage von Langzeitbeobachtungsflächen**

Aufgrund des geringen anthropogenen Einflusses im Gebiet konnten sich die Pflanzengesellschaften entsprechend

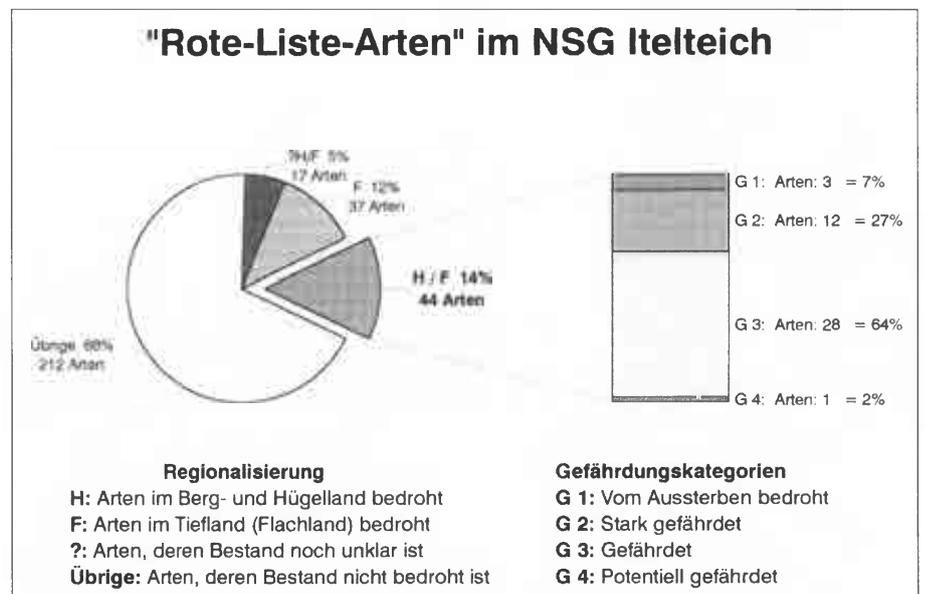


Abb. 8: Anteil der in ihrem Bestand gefährdeten Arten im NSG Itelteich (H. Schwochow 1998)

der geogen bedingten Standortvielfalt in einem hohem Maß ausdifferenzieren, was durch die Vielzahl an Subassoziationen und Varianten zum Ausdruck kommt. Daraus ergibt sich die Möglichkeit der vergleichenden Ökosystemforschung. Um Schädigungen bzw. Veränderungen der Vegetation aufgrund der Immission von Luftschadstoffen erkennen zu können, sollten auf ausgewählten Standorten sogenannte Langzeitbeobachtungsflächen eingerichtet werden: „...Das Anlegen dauerhaft markierter und von Zeit zu Zeit sorgfältig aufzunehmender Probestellen in möglichst allen Pflanzengesellschaften und mit zahlreichen Parallelen in Mitteleuropa wird immer dringlicher!“ (Ellenberg 1996, S.102). Dazu bietet das NSG Iteiteich aufgrund seiner hohen Anzahl für Mitteleuropa repräsentativer Pflanzengesellschaften gute Voraussetzungen.

### 6.2.2 Beobachtung von Bioindikatoren

Neben der Beobachtung von Veränderungen im Artenspektrum besteht hier die Möglichkeit der Beobachtung sogenannter Bioindikatoren. Diese sind Organismen, die direkte Rückschlüsse auf die Umweltqualität zulassen. Die in den kleinen Bächen vorkommenden Pflanzen *Nasturium microphyllum* (Brunnenkresse) und *Sium erectum* (Aufrechter Merk) reagieren empfindlich auf chemische Verunreinigungen (Pott 1990, S. 57 u. 1992/A, S. 164) und eignen sich somit als Indikator in diesem Sinne.

## 7 Abschließende Bewertung des NSG Iteiteich

Das Ausgangsgestein Gips hat unter den mitteleuropäischen Klimabedingungen durch seine hohe Löslichkeit einen entscheidenden Beitrag an der Reliefgestaltung und damit an der Vielfalt der Vegetation. Das Gipskarstgebiet im südlichen Harzvorland ist demnach ein Landschaftstyp mit einem geogen bedingten hohen Potential an geo- und bioökologischer Diversität.

Der Karstformenschatz im NSG Iteiteich ist außerordentlich vielfältig, wodurch eine anthropogene Nutzung in der Vergangenheit erschwert bzw. verhindert wurde. Dadurch konnte das Gebiet seine Naturnähe erhalten, was durch den sehr hohen Anteil an potentieller natürlicher Vegetation zum Ausdruck kommt.

Es beinhaltet eine sehr hohe Anzahl an gefährdeten, seltenen und im Bundesnaturschutzgesetz geschützten Pflanzenarten und -gesellschaften. Somit dient es dem von der UNESCO formulierten Ziel zum Erhalt des genetischen Materials der Ökosysteme.

Die Pflanzengesellschaften repräsentieren eine große Anzahl von Gesellschaften innerhalb der Gipskarstlandschaft im südlichen Harzvorland und darüber hinaus auch in Mitteleuropa. Dadurch besteht eine hohe Eignung für ein Biomonitoring auf Langzeitbeobachtungsflächen und dem anschließenden Vergleich mit parallelen Gesellschaften Mitteleuropas.

Es besteht ein sehr hoher didaktischer Wert, weil hier auf kleiner Fläche eine hohe Anzahl potentieller natürlicher Pflanzengesellschaften studiert werden kann.

Darüber hinaus erlangt das Gebiet durch das Vorkommen der *Tilio-Acerion*-Gesellschaften, die ein Beispiel für die Wälder aus der Zeit des Atlantikums darstellen, sowie wegen der eiszeitlichen Reliktgesellschaften der Blaugrasmatte und Ruprechtsfarnflur eine sehr hohe vegetationsgeschichtliche Bedeutung.

Innerhalb eines Biosphärenreservates im Gipskarstgebiet des südlichen Harzvorlandes kommt dem NSG Iteiteich unter den Aspekten des Schutzes repräsentativer Ökosysteme und des Umweltmonitoring eine zentrale Bedeutung zu.

## 8 Literatur

- AG Boden (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Aufl., 392 S., Hannover.
- AGBR (Ständige Arbeitsgruppe der Biosphärenreservate in Deutschland) (1995): Biosphärenreservate in Deutschland. Leitlinien für Schutz, Pflege und Entwicklung. Bonn.
- Bohn, U. (1992): Buchen-Naturwaldreservate und Buchen-Naturschutzgebiete in Mitteleuropa - Überblick und naturschutzfachliche Bewertung. - In: NZ NRW -Seminarber., H. 12, S. 56-64, Recklinghausen.
- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. 865 S., Wien - New York.
- Dierschke, H. (1969): Pflanzensoziologische Exkursionen im Harz. Be-

richt über die Tagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft in Osterode vom 14. bis 16. Juni 1968. - In: Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem., N. F. 14, S. 458-479 (Festschrift R. Tüxen), Todenmann - Rinteln.

Dierschke, H. (1989): Artenreiche Buchenwaldgesellschaften Nordwest-Deutschlands. - In: Pott, R. (Hrsg.): Ber. R.-Tüxen-Ges. (RTG), Bd. 1: Rintelner Symposium I; Rinteln, 17.-18.3.1989; S. 107-148, Göttingen.

Döring-Mederake, U. (1991): Feuchtwälder im Nordwestdeutschen Tiefland; Gliederung - Ökologie - Schutz. - In: Scripta Geobot., Bd. 19, 122 S. Göttingen.

Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. 1096 S., Stuttgart.

Erdmann, K.-H. (1996): Biosphärenreservate in Deutschland. Konzeption, Aufgaben und aktueller Stand. - In: LÖBF-Mitt., H. 1, S. 50-57.

Garve, E. (1993): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. 4. Fassung vom 1.1.1993. - In: Inf. Natursch. Nieders., 13. Jg., H. 1, S. 1-37, Hannover.

GFB (Gesellschaft zur Förderung des Biosphärenreservates Südharz e. V.) (1996): Die Gipskarstlandschaft am Südharz braucht ihre Hilfe! - Faltblatt. Walkenried - Nordhausen - Sangerhausen.

Herrmann, A. (1981): Zum Gipskarst am südwestlichen Harzrand. - In: Ber. Naturhist. Ges. Hannover, Bd. 124, S. 35-45, Hannover.

Hüppe, J. (1989): Die pflanzengeographische Stellung der *Carici-Fagetum*-Buchenwälder im Wesertal bei Höxter. - In: Ber. Geobot. Inst. Univ. Hannover, Bd. 1, S. 45-59, Hannover.

Meusel, H. (1939): Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge im Kyffhäuser und im südlichen Harzvorland. - In: Hercynia, Bd. 2, H. 4, 372 S. & 34 Tafelbilder, Halle - Berlin.

Miotke, F.-D. (1969): Gipskarst östlich Shamrock/Nordtexas. - In: Int. Kongr. Speläologie, Bd. 1, M 22, S. 1-16, Stuttgart.

Miotke, F.-D. (1971): Die Landschaft an der Porta Westfalica. Ein geographischer Exkursionsführer. Teil 1: Die Naturlandschaft (mit einem Vegetationsbeitrag von H. Leippert). - In:

- Jb. Geogr. Ges. Hannover für 1968, 265 S., Hannover.
- Miotke, F.-D. (1975): Der Karst im zentralen Kentucky bei Mammoth Cave. Jb. Geogr. Ges. Hannover für 1973, 360 S., Hannover.
- Miotke, F.-D. (1986): Mit der Schulklasse in die Unterwelt. Höhlen und Dolinen im Südharz. - In: Geographie Heute, Bd. 40, S. 42-47.
- Müller, Th. (1992/A/B): Verband *Fagion sylvaticae* Luquet 1926. - In: Oberdorfer, E. (Hrsg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche. 2. Aufl., (A: Textband, S. 193-249; B: Tabellenband, S. 417-580), Jena - Stuttgart - New York.
- Müller, Th. (1992/C/D): Verband *Tilio platyphyllo-Acerion pseudoplatani* Klika 1955. - In: Oberdorfer, E. (Hrsg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche. 2. Aufl., (C: Textband, S. 173-192; D: Tabellenband, S. 365-416), Jena - Stuttgart - New York.
- Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.) (1992): Nationalparkplanung im Harz. Bestandsaufnahme Naturschutz. 69 S., Hannover.
- Oberdorfer, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Aufl., 1050 S., Stuttgart.
- Oberdorfer, E. / Korneck, D. (1993): Klasse *Festuco-Brometea* Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943. - In: Oberdorfer, E. (Hrsg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II: Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgrasgesellschaften, alpine Magerrasen, Saumgesellschaften, Schlag- und Hochstaudenfluren. 3. Aufl., S. 86-180, Jena - Stuttgart - New York.
- Passarge, H. (1978): Über Erlengesellschaften im Unterharz. - In: *Hercynia* N. F., Bd. 15, H. 4, S. 399 - 419, Leipzig.
- Pohl, D. (1975): Bibliographie der niedersächsischen Naturschutzgebiete. - In: *Natursch. u. Landschaftspfl.* Nieders., H. 4, 290 S., Hannover.
- Pott, R. (1990): Grundzüge der Typologie, Genese und Ökologie von Fließgewässern Nordwestdeutschlands. - In: *Nat. u. Landschaftskd.* Bd. 26, S. 25-32 (Teil 1) & S. 55-62 (Teil 2), Hamm.
- Pott, R. (1992/A): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 1. Aufl., 427 S., Stuttgart.
- Pott, R. (1992/B): Nacheiszeitliche Entwicklung des Buchenareals und der mitteleuropäischen Buchenwaldgesellschaften. Anforderungen an den Buchenwald-Naturschutz aus vegetationskundlicher Sicht. - In: *NZ NRW - Seminarber.*, H. 12, S. 6-18, Recklinghausen.
- Reinboth, F. (1970): Die Himmelreichhöhle bei Walkenried und ihre Geschichte. - In: *Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforsch. e. V.*, Bd. 16, S. 29-44, München.
- Roweck, H. (1990): Zum Problem der Umsetzung von Naturschutzkonzepten. - In: *Ökol. u. Natursch.*, Bd. 3, S. 37-54, Weikersheim.
- Schönfelder, P. (1978): Vegetationsverhältnisse auf Gips im südwestlichen Harzvorland. Eine vergleichende Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Naturschutzprobleme. - In: *Natursch. u. Landschaftspfl. Nieders.*, H. 8, 110 S., Hannover.
- Schubert, W. (1963): Die *Sesleria* variareichen Pflanzengesellschaften in Mitteldeutschland. - In: *Fed. Rep. spec. nov. reg. veget.*, Bd. 5, Beih. 140, S. 71-199, Berlin.
- Schwochow, H. (1997): Pflanzensoziologische Untersuchungen im Gipskarstgebiet des südlichen Harzvorlandes. Über die Vielfalt der Pflanzengesellschaften und deren Standorte in den Naturschutzgebieten Iteleteich und Juliushütte im Hinblick auf ein geplantes Biosphärenreservat. Dipl.-Arb. Geogr. Inst. Univ. Hannover, Abt. Phys. Geogr. u. Landschaftsökol., 134 S. & Anhang, 51 Abb., 4 Karten, 11 pflanzensoz. Tabellen.
- UNESCO (1984): Action plan for biosphere reserves. - In: *Nature and Resources*, Bd. 20, H. 4, S. 11-22.
- Wiegand, G. (1977): Die Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften der Teiche in den NSG 'Priorteich-Sachsenstein' und 'Iteleteich' bei Walkenried am Harz. - In: *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem.*, N. F. 19/20, S. 157-209, Todenmann - Göttingen.

**Anschrift des Verfassers :**

Dipl.-Geogr.  
Harald Schwowchow  
Asterstraße 42  
30167 Hannover  
Tel. 0511 / 71 37 05

## Vegetation der Kalkmagerrasen des Südharzes und des Kyffhäusers

von Ute Jandt

### Zusammenfassung

Die Flora und Vegetation des Südharrandes wird durch ein klimatisches Gefälle von Westen nach Osten maßgeblich beeinflusst. Durch die Erfassung des Gesamt-Arteninventars der Kalkmagerrasen-Gebiete wird die Ost-West Florenveränderung verdeutlicht.

Diese kommt auch in der Vegetationszusammensetzung zum Ausdruck. Im Westen treten überwiegend Halbtrockenrasen des Verbandes *Mesobromion* auf. Nach Osten hin werden Halbtrockenrasen des Verbandes *Cirsio-Brachypodion* häufiger und es treten auch Trockenrasen der Verbände *Festucion valesiacae* und *Xerobromion* auf.

Neben dem Großklima als wichtigstem Standortsfaktor, haben Mikroklima und Bodenbedingungen einen wichtigen Einfluß auf die Vegetation.

### Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfaßt den Gipsgürtel des gesamten Südharrandes sowie des Kyffhäusers. Es erstreckt sich auf einer Länge von ca. 100 km über einen Streifen unterschiedlicher Breite (bis zu 7 Kilometern).

Über die botanische Erforschung dieses Raumes schreibt bereits *Thal*

(1588), und bis heute hat die eigenartige Flora der Gipsgebiete die Aufmerksamkeit vieler Forscher auf sich gezogen. Die Vegetation des Kyffhäusers wird schon von Petry (1889) beschrieben und in pflanzengeographischer Hinsicht mit derjenigen des Südhazrandes verglichen. Sehr ausführlich beschäftigt sich die anschauliche Studie von Meusel (1939) mit der Vegetation und Pflanzenverbreitung des Gebietes. Spätere vegetationskundliche Arbeiten umfassen aufgrund der innerdeutschen Grenze nur Teilbereiche des Gebietes, so daß der Verzahnungsbereich submediterraner und subkontinentaler Kalkmagerrasen vernachlässigt wird (Schönfelder 1978, Mahn 1965).

Auf der kurzen Strecke entlang des Südhazrandes ist ein deutlicher Gradient des Klimas zu beobachten. Von Westen nach Osten nehmen die Jahresdurchschnittsniederschläge stark ab und die Jahresmitteltemperatur steigt an (s. Tab. 1).

Das Makroklima wird allerdings in den einzelnen Gebieten stark vom Mikroklima modifiziert. Als Beispiel hierfür soll die Mikroklimamessung an einem Hochsommertag (20.7.95), die gleichzeitig an ausgewählten Punkten des gesamten Untersuchungsgebietes erfolgte, erläutert werden.

In Abb. 1 sind die Tagesmaxima der Lufttemperatur in verschiedenen Höhen über der Erde dargestellt. Die Gebiete sind entsprechend ihrer geographischen Lage von Westen nach Osten angeordnet, die beiden rechts angeordneten befinden sich im Kyffhäuser.

Die maximale Lufttemperatur in 150 cm Höhe, d.h. deutlich über der Vegetation, ist in allen Gebieten annähernd

gleich. Schon die Werte der Temperatur innerhalb der Bestände in 5 cm Höhe ergeben große Unterschiede zwischen den Gebieten, wobei sich die beiden Kyffhäusergebiete, aber auch die Untersuchungsflächen in der Rüdigsdorfer Schweiz (RSR) und am Spahnberg bei Hörden (SPH) durch besonders hohe Temperaturen (über 35 °C) auszeichnen. Die größten Unterschiede ergeben sich in der obersten Bodenschicht (vgl. Abb. 2), die frühmorgens noch in allen Gebieten ähnliche Temperaturen aufweist, deren Tagesmaximum aber von 26 °C bei Harzungen (HBR) bis 56 °C am Mittelberg (MIK) reicht.

Eine so hohe Temperatur wie an der Erdoberfläche am Mittelberg, kann durchaus schon schädlich auf Pflanzen wirken und das Vorkommen von Pflanzenarten limitieren. Insgesamt ist, wie aufgrund des Makroklimas zu erwarten, ein Trend zu höheren Temperaturen im Osten zu verzeichnen. Einzelne Gebiete weichen aber, unabhängig von ihrer geographischen Lage, aufgrund besonderer mikroklimatischer Bedingungen, hiervon stark ab.

Bedenkt man noch, daß die Mikroklima-Untersuchungen alle von süd-exponierten, leicht geneigten Flächen stammen, daß aber in einem Gebiet natürlich auch andere Expositionen und Neigungen mit dem jeweils dadurch veränderten Mikroklima vorkommen, läßt sich erahnen, wie vielfältig allein die durch das Klima vorgegebenen Standortbedingungen sind.

Kalkmagerrasen finden sich im Untersuchungsgebiet auf Kalk- bzw. Gipssteinen des Unteren und des Oberen Zechstein (Perm). Dabei handelt es sich um Werra-Anhydrit und Zech-

steincarbonat, das in den Dolomit- und Kalksteinen enthalten ist, im Gips aber auch ganz fehlen kann, und das den pH-Wert des Bodens beeinflusst. In den untersuchten Böden liegen pH-Werte von 3,4 bis 7,9 vor.

Weiterhin bedeutsam ist die Gründigkeit des Bodens, die u.a. den Wasserhaushalt bestimmt, sowie der Humusgehalt, der den Nährstoff-Gehalt widerspiegelt.

Jedes Gebiet weist besondere Eigenarten hinsichtlich seiner naturräumlichen Ausstattung, der Lage im großklimatischen Gradienten, mikroklimatischer Besonderheiten und bodenökologischer Bedingungen auf.

### Flora

Neben Geologie und Geomorphologie können Bodenbedingungen und Klima als Hauptfaktoren für die floristische Diversität der Gebiete angesehen werden. Bei einer großräumigen Betrachtung ergibt sich, daß Trockenheit und Wärme Artenreichtum der Flora begünstigen.

Dementsprechend zeichnet sich der Kyffhäuser durch eine sehr reiche Flora aus. Dort kommen viele Arten vor, die am Südhazrand fehlen. Dies sind z.B. Wiesenküchenschelle (*Pulsatilla pratensis*), Violette Schwarzwurzel (*Scorzonera purpurea*), Steppen-Greiskraut (*Senecio integrifolius*), Deutscher Alant (*Inula germanica*) und viele mehr. Wenige Arten kommen im Kyffhäuser und in der Umgebung von Sangerhausen vor, fehlen dann aber weiter westlich. Hierzu gehören z.B. das Adonisröschen (*Adonis vernalis*), der Gelbe Zahntrost (*Odontites lutea*) und das Berg-Steinkraut (*Alyssum montanum*). Eine ganze Reihe von Pflanzenarten erreicht in der Umgebung von Nordhausen ihre lokale Westgrenze. Dies sind beispielsweise das Echte Federgras und das Pfriemen-gras (*Stipa joannis* und *S. capillata*), die Thymianseide (*Cuscuta epithimum*), der Berglauch (*Allium montanum*), der Blutstorchschnabel (*Geranium sanguineum*) oder die Zwerg-Steppenkresse (*Hornungia petraea*).

Die Verbreitungsgrenzen dieser und weiterer Arten waren schon vielen Bearbeitern der Flora des Südhazres bekannt, z.B. Vocke & Angelrodt (1886), Weiss (1924), Wein (1927), Meusel (1939) oder Barthel (1987). Bereits 1889 vermutete Petry einen Zusammenhang

Tab. 1: Klimadaten Südhazrand und Kyffhäuser nach Walter & Lieth (1967), Mahn (1965)

Ort	mittl. Jahresniederschlag [mm]	Jahresdurchschnittstemperatur. [°C]
Osterode	913	7,6
Herzberg	802	7,6
Nordhausen	582	8,1
Questenberg	560	8,6
Sangerhausen	508	-
Bad Frankenhausen	511	-
Artern	444	8,8

stein-kalk der Werra-Serie (z1), Basalanhydrit, Stinkdolomit, Stinkkalk, Stinkschiefer und Hauptdolomit der Staßfurt-Serie (z2) sowie Hauptanhydrit und Plattendolomit der Leine-Serie (z3) (vgl. Moebus 1966: 135, Hohl 1985: 349).

Für die Kalkmagerrasen von Bedeutung ist der Gehalt des Gesteins an Calcium-

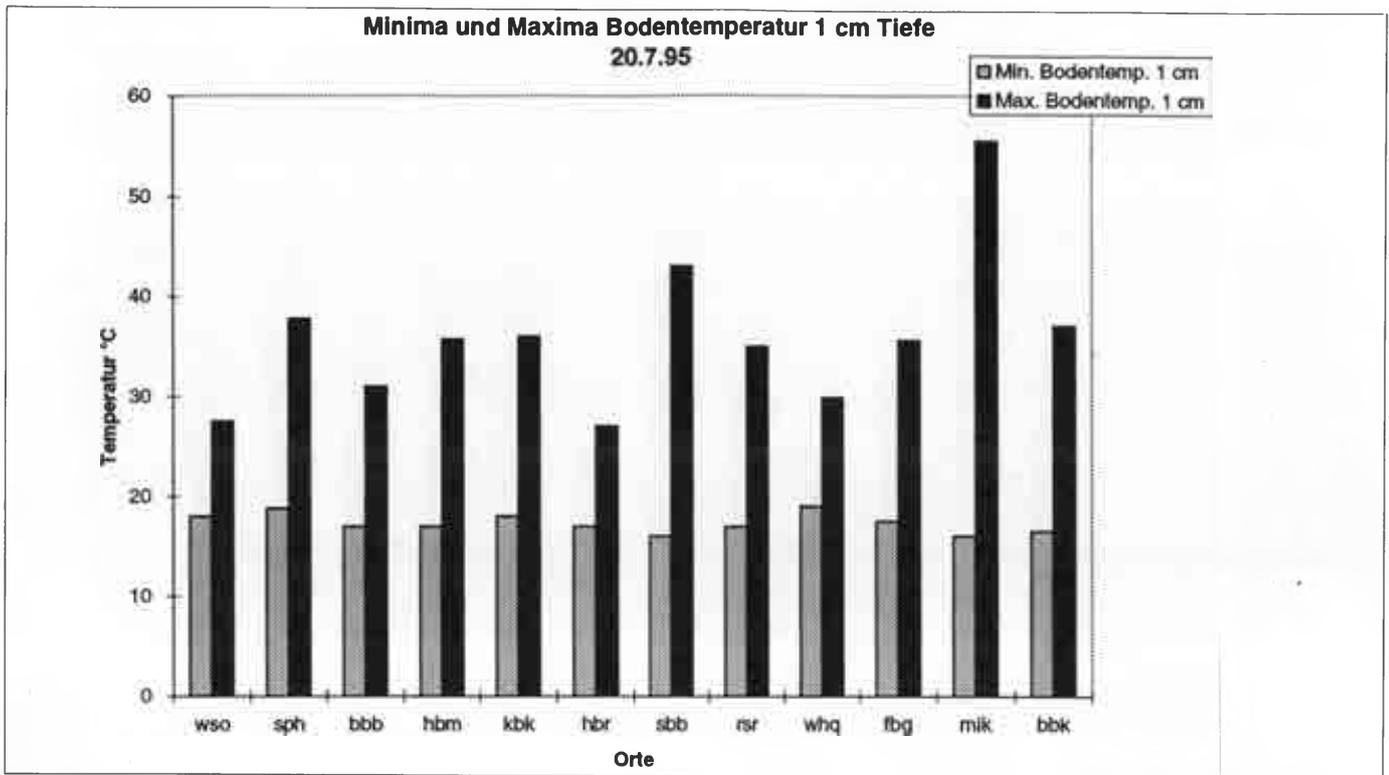


Abb. 1: Minima und Maxima der Bodentemperatur in 1 cm Tiefe

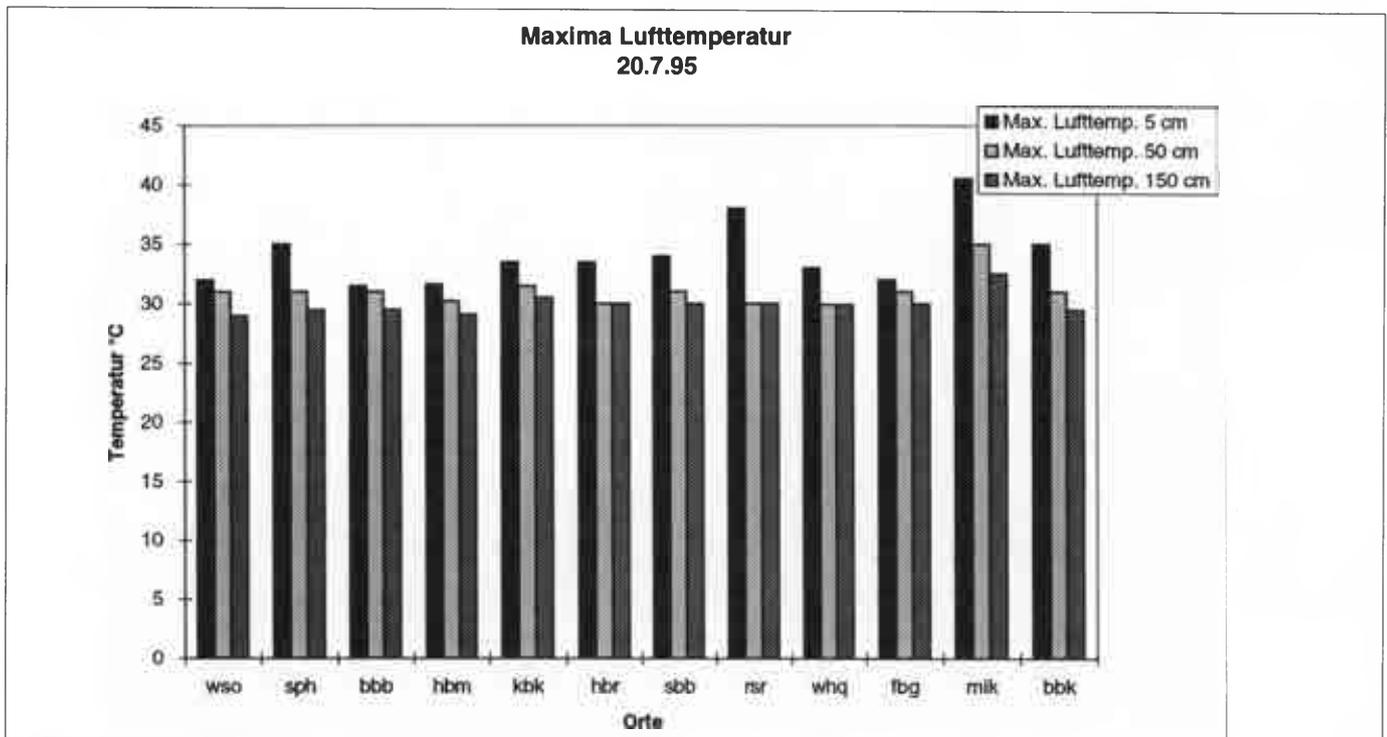


Abb. 2: Maxima der Lufttemperatur

**Ortsabkürzungen Abb. 1 u. 2:**

WSO: Weißer Stein Osterode  
 SBB: Singerberg Buchholz  
 SPH: Spahnberg Hörden  
 RSR: Rüdigsdorfer Schweiz

BBB: Butterberg Bartolfelde  
 WHQ: Borntal Hainrode  
 HBM: Hainberg Mauderode  
 FBG: Finkenburg Gonna

KBK: Kalkberg Krimderode  
 MIK: Mittelberg Auleben  
 HBR: Hopfenberg Rüdigsdorf  
 BB: Breiter Berg Rottleben

zwischen der Pflanzenverbreitung und dem Klima, den er anhand von Klimadaten von Stationen des Südhazes und des Kyffhäusers belegte.

Die sogenannten dealpinen oder praealpin-alpinen Arten (vgl. *Thorn* 1957) sind im Untersuchungsgebiet an besondere Standortsbedingungen gebunden. Es handelt sich um Arten, die in der montanen bis subalpinen Stufe der süd- und mitteleuropäischen Hochgebirge ihren Verbreitungsschwerpunkt haben und die im Untersuchungsgebiet nur an kühlen, feuchten, oft nach Norden exponierten Hängen auftreten. Außerhalb der Hochgebirge werden die dealpinen Arten häufig als Relikte der Vegetation nach dem Ende der Eiszeiten betrachtet („Glazialrelikte“). Sie scheinen sich größtenteils unter dem heutigen Klima nicht nennenswert ausbreiten zu können und sind von manchen Orten schon seit Anfang der Floristik bekannt (z.B. *Thal* 1588). Die entsprechenden Standorte werden von Blaugrashalden besiedelt und neben dem Blaugras (*Sesleria varia*) treten dort Arten wie die Vogelfuß-Segge (*Carex ornithopoda*), das Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*) oder das Bittere Kreuzblümchen (*Polygala amarella*) auf. Besonders charakteristisch ist auch das Vorkommen bestimmter Kryptogamen-Arten wie der Flechte *Solorina saccata* und der Moose *Preissia quadrata*, *Distichium capillaceum*, *Bryum funckii*, *Tortella fragilis* u.a. (s. z.B. *Reimers* 1940).

Nicht zuletzt aufgrund des Klimas sind solche Standorte häufiger im Westen des Untersuchungsgebietes zu finden, dort sind sie allerdings leider an vielen Stellen durch Gipsabbau bedroht oder sogar schon abgebaut. Sehr drastisch hat sich dieser auf den Bestand der Alpen-Gänsekresse (*Arabis alpina*) ausgewirkt, deren ursprünglicher, schon bei *Vocke & Angelrodt* (1886) und *Schulz* (1912a) angegebener Wuchsort bei Ellrich abgebaut wurde, und die jetzt nur noch in wenigen Exemplaren an einer anderen Stelle wächst.

Das kriechende Gipskraut (*Gypsophila repens*) und die Felsen-Schaumkresse (*Cardaminopsis petraea*) sind ebenfalls von mehreren heute abgebauten Gebieten in der Literatur belegt (*Vocke & Angelrodt* 1886, *Schulz* 1912a, *Schulz* 1912b, *Meusel* 1939). Sie sind zusammen mit weiteren dealpinen Arten heute noch am Sachsenstein bei Bad Sachsa zu finden. Das Gleiche gilt auch

für das Brillenschötchen (*Biscutella laevigata*), das schon bei *Thal* (1588) beschrieben wird und inzwischen nur noch am Mühlberg bei Niedersachswerfen vorkommt.

Insgesamt ergibt sich aus der floristischen Literatur über das Untersuchungsgebiet und den eigenen Untersuchungen, daß viele Pflanzenarten, gerade in der Nähe ihrer Arealgrenzen und an besonderen Standorten, offenbar schon seit sehr langer Zeit von bestimmten Wuchsorten bekannt sind. Dort kommen sie meist in ungefähr gleichbleibenden Populationen vor, breiten sich aber nicht weiter aus, so daß Störungen dieser Stellen das Aussterben der Populationen zur Folge haben können.

### Vegetation

Allein durch die Flora ergibt sich für jedes Gebiet ein charakteristisches Bild, das noch vielfältiger wird, wenn man die Vegetation, also die Gesamtartenzusammensetzung, betrachtet. Neben den schon erläuterten Faktoren Klima und Relief spielt hier der Boden eine wichtige Rolle.

Auf besonders flachgründigen Böden, d.h. wo die Bodenmächtigkeit höchstens wenige Zentimeter beträgt, finden sich Kryptogamengesellschaften mit Bunten Erdflechten (Verband *Toninion caeruleonigricantis*) oder Therophytengesellschaften (*Alyso alyssoidis-Sedion albi*), die ihre Entwicklung schon im Frühsommer abgeschlossen haben und die Zeit der Sommertrockenheit als Samen überdauern. Diese Gesellschaften erreichen im Kyffhäuser ihre größte Artenvielfalt und treten im Kreis Osterode nur noch selten und mit wenigen Arten auf (z.B. Spahnberg bei Hörden).

Optimal entwickelt sind dagegen im Westen die durch Beweidung mit Schafen entstandenen Halbtrockenrasen (*Mesobromion*). Sie sind in der Regel sehr artenreich und bunt und weisen viele Orchideearten auf, wie beispielsweise die Mücken-Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*), das Stattliche, das Bleiche und das Dreizählige Knabenkraut (*Orchis mascula*, *O. pallens*, *O. tridentata*) oder die Fliegenragwurz (*Ophrys insectifera*).

Auf etwas tiefgründigeren Böden (ca. 40 cm) können sie einen fast wiesenartigen Charakter annehmen.

Nach Osten hin können viele Halb-

trockenrasen anhand des zunehmenden Vorkommens kontinental verbreiteter Arten dem Verband *Cirsio-Brachypodium* zugeordnet werden. Bei den Arten handelt es sich z.B. um den Dänischen Tragant (*Astragalus danicus*), das Sichel-Hasenohr (*Bupleurum falcatum*), das Rötliche Fingerkraut (*Potentilla heptaphylla*), Adonisröschen (*Adonis vernalis*) und Ungarische Schafgarbe (*Achillea pannonica*).

An trockenen, relativ stark geneigten Hängen sind im ganzen Gebiet Felsfluren mit dem Bleichen Schwingel (*Festuca pallens*) zu finden (*Festucion pallentis*). Sie fehlen noch in der Umgebung von Osterode, kommen kleinflächig am Sachsenstein bei Bad Sachsa vor und sind dann nach Osten hin artenreicher, aber immer mit der gleichen stufigen Bestandesstruktur zu finden.

Das Pendant zu den *Festuca pallens*-Felsfluren bilden an vermutlich bodenfeuchteren Hängen Blaugrashalden (*Mesobromion*) mit den oben beschriebenen dealpinen Arten. Durch das Auftreten des Blaugrases, das an den rutschigen Hängen das Substrat zu stauen vermag, sind sie ebenfalls meist durch eine treppige Struktur gekennzeichnet.

Echte Trockenrasen der Verbände *Xerobromion* und *Festucion valesiacae* sind optimal im Kyffhäuser ausgebildet. Sie besiedeln flachgründige Böden auf klüftigem Gestein. Charakteristische Pflanzenarten sind Zwergsträucher wie das Zwerg-Sonnenröschen (*Fumana procumbens*) und der Berggamander (*Teucrium montanum*), aber auch hochwüchsige Arten wie der Rauhe Alant (*Inula hirta*) und die Ästige Grasllilie (*Anthericum ramosum*). Am Südhazrand sind die Trockenrasen artenärmer (vgl. auch *Mahn* 1965: 14) und nach Westen hin floristisch nicht mehr von den *Festuca pallens*-Felsfluren zu trennen.

Einen schwer einzuordnenden Vegetationstyp stellen die Löß-beeinflußten Trockenrasen dar. Die Böden sind meist über 30 cm tief und sehr humusreich, die Vegetation ist hochwüchsig und weist einen relativ dichten Bestandeschluß auf. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes sind dort beispielsweise die Bologneser Glockenblume (*Campanula bononiensis*), Diptam (*Dictamnus albus*) oder das Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*) zu finden. Floristisch leiten diese Trockenrasen zu den thermophilen Säumen (*Geranion*

*sanguinei*) über, die oft auch in den selben Gebieten vorkommen.

Neben Gründigkeit und Trockenheit, die vermutlich die Hauptfaktoren für die Differenzierung in die bisher genannten Vegetationstypen darstellen, hat auch der pH-Wert einen Einfluß auf die Vegetation. Bei schwach saurer Bodenreaktion (pH 5-6,5) mischen sich „säuretolerante“ Arten in die Halbtrockenrasen. Hierdurch können z.T. sehr artenreiche Bestände entstehen, in denen Arten wie Blutwurz (*Potentilla erecta*), Gewöhnliches Kreuzblümchen (*Polygala vulgaris*), Dreizahn (*Danthonia decumbens*) oder Heidekraut (*Calluna vulgaris*) zu finden sind.

Bei sehr niedrigen pH-Werten (3,5-4,5) schließlich, die auf reinem Gips auftreten können, kommen die Arten der Kalkmagerrasen nicht mehr vor und es dominieren *Calluna*-Heiden oder Strauchflechten-reiche Rasen-Bestände mit der Drahtschmiele (*Avenella flexuosa*).

## Fazit

Es kann davon ausgegangen werden, daß sich das Zusammenspiel zwischen Klima, Boden und Vegetation über sehr lange Zeiträume entwickelt hat, und daß bisherige Untersuchungen nur einen kleinen Einblick in die komplexen Zusammenhänge bieten. Die Gipsgebiete von Südharz und Kyffhäuser sind durch ihre Artenvielfalt und Schönheit, aber besonders auch wissenschaftlich unersetzbar, denn sie bieten auf kleinem Raum sehr vielfältige Bedingungen. Für deren Untersuchung stellt jedes einzelne Teilgebiet einen wertvollen Mosaikstein dar, und in seiner Gesamtheit ist das Gebiet dadurch europaweit einmalig.

## Literaturverzeichnis

- Barthel, K.-J.* (1987): Zur Flora von Nordhausen und der näheren Umgebung (1. Beitrag).- Mitt. Florist. Kartierung Halle 13 (1/2): 40-49. Halle.
- Hohl, R.* (Hrsg.) (1985): Die Entwicklungsgeschichte der Erde. 5. Aufl. Hanau. 703 S.
- Mahn, E.-G.* (1965): Vegetationsaufbau und Standortverhältnisse der kontinental beeinflussten Xerothermrasengesellschaften Mitteldeutschlands. - Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-Naturw. Kl. 49 (1): 1-138. Berlin.
- Meusel, H.* (1939): Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge im Kyffhäuser und im südlichen Harzvorland. Ein Beitrag zur Steppenheidefrage.- *Hercynia* 2 (4): 1-372. Halle /Saale.
- Möbus, G.* (1966): Abriss der Geologie des Harzes. Leipzig. 219 S.
- Petry, A.* (1889): Die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäusergebirges. Halle/Saale. 55 S.
- Reimers, H.* (1940): Geographische Verbreitung der Moose im südlichen Harzvorland (Nordthüringen). Mit einem Anhang über die Verbreitung einiger bemerkenswerter Flechten. - *Hedwigia* 79: 175-373. Dresden.
- Schönfelder, P.* (1978): Vegetationsverhältnisse auf Gips im südwestlichen Harzvorland.- *Naturschutz Landschaftspfl. Nieders.* 8: 1-110. Hannover.
- Schulz, A.* (1912a): Über die Wohnstätten einiger Phanerogamen (*Salix hastata*, *Gypsophila repens*, *Arabis alpina* und *A. petraea*) im Zechstein-Gebiete am Südrande des Harzes und die Bedeutung des dortigen Vorkommens dieser Arten für die Beurteilung der Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands.- Mitt. Thüring. Bot. Ver. N.F. 29: 1-20. Weimar.

- Schulz, A.* (1912b): Beiträge zur Kenntnis der Flora und Pflanzendecke des Saalebezirkes. I.- Zeitschr. f. Naturwiss. 84: 197-205. Halle /Saale.
- Thal, J.* (1588): *Sylva Hercynia, sive Catalogus plantarum sponte nascentium in montibus et locis vicinis Hercyniae.* Nachdruck 1977, neu herausgegeben, ins Deutsche übersetzt, gedeutet und erklärt von Stephan Rauschert. Frankfurt/Main. 283 S.
- Thorn, J.* (1957): *Praealpin - dealpin.* Wandlungen eines Arealbegriffes.- Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. N.F. 6/7: 79-89. Stolzenau/Weser.
- Vocke, A. & Angelrodt, C.* (1886): Flora von Nordhausen und der weiteren Umgegend. Systematisches Verzeichnis der wildwachsenden und häufig kultivierten Gefäßpflanzen. Berlin. 328 S.
- Walter, H. & Lieth, H.* (1967): *Klimadiagramm-Weltatlas. Teil I: Europa mit Sibirien.* Jena.
- Wein, K.* (1927): Die Rolle der Umgebung von Nordhausen in den Verbreitungsgrenzen einiger wichtiger Pflanzengruppen.- *Pflüger* 4: 219-227. Flarchheim/Thüringen.
- Weiss, R.F.* (1924): Die Gipsflora des Südharzes.- *Bot. Centralbl. Beih.* 40: 223-253. Dresden.

## Anschrift der Verfasserin

Ute Jandt  
Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften  
Abt. Vegetationskunde und Populationsbiologie  
Untere Karspüle 2  
37073 Göttingen  
email: [ujandt@gwdg.de](mailto:ujandt@gwdg.de)

# Ökologie der Wälder auf Gips, Zustand und Ziel

von Gunter Cohrs

## 1. Naturräumliche Gegebenheiten

Das Untersuchungsgebiet gehört zum Wuchsgebiet „südniedersächsi-

ches Bergland“ und zum Wuchsbezirk „südwestliches Harzvorland“.

Die Lage zwischen dem Harz im Osten und dem Göttinger Wald/Eichs-

feld im Westen bedingt die geologischen und klimatischen Besonderheiten dieses Raumes.

*Klimadaten* für das Gebiet Herzberg/Walkenried (abhängig von der Meereshöhe: 220 - 280 m über NN):  
Niederschlag pro Jahr:  
750 - 950 mm  
Niederschlag in der Vegetationszeit:  
370 - 420 mm

mittlere Jahrestemperatur:

8.0 - 7.0 Grad C

Temperatur in der Vegetationszeit:

14.6 - 13.9 Grad C

Frosttage pro Jahr: 90 Tage

Schneetage pro Jahr: 45 Tage

Das Klima entspricht den Temperaturverhältnissen der kollinen Höhenstufe, es ist kontinental beeinflusst. Die günstigen Eigenschaften für das Pflanzenwachstum überwiegen, es ist wärmer als im Harz, besonders in der Vegetationszeit.

Bei den Böden ist eine Lößauflage unterschiedlicher Mächtigkeit das beherrschende Substrat, oft steht jedoch Gips und Anhydrit direkt an. Meistens sind basenarme Silikatgesteine gebildet worden, außerdem Kalkgesteinsböden sowie Gips- und Kalkrendzinen.

## 2. Waldgesellschaften

Unter gleichen Boden- und Klimabedingungen findet man in menschlich unbeeinflussten Wäldern in der Regel die gleiche Artenkombination aus Bäumen und Waldbodenpflanzen vor, die sogenannte natürliche Waldgesellschaft.

Am Harzrand wären in der kollinen Stufe, bis in Höhenlagen von 300 m, Mischwälder aus Buche und Eiche anzutreffen. Heute ist natürlich das Verhältnis der Arten in der Baumschicht durch forstliche Eingriffe weitgehend beeinflusst und umgeformt worden (so wurde z.B. zeitweise der Bergahorn ganz besonders gesucht und bis in die höchsten Lagen exploitiert, weil man das Holz für Gewehrshäfte benötigte).

Je nach Bodenfrische und Verwitterungstiefe werden folgende Buchenwälder über Gips unterschieden:

■ Orchideen-Buchenwald (Carici-Fagetum)

auf flachgründigem Boden, vorherrschende Baumarten sind Buche, Bergahorn, Esche, daneben kommen auch Bergulme, Eiche, Linde, Hainbuche vor.

■ Platterbsen-Buchenwald (Lathyro-Fagetum)

auf Verwitterungsböden geringer Mächtigkeit, mit denselben Baumarten, die Buche ist hier von besserer Qualität. Die Bodenvegetation ist reich an Frühjahrsblühern.

■ Perlgras-Buchenwald (Melico-Fagetum)

auf etwas tiefgründigeren Böden, mit Buche und Esche als Hauptbaumarten

und Bergulme, Eiche, Hainbuche, Spitzahorn, Feldahorn und Kirsche als Nebenbaumarten.

■ Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum)

meist auf stark exponierten Felsnasen oder steilen Oberhängen und bei starker Auswaschung des Oberbodens, mit Buche und Eberesche als häufigste Baumarten, daneben mit Bergahorn und Traubeneiche.

■ Schluchtwaldgesellschaften kommen häufig in Dolinen vor mit Buche, Esche sowie Bergulme und Linde (Kennart = *Lunaria rediviva*).

■ Schwarzkiefernauflistung, eine Besonderheit auf flachgründigem Boden, zur Vorwald-Bildung wurde die bodenvage und trockenheitsertagende Schwarzkiefer als Pionierholzart begründet, die wegen ihrer geringen Nährstoffansprüche den Boden für die anspruchsvolleren Laubbaumarten vorbereiten soll.

## 3. Einzelne Teilgebiete und Besonderheiten

### *Hainholz / Lichtenstein*

Beide Bereiche westlich von Düna bzw. südlich von Förste wurden wegen ihrer Vielfalt von geologisch-geomorphologischen Erscheinungen (Dolinen, Gipskarrenfelder, Mulden, Senken, Höhlen, Erdfälle, Karstseen) bereits 1967 bzw. 1973 unter Naturschutz gestellt.

Hier ist der Anbau nicht standortgemäßer, den örtlichen Waldgesellschaften fremder Baumarten, insbesondere aller Nadelholzarten verboten. Zugelassen bleibt die forstliche Bewirtschaftung als Laubwald aus einheimischen Baumarten im Plenterbetrieb.

Leider sind Teile dieser typisch ausgeprägten Gipskarstlandschaft durch Gipsabbau stark bedroht.

### *Trogstein*

Das Gebiet nordwestlich von Tettensborn wird in der nächsten Zeit vermutlich weitgehend abgebaut werden. Die vorkommenden Buchen-, Eichen-, und Hainbuchenwälder sind noch recht naturnah ausgeprägt, vereinzelt kommt Blaugrasrasen vor.

### *Sachsenstein / Priorteich / Höllstein*

Das Gebiet westlich von Walkenried ist zum größten Teil bereits seit 1949 als Naturschutzgebiet geschützt. Hier lie-

gen viele Teiche mit interessanten Wasser- und Verlandungsgesellschaften, die teilweise noch mit der Verkarstung des Untergrundes zusammenhängen.

Es gibt große Steilwände mit seltenen Rasengesellschaften (*Sesleria varia*), naturnahe Reste von Nieder-, Mittel- und Hutewäldern.

Typische Karsterscheinungen sind die sogenannten Zwergenlöcher, das sind Quellungshöhlen aus der Umwandlung des Anhydrit zu Gips (die „Waldschmiede“ ist 2 m hoch und hat einen Durchmesser von 7,5 m).

Durch geplante Abnutzung von Fichtenbeständen wird hier eine naturnahe Laubholzbestockung erreicht.

### *Röseberg / Mehholz*

Schöne Buchenwaldbestände - zum Teil sehr alt - mit hohem ökologischen Wert für den Erholungsort Walkenried.

### *Juliushütte / Kahle Kopf / Himmelreich / Iteleich*

Ein Teil des Gebietes wurde schon 1949 unter Naturschutz gestellt, ein anderer Teil 1988. Zugelassen bleibt die forstliche Bewirtschaftung in Form einer planmäßigen Pflege und Erhaltung des Schutzgebietes als Landschaftswald. Vorschriften zur forstlichen Bewirtschaftung sowie Maßnahmen für den Schutz, die Pflege und Entwicklung des Gebietes sind im Forsteinrichtungswerk (10jährige bestandesweise Planung) des Forstamtes enthalten.

Die naturnahen Buchenwälder werden gepflegt und erhalten, Fichtenflächen werden umgewandelt in standortgemäßen Laubwald, interessante Vorwaldstadien mit Birke sollen sich weitgehend ungestört entwickeln.

In einer modernen Naturschutz-Verordnung von 1991 sind folgende textliche Festlegungen getroffen worden, die das Forstamt aber auch hier in den älteren Schutzgebieten beachtet: „Zugelassen sind: . . . ordnungsgemäße Forstwirtschaft mit folgenden Einschränkungen

Wiederverjüngung, Pflege und Nutzung sollen so erfolgen, daß

■ naturnaher Wald auf der Grundlage der heute potentiell natürlichen Vegetation erhalten und entwickelt wird,

■ nicht naturnahe Bestockung nach Hiebsreife in naturnahe umgewandelt wird,

■ die Holzentnahme kleinflächig, nach Möglichkeit einzelstammweise

oder gruppenweise nach Zieldurchmesser erfolgt,

- einige Altbäume je Hektar dem natürlichen Zerfall überlassen werden,
- chemische Pflanzenbehandlungsmittel im Sinne des Pflanzenschutzgesetzes nicht angewendet werden, soweit die Existenz des Waldes und einzelner seiner Bestandteile anders gesichert werden kann,
- notwendige flächenhafte Kalkungs- und Düngungsmaßnahmen im Einvernehmen mit der Bezirksregierung Braunschweig durchgeführt werden.“

Das Gebiet wird durch Gipsabbau (außerhalb der Naturschutzgebiete) sowie die Bahnlinie Walkenried / Ellrich beeinträchtigt.

#### 4. Waldbaulich-ökologische Zielvorgabe

Ein naturnah ausgerichteter Waldbau eröffnet die Möglichkeit, die ökologischen Bedingungen im Wald mit den ökonomischen Zielen der nachhaltigen Holzproduktion auf der gesamten Fläche zu verbinden.

Die Wuchsbedingungen sind im Wuchsbezirk südwestliches Harzvorland für alle Baumarten günstig, die Risikobelastung (Wind, Spätfrost) ist gering. Der Reichtum der Böden verlangt, ein Schwergewicht auf Laubmischwälder zu legen, wobei die Buche die Hauptrolle, Eiche und Edellaubholz eine bedeutende Nebenrolle spielen soll.

Die Sonderstandorte im Kalk/Gips-Gebiet sollen je nach Stärke der Lößauflage, je nach Exposition (Schattengang-, Sonnenhang-, Plateaulagen) und Skelettreichtum mit folgenden Betriebszieltypen oder Waldentwicklungstypen (WET) bestockt sein:

- WET 23 Buche / Edellaubholz
- WET 31 Edellaubholz frischer Typ
- WET 33 Edellaubholz trockener Typ

Neben Esche, Bergahorn und Hainbuche sollen auch die selteneren und gefährdeteren Arten (Elsbeere, Eibe, Ulme, Speierling, Sommerlinde, Feldahorn und Wildobst [Kirsche, Wildapfel, Wildbirne]) beteiligt werden - besonders auch beim Aufbau und der Pflege von Waldrändern der vielen oft relativ kleinen Waldstücke.

Die Bewirtschaftung der Niedersächsischen Landesforsten soll nach den

Grundsätzen der „langfristigen ökologischen Waldentwicklung“ (LÖWE) erfolgen. Aus diesem Programm seien nur einige wichtige Grundsätze hervorgehoben, die besonders für Wälder im hiesigen Gipsgebiet Geltung haben:

- Laubwald- und Mischwaldvermehrung, standortgemäße Baumartenwahl,
- Bevorzugung natürlicher Waldverjüngung, ggf. Voranbau unter Schirm bei nicht geeigneter Bestockung,
- Erhaltung alter Bäume, Schutz seltener und bedrohter Pflanzen- und Tierarten,
- Verbesserung des Waldgefüges. Vertikal gegliederte Waldstrukturen erhöhen die Stabilität und das Angebot an ökologischen Nischen,
- Zielstärkennutzung heißt Einzelstamm- oder gruppenweise Nutzung nach Hiebsreife, Verzicht auf Kahlflächen,
- nachhaltige Holzerzeugung bei gleichzeitiger Erfüllung der Schutz- und Erholungsfunktionen gleichrangig auf ganzer Fläche, nur so kann die ökologische Verinselung verhindert werden.

Das Ziel des ökologisch richtigen Waldbaus ist auf Stabilität, Artenvielfalt, Nischenreichtum auch für seltene Arten sowie auf Schönheit des Waldes gerichtet - und zwar nicht in einer „Reservats“-Struktur für jede dieser einzelnen Funktionen, sondern gleichzeitig in allen Wäldern, d.h. weitgehend harmonisiert auf ganzer Fläche.

Ein weiterer Löwe-Grundsatz ist der Aufbau eines Netzes von *Waldschutzgebieten*. Hierzu besteht die Verpflichtung nach dem Gesetz zu dem Übereinkommen vom 5.6.1992 über die biologische Vielfalt zur „Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt in den Landesforsten“. Z. Zt. läuft ein Verfahren zur Auswahl, Sicherung und Entwicklung von Waldschutzgebieten. Es sind Abstimmungen zwischen Niedersächsischem Forstplanungsamt, Oberer Naturschutzbehörde bei den Bezirksregierungen, Niedersächsischem Landesamt für Ökologie sowie den Verbänden erforderlich. Folgende Schutzgebiete sind möglich:

- Naturwälder (keine Nutzung, keine Pflege)
- Naturwirtschaftswälder (Baumarten der potentiellen natürlichen Vegetation),
- lichte Wirtschaftswälder mit Habitatskontinuität (Lichtbaumarten

Schlußwaldgesellschaften wären von Schattenbaumarten beherrscht),

- kulturhistorische Wirtschaftswälder, Relikte historischer Waldnutzungsformen (Hute-, Nieder-, Mittelwald),
- Generhaltungswälder (genetische Informationen bestimmter einheimischer Baum- und Straucharten sowie im Anbau bewährter fremdländischer Baumarten sollen gesichert werden).

Nach diesen Plänen ist nahezu das gesamte Gebiet um Walkenried mit verschiedenen Waldschutzgebietskategorien belegt.

Das Waldschutzgebiets-Konzept kann auch als naturschutzfachliche Planungsgrundlage bei Ausweisung von Naturschutzgebieten oder FFH-Gebieten (Fauna-Flora-Habitat-EU-Richtlinie zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen) dienen. Hiernach ist das Gebiet Nr. 133 = Gipskarstgebiet bei Osterode mit 1192 Hektar und das Gebiet Nr. 136 = Gipskarstgebiet bei Bad Sachsa mit 1582 Hektar vorgeschlagen.

Darin können enthalten sein:

- Naturschutzgebiete,
- Nationalparke,
- Landschaftsschutzgebiete,
- Naturdenkmale,
- geschützte Landschaftsbestandteile

oder

§ 28 a - *Biotope*, in denen alle Handlungen verboten sind, die zu einer Zerstörung oder sonst erheblichen Beeinträchtigung des besonders geschützten Biotops führen können. Einige typische dieser Sonderstandorte auf Gips können sein:

- natürliche Block- und Geröllhalden, Felsen,
- Zwergstrauch- und Wacholderheiden,
- Magerrasen
- Wälder und Gebüsche trockenwarmer Standorte und
- Schluchtwälder.

Beispiele aus der täglichen Arbeit des Forstamtes im Hinblick auf die Bewirtschaftung dieses für den Naturschutz so wertvollen Gebietes wurden anhand von Dias belegt (Freistellung einer Gipswand von Gehölzen, Rekultivierung von Abbauflächen mit Buche und Edellaubholz, Alt- und Totholz, Umwandlung von Fichten in Laubholz, Streuobstwiese) und besprochen.

**Literaturverzeichnis:**

- Burghard, H.L.*, 1979: Nieders. Landesverwaltungsamt, Landschafts- und Biotoppflegeplan Walkenried
- Corsmeier, Brigitte et.al.*, 1986: Bezirksregierung Braunschweig, Pflege- und Entwicklungskonzept für das Naturschutzgesetz Priorteich/Sachsenstein
- Drachenfels, Olaf v.*, 1990: Naturraum Harz - Grundlagen für ein Biotop-schutzprogramm, Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, Heft 19
- Drachenfels, Olaf v.*, 1994: Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen, Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, A/4
- George, H.-R., et.al.*, 1977: Naturschutz und Erholung in der Samtgemeinde Walkenried, Projektarbeit, Institut für Landschaftspflege und Naturschutz, TU Hannover
- Heinze, Martin*, 1995: Boden - Pflanze - Beziehungen auf Gipsstandorten, Allgemeine Forstzeitschrift Nr. 15, 1995
- Kreysern, Ernst*, 1984. Bedeutung eines Halbtrockenrasens im Landkreis Göttingen für den Naturschutz und Möglichkeiten seiner Erhaltung und Pflege, Diplomarbeit Fachhochschule Hildesheim/Holzminde
- Landesregierung*, Programm der, 1991: Langfristige ökologische Waldentwicklung in den Landesforsten, Waldschutzgebietskonzept (Pkt. 8)
- Meusel, Hermann*, 1939: Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge im Kyffhäuser und im südlichen Harzvorland, Hercynia Band II, Heft 4, 1939
- Niedersächsisches Forstplanungsamt*, 1987: Biotop- und Artenschutz im forstlichen Alltag
- Niedersächsisches Forstplanungsamt*, 1997: Waldschutzgebietsausweisung
- Nieders. ML*, 1991: Waldentwicklung Harz, Fachgutachten
- Otto, Hans-Jürgen*, 1991: Langfristige, ökologische Waldbauplanung für die Niedersächsischen Landesforsten, Band 2, Aus dem Walde, Heft 43
- Schönfelder, Peter*, 1978: Vegetationsverhältnisse auf Gips im südwestlichen Harzvorland, Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, Heft 8
- Seedorf, Hans-Heinrich*, 1955: Reliefbildung durch Gips und Salz im nieders. Bergland, Nieders. Amt für Landesplanung und Statistik, Reihe A 1, Band 56.

**Anschrift des Verfassers**

Gunter Cohrs  
Forstoberrat  
Nieders. Forstamt Walkenried  
Am Eckfleck 37  
37445 Walkenried

## Zum aktuellen Kenntnisstand der Fledermausfauna (Chiroptera) am südwestlichen Harzrand

von Wolfgang Rackow

Dieser Artikel ist dem 1997 verstorbenen Fledermauskundler Friedel Knolle aus Goslar gewidmet.

**Einleitung**

Seit 1985 arbeitet der Verfasser intensiv für das Niedersächsische Tierartenerfassungsprogramm des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie im Bereich der Fledermauserfassung. Während vorher nur ältere Literaturzitate von Einzelfunden und Winterquartieren sowie aktuellere Funde von den Höhlen- und Karstkundlern vorlagen, wurden jetzt alle zur Verfügung stehenden Daten zusammengetragen und in vielen Artikeln veröffentlicht. So hat diese kontinuierliche Erfassungsarbeit in 13 Jahren den Nachweis von 16 Fleder-

mausarten mit sieben Erstnachweisen erbracht.

**Material und Methoden**

In der Vielfalt der Erfassungsmethoden, mag der Erfolg der vielen Nachweise von 16 Fledermausarten im Untersuchungsgebiet, dem Landkreis Osterode am Harz, liegen. Während in den ersten Jahren der Schwerpunkt bei den Hausquartieren lag, werden jetzt auch die wichtigen unterirdischen Winterquartiere kontrolliert.

Folgende Methoden wurden angewandt:

- Auswertung von Gewöllanalysen
- Suche mit Fledermaus-Detektor (FLAN 2.2 oder QMC-Mini)
- Fang mit Japannetzen
- Bau und Kontrolle von Vogel- und Fledermauskästen
- Kontrolle von Hinweisen aus der Bevölkerung
- Lebend- und Todfundauswertung
- Winterquartierkontrollen
- Öffentlichkeitsarbeit wie Zeitungsartikel, Radio- und Fernsehaufnahmen, Lichtbildervorträge, Abendwanderungen mit Fledermaus-Detektor für Erwachsene und Kinder, Ausstellungen uvm.
- Systematische Kontrolle aller Kirchen
- Literaturangaben

**Untersuchungsgebiet**

In der Regel ist der gesamte Landkreis Osterode am Harz mit einer Fläche von 637 qkm, höchster Punkt „Auf dem Acker“ 865 m üNN, niedrigster Punkt „Söseniederung bei Dorste“ 134 m üNN, das Untersuchungsgebiet (Landkreis

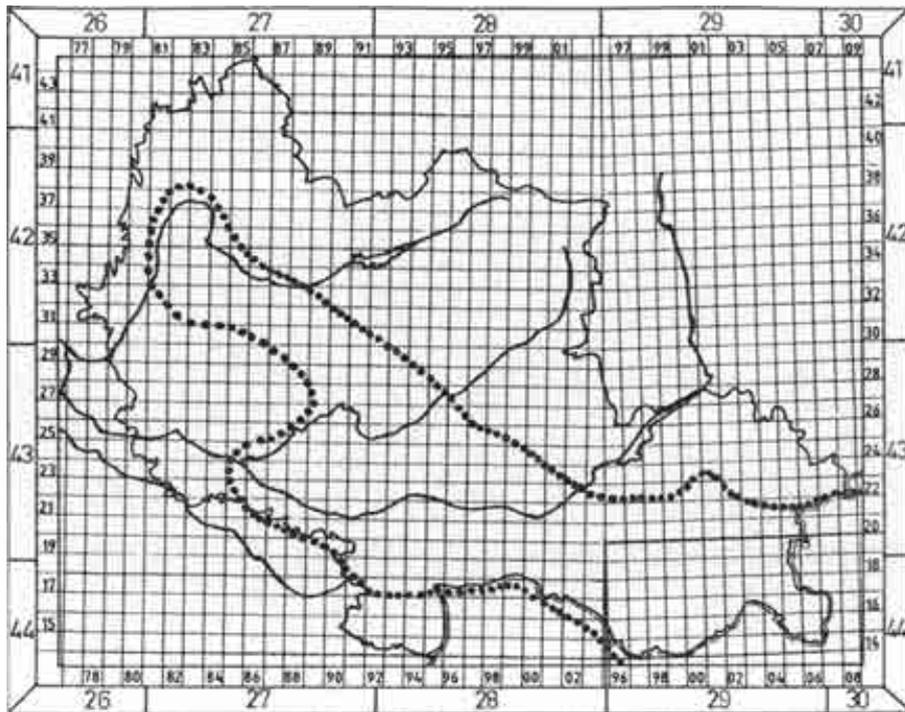


Abb. 1: Karte des Landkreis Osterode am Harz. Die gepunktete Linie zeigt den Untersuchungsraum im geplanten Biosphärenreservat Gipskarst im Süd-Harz.

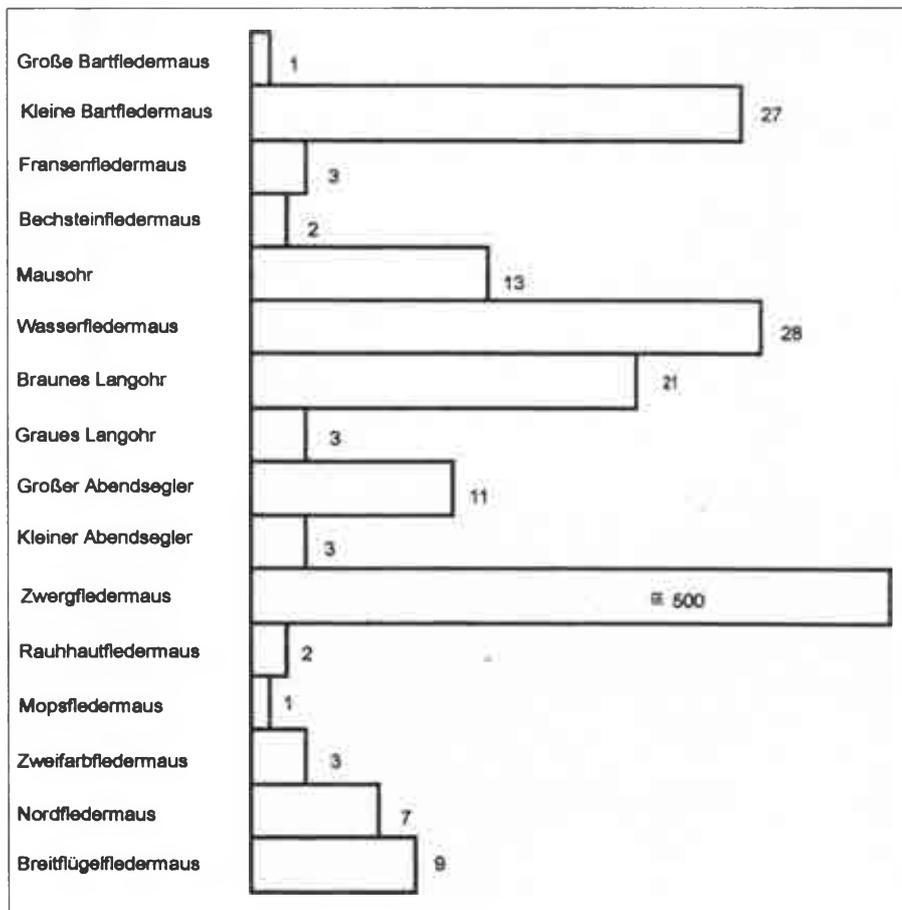


Abb. 2: Häufigkeit der Gesamtnachweise im Untersuchungsgebiet

Osterode am Harz, 1988), Angrenzende Landkreise wie Goslar, Northeim, Göttingen und Nordhausen sind, mit Absprache der zuständigen Behörden bzw. Fledermauskundlern, nur punktuell bearbeitet worden.

In vorliegender Arbeit sind allerdings nur die Daten innerhalb der gepunkteten Linie in Abb. 1 verwendet worden. Diese umfassen Teile der Städte Bad Lauterberg, Bad Sachsa, Herzberg und Osterode sowie Teile der Samtgemeinden Bad Grund, Hattorf und Walkenried und sind identisch mit dem geplanten Biosphärenreservat Südharz.

### Ergebnisse

Während der Bearbeitungszeit konnten 16 Fledermausarten (Tab. 1) am südwestlichen Harzrand nachgewiesen werden. Zusammen mit der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*), von der nur historische Daten und ein Fund aus Osterode von 1939 (Knolle 1988) vorliegen - wurden bisher also 17 der 18 niedersächsischen Fledermausarten festgestellt.

#### Große Bartfledermaus (*Myotis brandti*)

Diese kleine Art konnte erst einmal exakt im Winterquartier mit einem erfahrenen Fledermauskundler gemeinsam angesprochen werden. Ob sich *Myotis brandti* im Gebiet fortpflanzt, ist somit noch offen.

#### Kleine Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*)

Zwillingsart der Großen Bartfledermaus, die Sommerquartiere an Gebäuden in von außen zugänglichen engen Spalten annimmt. Winterquartiere befinden sich in Höhlen und Bergwerkstollen mit hoher Luftfeuchtigkeit. Das Vorkommen im Untersuchungsgebiet ist gleichmäßig verteilt mit wenigen Sommer- und Winterquartieren und vielen Lebend- und Totfunden.

#### Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*)

Mittelgroße *Myotis*-Art mit Sommerquartieren in und an Gebäuden sowie Baumhöhlen und Vogel- und Fledermauskästen. Die Winterquartiere befinden sich in unterirdischen Hohlräumen,

die eine hohe Luftfeuchtigkeit aufweisen. Um den Status der Fransenfledermaus festzulegen, bedarf es weiterer Funde und Forschung.

#### Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteini*)

Die langen Ohren zeichnen die mittelgroße Art aus, die als Sommerquartiere Baumhöhlen und Nistgeräte bevorzugt. In unterirdischen Hohlräumen wird die Art selten angetroffen, so daß sie vermutlich auch in Baumhöhlen und in anderen oberirdischen, bisher weitgehend unbekannt gebliebenen Lokalitäten hiberniert. Zwei Totfunde am Ortsrand von Osterode sind die einzigen Nachweise (Rackow 1996).

#### Großes Mausohr (*Myotis myotis*)

Die größte heimische Fledermausart bildet im Untersuchungsgebiet keine Wochenstuben mehr. Eine Kontrolle der Kirchendachböden vom Verfasser erbrachte nur noch ein Männchenquartier, die letzte Wochenstube in Hattorf ist inzwischen verwaist. Im Winterquartier ist das Große Mausohr eine der häufigsten Arten, was wohl auch an den exponierten Hangplätzen in Höhlen und Stollen liegt.

#### Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni*)

Die mittelgroße Wasserfledermaus mit den großen Füßen jagt fast ausschließlich über stehenden und langsam fließenden Gewässern. In der Regel sind die Wochenstuben in Baumhöhlen, seltener in Bauwerken.

Eine hohe Luftfeuchtigkeit zeichnet die Winterquartiere in Höhlen und Stollen aus. Im August/September sind Netzfänge vor Winterquartieren besonders erfolgreich. Die Daten der Wasserfledermaus sind vom Verfasser (Rackow 1994c) zusammengefaßt worden. Ungewöhnlich sind zwei Hausquartiere in Schwiegershausen.

#### Braunes Langohr (*Plecotus auritus*)

Mit den riesigen Ohren ist die mittelgroße Art unverwechselbar im Aussehen. Die Variationsbreite in der Wahl der Sommerquartiere ist beim Braunen Langohr besonders groß. So werden Baumhöhlen, Nistkästen und Gebäude-

Tab. 1: Status der seit 1985 nachgewiesenen Fledermausarten

WoQ = Wochenstubenquartier    SoQ = Sommerquartier (ohne Vermehrungsnachweis)  
MäQ = Männchenquartier    Detek = Detektornachweis  
EiF = Einzelfund (Lebend- oder Totfund)  
Netz = Netzfang    WiQ = Winterquartier

X = festgestellt    - = nicht festgestellt

	WoQ	SoQ	MäQ	Detek	EiF	Netz	WiQ
Große Bartfledermaus <i>Myotis brandti</i>	-	-	-	-	-	-	X
Kleine Bartfledermaus <i>Myotis mystacinus</i>	X	X	X	-	X	-	X
Fransenfledermaus <i>Myotis nattereri</i>	-	-	-	-	X	-	X
Bechsteinfledermaus <i>Myotis bechsteini</i>	-	-	-	-	X	-	X
Mausohr <i>Myotis myotis</i>	X	-	X	-	X	-	X
Wasserfledermaus <i>Myotis daubentoni</i>	X	X	-	X	X	X	X
Braunes Langohr <i>Plecotus auritus</i>	X	X	X	-	X	-	X
Graues Langohr <i>Plecotus austriacus</i>	-	X	-	-	X	-	-
Großer Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	-	-	-	X	X	-	X
Kleiner Abendsegler <i>Nyctalus leisleri</i>	-	-	-	-	X	-	X
Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	X	X	X	X	-	X
Rauhhaufledermaus <i>Pipistrellus nathusii</i>	-	-	-	-	X	-	-
Mopsfledermaus <i>Barbastellus barbastellus</i>	-	-	-	-	X	-	-
Zweifarbflödenmaus <i>Vespertilio murinus</i>	-	-	-	-	X	-	X
Nordfledermaus <i>Eptesicus nilssonii</i>	X	X	X	X	X	-	X
Breitflügelmaus <i>Eptesicus serotinus</i>	X	-	-	X	X	X	X

quartiere angenommen. Gleiches gilt für die Winterquartiere, wo auch eine große Bandbreite der unterschiedlichen Quartiere genutzt wird, wie Höhlen, Stollen, Keller und gelegentlich überirdisch in mehr oder weniger frost-sicheren Gebäuden.

#### Graues Langohr (*Plecotus austriacus*)

Die Zwillingart bildet ihre Wochenstuben ausschließlich in Gebäuden. Winterquartiere sind im Untersuchungsraum bisher nicht gefunden worden. Am Ortsrand von Bad Sachsa liegt das einzi-

ge bekannte Sommerquartier (Vowinkel 1991) obwohl der Fund eines juvenilen Männchens 1996 in Herzberg auf eine weitere Wochenstube hindeutet.

#### Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*)

Diese große Fledermausart mit kurzen Ohren und rostbraunem kurzen Fell jagt gerne über dem Walddach, Lichtungen, an Waldrändern, über Grünland, Gewässern und Müllkippen. Sommerquartiere und Wochenstuben bilden die Abendsegler in Baumhöhlen, Stamm-aufrißern und in Fledermauskästen, sel-



**Abb. 3:** Ein seltener Anblick im Winterquartier 4 Mausohren (*Myotis myotis*) in Körperkontakt. Foto: Andreas Hartwig, Göttingen

tener in bzw. an Gebäuden. Im Untersuchungsgebiet scheinen einige Tiere auch zu überwintern, da bei großen Frostperioden Zimmereinflüge und Einzelfunde, vor allem im Raum Bad Lauterberg, gemacht wurden.

#### **Kleiner Abendsegler (*Nyctalus leisleri*)**

Etwas kleiner als die Zwillingensart, mit den etwa gleichen Ansprüchen an Sommer- und Winterquartieren. Der Fund eines juvenilen Kleinen Abendseglers im August 1988 am Rande von Herzberg, deutet auf einen Vermehrungshinweis (Rackow 1989).

#### **Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*)**

Die kleinste einheimische Fledermaus ist auch die am meisten verbreitete Art im Untersuchungsgebiet. Eine große Variabilität in der Auswahl der Jagdhabitats und die Anpassungsfähigkeit im Bezug der Spaltquartiere in und an Gebäuden, ist der Schlüssel zum dominanten Vorkommen im Untersuchungsgebiet. Von 1985 bis 1989 hat der Verfasser (Rackow 1991b) schon 109 Einzelfunde (Lebender oder Tode) registriert, 93 Sommerquartiere mit 24 Wochenstuben. Bis 1995 sind im gesamten Landkreis 145 tote Zwergfledermäuse als Einzelfunde gesammelt worden (Rackow 1996).

Dazu kommen noch über 1000 Tiere aus zwei Massengräbern in Osterode (Rackow 1990 und Rackow & Godmann 1996). Anhand dieser Zahlen ist die geschätzte Zahl von 500 Gesamtnachweisen aus Abb. 2 wirklich nicht zu hoch angesetzt.

Zusammengefaßt ist *Pipistrellus pipistrellus* die Fledermaus mit größter Verbreitung und Populationsdichte im Südharz.

#### **Rauhhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*)**

Mit wenig größeren Maßen wie die Zwergfledermaus. Kleine Art, die als Bewohner des Waldes dort jagt und in engen Spalten, wie abgeplatzter Rinde, Stammaufrissen, Baumhöhlen, Hochsitzen (z.B. hinter Dachpappe) und gerne in Fledermauskästen, ihre Sommerquartiere hat. Die Winterquartiere liegen nicht in unseren Breiten, so daß die Einzelfunde auf Durchzügler vom Winter- zum Sommerquartier und umgekehrt deuten.

#### **Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*)**

Mit der gedrunghenen Schnauze und dem schwarzen Fell ist die mittelgroße Mopsfledermaus unverwechselbar. Sommerquartiere sind in Spalten von

Häusern, hinter Fensterläden und in Baumhöhlen. Im Winterquartier gelegentlich im Frostbereich bis -30 C in Höhlen, Stollen und Kellern überwintert. Der einzige Fund im Landkreis Osterode am Harz stammt aus 1996 bei Bad Sachsa, wo ein Männchen als Straßenverkehrsoffer gefunden wurde (Rackow 1997).

#### **Zweifarbflödermaus (*Vespertilio murinus*)**

Schön gezeichnete Fledermaus mit fast weißer Bauchseite und oberseitig zweifarbigen Fell. Die seltene mittelgroße Art nutzt Spaltquartiere an Gebäuden und überwintert in unterirdischen Hohlräumen und in Spalten an Bauwerken und Felsen. Die Einzelfunde und eine über einen längeren Zeitraum beobachtete Überwinterung in Osterode lassen noch keine Aussage über den Status der Zweifarbflödermaus zu (Rackow 1994a).

#### **Nordflödermaus (*Eptesicus nilssoni*)**

Typische Fledermaus mit Vorkommen im Harz und Harzvorland, die sich hervorragend an die menschliche Bauweise angepaßt hat (Rackow 1994a).

Die mittelgroße Nordflödermaus, mit der schönen glänzenden Fellfärbung, hat ihre Sommerquartiere und Wochenstuben im Zwischendach auch von modernen Häusern. In Winterquartieren, wie Stollen und Höhlen, wird sie selten gefunden, was wohl auch auf eine überirdische Überwinterung hinweist. Bemerkenswert ist der Fund von *Eptesicus nilssoni* in Bartolffelde mit aufgedunsenem Körper und verwachsenen Zehen (Rackow 1994b).

#### **Breitflügelflödermaus (*Eptesicus serotinus*)**

Waldränder, Gärten, Grün- und Ödland, entlang von Straßen mit hohen Bäumen und Laternen innerhalb und außerhalb von Ortschaften sind die bevorzugten Jagdhabitats der großen Breitflügelflödermaus. Wochenstuben befinden sich in Gebäuden wo auch die Winterquartierplätze mit niedriger Luftfeuchtigkeit und evtl. Frosteinwirkung sind. Eine Wochenstube in Herzberg und verschiedene Einzelfunde (Rackow 1991a) im Untersuchungsgebiet deuten auf eine größere Ausbreitung hin, da die Quartiere schwer zu ermitteln sind.

## Zusammenfassung

Von 1985 bis zum 1. Halbjahr 1997 konnten im Untersuchungsgebiet des geplanten Biosphärenreservates Südharz im Landkreis Osterode 16 verschiedene Fledermausarten nachgewiesen werden. Es werden die Erfassungsmethoden, der Status der Fledermausarten und die Häufigkeit der Nachweise dargestellt. Die einzelnen Fledermausarten werden mit Jagdhabitaten, Sommer- und Winterquartieren und Bemerkungen zum Vorkommen im Untersuchungsgebiet beschrieben.

## Literatur

- Knolle, F.*, 1988: Zur Situation der Fledermäuse im Harz. - Naturschutz Landschaftspfl. Nieders. 17, 65-74
- Landkreis Osterode am Harz*, 1988: Statistische Informationen. Osterode am Harz
- Rackow, W.*, 1989: Neuer Nachweis des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri* KUHL, 1818) im Harz. - Beitr. Naturkd. Niedersachs. 42, 195-196
- Rackow, W.*, 1990: Massengrab infolge von Invasionen der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*, SCHREBER 1774) in Osterode am Harz entdeckt. - Natur und Landschaft 65, 10, 500
- Rackow, W.*, 1991a: Erstnachweise und aktuelle Funde der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus* SCHREBER, 1774) im Landkreis Osterode am Harz. - Beitr. Naturkd. Niedersachs. 44, 261-263
- Rackow, W.*, 1991b: Die Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus*, Schreber 1774, im Landkreis Osterode am Harz die dominante Fledermausart. - Naturschutz Landschaftspfl. Nieders. 26, 97-100
- Rackow, W.*, 1994a: Quartierbeschreibungen der Nord- und Zwergfledermaus (*Eptesicus nilssoni* bzw. *Pipistrellus pipistrellus*) im Südharz. - *Nyctalus* (N.F.) 5, 3-4, 336-337
- Rackow, W.*, 1994b: Bemerkenswerter Fund der Nordfledermaus *Eptesicus nilssoni* (Keyserling & Blasius, 1839) am Südharzrand. - *Nyctalus* (N.F.) 5, 1, 74-76
- Rackow, W.*, 1994c: Ergebnisse der Fledermauserfassung von 1984 - 1994 unter Berücksichtigung der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) im Landkreis Osterode am Harz/Niedersachsen. BRD. - Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 39, 149-153
- Rackow, W.*, 1996: Bestandsverluste einzelner Fledermäuse (Chiroptera) im Landkreis Osterode am Harz von 1985 - 1995. - Mitt. d. Arbeitsgem. Zool. Heimatforschung Nieders. 2, 3 - 12
- Rackow, W.*, 1997: Wiederfund der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*, SCHREBER, 1774) nach über 90 Jahren im Landkreis Osterode am Harz, Niedersachsen. - Beitr. Naturkd. Nieders. 50, 143-144
- Rackow, W. & Goldmann, O.*, 1996: Weitere Beobachtungen zum Invasionsverhalten der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*, Schreber 1774). - *Nyctalus* (N.F.) 6, 1, 61-64
- Vowinkel, K.*, 1991: Zur Verbreitung des Grauen Langohrs (*Plecotus austriacus*, Fischer 1829) in Niedersachsen. - Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. 26, 101-103

## Anschrift des Verfassers

Wolfgang Rackow  
Baumhofstraße 103  
37520 Osterode am Harz

# Spinnen (Arachnida: Araneae) ausgewählter Gipskarst-Biotope am südlichen Harzrand.

von Hans-Bert Schikora & Peter Sacher

## Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit vermittelt eine erste Übersicht über die Webspinnenfauna der intensiv verkarsteten Zechsteinlandschaft des südlichen Harzvorlandes.

Hauptsächlich im Rahmen aktueller Untersuchungen konnten in einem rund 80 km langen Abschnitt zwischen Osterode und Sangerhausen auf den Territorien der Bundesländer Niedersachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt bislang 280 Spinnenarten nachgewie-

sen werden. Es wurden vorwiegend Biototypen untersucht, deren geogene Bedingungen die standortökologischen Eigenschaften entscheidend prägen, z.B. Kalkmagerrasen (Trocken- bzw. Halbtrockenrasen), stark durch Solifluktion geprägte Gipssteilhänge einschließlich ihrer Felsfluren, Laub- bzw. Kalkbuchenwälder auf Gips/Anhydrit oder Versinkungstrecken von Karstflüssen.

17 faunistisch oder zoogeographisch sehr bemerkenswerte Spinnenarten werden ausführlicher vorgestellt, dar-

unter *Alopecosa striatipes*, *Atypus affinis*, *Cineta gradata*, *Dipoena coracina*, *Eresus cinnaberinus*, *Lepthyphantes keyserlingi*, *L. notabilis*, *Pirata knorri* und *Theridion conigerum*.

**Summary: Spiders (Arachnida: Araneae) of gypsum karst habitats in the southern Harz foothills, northern Germany.**

Based mainly on current investigations, the following paper gives a first comprehensive view over the spider fauna in habitats of the karst landscape of the southern Harz region, which is dominated by extensive gypsum deposits (Zechstein period, Upper Permian).

Between Osterode and Sangerhausen, on the territories of the states of Lower Saxony, Thuringia and Saxony-Anhalt, 280 spider species were found. Here, particular types of habitat were considered, where the geogenous

situation is crucial for the ecological site conditions, i.e., calcareous grassland, steep gypsum slopes (strongly influenced by solifluction) inclusive of their sclerophyllous vegetation, broad leaved forests on gypsum, or dry gravel beds of karst river infiltrations.

Details are given of 17 spider species, which are regarded as very remarkable faunistically or zoogeographically, i.e., *Alopecosa striatipes*, *Atypus affinis*, *Cineta gradata*, *Dipoena coracina*, *Eresus cinnaberinus*, *Lepthyphantes keyserlingi*, *L. notabilis*, *Pirata knorri* and *Theridion conigerum*.

### Einleitung

Entlang des westlichen bis südöstlichen Harzrandes verläuft ein wenige hundert Meter bis mehrere Kilometer breiter Streifen zusammenhängender Gesteine der geologischen Zeiteinheit des Zechsteins (Alter: ca. 250 Mio. Jahre; Abb. 1). Bestimmendes Element sind hier teilweise großflächige Ausstriche stark verkarsteten weißen Gipsgesteins, das in dieser Mächtigkeit und Ausprägung in Deutschland einmalig ist (Brust et al. 1991, Vladi 1995). Diese den Südharz kennzeichnende Region ist eine landschaftsökologische und naturräumliche Einheit von geologisch bedingter Eigen-

art und engräumiger Vielfalt naturnaher Strukturen. Sie erstreckt sich mit einer Gesamtfläche von ca. 780 km<sup>2</sup> von Osterode bis zum Kyffhäusergebirge auf den Territorien der Bundesländer Niedersachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt (Brust et al. 1991). Über die geologischen Grundlagen des südlichen Harzvorlandes informiert Paul (1998).

Als Karst werden Gebiete mit vorwiegend unterirdischer Abführung von Niederschlagswasser bezeichnet, Flußbetten liegen hier die meiste Zeit des Jahres trocken. Ursache der Verkarstung ist das Vermögen bestimmter Gesteinsarten des Untergrundes, sich in Wasser aufzulösen. Die hohe Gesteinslöslichkeit (z.B. 2g Gips in 1 l Wasser) in Verbindung mit dem humiden Klima (bis 800 mm Jahresniederschlag) hat im Südharz in geologisch äußerst kurzer Zeit eine Landschaft extremer Verkarstungsintensität und Vielfalt an Gipskarstformen geschaffen, die auch in Europa einmalig ist (Brust et al. 1991, Vladi 1995, Planungsgruppe Ökologie + Umwelt 1997). Leistungsfähige Quellen, die für den Karst typisch sind, lassen das mit dem gelösten Gestein beladene Wasser rasch abfließen. In der Folge entstehen in der Tiefe unzählige Hohlräume, die einstürzen, wenn sie zu groß werden und an der Oberfläche charakteristische Ein-

sturztrichter (z.B. Erdfälle, Dolinen, Poljen, Uvalas) hinterlassen. Das bewegte Relief der Karstlandschaft hat stets die Bebaubarkeit sowie die land- und forstwirtschaftliche Nutzbarkeit stark eingeschränkt. Die verkarsteten Landschaftsteile sind deshalb vielfach in naturnahem, z.T. unberührtem Zustand; es dominieren Kalkbuchenwälder und (Halb-)Trockenrasen (Brust et al. 1991). In der naturwissenschaftlichen Forschung hat der Südharz seit jeher einen hohen Stellenwert (z.B. Miotke 1998; Reinboth 1998). Umso erstaunlicher ist es, daß der Spinnenfauna der Gipskarstlandschaft, insbesondere auf niedersächsischer Seite, bisher nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden ist. Eine gewisse Ausnahme bilden hier lediglich die Höhlen der Region (z.B. Hartmann 1978/79, Eckert 1992a, b). Die vorliegende Arbeit will anhand aktueller Daten den Kenntnisstand über die Spinnenfauna der Karstlandschaft als einem der außergewöhnlichsten Naturräume Deutschlands verbessern.

### Datengrundlage und Untersuchungsgebiete

Datengrundlage dieser Artenübersicht bilden die bisher weitgehend unpublizierten Ergebnisse (l) gelegentlicher Er-

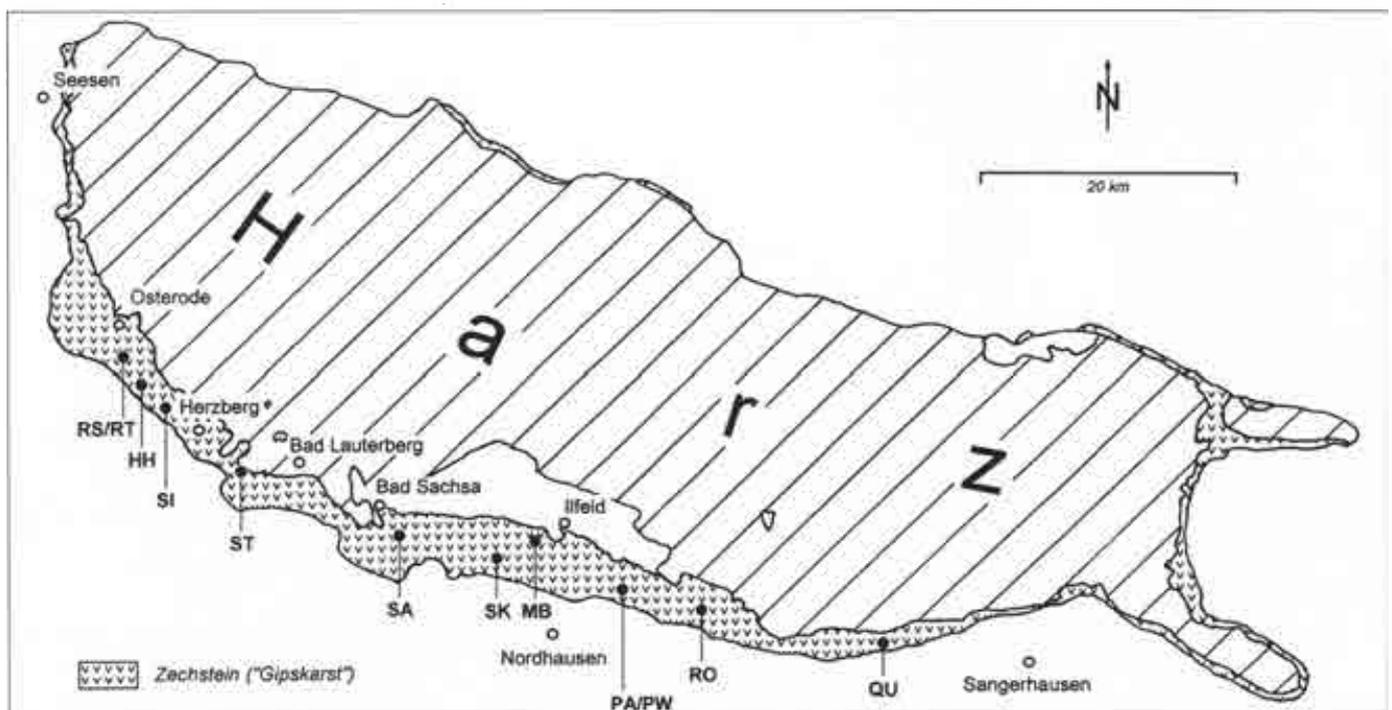


Abb. 1: Gipskarstlandschaft (Zechsteinkarst) des Südharzes und Lage (•) der untersuchten Gebiete. Kartendarstellung verändert nach Paul (1998).

hebungen zum Spinnen-Arteninventar im niedersächsischen Karst (*H.-B. Schikora*) und (II) von Bodenfallen-Untersuchungen im Karstgebiet Thüringens und Sachsen-Anhalts (Bearbeitung der Spinnenfänge durch *P. Sacher*). Weitere Daten resultieren aus aktuellen Artennachweisen von Mitgliedern der Nordwestdeutschen arachnologischen Arbeitsgemeinschaft (NOWARA; siehe Danksagung) oder wurden in einem Fall wegen des direkten räumlichen Bezuges zu einem der untersuchten Gebiete ausnahmsweise der Literatur entnommen (*Miotk* 1981). Bei der letztgenannten Quelle lassen Ungereimtheiten in der Artenliste jedoch gewisse Zweifel an der Zuverlässigkeit der Datengrundlage aufkommen (z.B. wird neben *T. terricola* und *T. spinipalpis* die dubiose Art "*Trochosa terrestris*" aufgeführt).

**(I) Gelegentliche Untersuchungen im niedersächsischen Gipskarstgebiet (April 1996 - September 1997: Streusieb-, Klopfschirm-, Streifnetz-, Exhaustor-Einsatz).**

**Rötzel (TK 4327 Gieboldehausen, Niedersachsen) [Abb. 1: RS, RT]**

Dolomitischer, annähernd in West-Ost-richtung verlaufender Höhenzug [ca. 260-290 m üNN] im Norden des NSG Beierstein (vgl. *Ahrens et al.* 1994), ca. 2 km südwestlich Osterode. Sein wärmebegünstigter Südhang weist neben stark verbuschten Anteilen kleinflächig noch offene Kalkmagerrasenreste auf, die extensiv als Weiden genutzt werden. Untersuchte Bereiche: Kleiner offengelassener Gipsbruch am Nordhang des Rötzel mit fast senkrechter, stark erodierter Abbauwand (vergipster Anhydrit) und mächtiger Hangschutthalde [RG; Abb. 2]. Extensiv mit Rindern beweideter, stärker von Schlehen- und Wildrosen-Gebüschgruppen durchsetzter Magerrasenbereich im östlichen Teil des Rötzel-Südhanges [RT; Abb. 3]. Untersuchungen (U): April 96 – September 1997.

**Bereich des NSG Hainholz (TK50 4327 Gieboldehausen, Niedersachsen) [Abb. 1: HH]**

Ca. 60 ha großes Gebiet auf Gips [ca. 250-280 m üNN] mit einem reichen Schatz ober- und unterirdischer Verkarstungserscheinungen, z.B. Dolinen und Höhlen (Abb. 4). Wird zusammen mit

dem NSG Beierstein als das bedeutendste geschlossene und unbeeinflusste Gipskarstgebiet Mitteleuropas angesehen (*Ahrens et al.* 1994). Überwiegend von Kalkbuchenwald bestanden. U: April 1996.

**Sieber-Versinkung (TK50 4327 Gieboldehausen, Niedersachsen) [Abb. 1: SI]**

Versinkungstrecke des Harzflusses Sieber zwischen Hörden und Elbingerode nw Herzberg [ca. 200 m üNN]. In manchen Jahren, so auch im Mai 1997, hier auf längerer Strecke rinnsalartiges Versiegen der fließenden Welle durch Flußschwinden im Untergrund. Das Schotterbett des Flusses dann oft monatelang trockenliegend (Abb. 5). U: Mai-Juni 1997.

**Bereich des NSG Steinkirche (TK50 4328 Bad Lauterberg, Niedersachsen) [Abb. 1: ST]**

Teilweise verbuschtes, relativ orchideenreiches Halbtrockenrasengebiet auf Dolomit bei Scharzfeld [ca. 300 m üNN], Dolomitfelsen klippenartig anstehend, Klüfte und Höhlen (Steinkirche) aufweisend. U: Mai 1997.

**Bereich des NSG Sachsenstein (TK 50 4429 Bad Sachsa, Niedersachsen) [Abb. 1: SA]**

Flach gewölbter Berg aus Anhydrit mit großem karstmorphologischem Formenschatz und westlich exponiertem, 60-80 m hohem Steilabbruch (Abb. 6) zwischen Bad Sachsa und Neuhof [ca. 270-350 m üNN]. Die 800 m lange weiße Felswand ist eine der großartigsten Karsterscheinungen des Südhazes (*Reinboth* 1996). Steilabbruch stark durch

Solifluktion geprägt, seit der letzten Eiszeit offen geblieben, Felsfluren mit Vorkommen seltener lichtbedürftiger Glazialrelikte wie Blaugras (*Sesleria varia*), Kriechendem Gipskraut (*Gypsophila repens*) oder Gabel-Habichtskraut (*Hieracium bifidum*) (*Erdmann et al.* 1993). Hochfläche des Sachsensteins mit Schwarzkiefernauflösungen und Rotbuchenwäldern, im Südwesten ehemalige Gips-/Anhydritabbauflächen mit Magerrasencharakter. U: Juni 1997.

**(II) Systematische Untersuchungen mit Bodenfallen im Gipskarstgebiet Thüringens und Sachsen-Anhalts.**

**NSG Sattelköpfe (MTB 4430/3, Thüringen) [Abb. 1: SK]**

Trockenrasen sowie Felsflur/Heide des NSG Sattelköpfe bei Hörningen (Abb. 7) im Gipskarstgebiet des Landkreises Nordhausen (Untersuchung: Ingenieur-



**Abb. 2: Kleiner alter Gipsbruch und Hangschutthalde am Nordhang des dolomitischen Höhenzuges Rötzel sw Osterode (Aufnahme H.-B. Schikora; 07.06.1997).**

**Tab. 1: Bisher in Karst-Biotopen des Südhazres überwiegend durch aktuelle Untersuchungen nachgewiesener Artenbestand der Webspinnen (Arachnida: Araneae; Kenntnisstand 05.03.1998). Abfolge der Untersuchungsgebiete von Nordwest (Ost-erode) nach Südost (Sangerhausen; vgl. Abb. 1). Nomenklatur nach Platnick (1993) und Platen et al. (1995).**

**RG** = Rötzel sw Osterode, Niedersachsen (Nds): alter Gipssteinbruch/Hangschutt, **RT** = dto.: verbuschter Halbtrockenrasen auf Gips, **HH** = NSG Hainholz/Düna, (Nds), **SI** = Sieberversinkung/Hörden (Nds), **ST** = NSG Steinkirche/Scharzfeld (Nds): Halbtrockenrasen/Felsflur auf Dolomit, **SA** = Sachsenstein/Bad Sachsa (Nds), **SK** = NSG Sattelköpfe, Thüringen (Thü): Trockenrasen/Felsflur, **MB** = NSG Mühlberg (Thü): Trockenrasen / Grasbrache / aufgelassener, verbuschender Gipssteinbruch / Erlen-Feuchtgehölz, **PA** = NSG Pfaffenköpfe (Thü): Trockenrasen/Ackerrand, **PW** = dto.: Trockenrasen/Wald, **RO** = Laubwälder bei Rottleberode (Thü), **QU** = Bereich NSG Questenburg, Sachsen-Anhalt (S-A): Halbtrocken-/Trockenrasen/Felsflur.

**Gefdg. RLD** = Gefährdungskategorie in der Roten Liste der Webspinnen Deutschlands (Platen et al. 1996): **2** = stark gefährdet, **3** = gefährdet, **R** = Arten mit geografischer Restriktion, **U** = Arten, deren Gefährdungsstatus unsicher ist, **x** = in den Roten Listen einzelner Bundesländer geführt.

**M** = Nachweise von Miotk (1981); **n** = Nachweis durch NOWARA-Mitglieder. \* = vgl. Töpfer-Hofmann & v. Helversen (1990).

Nr.	FAMILIE, Art	Untersuchungsgebiete										Gefdg.		
		RG	RT	HH	SI	ST	SA	SK	MB	PA	PW	RO	QU	RLD
<b>AGELENIDAE - Trichternetzspinnen</b>														
001	<i>Agelena labyrinthica</i> (CLERCK, 1757)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
002	<i>Histoipona torpida</i> (C.L. KOCH, 1834)	+	.	m	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.
003	<i>Tegenaria agrestis</i> (WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
004	<i>Tegenaria atrica</i> C.L. KOCH, 1843	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
005	<i>Tegenaria ferruginea</i> (PANZER, 1804)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
006	<i>Tegenaria silvestris</i> L. KOCH, 1872	+	.	m	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+
<b>AMAUROBIIDAE - Finsterspinnen</b>														
007	<i>Amaurobius fenestralis</i> (STROEM, 1768)	+	.	m	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
008	<i>Callobius claustrarius</i> (HAHN, 1833)	.	.	m	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+
009	<i>Coelotes inermis</i> (L. KOCH, 1855)	+	.	m	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+
010	<i>Coelotes terrestris</i> (WIDER, 1834)	+	.	m	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+
<b>ARANEIDAE - Radnetzspinnen</b>														
011	<i>Aculepeira ceropegia</i> (WALCKENAER, 1802)	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
012	<i>Araneus diadematus</i> CLERCK, 1757	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
013	<i>Araneus sturmi</i> (HAHN, 1831)	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
014	<i>Araniella cucurbitina</i> (CLERCK, 1757)	.	.	.	.	.	.	.	n	.	.	.	.	.
015	<i>Araniella opisthographa</i> (KULCZYNSKI, 1905)	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
016	<i>Cyclosa conica</i> (PALLAS, 1772)	.	.	m	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
017	<i>Hypososinga albovittata</i> (WESTRING, 1851)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
018	<i>Hypososinga sanguinea</i> (C.L. KOCH, 1841)	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	+
019	<i>Mangora acalypha</i> (WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
020	<i>Neoscona adianta</i> (WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	.	.	.	n	.	.	.	.	+
021	<i>Zilla didia</i> (WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>ATYPIDAE - Tapezierspinnen</b>														
022	<i>Atypus affinis</i> EICHWALD, 1830	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<b>CLUBIONIDAE - Sackspinnen</b>														
023	<i>Cheiracanthium virescens</i> (SUND., 1833)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
024	<i>Clubiona comta</i> C.L. KOCH, 1839	.	.	m	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
025	<i>Clubiona frutetorum</i> L. KOCH, 1866	.	.	.	.	.	.	.	n	.	.	.	.	.
026	<i>Clubiona lutescens</i> WESTRING, 1851	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.
027	<i>Clubiona neglecta</i> O.P.-C., 1862	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
028	<i>Clubiona reclusa</i> O.P.-C., 1863	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
029	<i>Clubiona terrestris</i> WESTRING, 1851	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<b>CYBAEIDAE - Gebirgstrichterspinnen</b>														
030	<i>Cybaeus angustiarum</i> L. KOCH, 1868	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<b>DICTYNIDAE - Kräuselspinnen</b>														
031	<i>Argenna subnigra</i> (O.P.-C., 1861)	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
032	<i>Cicurina cicur</i> (FABRICIUS, 1793)	+	.	m	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+
033	<i>Dictyna pusilla</i> THORELL, 1856	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
034	<i>Lathys humilis</i> (BLACKWALL, 1855)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
035	<i>Nigma flavescens</i> (WALCKENAER, 1830)	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabelle 1: Fortsetzung

Nr.	FAMILIE, Art	Untersuchungsgebiete										Gefdg.	
		RG	RT	HH	SI	ST	SA	SK	MB	PA	PW	RO	QU
<b>DYSDERIDAE - Sechsaugenspinnen</b>													
036	<i>Dysdera erythrina</i> (WALCKENAER, 1802)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
037	<i>Harpactea hombergi</i> (SCOPOLI, 1763)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
038	<i>Harpactea lepida</i> (C.L. KOCH, 1838)	+	+	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+
039	<i>Harpactea rubicunda</i> (C.L. KOCH, 1839)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ERESIDAE - Röhrenspinnen</b>													
040	<i>Eresus cinnaberinus</i> (OLIVIER, 1789)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
<b>GNAPHOSIDAE - Plattbauchspinnen</b>													
041	<i>Drassodes cupreus</i> (BLACKWALL, 1834)	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+	.
042	<i>Drassodes lapidosus</i> (WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+	.
043	<i>Drassodes pubescens</i> (THORELL, 1856)	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	x
044	<i>Drassyllus lutetianus</i> (L. KOCH, 1866)	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	x
045	<i>Drassyllus praeficus</i> (L. KOCH, 1866)	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	+	x
046	<i>Drassyllus pumilus</i> (C.L. KOCH, 1839)	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	3
047	<i>Drassyllus pusillus</i> (C.L. KOCH, 1833)	.	+	.	.	.	+	.	+	+	.	+	x
048	<i>Gnaphosa bicolor</i> (HAHN, 1833)	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	3
049	<i>Haplodrassus signifer</i> (C.L. KOCH, 1839)	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.
050	<i>Haplodrassus silvestris</i> (BLACKWALL, 1836)	.	.	m	.	.	.	+	.	+	.	+	.
051	<i>Haplodrassus umbratilis</i> (L. KOCH, 1866)	.	.	.	.	.	n	+	+	.	.	+	x
052	<i>Micaria fulgens</i> (WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	x
053	<i>Micaria pulicaria</i> (SUNDEVALL, 1832)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
054	<i>Micaria silesiaca</i> L. KOCH, 1875	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	3
055	<i>Zelotes erebeus</i> (THORELL, 1870)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3
056	<i>Zelotes latreillei</i> (SIMON, 1878)	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
057	<i>Zelotes longipes</i> (L. KOCH, 1866)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3
058	<i>Zelotes petrensis</i> (C.L. KOCH, 1839)	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	x
059	<i>Zelotes subterraneus</i> (C.L. KOCH, 1833)	+	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.
<b>HAHNIIDAE - Bodenspinnen</b>													
060	<i>Hahnna nava</i> (BLACKWALL, 1841)	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	x
061	<i>Hahnna ononidum</i> SIMON, 1875	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	x
062	<i>Hahnna pusilla</i> C.L. KOCH, 1841	+	+	m	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<b>HETEROPODIDAE - Riesenkrabbenspinnen</b>													
063	<i>Micrommata virescens</i> (CLERCK, 1757)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	x
<b>LINYPHIIDAE - Zwerg- u. Baldachinspinnen</b>													
064	<i>Agyneta cauta</i> (O.P.-C., 1902)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	x
065	<i>Agyneta conigera</i> (O.P.-C., 1863)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	x
066	<i>Araeoncus humilis</i> (BLACKWALL, 1841)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
067	<i>Asthenargus paganus</i> (SIMON, 1884)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	x
068	<i>Bathyphantes approximatus</i> (O.P.-C., 1871)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
069	<i>Bathyphantes gracilis</i> (BLACKWALL, 1871)	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.
070	<i>Bathyphantes nigrinus</i> (WESTRING, 1851)	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
071	<i>Bathyphantes parvulus</i> (WESTRING, 1851)	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.
072	<i>Centromerita bicolor</i> (BLACKWALL, 1833)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
073	<i>Centromerita concinna</i> (THORELL, 1875)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
074	<i>Centromerita cavernarum</i> (L. KOCH, 1872)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	x
075	<i>Centromerita incilium</i> (L. KOCH, 1881)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	x
076	<i>Centromerita pabulator</i> (O.P.-C., 1875)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
077	<i>Centromerita serratus</i> (O.P.-C., 1875)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	x
078	<i>Centromerita sylvaticus</i> (BLACKWALL, 1841)	+	+	m	.	.	.	.	+	.	+	+	.
079	<i>Ceratinella brevis</i> (WIDER, 1834)	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.
080	<i>Ceratinopsis stativa</i> (SIMON, 1881)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3
081	<i>Cineta gradata</i> (SIMON, 1881)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	x
082	<i>Cnephalocotes obscurus</i> (BLACKWALL, 1834)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
083	<i>Dicymbium nigrum</i> (BLACKWALL, 1834)	+	.	m	.	.	.	.	.	.	.	+	.
084	<i>Diplocephalus cristatus</i> (BLACKWALL, 1833)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.

Tabelle 1: Fortsetzung

FAMILIE, Art Nr.	Untersuchungsgebiete											Gefdg.	
	RG	RT	HH	SI	ST	SA	SK	MB	PA	PW	RO	QU	RLD
085	<i>Diplocephalus latifrons</i> (O.P.-C., 1863)	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
086	<i>Diplocephalus picinus</i> (BLACKWALL, 1841)	+	.	m	.	.	.	+	.	.	.	.	.
087	<i>Diplostyla concolor</i> (WIDER, 1834)	+	.	m	+	.	.	+	+	.	.	+	.
088	<i>Dismodicus bifrons</i> (BLACKWALL, 1841)	.	.	.	.	.	n	.	.	.	.	.	.
089	<i>Dismodicus elevatus</i> (C.L. KOCH, 1838)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	U
090	<i>Entelecara congenera</i> (O.P.-C., 1879)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	x
091	<i>Erigone atra</i> (BLACKWALL, 1833)	.	.	+	+	.	.	+	+	+	.	+	.
092	<i>Erigone dentipalpis</i> (WIDER, 1834)	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.
093	<i>Erigonella hiemalis</i> (BLACKWALL, 1841)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
094	<i>Gonatium rubellum</i> (BLACKWALL, 1841)	.	.	m	.	.	.	+	.	.	.	.	.
095	<i>Gonatium rubens</i> (BLACKWALL, 1833)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
096	<i>Gongylidiellum vivum</i> (O.P.-C., 1875)	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
097	<i>Gongylidium rufipes</i> (SUNDEVALL, 1829)	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
098	<i>Kaestneria dorsalis</i> (WIDER, 1834)	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	x
099	<i>Labulla thoracica</i> (WIDER, 1834)	.	.	.	.	.	n	.	.	.	+	.	.
100	<i>Lasiargus hirsutus</i> (MENGE, 1869)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3
101	<i>Lepthyphantes alacris</i> (BLACKWALL, 1853)	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
102	<i>Lepthyphantes angulipalpis</i> (WESTR., 1851)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
103	<i>Lepthyphantes cristatus</i> (MENGE, 1866)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
104	<i>Lepthyphantes flavipes</i> (BLACKWALL, 1854)	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.
105	<i>Lepthyphantes keyserlingi</i> (AUSSERER, 1867)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3
106	<i>Lepthyphantes mansuetus</i> (THORELL, 1875)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
107	<i>Lepthyphantes menzei</i> KULCZYNSKI, 1887	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.
108	<i>Lepthyphantes notabilis</i> KULCZYNSKI, 1887	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	3
109	<i>Lepthyphantes pallidus</i> (O.P.-C., 1871)	+	.	m	.	.	.	+	+	.	.	+	.
110	<i>Lepthyphantes tenebricola</i> (WIDER, 1834)	+	.	m	.	.	+	.	+	.	.	.	.
111	<i>Lepthyphantes tenuis</i> (BLACKWALL, 1852)	+	+	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+
112	<i>Lepthyphantes zimmermanni</i> BERTKAU, 1890	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
113	<i>Linyphia hortensis</i> SUNDEVALL, 1830	+	.	m	.	.	+	.	+	.	+	.	.
114	<i>Linyphia triangularis</i> (CLERCK, 1757)	+	.	m	.	.	.	.	.	.	+	.	.
115	<i>Macrargus carpenteri</i> (O.P.-C., 1894)	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	x
116	<i>Macrargus rufus</i> (WIDER, 1834)	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
117	<i>Maso sundevalli</i> (WESTRING, 1851)	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
118	<i>Meioneta beata</i> (O.P.-C., 1906)	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	x
119	<i>Meioneta rurestris</i> (C.L. KOCH, 1836)	.	.	m	.	.	.	.	+	.	.	+	.
120	<i>Meioneta saxatilis</i> (BLACKWALL, 1834)	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
121	<i>Metopobactrus prominulus</i> (O.P.-C., 1872)	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
122	<i>Micrargus herbigradus</i> (BLACKWALL, 1854)	.	.	m	.	.	.	+	+	.	.	+	.
123	<i>Micrargus subaequalis</i> (WESTRING, 1851)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	x
124	<i>Microlinyphia pusilla</i> (SUNDEVALL, 1830)	.	+	m	.	.	.	.	.	.	.	+	.
125	<i>Microneta viaria</i> (BLACKWALL, 1841)	.	.	+	.	.	n	.	+	.	.	.	.
126	<i>Minyriolus pusillus</i> (WIDER, 1834)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
127	<i>Mioxena blanda</i> (SIMON, 1884)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	x
128	<i>Neriere clathrata</i> (SUNDEVALL, )	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.
129	<i>Neriere emphana</i> (WALCKENAER, 1841)	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.
130	<i>Neriere montana</i> (CLERCK, 1757)	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
131	<i>Neriere peltata</i> (WIDER, 1834)	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	x
132	<i>Neriere radiata</i> (WALCKENAER, 1841)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	x
133	<i>Oedothorax agrestis</i> (BLACKWALL, 1853)	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
134	<i>Oedothorax apicatus</i> (BLACKWALL, 1850)	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.
135	<i>Oedothorax gibbosus</i> (BLACKWALL, 1841)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
136	<i>Oedothorax retusus</i> (WESTRING, 1851)	.	.	m	+	.	.	+	+	.	.	.	.
137	<i>Panamomops menzei</i> SIMON, 1926	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	x
138	<i>Pelecopsis parallela</i> (WIDER, 1834)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
139	<i>Pelecopsis radicola</i> (L. KOCH, 1875)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
140	<i>Pocadicnemis juncea</i> LOCKET & MILL., 1953	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
141	<i>Pocadicnemis pumila</i> (BLACKWALL, 1841)	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
142	<i>Porrhomma microphthalmum</i> (O.P.-C., 1871)	.	+	m	.	.	.	.	.	+	.	.	.
143	<i>Saloca diceros</i> (O.P.-C., 1871)	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	x
144	<i>Savignia frontata</i> (BLACKWALL, 1833)	.	.	.	.	.	n	.	.	.	.	.	x
145	<i>Stemonyphantes lineatus</i> (LINNAEUS, 1758)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
146	<i>Tapinocyba insecta</i> (L. KOCH, 1869)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Tabelle 1: Fortsetzung

Nr.	FAMILIE, Art	Untersuchungsgebiete										Gefdg.		
		RG	RT	HH	SI	ST	SA	SK	MB	PA	PW	RO	QU	RLD
147	<i>Tapinocyba pallens</i> (O.P.-C., 1872)	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
148	<i>Tapinocyba praecox</i> (O.P.-C., 1873)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	x
149	<i>Tapinocyboides pygmaeus</i> (MENGE, 1869)	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	+	x
150	<i>Tapinopa longidens</i> (WIDER, 1834)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
151	<i>Tiso vagans</i> (BLACKWALL, 1834)	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
152	<i>Trichopterna cito</i> (O.P.-C., 1872)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3
153	<i>Typhochrestus digitatus</i> (O.P.-C., 1872)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
154	<i>Typhochrestus simoni</i> LESSERT, 1907	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3
155	<i>Walckenaeria acuminata</i> BLACKWALL, 1833	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	x
156	<i>Walckenaeria antica</i> (WIDER, 1834)	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
157	<i>Walckenaeria atrotibialis</i> (O.P.-C., 1878)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
158	<i>Walckenaeria capito</i> (WESTRING, 1861)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	x
159	<i>Walckenaeria corniculans</i> (O.P.-C., 1875)	+	.	m	.	.	.	.	+	.	.	.	.	x
160	<i>Walckenaeria cucullata</i> (C.L. KOCH, 1836)	.	.	m	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
161	<i>Walckenaeria cuspidata</i> (BLACKWALL, 1833)	+	.	m	.	.	.	.	.	+	.	.	.	x
162	<i>Walckenaeria dysderoides</i> (WIDER, 1834)	+	.	m	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
163	<i>Walckenaeria furcillata</i> (MENGE, 1869)	+	.	m	.	.	.	.	+	+	.	+	.	x
164	<i>Walckenaeria mitrata</i> (MENGE, 1868)	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	U
165	<i>Walckenaeria monoceros</i> (WIDER, 1834)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	U
166	<i>Walckenaeria obtusa</i> BLACKWALL, 1836	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
167	<i>Walckenaeria unicornis</i> O.P.-C., 1861	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	x
168	<i>Walckenaeria vigiliax</i> (BLACKWALL, 1853)	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	x
<b>LIOCRANIDAE - Feldspinnen</b>														
169	<i>Agraecina striata</i> (KULCZYNSKI, 1882)	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	3
170	<i>Agroeca brunnea</i> (BLACKWALL, 1833)	.	.	m	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.
171	<i>Agroeca cuprea</i> MENGE, 1873	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	3
172	<i>Agroeca proxima</i> (O.P.-C., 1871)	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.
173	<i>Aposthenus fuscus</i> WESTRING, 1851	.	.	m	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.
174	<i>Phrurolithus festivus</i> (C.L. KOCH, 1835)	+	.	.	+	.	.	.	+	.	+	+	+	.
175	<i>Phrurolithus minimus</i> C.L. KOCH, 1839	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	x
<b>LYCOSIDAE - Wolfspinnen</b>														
176	<i>Alopecosa accentuata</i> LATREILLE, 1817)	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	x
177	<i>Alopecosa cuneata</i> (CLERCK, 1757)	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
178	<i>Alopecosa inquilina</i> (CLERCK, 1757)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
179	<i>Alopecosa pulverulenta</i> (CLERCK, 1757)	+	+	m	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
180	<i>Alopecosa schmidtii</i> (HAHN, 1835)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3
181	<i>Alopecosa striatipes</i> (C.L. KOCH, 1839)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2
182	<i>Alopecosa trabalis</i> (CLERCK, 1757)	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	x
183	<i>Arctosa figurata</i> (SIMON, 1876)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	3
184	<i>Arctosa lutetiana</i> (SIMON, 1876)	.	.	m	.	.	.	.	.	.	+	.	.	x
185	<i>Aulonia albimana</i> (WALCKENAER, 1805)	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	x
186	<i>Pardosa agrestis</i> (WESTRING, 1862)	.	.	.	.	.	.	n	.	.	.	.	.	x
187	<i>Pardosa alacris</i> (C.L. KOCH, 1833)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
188	<i>Pardosa amentata</i> (CLERCK, 1757)	+	+	m	+	.	.	n	.	+	.	.	.	.
189	<i>Pardosa hortensis</i> (THORELL, 1872)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	x
190	<i>Pardosa lugubris</i> s.l. *	+	+	m	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.
191	<i>Pardosa lugubris</i> (WALCKENAER, 1802)	+	+	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.
192	<i>Pardosa monticola</i> (CLERCK, 1757)	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
193	<i>Pardosa nigriceps</i> (THORELL, 1856)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3
194	<i>Pardosa palustris</i> (LINNAEUS, 1758)	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.
195	<i>Pardosa prativaga</i> (L. KOCH, 1870)	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
196	<i>Pardosa pullata</i> (CLERCK, 1757)	+	+	m	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+
197	<i>Pardosa saltans</i> *	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.
198	<i>Pirata hygrophilus</i> THORELL, 1872	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
199	<i>Pirata knorri</i> (SCOPOLI, 1763)	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2
200	<i>Pirata latitans</i> (BLACKWALL, 1841)	.	.	m	.	.	.	.	.	+	.	.	.	x
201	<i>Trochosa ruricola</i> (DE GEER, 1778)	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
202	<i>Trochosa spinipalpis</i> F.O.P.-C., 1895)	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
203	<i>Trochosa terricola</i> THORELL, 1856	+	+	m	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.
204	<i>Xerolycosa miniata</i> (C.L. KOCH, 1834)	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	x
205	<i>Xerolycosa nemoralis</i> (WESTRING, 1861)	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.

Tabelle 1: Fortsetzung

FAMILIE, Art Nr.	Untersuchungsgebiete											Gefdg.		
	RG	RT	HH	SI	ST	SA	SK	MB	PA	PW	RO	QU	RLD	
<b>MIMETIDAE - Spinnenfresser</b>														
206	Ero	aphana	(WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
<b>PHILODROMIDAE - Laufspinnen</b>														
207	Philodromus	aureolus	(CLERCK, 1757)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
208	Philodromus	dispar	WALCKENAER, 1826	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
209	Philodromus	longipalpis	SIMON, 1870	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	U
210	Philodromus	rufus	WALCKENAER, 1826	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	U
211	Thanatus	formicinus	(CLERCK, 1757)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
212	Tibellus	maritimus	(MENGE, 1875)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
213	Tibellus	oblongus	(WALCKENAER, 1802)	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>NESTICIDAE - Höhlenspinnen</b>														
214	Nesticus	cellulanus	(CLERCK, 1757)	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>PISAURIDAE - Jagdspinnen</b>														
215	Pisaura	mirabilis	(CLERCK, 1757)	.	+	m	.	+	.	.	.	.	.	.
<b>SALTICIDAE - Springspinnen</b>														
216	Aelurillus	v-insignitus	(CLERCK, 1757)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
217	Ballus	chalybeius	(WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	n	.	.	.	.	.	x
218	Bianor	aurocinctus	(OHLERT, 1865)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
219	Euophrys	erratica	(WALCKENAER, 1826)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
220	Euophrys	frontalis	(WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
221	Euophrys	petrensis	C.L. KOCH, 1837)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
222	Evarcha	falcata	(CLERCK, 1757)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
223	Heliophanus	cupreus	(WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
224	Heliophanus	flavipes	HAHN, 1832	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
225	Neon	reticulatus	(BLACKWALL, 1853)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
226	Pellenes	tripunctatus	(WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
227	Phlegra	fasciata	(HAHN, 1826)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
228	Phlegra	festiva	(C.L. KOCH, 1834)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
229	Sitticus	pubescens	(FABRICIUS, 1775)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
230	Talavera	aequipes	(O.P.-C., 1871)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
231	Talavera	thorelli	(KULCZYNSKI, 1891)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	U
<b>SEGESTRIIDAE - Fischernetzspinnen</b>														
232	Segestria	senoculata	(LINNAEUS, 1758)	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>TETRAGNATHIDAE - Streckerspinnen</b>														
233	Meta	menardi	LATREILLE, 1804	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.
234	Metellina	mengei	(BLACKWALL, 1869)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
235	Metellina	segmentata	(CLERCK, 1757)	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.
236	Pachygnatha	clercki	SUNDEVALL, 1823	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
237	Pachygnatha	degeeri	SUNDEVALL, 1830	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
238	Pachygnatha	listeri	SUNDEVALL, 1830	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.
239	Tetragnatha	obtusa	C.L. KOCH, 1837	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
240	Tetragnatha	pinicola	L. KOCH, 1870	.	.	.	.	n	.	.	.	.	.	.
<b>THERIDIIDAE - Kugelspinnen</b>														
241	Achaearanea	lunata	(CLERCK, 1757)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
242	Crustulina	guttata	(WIDER, 1834)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
243	Dipoena	coracina	(C.L. KOCH, 1837)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
244	Enoplognatha	ovata	(CLERCK, 1757)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
245	Enoplognatha	thoracica	(HAHN, 1833)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
246	Episinus	angulatus	(BLACKWALL, 1836)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
247	Episinus	truncatus	LATREILLE, 1809	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
248	Euryopis	flavomaculata	(C.L. KOCH, 1836)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
249	Paidiscura	pallens	(BLACKWALL, 1834)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
250	Robertus	arundineti	(O.P.-C., 1871)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
251	Robertus	lividus	(BLACKWALL, 1836)	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabelle 1: Fortsetzung

FAMILIE, Art Nr.	Untersuchungsgebiete											Gefdg.	
	RG	RT	HH	SI	ST	SA	SK	MB	PA	PW	RO	QU	RLD
252 <i>Robertus neglectus</i> (O.P.-C., 1871)	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
253 <i>Steatoda phalerata</i> (PANZER, 1801)	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	x
254 <i>Theonoe minutissima</i> (O.P.-C., 1879)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
255 <i>Theridion bimaculatum</i> (LINNAEUS, 1767)	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	
256 <i>Theridion conigerum</i> SIMON, 1914	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	R
257 <i>Theridion impressum</i> L. KOCH, 1881	.	.	.	.	+	n	+	.	.	.	.	.	
258 <i>Theridion mystaceum</i> L. KOCH, 1870	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
259 <i>Theridion simile</i> C.L. KOCH, 1836	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
260 <i>Theridion sisyphium</i> (CLERCK, 1757)	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	
261 <i>Theridion tinctum</i> (WALCKENAER, 1802)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
262 <i>Theridion varians</i> HAHN, 1833	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	
<b>THOMISIDAE - Krabbenspinnen</b>													
263 <i>Diaea dorsata</i> (FABRICIUS, 1777)	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	
264 <i>Misumena vatia</i> (CLERCK, 1757)	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	
265 <i>Ozyptila atomaria</i> (PANZER, 1801)	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
266 <i>Ozyptila claveata</i> (WALCKENAER, 1837)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	3
267 <i>Ozyptila praticola</i> (C.L. KOCH, 1837)	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	
268 <i>Ozyptila pullata</i> (THORELL, 1875)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3
269 <i>Ozyptila scabricula</i> (WESTRING, 1851)	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	3
270 <i>Ozyptila simplex</i> (O.P.-C., 1862)	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
271 <i>Xysticus bifasciatus</i> C.L. KOCH, 1837	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	x
272 <i>Xysticus cristatus</i> (CLERCK, 1757)	.	+	m	.	+	+	.	+	.	+	+	+	
273 <i>Xysticus erraticus</i> (BLACKWALL, 1834)	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	x
274 <i>Xysticus kochi</i> THORELL, 1872	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
275 <i>Xysticus ninnii</i> THORELL, 1872	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2
276 <i>Xysticus ulmi</i> (HAHN, 1831)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
<b>TITANOECIDAE - Kalksteinspinnen</b>													
277 <i>Titanoeca quadriguttata</i> (HAHN, 1833)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	x
<b>ZORIDAE - Wanderspinnen</b>													
278 <i>Zora nemoralis</i> (BLACKWALL, 1861)	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
279 <i>Zora silvestris</i> KULCZYNSKI, 1897	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	
280 <i>Zora spinimana</i> (SUNDEVALL, 1833)	+	.	.	+	.	+	+	+	.	+	.	+	
<b>Anzahl Arten</b>	<b>69</b>	<b>41</b>	<b>75</b>	<b>24</b>	<b>39</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>93</b>	<b>22</b>	<b>53</b>	<b>25</b>	<b>130</b>	

büro Sparmberg GbR, Erfurt; Pflegegutachten im Auftrag des Staatlichen Umweltamtes Sondershausen). U: Juni – Oktober 1997.

**NSG Mühlberg (MTB 4430/1+2, Thüringen) [Abb. 1: MB]**

Trockenrasen / Grasbrache / aufgelassener, verbuschender Gipssteinbruch / Erlen-Feuchtgehölz des NSG Mühlberg bei Niedersachswerfen im Gipskarstgebiet des Landkreises Nordhausen (Untersuchung: Museum für Naturkunde Dessau). U: Mai – August 1992.

**NSG Pfaffenköpfe bei Steigerthal (MTB 4431/3, Thüringen) [Abb. 1: PA, PW]**

Trockenrasen/Ackerrand im Karstgebiet Molle [PA], Trockenrasen bzw. Wald im Karstgebiet Pfaffenköpfe [PW] (Untersuchung: Ingenieurbüro Sparmberg GbR, Erfurt; Schutzgebietsgutachten im Auftrag des staatlichen Umweltamtes Sondershausen).

**Laubwälder bei Rottleberode (MTB 4431/3+4, Thüringen) [Abb. 1: RO]**

Sechs Laubholzstandorte (vorwiegend

Rotbuche) im Bereich westlich von Rottleberode, Landkreis Nordhausen (Untersuchung: Planungsbüro für Landschafts- & Tierökologie Dr. Weise, Mühlhausen). U: September – Oktober 1996, April – Mai 1997.

**Bereich des NSG Questenberg (MTB 4532/2, Sachsen-Anhalt) [Abb. 1: QU]**

Gipfelselshede in Plateaulage (Queste bei Questenberg), drei südexponierte Halbtrockenrasengebiete (teilweise mit geringer Vegetationsdeckung) und nordwestexponierter Gipssteilhang/

Gipsfelsflur bei Hainrode/Wickerode (Abb. 8; Untersuchungen im Rahmen des Trockenrasenprogramms des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt [LAU] vom 20.05.94 - 26.05.95).

## Ergebnisse

Die hier vorgestellte aktuelle Artenübersicht zur Spinnenfauna ausgewählter Gipskarstbiotope im Südharz um-

faßt 280 Arten aus 26 Familien (Tab. 1). Diese Zahl entspricht rund 29 % aller bisher in Deutschland nachgewiesenen Spinnenarten (n=956; Platen et al. 1995). In der Karstregion Niedersachsens (Standorte RS-SA) konnten 191 Arten, im thüringischen (SK-RO) und sachsen-anhaltischen Karst (QU) 154 bzw. 130 Spinnenarten festgestellt werden. Diese Artensummen sowie die an den einzelnen Standorten erzielten

Artenzahlen entsprechen jedoch bei weitem nicht den tatsächlichen Arteninventaren, sondern bilden zum jetzigen Zeitpunkt vorrangig die jeweilige Untersuchungsintensität und Eigenheiten der eingesetzten Erfassungsmethoden ab (vgl. letztes Kapitel). Die faunistisch bemerkenswerten Spinnenarten dieser Standorte befinden sich in den Coll. P. Sacher und H.-B. Schikora.

Rund 13 % der festgestellten Arten (35 von 280) sind nach den Kriterien der Roten Liste der Webspinnen Deutschlands (Platen et al. 1996) bundesweit in ihrem Fortbestand stark gefährdet oder gefährdet. Für eine Art wird geographische Restriktion und damit ein besonderes Gefährdungspotential angenommen, der Gefährdungsgrad von 6 Arten ist derzeit unsicher. Weitere 71 Arten werden in den Roten Listen einzelner Bundesländer geführt (s. Platen et al. 1996).

Ergänzend zu nennen ist ferner die Wespenspinne *Argiope bruennichi* (SCOPOLI, 1772), von der aus dem Gipskarst-Gebiet Sachsen-Anhalts Nachweise vorliegen (Ldkr. Sangerhausen; Halbtrockenrasen, 1989-1994 – mdl. Mitt. N. Grosser).

## Bemerkenswerte Arten

Von den 280 aufgeführten Spinnenarten sollen nachfolgend 17 eingehender vorgestellt werden (M/W = Männchen/Weibchen).

### Atypidae - Tapezierspinnen

#### *Atypus affinis*

Die Art gilt nach Kraus & Baur (1974) als westlich (atlantisch?) verbreitet. Der Nachweis von insgesamt 6M auf zwei Untersuchungsflächen des NSG Questenberg ist von besonderem Interesse, weil *A. affinis* auch vom Kyffhäuser und Artern (Thüringen - vgl. Kraus & Baur 1974), bisher aber nicht aus dem benachbarten südlichen Sachsen-Anhalt und dem westlich angrenzenden südlichen Niedersachsen (vgl. Stein et al. 1992) bekannt war.

### Eresidae - Röhrenspinnen

#### *Eresus cinnaberinus*

Nachweise der Zinnoberroten Röhrenspinne aus dem Südharzer-Gipskarst waren zu erwarten, wurde die Art doch



Abb. 3: Offener, extensiv mit Rindern beweideter Magerrasenrest am ansonsten stärker verbuchten Südhang des Rötzel. Im Hintergrund der stark von Karsthohlförmigen geprägte westliche Ausläufer des NSG Hainholz (Aufnahme H.-B. Schikora; 22.04.96).



Abb. 4: Erdfall im Kalkbuchenwaldbereich des NSG Hainholz nahe Düna/Osterode (Aufnahme H.-B. Schikora; 19.04.96)

bereits in Steppenrasen auf Gips im benachbarten Kyffhäusergebiet festgestellt (vgl. Heimer et al. 1980). Ihr Vorkommen auf vier der fünf Untersuchungsflächen in Trockenrasen-Gesellschaften des NSG Questenberg (insgesamt 24M) ist bemerkenswert und unterstreicht, daß nicht nur Calluneten besiedelt werden (Sacher 1995, vgl. auch Baumann 1997). 1M auch im NSG Pfaffenköpfe (Trockenrasen).

#### Gnaphosidae - Glattbauchspinnen

##### *Micaria silesiaca*

Im Gipskarst-Gebiet bisher nur 1M, 3W im NSG Sattelköpfe (Trockenrasen/Felsflur). Nach Bauchhenß (1995) gehört die Art zu den psammophilen Arten, d.h. sie wurde bisher ausschließlich in Sandgebieten nachgewiesen. Für die Funde in Sachsen-Anhalt trifft diese Typisierung zu, trat sie doch nur in den Sandgebieten nördlich des Harzes spärlich auf (LAU-Trockenrasenprogramm, vgl. auch Sacher 1997b).

#### Linyphiidae - Zwerg- und Baldachinspinnen

##### *Centromerus serratus*

Nachweise liegen bisher nur aus dem Gipskarst-Gebiet Sachsen-Anhalts vor, wo sie auf drei der fünf Trockenrasen-Untersuchungsflächen im NSG Questenberg festgestellt wurde (insgesamt 6M). Wie *D. coracina* ist *C. serratus* auch auf Muschelkalk-Untergrund gefunden worden (vgl. Bauchhenß 1992, Sacher 1997a, c, nördliche Voreifel: Schikora unveröff.). Die bleiche Gesamtfärbung dieser in der Literatur selten genannten Baldachinspinne läßt vermuten, daß sie Hohlräume und Spaltensysteme sonnenexponierter skelettreicher Trockenstandorte besiedelt.

##### *Cineta gradata*

Diese recht selten gefundene und überwiegend von Fichten mittlerer Höhenlagen des Harzes bekannte Zwergspinnenart (vgl. Sacher 1997c, d) konnte 1997 erstmals auch im südwestlichen Harzvorland nahe Scharzfeld [ca. 300 m üNN] nachgewiesen werden. Die Art wurde in beiden Geschlechtern an den unteren Zweigen von einzelnstehenden Kiefern und Fichten randlich eines Halbtrockenrasenareales (Dolomitkuppen) festgestellt. Weitere aktuelle Nachweise dieser Spinne in der Zwergstrauch-



Abb. 5: Versinkungsstrecke des Harzflusses Sieber in der Karstregion nw Herzberg. Gut sichtbar das Versiegen der fließenden Welle im Schotterbett (Aufnahme H.-B. Schikora; 31.05.97).



Abb. 6: Steilwandabschnitt des Sachsensteins südöstlich von Bad Sachsa (Aufnahme H.-B. Schikora; 18.04.97)

schicht der Zentralflächen mehrerer ombro-soligener Moore des Oberharzes (Schikora, unveröff.) lassen vermuten, daß *C. gradata* nicht ausschließlich der Nadelbaum-Stratozönose zuzurechnen ist.

##### *Lasiargus hirsutus*

Die wegen ihrer langen Behaarung unverkennbare Spinne gilt als selten (vgl.

Wiehle 1960). Im Gipskarst-Gebiet des Südharzes wurde sie an vier der fünf Trockenrasen-Standorte des NSG Questenberg angetroffen (vgl. Sacher 1995), d.h. scheint hier weit verbreitet zu sein (bisher insgesamt 8M, 6W). Auch aus den nahe gelegenen Muschelkalkgebieten von Saale (Thüringen - s. Malt & Sander 1996) und Unstrut (Sachsen-Anhalt - s. Sacher 1997a) ist *L. hirsutus*



**Abb. 7: NSG Sattelköpfe bei Hörningen, Landkreis Nordhausen. Westhang und Plateau der Sattelköpfe; größere vegetationsfreie Flächen und Felsheiden (Fallenstandort; Aufnahme H. Sparmberg)**



**Abb. 8: NSG Questenberg bei Questenberg. Südhang mit Festuco-Callunetum (Fallenstandort; Aufnahme M. Trost; 20.05.94)**

bekannt, scheint in den Muschelkalk-Gebieten Nordhessens und Unterfrankens dagegen zu fehlen (vgl. Hofmann 1990 bzw. Bauchhenß 1992).

#### *Lepthyphantes keyserlingi*

Auch diese wegen ihrer Abdomenzeichnung auffällige Baldachinspinne (Wiehle 1956) scheint für Trockenrasen-Gesellschaften des Südharzer Gipskarst-

Gebietes kennzeichnend zu sein. Nachweise liegen sowohl aus Sachsen-Anhalt (NSG Questenberg - 7M, 3W von drei der fünf Untersuchungsflächen) wie Thüringen (NSG Sattelköpfe - 1M) vor. Aus dem benachbarten Kyffhäuser-Gebiet wurde die Art bereits von v. Broen (1965) für Gips-Untergrund genannt, kommt jedoch auch in Trockenrasen-Gesellschaften auf Porphy (Sacher et al.

1996), Muschelkalk (Hofmann 1990, Bauchhenß 1992) und Buntsandstein (Sacher, unveröff.) vor.

#### *Lepthyphantes notabilis*

Diese von Ruzicka (1990) als lithobiont eingeschätzte Baldachinspinne zählt zu den regelmäßigen Bewohnern von Block- bzw. Geröllhalden (Ruzicka & Hajer 1996), wurde aber auch in Höhlen gefunden (Thaler 1982). Aus Deutschland sind nur Nachweise aus dem Raum Bonn (leg. Kullmann, Erstnachweis für D: Thaler 1982), dem Schwarzwald und dem Oberharz (Molenda 1996; Schikora unveröff.) bekannt. Im Südharz gelang nun der Nachweis eines W im Hangschutt des Sachsensteins.

#### *Typhochrestus simoni*

Diese winzige Spinne wurde auf zwei der fünf Untersuchungsflächen im NSG Questenberg festgestellt, und zwar ausschließlich im Winterhalbjahr (bisher insgesamt 5M). Die Art tritt dort in deutlich geringeren Abundanzen als die ebenfalls winterreife Schwesterart *T. digitatus* auf. Weitere Nachweise der selten gefundenen und aus Sachsen-Anhalt bisher nicht bekannten Art gelangen jüngst auf Muschelkalk-Standorten des Unstrut-Triaslandes (Burgenland-Kreis - zahlreich! Sacher 1997a, c); und auch Hofmann (1990) und Bauchhenß (1992) geben sie als charakteristisch für die von ihnen untersuchten Muschelkalk-Standorte Nordhessens bzw. Unterfrankens an.

### Lycosidae - Wolfspinnen

#### *Alopecosa striatipes*

Die große und durch die hellen Radiärstreifen des Prosoma leicht kenntliche Wolfspinnenart ist im Südharzer Gipskarst bisher nur im NSG Sattelköpfe gefunden worden (Trockenrasen - 2M, 2W). Malt & Sander (1996) bezeichnen sie für Thüringen als „sehr selten“; aus Sachsen-Anhalt und Niedersachsen ist *A. striatipes* nicht bekannt.

#### *Pirata knorri*

*P. knorri* wird als charakteristische Art der Schotterbänke naturnaher Fließgewässer in Mittelgebirgslagen angesehen. In Deutschland ist die Spinne im außeralpinen Bereich bisher jedoch nur sehr vereinzelt nachgewiesen worden (vgl. Smit 1997). In der Südharzregion

stellt *P. knorri* nach den Befunden von 1997 die kennzeichnendste Spinnenart der Versinkungsstrecken von wasserbaulich nicht beeinträchtigten Karstbächen und -flüssen dar. Bedingt durch zahlreiche Fluß- und Bachschwinden im Untergrund fallen dort in manchen Jahren die Gewässerbetten auf Kilometer monatelang trocken. Die Art ist dann vor allem im Umfeld verbliebener Wasserstellen, z.B. an Schwalglöchern und dort, wo die fließende Welle rinnsalartig versiegt (vgl. Abb. 5), an Sonnentagen in hoher Individuendichte anzutreffen.

#### Philodromidae - Laufspinnen

##### *Philodromus longipalpis*

Bei *P. longipalpis* handelt es sich um eine unlängst von Seegers (1992) wiederbeschriebene eigenständige Art der Laufspinnen-Gattung *Philodromus*. Sie steht den Arten *P. aureolus* und *P. cespitum* sehr nahe und dürfte in der Vergangenheit wohl mit diesen verwechselt worden sein. Die Verbreitung von *P. longipalpis* in Mitteleuropa ist dementsprechend unklar. Abgesehen vom Fund eines M im Südhaz (Umfeld NSG Steinkirche) beziehen sich eigene Nachweise bislang auf in eine *Calluna*-Heide (Sandboden) bei Lingen/Ems und auf ein Halbtrockenrasengebiet (Muschelkalk) in der nördlichen Voreifel (*Schikora* unveröff.). Der Charakter der bisherigen Fundorte könnte insofern eine gewisse Präferenz der Spinne für wärmebegünstigte Standorte zum Ausdruck bringen. Zur Artunterscheidung s. auch Roberts (1993, 1995).

#### Salticidae - Springspinnen

##### *Talavera thorelli*

Im Gipskarstgebiet des Südhaz wurde die Art bisher nur in Sachsen-Anhalt und Thüringen festgestellt: Im NSG Questenberg trat sie an drei Standorten auf (5M, 3W), ein Einzeltier (W) stammt aus einem Trockenrasen des NSG Sattelköpfe. Mit dem letztgenannten Fund wurde *T. thorelli* erstmals für Thüringen belegt.

Das Verbreitungsbild dieser Springspinne ist noch weitgehend unklar, ebenso ihr Gefährdungsgrad (vgl. Platen et al. 1996). Nach den bisherigen Ergebnissen des LAU-Trockenrasenprogramms zu urteilen, scheinen sich die Vorkommen in Sachsen-Anhalt auf

Trockenstandorte der Harzregion zu konzentrieren, wobei auch Standorte im kollinen/submontanen Bereich besiedelt werden.

#### Theridiidae - Kugelspinnen

##### *Dipoena coracina*

Diese kleine Kugelspinne, ebenfalls im Rahmen der Untersuchungen des LAU Sachsen-Anhalt im NSG Questenberg nachgewiesen (vgl. Sacher 1995), gehört zu den in Deutschland bisher nur selten gefundenen *Dipoena*-Arten. Sacher (1997a) nennt sie von einem weiteren Trockenrasen-Standort in Sachsen-Anhalt, allerdings auf Muschelkalk: NSG Tote Täler/Burgenland-Kreis. Auch Hofmann (1990 - Nordhessischen Bergland), Bauchhenß (1992 - Unterfranken) und Malt & Sander (1996 - Thüringen) geben *D. coracina* für Muschelkalkstandorte an.

##### *Theridion conigerum*

Die kleine Art (KL 1.2-1.8 mm; Abb. 9), die in beiden Geschlechtern ein ungewöhnlich geformtes Abdomen besitzt, wird zu den seltensten Kugelspinnen Mitteleuropas gerechnet (vgl. Knoflach 1993). Für Deutschland sind bis heute nur die Funde von zwei Männchen bekannt geworden (bei Rottweil: Wunderlich 1973. Brockenbett [nahe Ilsenburger Skihütte], Hochharz [ca. 910 m üNN; leg. Hiebsch]: Heimer 1980; s. Sacher 1997c, d). Das 1997 nachgewiesene Vorkommen von *T. conigerum* im Südhaz (1M, 3W, Eikon) bezieht sich bislang ausschließlich auf den Bereich des Sachsensteins.

##### *Theonoe minutissima*

Winzige, wenig bekannte Kugelspinnen-Art, die auch im norddeutschen Raum bislang nur selten nachgewiesen wurde (s. Fründ et al. 1994). Aus dem Gipskarstgebiet des Südhaz liegt nun der Fund eines M unter grobem Geröll einer alten Gipsabbaustätte am Nordhang des Rötzel vor. Ruzicka & Hajer (1996) fanden die Art ebenfalls unter Geröll in Nordböhmen und sprechen ihr ein diplostenökes Vorkommen in „Hochmooren“ und Blockhalden zu. Diese Typisierung ist mit Sicherheit zu eng gefaßt, da neben Moorstandorten i.w.S. (z.B. Reinke & Irmeler 1994, Schikora 1994) auch verschiedene andere Lebensräume als Fundorte der Spinne bekannt geworden sind (Roberts 1995).

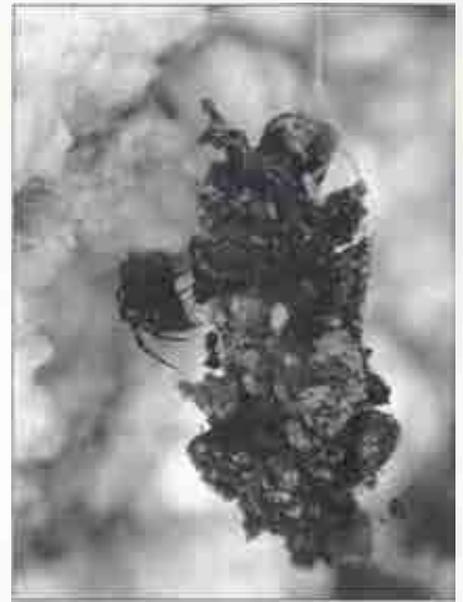


Abb. 9: Etwa 1.8 mm messendes Weibchen der Kugelspinne *Theridion conigerum* Simon neben seinem an Spinnfäden aufgehängenen und mit Substratstückchen getarnten Rückzugsgespinst (Aufnahme H.-B. Schikora; 19.06.97).

#### Thomisidae - Krabbspinnen

##### *Xysticus ninnii*

Es liegt nur ein Nachweis aus dem Gipskarst-Gebiet vor: NSG Questenberg, 1M. Im Rahmen des Trockenrasenprogramms des LAU Sachsen-Anhalt wurde diese in der Literatur selten genannte Krabbspinne sonst nur auf Sanduntergrund gefunden (vgl. auch Sacher 1997b), fehlt in Sachsen-Anhalt allerdings auch im Porphyrgbiet um Halle nicht (Sacher et al. 1996).

#### Bedeutung der Karstbiotope für Spinnen

Die hier vorgestellten Ergebnisse basieren vorwiegend auf aktuellen Untersuchungsergebnissen von 12 Standorten, die einen rund 80 km langen Abschnitt der Gipskarstregion des Südhaz repräsentieren (vgl. Abb. 1). Damit liegt erstmals eine Übersichtsdarstellung zur Spinnenfauna dieses Naturraumes auf den Territorien der Bundesländer Niedersachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt vor. Vor dem Hintergrund seiner Gesamtfläche von rund 780 km<sup>2</sup>, seiner hohen geogen bedingten Standortdiversität und erst recht im Hinblick auf die sehr unterschiedlichen Untersuchungsintensitäten und -methoden

(vgl. Datengrundlage) kommt dieser Zusammenstellung derzeit aber nur der Charakter einer Zwischenbilanz zu. Sie soll vor allem als Basis für künftige Untersuchungstätigkeit dienen.

Ganz bewußt wurde dabei der Kyffhäuser ausgeklammert, dessen Spinnenfauna derzeit im Rahmen eines Naturschutz-Großprojekts des Bundes untersucht wird.

Die Standorte lassen sich im wesentlichen vier naturraum- bzw. kulturraumtypischen Biotoptypen zuordnen, deren geogene Bedingungen die standortökologischen Eigenschaften entscheidend prägen. Es sind dies Kalkmagerrasen in ihren Ausprägungen Halbtrocken- bzw. Trockenrasen, stark durch Solifluktion geprägte Gipssteilhänge einschließlich ihrer Felsfluren, Laub- bzw. Kalkbuchenwälder auf Gips/Anhydrit sowie Schotterbetten / Uferregionen der Versinkungsstrecken von Karstflüssen. Nicht untersucht wurden beispielsweise Karsthöhlen, stehende Karstgewässer (z.B. Uferzonen der Kleingewässer in Erdfällen und Poljen) oder Vermoorungen in Karsthohlformen. Eine Abschätzung der Bedeutung der untersuchten Karstbiotope für Spinnen ist gegenwärtig wegen der noch geringen Erfassungsdichte und Vergleichbarkeit der Ergebnisse schwierig. Es ist anzunehmen, daß die augenfälligen Unterschiede zwischen den Datensätzen (Artenspektren, Artensummen der Standorte) vorrangig methodische Differenzen, saisonale Aspekte oder unterschiedliche Untersuchungsintensitäten, in nur untergeordnetem Maße jedoch faunistische Eigenheiten der Standorte und Biotoptypen abbilden. Beispielsweise enthält der ausschließlich auf Bodenfallenfängen beruhende Datenfundus (Standorte SK, MB, PA/PW, RO, QU) vorwiegend Angaben zu terrestrisch lebenden Spinnenarten. Trotzdem ist auch in diesen Fällen ein direkter Vergleich der Artenspektren wenig sinnvoll, weil Standorte unterschiedlicher Exposition untersucht worden sind und zudem unterschiedliche Fallenanzahlen und -typen Anwendung fanden. Die vorliegenden Ergebnisse lassen aber erkennen, daß vor allem Kalkmagerrasen und natürliche Steilabbrüche mit ihren Felsfluren herausragende Bedeutung als Lebensräume gefährdeter wie faunistisch bemerkenswerter Spinnenarten besitzen. Im letztgenannten Biotoptyp konnten mit *Theridion conigerum* und

*Lepthyphantes notabilis* sogar außergewöhnliche Arten nachgewiesen werden, deren Vorkommen in Deutschland nach heutigem Ermessen ausgesprochen relikttäres Charakter besitzt.

Die Magerrasen des Südharzer Zechsteingürtels sind im subatlantischen Klima des Südwestharzes als Halbtrockenrasen (Mesobromion) und im subkontinental getönten Klima des Südostharzes zunehmend als Trockenrasen (Xerobromion) ausgebildet (vgl. *Brust et al.* 1991). Sie weisen ein reiches Inventar an teilweise eng eingensichten, xerothermophilen Spinnenarten auf, wobei möglicherweise nach Südosten hin der Anteil eher kontinental verbreiteter Arten zunimmt. Für die Spinnen der Magerrasen ist das Offenhalten der von ihnen besiedelten Flächen außerordentlich bedeutsam, weitere wichtige Faktoren scheinen daneben die Flächengröße und insbesondere der Flächenverbund darzustellen. Natürliche Steilabbrüche bzw. Steilhänge im Südharz sind je nach ihrer Exposition mehr oder weniger stark durch dynamische Prozesse von Solifluktion geprägt und blieben in der Regel seit der letzten Eiszeit waldfrei. Sie weisen instabile bandartige Halden aus Grobschutt auf, die steilen Gips-/Anhydrit-Felhänge werden an günstigen Stellen von kleinflächig ausgeprägten Felsfluren (z.B. Blaugras-Halbtrockenrasen) eingenommen. Das Vorkommen seltener pflanzlicher Glazialrelikte an solchen Standorten (vgl. Sachsenstein) spricht dabei für eine relative Langzeitkonstanz der standortökologischen Bedingungen. Möglicherweise steht damit auch das Vorkommen außergewöhnlicher Spinnenarten in ursächlichem Zusammenhang (vgl. hierzu auch *Molenda* 1996). Gestützt wird diese Annahme dadurch, daß gezielte Nachsuchen nach den betreffenden Arten in alten, offengelassenen Gips-Abbaustätten, die mit ihren Steilhängen und Schutthalden natürlichen Steilabbrüchen strukturell oft ähnlich sind, bislang erfolglos blieben.

### Danksagung

*Friedhart Knolle* (Goslar) und *Firouz Vladi* (Düna) leisteten entscheidende Hilfen bei der Auswahl geeigneter Untersuchungsgebiete in Niedersachsen und überließen Literatur und Kartenmaterial, *Alexander Ehrig* (Tettenborn) ermöglichte erste Vorexkursio-

nen, *Uwe Röhrs* (Hannover) stellte umfangreiche Informationen zu einzelnen Gebieten zur Verfügung. Die NOWARA-Mitglieder *Heike Albrecht* (Göttingen), *Karin Kliem* (Garnbach) und *Sabine Merkens* (Osnabrück) überließen eigene Nachweisdaten, das Museum für Naturkunde und Vorgeschichte Dessau (*T. Karisch*) und die Büros *Sparnberg* (Erfurt) und *Dr. Weise* (Mühlhausen) stellten Spinnenausbeuten zur Verfügung und erlaubten die Veröffentlichung der Bestimmungsergebnisse. Ihnen allen sei herzlich gedankt. Unser Dank gilt auch dem Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (*Dr. Peer Schnitter, Martin Trost*), dem staatlichen Umweltamt Sondershausen und Prof. *Dr. Norbert Grosser* (Erfurt).

### Literatur

- Ahrens, L., Grünhagen, D., Möllhoff, S., Röhrs, U., Willwater, C.*, 1994: Hauptpraktikum Südharz 1994 - Gruppe Beierstein. - Bericht zum geogr. Hauptpraktikum [unveröff.], Leitg. Prof. Dr. F.-D. Miotke, Univ. Hannover, 78 S. + Anhang.
- Bauchhenß, E.*, 1992: Epigäische Spinnen an unterfränkischen Muschelkalkstandorten. - Abh. naturwiss. Ver. Würzburg 33: 51-73
- Bauchhenß, E.*, 1995: Die epigäische Spinnenfauna auf Sandflächen Nordbayerns (Arachnida: Araneae). Zool. Beitr. (NF) 36: 221-250
- Baumann, T.*, 1997: Populationsökologische und zönotische Untersuchungen zur Bedeutung von Habitatqualität und Habitatfragmentierung für Spinnenpopulationen auf Trockenrasen am Beispiel von *Eresus cinaberinus* (Oliv. 1789). Wissenschaft und Technik Verlag, Berlin, 134 S.
- Broen, B. von*, 1965: Ein Nachweis von *Altella lucida* SIMON (Araneae, Dictynidae) und einige weitere bemerkenswerte Araneenfunde. Zool. Anz. 175: 406-408
- Brust, M., Knolle, F., Kupetz, M.*, 1991: Interdisziplinäre Aspekte eines potentiellen Naturschutzgroßprojektes Zechsteinlandschaft Südharz/Kyffhäuser. - Veröff. Naturkundemuseum Erfurt 10: 88-104.
- Eckert, R.* 1992a: Untersuchungen zur terrestrischen Arthropodenfauna von Höhlen in den Mittelgebirgen (Harz, Kyffhäuser, Thüringen, Zittauer Gebirge) der neuen Bundes-

- länder. - Mitteilungen Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde e.V. (Ost-erode) 1: 19-33.
- Eckert, R., 1992b: Lebensweise und Verbreitung der beiden häufigsten Spinnen in den deutschen Höhlen: *Meta menardi* (LATR.) und *Meta meriana* (SCOP.). - Mitteilungen Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde e.V. (Ost-erode): 3-12.
- Erdmann, K., Ilsemann, J., Koltzsch, F., Mithöfer, K., Reinhold, I., Wöbse, J., 1993: Geographisches Hauptpraktikum Südharz - Gruppe Sachsenstein. - Bericht zum geogr. Hauptpraktikum [unveröff.], Leitg. Prof. Dr. F.-D. Miotke, Univ. Hannover, 49 S. + Lit.verz.
- Fründ, H.-C., Grabo, J., Reinke, H.-D., Schikora, H.-B., Schultz, W., 1994: Verzeichnis der Spinnen (Araneae) des nordwestdeutschen Tieflandes und Schleswig-Holsteins. - Arachnol. Mitt. 8: 1-46.
- Hartmann, R., 1978/79: Die Höhlenfauna des Gipskarstgebietes Hainholz/Harz - Ein erster Überblick. - Karst und Höhle: 1-16.
- Heimer, S., 1980: Eine bemerkenswerte Kugelspinne aus dem Harz (Arachnida, Araneae, Theridiidae). Beiträge zur Spinnenfauna der DDR, IV. - Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden 7: 179-181.
- Heimer, S., Hiebsch, H., Sacher, P., 1980: Zur Verbreitung von *Eresus niger* (PET.) in der DDR (Aracheae, Eresidae). Biol. Stud. Luckau 9: 42-45
- Hofmann, I., 1990: Struktur und Sukzession von Spinnengesellschaften der Halbtrockenrasen. - Inauguraldiss. FB Biologie der FU Berlin, 193 S.
- Knoflach, B., 1993: *Theridion conigerum* SIMON - rediscovered in Austria (Araneida: Theridiidae). - Bull. Brit. arachnol. Soc. 9 (6): 205-208.
- Kraus, O., Baur, H., 1974: Die Atypidae der West-Paläarktis. Systematik, Verbreitung und Biologie (Arach.: Araneae). - Abh. Verh. naturwiss. Ver. Hamburg (NF) 17: 85-116
- Malt, S., Sander, F., 1996: Kommentiertes Verzeichnis der Spinnen (Arachnida: Araneida) Thüringens. In: Thüringer Entomologenverband e.V. (Hrsg.), Check-Listen Thüringer Insekten, Insekten & Spinnentiere, Teil 4: 5-36
- Miotk, P., 1981: Zur Fauna des Natur-schutzgebietes „Hainholz“. - Ber. naturhist. Ges. Hannover 124: 113-154.
- Miotke, D., 1998: Südharz als naturkundlicher Forschungsschwerpunkt. - In: Gipskarstlandschaft Südharz - aktuelle Forschungsergebnisse und Perspektiven, NNA-Berichte 2/98.
- Molenda, R., 1996: Zoogeographische Bedeutung Kaltluft erzeugender Blockhalden im außeralpinen Mitteleuropa: Untersuchungen an Arthropoda, insbesondere Coleoptera. - Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg (NF) 35: 5-93.
- Paul, J., 1998: Südliches Harzvorland: geologische Grundlagen einer Landschaft. - In: Gipskarstlandschaft Südharz - aktuelle Forschungsergebnisse und Perspektiven, NNA-Berichte 2/98.
- Planungsgruppe Ökologie + Umwelt 1997: Entscheidungsgrundlagen für die weitere Nutzung der Gipskarstlandschaft Südharz/Kyffhäuser unter besonderer Berücksichtigung des Bodenschutzes. - Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Auftrag des Umweltbundesamtes (Hannover): 172-283
- Platen, R., Blick, T., Bliss, P., Drogla, R., Sacher, P., Wunderlich, J., 1995: Checklist der Webspinnen (Araneida), Weberknechte (Opiliona) und Pseudoskorpione (Pseudoscorpionida) Deutschlands. - Arachnol. Mitt., Sonderbd. 1: 1-55
- Platen, R., Blick, T., Sacher, P., Malten, A., 1996: Rote Liste der Webspinnen Deutschlands (Arachnida: Araneae). - Arachnol. Mitt. 11: 5-31.
- Platnick, N.I., 1993: Advances in Spider Taxonomy 1989-1993. With synonymies and transfers 1940-1980. - New York Entomological Society & The American Museum of Natural History, New York: 846 S.
- Reinboth, F., 1996: Die Hosenträgerhöhle am Sachsenstein. Zur Erinnerung an Fritz Strötter †. - Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Harz e.V. 3: 39-45.
- Reinboth, F., 1998: Forschungen in der Gipskarstlandschaft Südharz von den Anfängen bis zur Gegenwart. - In: Gipskarstlandschaft Südharz - aktuelle Forschungsergebnisse und Perspektiven, NNA-Berichte 2/98.
- Reinke, H.-D., Irmeler, U., 1994: Die Spinnenfauna (Araneae) Schleswig-Holsteins am Boden und in der bodennahen Vegetation. - Faun.-Ökol. Mitt. Suppl. 17: 1-148.
- Roberts, M.J., 1993: The Spiders of Great Britain and Ireland. Compact Edition, Vols. I-III. - Harley Books, Colchester; 229 + 204 S., Appendix
- Roberts, M.J., 1995: Spiders of Britain & Northern Europe. - Harper Collins Publishers, London, Glasgow, New York, Sydney; 383 S.
- Ruzicka, V., 1990: The spiders of stony debris. - Acta Zool. Fennica 190: 333-337.
- Ruzicka, V., Hajer, J., 1996: Spiders (Araneae) of stony debris in North Bohemia. - Arachnol. Mitt. 12: 46-56.
- Sacher, P., 1995: Die Webspinnenfauna von vier Magerrasenbiotopen im Gips-Karstgebiet des Südharzes. Endbericht im Rahmen des LAU-Trockenrasenprogramms (unpubl.), 14 Mskr.-S.
- Sacher, P., 1997a: Zur Webspinnenfauna von 5 Trockenstandorten auf Muschelkalk im Burgenland-Kreis. Endbericht im Rahmen des LAU-Trockenrasenprogramms (unpubl.), 27 Mskr.-S.
- Sacher, P., 1997b: Zur Webspinnenfauna (Araneida) ausgewählter Sandtrockenrasen und Zwergstrauchheiden im Elb-Havel-Winkel (Sachsen-Anhalt). Untere Havel - Naturk. Ber. 6: 75-80
- Sacher, P., 1997c: Webspinnen (Arachnida: Araneida). - In Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Arten- und Biotop-schutzprogramm Sachsen-Anhalt. Landschaftsraum Harz. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle), Sonderheft 4/97, 364 S.
- Sacher, P., 1997d: Webspinnen (Arachnida: Araneae) im Nationalpark Hochharz. - Ber. Naturhist. Ges. Hannover 139: 259-276.
- Sacher, P., Baumann, T., Voigt, S., Kuschka, V., Teichmann, B., Bliss, P., 1996: 4. Spinnentiere - Arachnida: Araneida et Opiliona. In: Wallaschek, M., Bliss, P., Schöpke, H. und W. Witsack (Hrsg.): Beiträge zur Erfassung der Biodiversität im Unteren Saaletal. Arbeiten aus dem Naturpark „Unteres Saaletal“ 3: 23-29
- Schikora, H.-B., 1994: *Mycula mossakowskii*, a new genus and species of erigonine spider from ombrotrophic bogs in southern Germany (Araneae: Linyphiidae). - Bull. Br. arachnol. Soc. 9 (8): 274-276.
- Seegers, H., 1992: Nomenclatural notes on, and redescriptions of some little-

known species of the *Philodromus aureolus* group (Araneae: Philodromidae). – Bull. Br. arachnol. Soc. 9 (1): 19-25.

Smit, J., 1997: Die epigäische Spinnenzönose (Araneae) auf Schotterbänken der Mittelgebirgsbäche und -flüsse im Rheinischen Schiefergebirge (Nordhessen). – Arachnol. Mitt. 13: 9-28.

Stein, B., Bogon, K., Kraus, O., 1992: Tapezierspinnen in N-Hessen, S-Niedersachsen und E-Westfalen (Arachnida, Araneae, Atypidae). – Verh. naturwiss. Ver. Hamburg (NF) 33: 229-237

Thaler, K., 1982: Weitere wenig bekannte *Lepthyphantes*-Arten der Alpen (Arachnida: Aranei, Linyphiidae). – Revue suisse Zool. 89 (2): 395-417.

Töpfer-Hofmann, G., v. Helversen, O.

1990: Four species of the *Pardosa lugubris*-group in Central Europe (Araneae, Lycosidae). A preliminary report. – In: Celevier, M.-L., Heurtault, J., Rollard, C. (eds.), C.R. XII. Coll. Eur. Arachnol., Paris. – Bull. Soc. Eur. d' Arachnol., sér. 1, N°hors: 349-352.

Vladi, F., 1995: Die Südharzer Gipskarstlandschaft - Karstwanderweg. – In: Südharz-Information (Hrsg.; Ost-erode), Faltblatt, 4S.

Wiehle, H., 1956: 28. Familie Linyphiidae - Baldachinspinnen. In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, 44. Teil. Gustav Fischer Verlag. Jena, 337 S.

Wiehle, H., 1960: XI: Micryphantidae - Zwergspinnen. In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der

angrenzenden Meeresteile, 47. Teil. Gustav Fischer Verlag. Jena, 620 S.

Wunderlich, J., 1973: Zur Spinnenfauna Deutschlands XV. Weitere seltene und bisher unbekannte Arten sowie Anmerkungen zur Taxonomie und Synonymie (Arachnida: Araneae). – Senckenbergiana biol. 54 (4/6): 405-428.

#### Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Biol. Hans-Bert Schikora  
Am Lohhof 17  
27721 Ritterhude

Dr. Peter Sacher  
Nationalparkverwaltung Hochharz  
Lindenallee 35  
38855 Wernigerode

# Vorüberlegungen für ein multimediales Informationssystem zum Geotopkataster der Karstlandschaft im Südharz und Kyffhäuser

von Michael Brust

## Zusammenfassung

Unter Nutzung eines multimedialen Informationssystems, das im Auftrag des Heimatbundes Thüringen eigens entwickelt wurde, sollen Daten zu einem Geotopkataster der Karstlandschaft des Südharzes und Kyffhäusers aufbereitet und präsentiert werden. Die Möglichkeiten der Realisierung eines entsprechenden Projektes werden erörtert. Zugleich werden die historische Entwicklung und der gegenwärtige Stand der Geotoperfassung in dieser naturräumlichen Region kurz umrissen. Die unterschiedlichen definitorischen Bestimmungen des Begriffes Geotop werden referiert. Auf einige spezifische Anforderungen an ein Geotopkataster im Karst wird besonders hingewiesen.

## 1 Veranlassung

Der Heimatbund Thüringen<sup>1</sup> hatte 1996 unter dem Arbeitstitel „Archiv für Landeskultur / multimediale Thüringen-Enzyklopädie“ mit freundlicher Unterstützung der Staatskanzlei des Freistaates Thüringen ein längerfristiges Projekt ins Leben gerufen. Inhalt dessen war es, ausgewählte Aspekte der landeskundlichen Bestandsaufnahme, die als hierarchische Datenbanken vorlagen (Texte, Fotos, Karten usw.), unter Verwendung einheitlicher Datenformate zu digitalisieren und für eine dialogisierende Kommunikation aufzubereiten. Gestützt auf eigene Recherchen sowie die methodischen Erfahrungen der Projektpartner<sup>2</sup> wurden zunächst zwei Pilotstudien durchgeführt. Sie sollten der Ent-

scheidungsfindung zwischen den alternativen Möglichkeiten einer Datenaufbereitung mittels Geographischer Informationssysteme (GIS) oder in Form eines multimedialen Informationssystems dienen.

Es zeigte sich schnell, daß die erste Variante (auf digitaler kartographischer Grundlage) unter anderem wegen überdurchschnittlich hoher Kosten (sowohl für Software, als auch für Kartengrundlagen) sowie ungenügender Benutzerfreundlichkeit wenig zweckmäßig erschien. Hingegen legte es der inzwischen allgemein erreichte Stand der Technik bei Personalcomputern mit seinen internationalen Standards nahe, die vorhandenen Daten in ein multimediales, internetbasiertes Umfeld einzubetten. Dazu bot sich die für das World Wide Web gültige Sprache „Hypertext Markup Language“ (HTML) an, wobei neben der Präsentation von Text- und Bilddatenbanken die Möglichkeit der Einspielung von Audio- und Videosequenzen mit Blick auf eine nutzerseitige Akzeptanz in das Kalkül einbezogen wurde. Verlockend erschien ferner, daß relativ kostengünstig die Herausgabe von CD-ROM im Rahmen des Projektes realisierbar wäre.

<sup>1</sup> Der Heimatbund Thüringen e.V. mit Sitz in Elgersburg (Ilmkreis) versteht sich gemäß seiner Satzung als Landesverband für Natur- und Umweltschutz, Regionalgeschichtsforschung, Denkmalschutz und Kulturpflege. Er ist dem Deutschen Heimatbund mit Sitz in Bonn als Dachverband angeschlossen.

<sup>2</sup> In dieser Projektphase wurde insbesondere mit dem Zentrum für Thüringer Landeskultur e.V. sowie mit dem Naturschutzzentrum Mittelmühle Kleinschmalkalden e.V. kooperiert.

Im weiteren Verlauf des Projektes hatte der Heimatbund Thüringen seine eigene Datenerhebung zu historischen Friedhöfen Thüringens weitestgehend abgeschlossen und entsprechend digital aufbereitet.<sup>3</sup> Daraus resultierten zwangsläufig Überlegungen, welche Themenkomplexe anschließend eingearbeitet werden könnten. Als eine der Möglichkeiten wurde (auf Anregung des Autors in seiner Eigenschaft als Mitglied im Landesvorstand des Heimatbundes Thüringen) in Betracht gezogen, für ausgewählte naturräumliche Regionen ein Geotopkataster möglichst auf Grundlage vorhandener Informationsangebote bzw. Datenbanken zu erstellen und für eine multimediale Präsentation aufzubereiten. Für diese Entscheidung wurde es als günstig angesehen, daß bereits seit 1995 unter dem Dach des Heimatbundes eine Arbeitsgruppe Geotop-

schutz in Thüringen besteht, in der u.a. Vertreter der Thüringer Landesanstalt für Geologie, der Thüringer Landesanstalt für Umwelt, des Thüringischen geologischen Vereins e.V., der Mitteldeutschen speleologischen Gesellschaft e.V. sowie des Thüringer Höhlenvereins e.V. mitwirken. Der Heimatbund Thüringen befürwortet die geplante Ausweisung eines Biosphärenreservates Südharz / Kyffhäuser, und der betreffenden Gipskarst-Landschaft gebührt gerade auch aus der Sicht des Geotopschutzes eine besondere Bedeutung. Der Autor wurde daher beauftragt, konzeptionelle Vorüberlegungen für ein multimediales Informationssystem zum Geotopkataster der Karstlandschaft im Südharz und Kyffhäuser zu erarbeiten. Dabei sollten die Möglichkeiten der Informationserschließung sondiert, der vorliegende Kenntnisstand umrissen sowie

Vorschläge zur weiteren Veranlassung unterbreitet werden.

## 2 Allgemeines zum Geotopschutz

### 2.1 Historisches

Die Bemühungen um eine Erhaltung geogener Eigenarten und Besonderheiten der Natur haben in Deutschland eine lange Tradition. Erinnerung sei exemplarisch an die Baumannshöhle im Harz, zu deren Schutz nach Ant 1969 bereits im Jahr 1668 eigens eine Verordnung des Herzogs Rudolf August zu Braunschweig und Lüneburg erlassen wurde, oder an den Drachenfels im Siebengebirge (geschützt seit 1836). Die Baumannshöhle ist möglicherweise als eines der ältesten Naturdenkmale in Deutschland überhaupt anzusehen.

<sup>3</sup> Auf dem Thüringen-Tag am 4. und 5. Oktober 1997 in Heiligenstadt wurde das Projekt inzwischen der Öffentlichkeit vorgestellt (Anmerkung nach Redaktionsschluß).

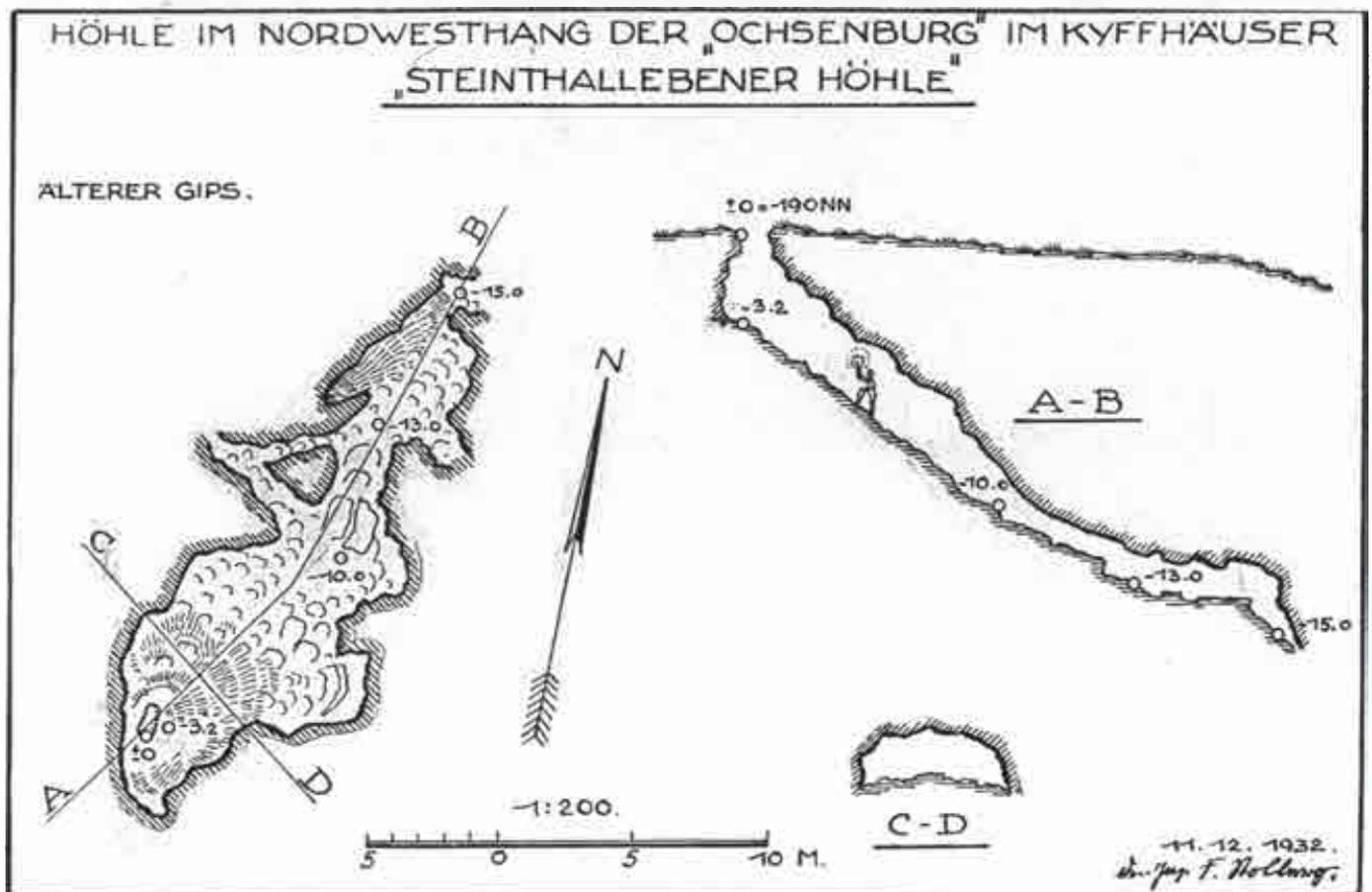


Abb. 1: Die Gesellschaft für Höhlenforschung im Harzgebiet hatte nahezu alle der um 1935 bekannten Höhlen des Harzes in einem Kataster erfaßt und eine sehr große Zahl davon erstmalig kartiert. Der Plan der Steintalebener Höhle (Kyffhäuserkreis, Thüringen) ist auf den 11.12.1932 datiert und entstammt der Hand des Nestors der Harzer Höhlenforschung, Dr.-Ing. Friedrich Stolberg.

Als sich nach 1920, nicht zuletzt auf Betreiben der Landesverbände für Heimatschutz, der Naturschutz in Deutschland als eine staatliche Aufgabe zu etablieren begann, wurde den „erdgeschichtlichen Naturkunden“ wie z.B. bei Wagner 1930 eine allgemeine Aufmerksamkeit zuteil. Generell wurden abiotische Naturphänomene, Einzelformen oder Gebiete von besonderer Eigenart und Schönheit, als dem Arten- und Biotopschutz gleichrangig angesehen. Für die Entwicklung des Naturschutzes in den beiden deutschen Staaten nach 1949 gilt, daß geogenen Besonderheiten eher marginale Bedeutung beigemessen wurde. Dessen ungeachtet sind in den zurückliegenden fünf Jahrzehnten Naturdenkmale in nicht geringer Zahl aufgrund ihrer geologischen Repräsentanz ausgewiesen worden. Eine Übersicht der Literatur dazu geben *Brust & Hiekel* 1997.

Im Juni 1991 fand in Digne-les-Bains (Haute-Provence) ein Symposium statt, auf dem u.a. eine „Internationale Erklärung des Rechtes der Erde auf ihre Geschichte“ verabschiedet wurde. Dadurch angeregt konstituierte sich eine Arbeitsgemeinschaft Geotopschutz in den deutschsprachigen Ländern, und auf einer Tagung im März 1992 in Mitwitz (Oberfranken) konnten die Ergebnisse der Standortbestimmung vorgelegt und die von *Wiedenbein* 1993 dargestellten Ziele fixiert werden. Die Begriffe „Geotop“ und „Geotopschutz“ wurden erstmalig im heute üblichen Sinne definiert.

Etwa zeitgleich konstituierte sich eine 'Ad-hoc-Arbeitsgruppe des Direktorenkreises der Geologischen Dienste der Länder der Bundesrepublik Deutschland', als deren wesentliches Ergebnis *Look et al.* 1996 eine „Arbeitsanleitung Geotopschutz in Deutschland“ vorgelegt hat. Demgemäß wird eine Erfassung und Bewertung der Geotope in Zuständigkeit der Geologischen Dienste der Länder angestrebt. Den erreichten Stand des Geotopschutzes in Thüringen faßt *Pustal* 1997 zusammen. Die institutionelle bzw. behördliche Etablierung des Geotopschutzes stellt wohl überhaupt eine notwendige Voraussetzung dar, um entsprechende Ziele gesetzlich zu verankern.

## 2.2 Begriffe Geotop und Geotopschutz

Das Wort Geotop hat sich erst in den

letzten Jahren eingebürgert und vergleichsweise schnell eine weite Verbreitung erfahren. Es wird aber sehr wohl unterschiedlich verstanden. In definitiver Hinsicht kann das Ringen um wissenschaftlich fundierte Begriffsinhalte gegenwärtig als noch nicht abgeschlossen gelten. Nur in einem sehr weiten, möglicherweise sogar unzulässig vereinfachten Sinne dürften tradierte Begriffe wie etwa „geologischer Aufschluß“ oder „geologisches Naturdenkmal“ als Synonyme zu „Geotop“ bzw. „schutzwürdiger Geotop“ gelten.

Die durch *Wiedenbein* 1993 vorgeschlagene Definition hebt darauf ab, den Begriff Geotop in der Raumplanung neben den bereits etablierten Begriff Biotop zu stellen. Im Ansatz geht sie von der Endlichkeit natürlicher Ressourcen sowie der Irreversibilität von Eingriffen auch in die abiotische Natur aus und berücksichtigt damit das Prinzip einer dauerhaft umweltgerechten Landnutzung. Sie lautet wie folgt:

„Geotope sind an der Erdoberfläche erkennbare oder von dieser aus zugängliche Teile der Geosphäre, die räumlich begrenzt und im geowissenschaftlichen Sinne von ihrer Umgebung klar unterscheidbar sind. Geotope können durch anthropogene Maßnahmen und durch natürliche Prozesse in ihrer Existenz gefährdet sein; ihr Verlust ist in der Regel unersetzbar.

Geotope können wegen ihrer Eigenart (stoffliche Beschaffenheit, Gefüge, Form, Geschichte, Fossilinhalt, landschaftsökologische und kulturhistorische Bedeutung), wegen ihrer Schönheit oder Seltenheit erhaltenswert und schutzwürdig sein.

Der Geotopschutz beinhaltet die Gesamtheit der Maßnahmen zu Erhaltung, Erschließung und Pflege der Geotope in ihrer natürlichen Vielfalt und Eigenart. Der Geotopschutz gehört zum Aufgabenbereich der Geowissenschaften sowie der Landesplanung und Raumordnung. Geotopschutz kann gegenüber anderen Schutz- und Nutzungsansprüchen den Vorrang haben.“

Auch die Konzeption der „World Heritage List“ der UNESCO zielt, wie *Grube* 1993 ausdrücklich feststellt, nicht auf die Unterschutzstellung eines repräsentativen Ausschnittes z.B. einer geologischen Epoche, sondern auf die Sicherung einzigartiger Schöpfungen der Natur.

Die Definition von *Look et al.* 1996 stellt stärker den Begriff des geologi-

schen Aufschlusses in den Mittelpunkt, und sie hatte im Kontext einer Arbeitsanleitung zugleich fachbehördliche Zuständigkeiten zu regeln und damit den Bedürfnissen einer praktischen Umsetzung zu entsprechen:

„Geotope sind erdgeschichtliche Bildungen der unbelebten Natur, die Erkenntnisse über die Entwicklung der Erde oder des Lebens vermitteln. Sie umfassen Aufschlüsse von Gesteinen, Böden, Mineralien und Fossilien sowie einzelne Naturschöpfungen und natürliche Landschaftsteile.

Schutzwürdig sind diejenigen Geotope, die sich durch ihre besondere erdgeschichtliche Bedeutung, Seltenheit, Eigenart oder Schönheit auszeichnen. Für Wissenschaft, Forschung und Lehre sowie für Natur- und Heimatkunde sind sie Dokumente von besonderem Wert. Sie können insbesondere dann, wenn sie gefährdet sind und vergleichbare Geotope zum Ausgleich nicht zur Verfügung stehen, eines rechtlichen Schutzes bedürfen.

Geotopschutz ist der Bereich des Naturschutzes, der sich mit Erhaltung und Pflege schutzwürdiger Geotope befaßt. Die fachbehördlichen Aufgaben des Geotopschutzes werden von den Geologischen Diensten der Länder wahrgenommen.“

Die Verdienste um die Erstellung der Arbeitsanleitung von *Look et al.* 1996 liegen vor allem in der Einführung des Geotopschutzes in das deutsche Verwaltungshandeln begründet, und es wurden einheitliche Kriterien für die Erfassung, die Bewertung und den Schutz von Geotopen mit dem Ziel einer flächendeckenden Inventarisierung aufgestellt.

Nach geltendem Recht im Freistaat Thüringen ergeben sich für den Geotopschutz über die Thüringer Landesanstalt für Geologie hinaus noch die weiteren Zuständigkeiten der Thüringer Landesanstalt für Umwelt, des Landesamtes für Archäologische Denkmalpflege sowie für die Verfahren zur Ausweisung von Geotopen als Naturdenkmal bzw. Geschützter Landschaftbestandteil der Unteren Naturschutzbehörden.

## 3. Geotoperfassung im Karst des Südharzes und Kyffhäusers

### 3.1 Entwicklung des Kenntnisstandes

Die Bemühungen um eine Inventarisierung von Einzelformen der Karstland-

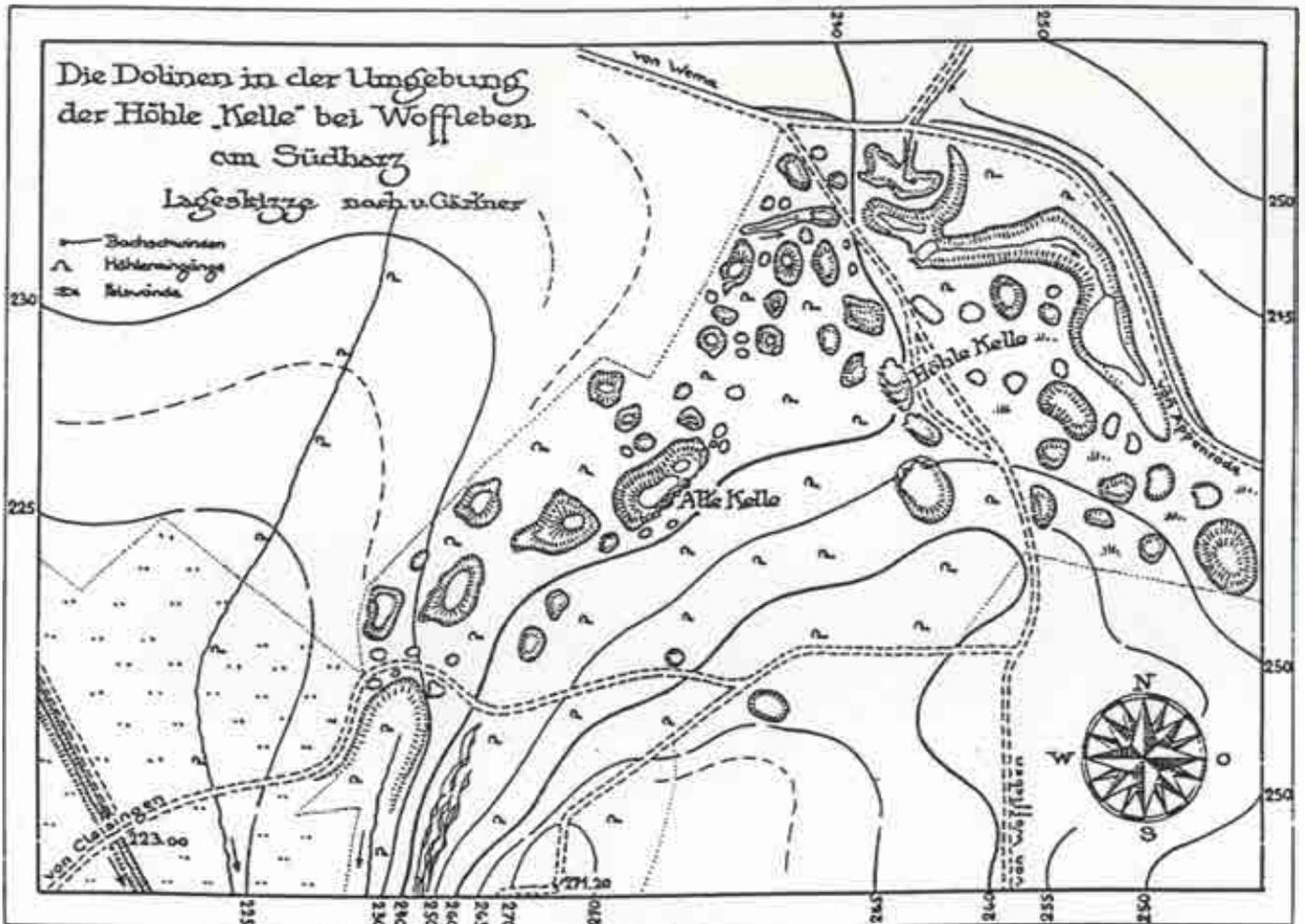


Abb. 2: Die Kelle bei Woffleben (Landkreis Nordhausen, Thüringen) liegt inmitten eines kleinräumigen, intensiv verkarsteten Areals, dessen westlich angrenzende Gebiete teilweise dem Gipsabbau anheimgefallen sind. Die Zeichnung von Dr.-Ing. Friedrich Stolberg entstand wohl um 1925 und belegt die Bemühungen, die Höhle räumlich und genetisch als Teil eines umfänglicheren Karstgebietes zu betrachten.

schaften auf einheitlicher methodischer Grundlage setzten in Deutschland und Österreich bereits 1923 ein. Sie richteten sich zunächst auf Höhlen als die markantesten Geotope des Karstes und hatten die Errichtung eines Zentralen Höhlenkatasters beim Hauptverband Deutscher Höhlenforscher zum Ziel. Die Initiative dazu ging von Landgerichtsrat Dr. Benno Wolf (1871-1943) aus, der übrigens auch als einer der Väter der Naturschutzgesetzgebung in Deutschland anzusehen ist. Seiner Zeit weit vorausblickend und mit einem bis heute als beispielgebend anzusehenden ganzheitlichen Denken gelang es ihm, unter Einbeziehung seinerzeit führender Fachwissenschaftler eine Erfassungs-

methodik aufzustellen, die den modernen Geotopbegriff in genialer Weise vorwegnimmt. Im Rahmen der Feldforschung sollten stets gleichrangig u.a. geographische, geologische, hydrologische, paläontologische, zoologische, botanische und archäologische Befunde erfaßt werden.

Im Südharz wirkten in diesem Sinne die Gesellschaft für Höhlenforschung und Höhlenkunde in Berlin (gegründet am 16. Februar 1923) sowie die Gesellschaft für Höhlenforschung im Harzgebiet (gegründet am 17. November 1928)<sup>4</sup>. Leider sind die unveröffentlichten Arbeitsergebnisse (Erfassungsbelege, Karten, Fotos usw.) dieser Vereine in den Wirren der Kriegs- und Nachkriegs-

jahre teils verlorengegangen. Es liegen aber verstreut noch Unterlagen sowie eine große Anzahl von Publikationen vor, auf die für ein Geotopkataster zurückgegriffen werden kann. Nach 1945 wurde in beiden Teilen Deutschlands, wengleich auch unter sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen, an die Tradition der höhlenkundlichen Vereine angeknüpft. Die wohl wertvollsten Beiträge der Höhlenvereine sind zweifellos ihre den modernsten Ansprüchen genügenden Höhlenvermessungen (Abb. 1).

Aus historischer Sicht verdient hervorgehoben zu werden, daß Höhlen schlechthin die zuerst in einem Kataster flächendeckend dokumentierten Geo-

<sup>4</sup> Der Thüringer Höhlenverein mit Sitz in Berlin (gegründet am 19. Mai 1927) widmete sich hauptsächlich Forschungen im Thüringer Wald und angrenzenden Gebieten.

tope in Deutschland und wohl auch darüber hinaus waren. Die ehrenamtliche Arbeit der Höhlenvereine aber hat bislang kaum eine Würdigung und nur selten Förderung erfahren. Dementgegen hat der staatliche Naturschutz den Einzelformen der Karstlandschaft in den zurückliegenden Jahrzehnten nur untergeordnete Aufmerksamkeit gewidmet. Höhlen waren in der Regel dann interessant, wenn sie als Fledermausquartiere in Betracht kamen. Ein Geotopkataster der Karstlandschaft des Südharzes und Kyffhäusers wird sich deshalb nur unter Einbeziehung der

ehrenamtlichen Forschung realisieren lassen. In Hinblick auf die Informationsgrundlagen und mögliche Partner für das in Rede stehende Projekt sollen die wichtigsten Vereine genannt sein.

In Niedersachsen konstituierte sich 1979 die Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Niedersachsen e.V., die aus einer Arbeitsgemeinschaft für Niedersächsische Höhlen hervorging (heute: Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Harz e.V.). Der Verein führt ein Kataster der Höhlen des Harzes und Niedersachsens. Der Landkreis Osterode am Harz hatte sich bereits 1977 darum bemüht, die Daten des Höhlenkatasters Harz für sein Territorium von der Arbeitsgemeinschaft für Niedersächsische Höhlen zu erwerben (Umfang ca. fünf Ordner, Nachträge 1990 ca. ein Ordner).

Ein Erdfallkataster dieses Landkreises, das auf der Grundkarte im Maßstab 1 : 5 000 fußt, wurde ca. 1988 als Auftrag an ein Ingenieurbüro in Göttingen vergeben (Umfang ca. drei Ordner, fortgeschrieben). Mit einer Kartierung aller Karstformen wurde im Auftrag des Landkreises Osterode am Harz 1996 auf der Grundlage der Topographischen Karte 1 : 10 000 durch ein Ingenieurbüro aus Uftrungen begonnen (z.Z. weitgehend abgeschlossen).<sup>5</sup>

Im heutigen Thüringen wirkten, soweit sich deren Arbeitsgebiet auf den Karst des Südharzes und Kyffhäusers erstreckte, mehrere im heutigen Sinne rechtlich unselbständige Vereinigungen, zumeist dem Kulturbund oder Sportverband angegliedert. In Nordhausen bestanden die Fachgruppe Höhlen-

und Karstforschung unter langjähriger Leitung von Friedrich Schuster (gegründet vor 1952) sowie die Interessengemeinschaft Speläologie (gegründet 1968), die später (ab 1975) als Höhlenforschergemeinschaft Südharz/Kyffhäuser weitergeführt wurde. In Sondershausen war 1978 eine Gruppe gegründet worden. Schon um 1960 hatte für etwa zehn Jahre auch eine Fachgruppe Höhlen- und Karstforschung in Bad Frankenhausen bestanden, die mehr als ein Dutzend bis dahin unbekannte Höhlen erfassen und darüber hinaus durch begleitende archivalische Forschung die Entstehung zahlreicher Erdfälle datieren konnte. Für den Zechsteingürtel des Kyffhäusers legte Günter 1971 ein Inventar von 31 Höhlen und 86 Erdfällen vor und faßte damit den seinerzeitigen Kenntnisstand zusammen. Die Gruppen in Nordhausen und Sondershausen bestanden bis zur Wiedervereinigung. Ihre Mitglieder haben sich teils bestehenden Vereinen angeschlossen, teils neu gegründet. Auf Arbeitsergebnisse kann fallweise für ein Geotopkataster zurückgegriffen werden.

Auf dem Gebiet des heutigen Sachsen-Anhalt bestand die Fachgruppe Höhlen und Karstforschung Halle (gegründet 1970) und zeitweilig eine Fachgruppe in Eisleben (gegründet um 1960). Darüber hinaus wirkten an einzelnen Forschungsvorhaben im Karst des Südharzes und Kyffhäusers teilweise federführend u.a. die Fachgruppe Höhlen und Karstforschung Neubrandenburg (gegründet 1972), die Höhlentauchergruppe Halle (gegründet 1970), der Studentenzirkel Speläologie der Bergakademie Freiberg (gegründet 1965) sowie Vereinigungen aus Rübeland, Magdeburg, Leipzig und Dresden mit.

Im staatlich-administrativen Bereich waren in der DDR die Abteilungen Geologie der Räte der Bezirke tätig und u.a. für die Erfassung von Höhlen und Erdfällen zuständig. Ihre Datenbestände sind auf die neu gegründeten Geologischen Landesämter übergegangen und werden z.B. in Thüringen und Sachsen-Anhalt als Subrosionskataster weitergeführt.

Auf Veranlassung der Abteilung Geologie des Rates des Bezirkes Halle

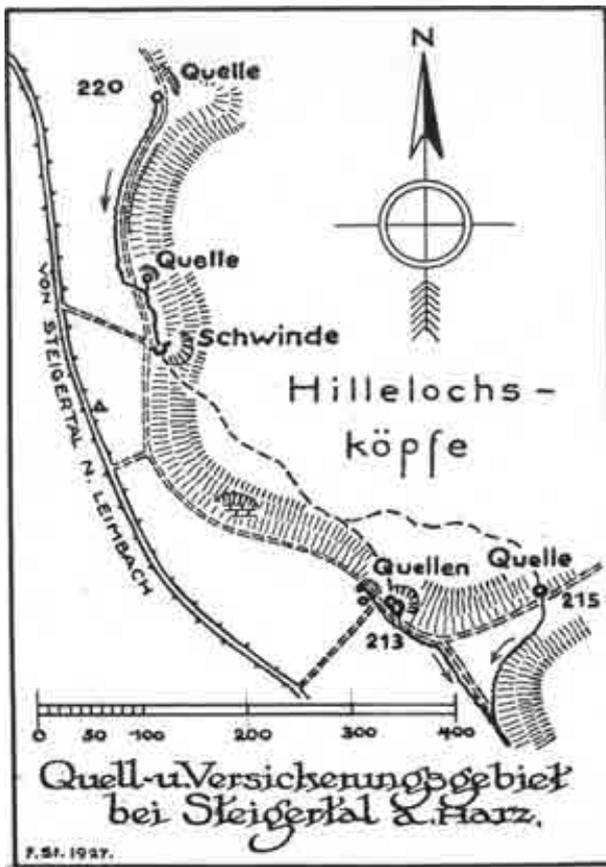


Abb. 3: Die unterirdische Entwässerung im Karst läßt sich meist nicht ohne aufwendige Tracerversuche klären. In einzelnen Fällen, wie hier bei Steigertal (Landkreis Nordhausen, Thüringen), sind die Zusammenhänge zwischen zwei Quellen, einem Ponor (Schwinde) und zwei Springen (Karstquellen) leicht zu interpretieren. Auf der Zeichnung von Dr.-Ing. Friedrich Stolberg aus dem Jahr 1927 wurde der mutmaßliche unterirdische Verlauf des Karstwassers durch eine unterbrochene Linie dargestellt.

<sup>5</sup> Eine Übersicht der Kartierung, übertragen auf den Maßstab 1 : 50 000, findet sich im Bericht zum Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit "Entscheidungsgrundlagen für die weitere Nutzung der Gipskarstlandschaft Südharz/Kyffhäuser unter besonderer Berücksichtigung des Bodenschutzes" (F+E-Vorhaben 107 01 020/02), der zum Zeitpunkt des Vortrages noch nicht vorgelegen hatte.

wurde etwa 1970 auf einer Fläche von 25 km<sup>2</sup> um Questenberg (heute Landkreis Sangerhausen, Sachsen-Anhalt) eine Erdfallkartierung im Maßstab 1 : 10 000 begonnen. Erfaßt wurden nach Lage und Größe insgesamt 662 Erdfälle, was einer mittleren statistischen Verteilung von 26 pro km<sup>2</sup> entspricht. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse hat *Fantasy* 1973 vorgelegt. Die Kartierung vor Ort stützte sich auf ehrenamtliche Fachgruppen für Höhlen- und Karstforschung des Kulturbundes, sollte jedoch ganz überwiegend ingenieur-geologischen Zwecken dienen (etwa in Sinne der Landschafts- und Bauleitplanung sowie des vorbeugenden Katastrophenschutzes) und wurde vertraulich behandelt (sic!). Vorgesehen war ursprünglich, die Arbeiten auf den gesamten Zechsteingürtel des Südharzes (DDR-Anteil) auszudehnen und eine Karstverbreitungskarte zu erstellen. Das Projekt gelangte jedoch nicht zum Abschluß, und die Erfassungsbelege sollen dem Vernehmen nach der Kassation zugeführt worden sein.

Einer besonderen Erwähnung bedarf das Karstmuseum Uftrungen. Nach langen Mühen und unter zähem Ringen war es 1979 gelungen, in Uftrungen an der Heimkehle (heute Landkreis Sangerhausen) eine kommunal geleitete und aus öffentlichen Mitteln zusätzlich budgetierte museale Einrichtung zu schaffen, die die Funktionen einer zentralen Fachinformations- und Dokumentationsstelle erfüllen sollte. Das Museum, das Zeit seines Bestehens von Reinhard Völker als Direktor geleitet wurde, hat trotz mancher Unwägbarkeiten und vieler Sachzwänge seine Aufgaben erfüllt und als Ergebnis eigener Forschung eine Fülle karstrelevanter Daten aufbereitet. In größerem Umfang konnten karstrelevante Daten der ehrenamtlichen Forschung auf vertraglicher Grundlage erworben und archiviert werden. So sind beispielsweise die Archive der Fachgruppe Höhlen- und Karstforschung Nordhausen und der Interessengemeinschaft Speläologie Nordhausen in den Bestand des Karstmuseums Uftrungen übergegangen. Die Gemeinde Uftrungen verfügte 1992 die Schließung des Museums, ohne daß seither über die vorhandenen Bestände an Archivalien, Literatur und Sammlungen eine weitere Verfügung getroffen worden wäre.

### 3.2 Spezifische Aspekte

Im Rahmen eines integrativen Landnutzungs-konzeptes stellt die Geotopnutzung bzw. der Geotop-schutz immer nur einen von mehreren Aspekten dar. Das über-durchschnittliche Naturraumpotential des Südharzes und Kyff-häusers widerspiegelt sich in dem unter inter-disziplinären Aspekten geplanten Biosphärenreservat (kulturräumtypische Biotope und Vegetations-einheiten, gebietstypische Pflanzenarten und -standorte sowie Tierarten, Karstmorphologie, historischer Kupferschieferbergbau). Vom Standpunkt der breiten Öffentlich-keit aus ist aber festzu-stellen, daß gerade karstspezifische Kenntnisse kaum verbreitet sind. Die inhaltliche Ausrichtung des Projektes auf den Karst würde diesem Umstand entgegen-wirken und damit zugleich die Akzeptanz von Maßnahmen des Naturschutzes in diesem Raum fördern.

Es liegt auf der Hand, daß Daten-grundlagen für Zwecke eines multimedialen Informationssystems der Harmonisierung bedürfen, wenn sie (wie oben darge-stellt) so unterschiedlicher Herkunft sind und außerdem zeitlich versetzt erhoben wurden. Ferner sind Festlegungen darüber zu treffen, welche Karstformen überhaupt in einem Geotopkataster der Gips-

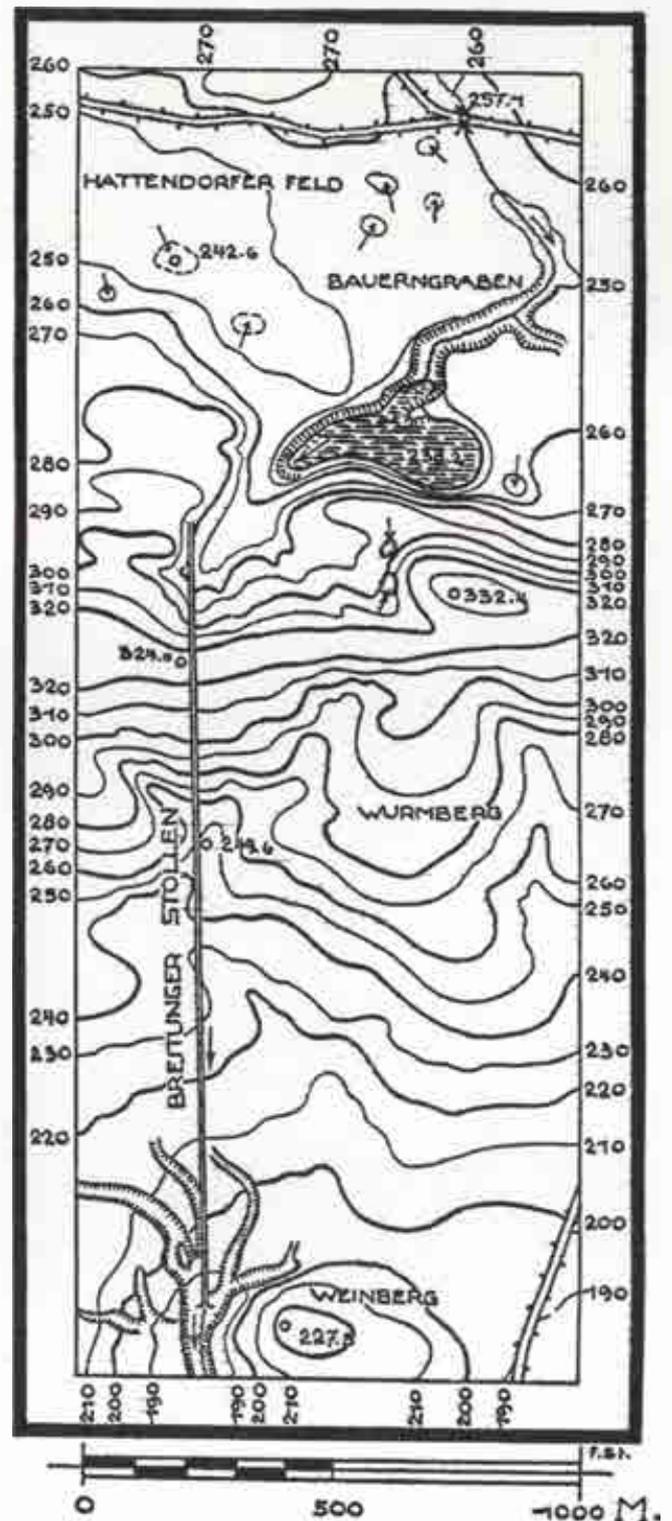


Abb. 4: Der Bauerngraben bei Breitungen (Landkreis Sangerhausen, Sachsen-Anhalt) zählt nicht nur zu den spektakulärsten, sondern auch hinsichtlich der historischen Interpretationen seiner episodischen Wasserführung zu den interessantesten Geotopen des Gipskarstes im Südharz. Die Lageskizze von Dr.-Ing. Friedrich Stolberg (wohl um 1925) soll den Einfluß des Breitung Stollens auf die Abflußverhältnisse des Bauerngrabens veranschaulichen.

karstlandschaft des Südharzes und Kyffhäusers erfaßt werden sollen.

Für die Kartierung von Karstlandschaften und damit einhergehend auch die Erfassung wesentlicher Einzelformen des Karstes liegen Erfahrungen aus mehreren Staaten der Europäischen Gemeinschaft vor. Die österreichische Karst- und Höhlenforschung hat mit den Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten im Maßstab 1 : 50 000 einen wichtigen Beitrag zu einem gesamtstaatlichen Umweltkonzept geleistet und zugleich konzeptionelle Grundlagen erarbeitet, die für ein Geotopkataster im Karst ganz allgemein von Bedeutung sein dürften. Dazu liegt eine Arbeit von *Trimmel* 1978 vor. Sehr detaillierte Vorschläge für eine morphogenetische Inventarisierung des Karstes wurden in Italien durch *Bini et al.* 1986 erarbeitet.

Der gegenwärtige Kenntnisstand für den Südharz erlaubt eine dergestalt differenzierte Darstellung jedoch nicht. Vielmehr sollte sich ein multimediales Informationssystem zu den Karstformen dieses Naturraumes auf Mindestanforderungen beschränken, wobei generell zwischen bedecktem und unbedecktem Karst zu unterscheiden wären. Zu berücksichtigen wären folgende Formen:

- [1] Höhlen, ohne weitere genetische Differenzierung
- [2] Abris (Halbhöhlen, Balmen)
- [3] Dolinen cf. Erdfälle, ohne weitere genetische Differenzierung
- [4] Schwinden (Ponore)
- [5] Springe (Karstquellen)
- [6] Karren / Karrenfelder
- [7] Poljen

Einige besonders attraktive Beispiele, die sich neben anderen für eine Darstellung als 3D-Graphik eignen könnten, zugleich aber die Vielschichtigkeit der Betrachtungsmöglichkeiten verdeutlichen, sollen hier vorgestellt werden.

Aufgrund ihres außergewöhnlichen landschaftlichen Reizes hat die Kelle, etwa im Vergleich zu anderen Höhlen des Südharzes, die menschliche Phantasie von jeher in ganz besonderem Maße angeregt (Abb. 2). An ihr haften zahlreiche Sagen, und die romantische Dichtung hat sich ihrer bemächtigt. Bereits

1588 findet die Kelle in der „*Sylva hercynia*“ von Johannes Thal als Fundort der Tollkirsche ihre erste literarische Erwähnung. *Brust & Brust* 1997 haben auf diese Aspekte neuerlich hingewiesen. Obwohl sich anhand der Kelle auch sehr eindrucksvoll die Morphodynamik des Gipskarstes veranschaulichen läßt, sollten allein schon die kulturellen Aspekte ausreichend sein, sie als besonders bedeutend zu klassifizieren. Es wird daher vorgeschlagen, auch die nicht geowissenschaftlich relevanten Belange bei der Erfassung von Geotopen zu berücksichtigen und dafür den Begriff „kultuhistorisch bedeutsamer Geotop“ einzuführen.

Karstlandschaften sind Gebiete mit überwiegend unterirdischer Entwässerung, und nicht selten werden auch im Südharz Karstquellen für die Gewinnung von Trink- oder Brauchwasser genutzt. Es stellt sich stets die Frage der Herkunft des Wassers bzw. des jeweiligen Einzugsgebietes. Die mitunter recht schwer zu entschlüsselnden natürlichen Regime der Karstentwässerung erlauben aber doch in den meisten Fällen eine wechselseitige Zuordnung von einem oder mehreren Schwinden (Ponoren) und zu einem oder mehreren Springen (Karstquellen). Die Entfernung zwischen diesen kann beträchtlich sein (bis zu mehreren Kilometern). Mitunter hat das Karstwasser in seinem Verlauf auch Höhlen entstehen lassen. In allen Fällen sind Schwinden und Springe bzw. Schwinden, Höhlen und Springe in einem genetischen Zusammenhang zu sehen (Abb. 3). Um solche Interdependenzen bei der Geotoperfassung kenntlich zu machen, wird die Einführung des Begriffes „Geotop-Verbundsystem“ vorgeschlagen.<sup>6</sup>

Der Kupferschiefer-Bergbau im Südharz hat ungezählte betriebsgeschichtliche Ereignisse von mitunter sogar katastrophalen Ausmaßen dokumentiert, die direkt auf eine Verkarstung zurückzuführen sind. Im umgekehrten Sinne hat aber auch der Bergbau, insbesondere durch Maßnahmen zur Wasserhaltung, das natürliche Regime der Karstentwässerung beeinflußt oder beeinträchtigt. Ein Beispiel dafür stellt der

Tiefe Breitung Stollen dar, mit dessen Vortrieb 1727 nördlich von Roßla begonnen wurde (Abb. 4). Als 1765 mit dem Stollen eine Höhle angefahren wurde, hatte das einen Wassereintrich vom Bauerngraben her zur Folge, der den Stollen zum Absaufen brachte.<sup>7</sup> Der Wiederaustritt der im Bauerngraben versunkenen Wässer durch den Breitung Stollen war den zeitgenössischen Bergleuten bekannt, dann lange in Vergessenheit geraten und konnte erst 1953 wieder durch Färbung nachgewiesen werden.<sup>8</sup> Überhaupt nicht beachtet hingegen wurde bislang die Tatsache, daß infolge der Auffahrung des Stollens das Karstwasser seit inzwischen mehr als 200 Jahren (teilweise) einen anderen als seinen natürlichen Weg nimmt. In diesem Sinne wird vorgeschlagen, zur Charakterisierung auch durch anders gearbete Eingriffe nachhaltig beeinflusster bzw. beeinträchtigter Geotoptypen den Suffix „anthropogen verändert“ einzuführen.

Es dürfte unstrittig sein, das Höhlen eines stringenten Schutzes bedürfen. In der gegenwärtigen Praxis stützen sich Schutzanordnungen auf das Naturschutzrecht und/oder das Denkmalrecht und heben auf den Arten- und Biotopschutz bzw. auf den Schutz archäologischer oder paläontologischer Funde ab. Eine gleichrangige Bedeutung kommt aber auch dem Schutz der „Speläotheme“ (engl. speleothems) zu. Mit dem Begriff Speläothem wird in der modernen Literatur, wie bei *Hill & Forti* 1997, jede sekundäre Mineralbildung bezeichnet, die sich durch Umlagerung oder Umwandlung einer Ausgangssubstanz im Milieu einer Höhle bildet. Der Begriff bezieht sich daher auf die Art des Vorkommens eines Minerals und nicht auf seine Zusammensetzung.<sup>9</sup> Die Erfahrung der Feldforschung zeigt seit Jahrzehnten, daß es in touristisch frequentierten Höhlen immer wieder zu mutwilligen oder vorsätzlichen Zerstörungen der Speläotheme kommt. Bei den Abwägungen zur Schutzwürdigkeit des Geototyps Höhle wird den Erfordernissen des Schutzes der Speläotheme deshalb künftig eine verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen sein, und be-

<sup>6</sup> Im Kreis der Arbeitsgruppe Geotopschutz in Thüringen war der alternative Vorschlag, von einem „Geotop-Ensemble“ zu sprechen, aus Gründen der Mißverständlichkeit verworfen worden. Das Wort Ensemble assoziiert eine eher willkürliche, intellektuelle Auswahl der in einer Einheit zusammengefaßten Geotope.

<sup>7</sup> Der Bauerngraben wird gelegentlich auch Hungersee oder Periodischer See genannt.

<sup>8</sup> Das aus dem verbrochenen Mundloch austretende Gewässer wird Zollbach genannt.

<sup>9</sup> In der deutschen Übersetzung von Prof. Dr. Stephan Kempe, Darmstadt.

reits bei der Geotoperfassung sollten Spielötheme berücksichtigt werden.<sup>10</sup>

## 4 Projektvorschlag

### 4.1 Ziele

Im Rahmen des Projektes soll auf internetbasierten Standards eines multimediales Informationssystems für ein Geotopkataster der Gipskarstlandschaft des Südharzes und Kyffhäusers konzipiert und realisiert werden. Unter Verwendung moderner Technologien sollen Geotope ansprechend und inhaltlich fundiert einer breiten Öffentlichkeit präsentiert werden. Damit soll zugleich die Akzeptanz für ein Biosphärenreservat Südharz/Kyffhäuser gefördert werden. Als ein Schwerpunkt wäre die 3D-Visualisierung und damit die Vermittlung wirklichkeitsnaher Vorstellungen zum Karst denkbar.

Bereits touristisch erschlossenen Geotope, insbesondere die Schauhöhlen und die Karstlehrpfade in den Landkreisen Nordhausen, Osterode am Harz und Sangerhausen sollte in der Präsentation den Vorrang haben. Einen wichtigen Aspekt stellt dabei der Konsens zwischen öffentlichem Interesse an Informationen zum Karst und dem Schutz der Geotope vor Beeinträchtigung oder Zerstörung dar.

### 4.2 Konzeption

Auf einem zentralen Server sollen sowohl die fachlichen Daten zum Geotopschutz, als auch allgemeine Informationen zum Naturschutz und Tourismus vorgehalten werden. Weiterhin hätte der Server die Aufgabe, spezielle Informationsdienste zu administrieren. Ergänzend ist vorstellbar, daß die Informationen in Form einer CD-ROM angeboten werden.

Als einheitliche und konsistente Benutzeroberfläche sollten Internet-Browser dienen, wobei Informations- und Visualisierungssysteme zu koppeln wären. Da die Menge an Daten für eine Geotop-Informationssystem voraussichtlich rasch zunehmen wird, muß eine sinnvolle Pflege und Wartung der Datenbestände gewährleistet sein (Koordinierungsaufgaben). Für die Darstellung von Informationen sollen die fol-

genden Medien verwendet werden:

- Text- und Bildmaterial
- Karten (Lageskizzen)
- Videosequenzen
- 3D-Daten

Die Informationsstrukturen und -inhalte sollen sich insbesondere an den unter 3.2 genannten Geotoptypen orientieren. Darüber hinaus muß das Anliegen des Geotop-schutzes als wichtige Grundlage der Erhaltung des natürlichen Erbes vorgestellt werden, allgemeine und touristische Aspekte eingeschlossen. Interaktive Präsentationen ausgewählter Geotop-Verbundsysteme können besonders geeignet sein, die Dynamik des Karstes verständlich zu erklären.

Bestandteil des Projektes muß ein Forum von Wissenschaftlern und Interessenten sein, das für Diskussionen zugänglich ist und eigene Beiträge einbringen kann. Aktuelle Themen könnten debattiert und neue Kontakte aufgebaut werden, sofern nutzerseitig die erforderlichen Hardware- und Softwarevoraussetzungen gegeben sind. Auf bestehende Mailboxen oder News-Gruppen im Internet könnte ohne weiteren Aufwand zurückgegriffen werden.

### 4.3 Realisierung

Als Kooperationspartner für das Projekt kommen u.a. in Betracht:

- die Arbeitsgruppe Geotopschutz in Thüringen,
- die karst- und höhlenkundliche Vereine, insbesondere die Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Harz e.V. sowie der Thüringer Höhlenverein e.V.,
- der Förderverein Gipskarst Südharz e.V. sowie der Verein Südharzer Karstlandschaft e.V.,
- die Gesellschaft zur Förderung des Biosphärenreservates Südharz e.V.,
- die Vertreter der Wirtschaft sowie von Wirtschaftsverbänden und anerkannte Naturschutzverbände.

Das Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, die Thüringer Landesanstalt für Geologie, die Thüringer Landesanstalt für Umwelt sowie die Unteren Naturschutzbehörden sind mit der Bitte um Unterstützung des Projektes zu hören.

Es wird davon ausgegangen, daß eine Projektgruppe von drei Mitarbeitern und mindestens fünf weiteren (neben- oder ehrenamtlich) Beteiligten einen Zeitrahmen von 36 Monaten benötigt. Nach der Erarbeitung einer verfeinerten Informationsstruktur, der Vorbereitung von Text- und Bildmaterial sowie der Auswahl von Geotopen für eine 3D-Visualisierung (Phase 1) ist eine initiale Version des Informationssystems zu erstellen. Daran schließen sich Text- und Bilderfassung, Visualisierung und ein Systemtest an (Phase 2). Mit der Installation des Servers, einer Projektdokumentation sowie Auswertung der Projektergebnisse und Festlegungen zur perspektivischen Entwicklung soll das Projekt abgeschlossen werden (Phase 3).

Die Koordinierung des Projektes soll in Zusammenarbeit des Heimatbundes Thüringen e.V. und der Mitteldeutschen speläologischen Gesellschaft e.V. erfolgen. Die Projektgruppe sollte sich mindestens monatlich beraten, kann aber dezentral arbeiten. Softwareseitige Angelegenheiten bedürfen einer gesonderten Regelung.

### Danksagung

Für Hinweise und Anregungen zum Manuskript danke ich den Herren Dr. Tilo Schöne (Dresden) und Dr. Manfred Kupertz (Cottbus) von der Mitteldeutschen speläologischen Gesellschaft. Eine fruchtbare Diskussion zu Geotoptypen verdanke ich Herrn Gunter Braniek (Kromsdorf) vom Thüringischen geologischen Verein. In die Spezifik internetbasierter Informationssysteme haben mich Frau Heike Mammen (Ilmenau) vom Heimatbund Thüringen und Herrn Frank Wicht (Manebach) von der Fa. Eastern Graphics GmbH eingeführt. Bei der Beschaffung von Literatur war mir Herr Harald Schwochow (Hannover) behilflich.

### Literatur

- Ant, H.*, 1969: 300 Jahre Naturschutz im Harz. - *Natur und Landschaft* 44, 1, 15-16
- Bini, A.; Meneghel, M. & Sauro, U.*, 1986: Proposta di legenda per una cartografia geomorphologica delle aree carsiche. - *Atti e Memorie della Comm. Grotte „E. Boegan“*, 25, 21-59

<sup>10</sup> Um den Schutz der Spielötheme effektiv zu gewährleisten, haben in den letzten Jahren die karst- und höhlenkundlichen Vereine uni sono darauf verzichtet, Angaben zur genauen Lage von Höhlen an die Medien weiterzugeben.

- Brust, M. & Brust, P.*, 1997: Kommt und kucket in die Kelle, so kommt ihr nicht in die Hölle! - Heimat Thüringen 4, 1, 16-17
- Brust, M. & Hiekel, W.*, 1997: Auswahlbibliographie Geotopschutz. Eine Übersicht zum geowissenschaftlichen Naturschutz. - Heimat Thüringen 4, 1, 54-60
- Fantasny, D.*, 1973: Einige Bemerkungen zur Bestandskarte der Karsterscheinungen im Gebiet zwischen Leine- und Thyratal im Zechsteingürtel des Harzsüdrandes mit besonderer Berücksichtigung der Hohlformen. - Procc. 6th Intern. Congress of Speleology 2, 109-120
- Grube, A.*, 1993: Die „World Heritage List“ der UNESCO. - Materialien Ökologische Bildungsstätte Oberfranken 1, 25-31
- Günter, H.*, 1971: Auslaugungserscheinungen am Kyffhäuser-Südrand und ihre Auswirkungen in Bad Frankenhausen. - Veröff. Kr. Mus. Bad Frankenhausen 3, 81-106
- Hill, C. & Forti, P.*, 1997: Cave Minerals of the World. Second Edition. - National speleological Society, Huntsville/Alabama. 463 S.
- Look, E.-R. et al.*, 1996: Arbeitsanleitung Geotopschutz in Deutschland. Leitfaden der Geologischen Dienste der Länder der Bundesrepublik Deutschland. - Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg. 105, XVI S.
- Pustal, I.*, 1997: Geotopschutz in Thüringen. Bewahrung wichtiger Zeugnisse der Erdgeschichte. - Heimat Thüringen 4, 1, 2-9
- Trimmel, H. (Hrsg.)*, 1978: Die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs im Maßstab 1 : 50.000. - Wiss. Beih. z. Zf. „Die Höhle“ 27, 1-112
- Wagner, P.*, 1930: Erdgeschichtliche Natururkunden aus dem Sachsenlande. - Landesverein Sächsischer Heimatschutz, Dresden. 195 S.
- Wiedenbein, F. W.*, 1993: Zielsetzung des Geotopschutzes in Deutschland. - Materialien Ökologische Bildungsstätte Oberfranken 1, 9-12

**Anschrift des Verfassers:**

Dipl.-Museologe (FH) Michael Brust,  
Mitteldeutsche speleologische  
Gesellschaft e.V.  
Roßschau 114  
06567 Steinthaleben

# Landschaftsrahmenplanung im Südharz

von Norbert Südhof

## 1. Rechtlicher Rahmen und fachliche Vorgaben

Das Niedersächsische Naturschutzgesetz (NNatG) schreibt im § 5 vor, daß die Naturschutzbehörden für ihr Gebiet einen Landschaftsrahmenplan (LRP) auszuarbeiten und fortzuschreiben haben. Der § 5 gibt ferner vor, daß dieser Plan gutachtlich mit Text, Karte und zusätzlicher Begründung darstellt

1. den gegenwärtigen Zustand von Natur und Landschaft sowie die voraussichtlichen Änderungen,
2. die Teile von Natur und Landschaft, die die Voraussetzungen der §§ 24 bis 28b, 33 und 34 erfüllen (das sind Naturschutzgebiete - NSG, Nationalparke - NLP, Landschaftsschutzgebiete - LSG, Naturdenkmale - ND, geschützte Landschaftsbestandteile - GLB, besonders geschützte Biotope - GB, besonders geschütztes Feuchtgrünland - GF, Wallhecken - WH und Naturparke - NP), sowie die für sie erforderlichen Schutz-, Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen,
3. die erforderlichen Maßnahmen des Artenschutzes und
4. die sonst erforderlichen Maßnahmen zur Verwirklichung der Ziele

und Grundsätze von Naturschutz und Landschaftspflege, insbesondere beim Bodenabbau und für die Erholung in der freien Natur und Landschaft.

Über die Verfahrensweise der Erarbeitung und Aufstellung sowie methodische und inhaltliche Anforderungen gibt das Gesetz unmittelbar nichts her.

Dieses wurde zunächst durch die Richtlinie für den LRP (RdErl. d. ML v. 30.12.1987) und die Hinweise zur Aufstellung des LRP Nr. 2/84 der Fachbehörde für Naturschutz geregelt. Beide wurden abgelöst durch die Richtlinie des ML für den LRP (RdErl. d. ML v. 31.07.1982) und die Hinweise der Fachbehörde für Naturschutz zur Aufstellung des LRP von 1989. Eine erneute Neufassung, die sich insbesondere mit der Problematik der Fortschreibung befaßt, steht bevor.

## 2. Bisheriger Ablauf der Planerarbeitung

Der Landkreis Osterode am Harz war einer der ersten in Niedersachsen, der das Thema Landschaftsrahmenplan anging. Dabei stellte sich zunächst die Fra-

ge, wer den LRP ausarbeiten sollte. Es wurde festgelegt, daß eine Bestandserfassung der schutzwürdigen Biotope sowie ausgewählter Tierarten (letztere in vorgegebenen Untersuchungsräumen) durch ein Planungsbüro in den Jahren 1985-87 erfolgen sollte. Alle weiteren Schritte sollten durch kreiseigenes Fachpersonal, also Fachpersonal, das daneben auch für die sonstigen Aufgaben der unteren Naturschutzbehörde zuständig sein sollte, gelöst werden. Hierzu wurde in 1987 meine Stelle neu geschaffen. Man ging von der Überlegung aus, daß es vorteilhaft für die kontinuierliche Umsetzung des LRP in allen Ebenen sei, wenn die Zielvorstellungen und Planungen im Hause entwickelt würden und auf diese Weise in der Naturschutzbehörde besser präsent seien.

Bei der Bestandserfassung der „Arten und Lebensgemeinschaften“ wurde auf die landesweite Biotoperfassung zurückgegriffen, die erst kurz zuvor im Kreisgebiet erfolgt war. Sie wurde durch das Planungsbüro um regional wichtige Bereiche ergänzt. Allerdings erfolgte die Erfassung ausschließlich nach dem damals gültigen Kartierkriterium „schutzwürdig“, nicht jedoch als flächendeckende Totalerfassung.

Die abiotischen Schutzgüter Boden, Wasser, Luft/Klima wurden nur sehr lückenhaft, d.h. nur in Form von im wesentlichen bereits bekannten Grunddaten zusammengefaßt, u.a.

- (beim Boden): Erosionsgefährdung aufgrund der Hanglage;
- (bei Wasser): und die Fließgewässergüte und -struktur (AB-Maßnahme);
- (bei Klima/Luft): Fehlanzeige.

Das Landschaftsbild wurde nur sehr pragmatisch erfaßt, in erster Linie als „wichtige Bereiche“, in denen eine gewisse Vielfalt von Biotop- oder Reliefstrukturen vorhanden ist.

Diese Bestandsaufnahme wurde 1987 abgeschlossen. Eine differenzierte Schutzgütererfassung wurde erst nach Abschluß unserer Bestandsaufnahme mit dem Runderlaß von 1987 eingeführt und später durch die Hinweise der Fachbehörde von 1989 näher erläutert. Erst im Zuge der real vorgenommenen Erstellung der verschiedenen Landschaftsrahmenpläne in Niedersachsen wurde die getrennte Schutzgüterfassung und -bewertung methodisch entwickelt und auf diese Weise allmählich zum Standard. Daher erfolgte beim Landkreis Osterode am Harz lediglich eine ansatzweise Einarbeitung dieser Themenkomplexe im Zuge der Erarbeitung des Planungsteiles, und zwar im wesentlichen ohne entsprechende Bestandserfassungen vor Ort oder sonstige, gezielte Erfassungen, sondern nahezu ausschließlich durch Auswertung und Interpretation vorhandener oder einfach beschaffbarer Daten und Karten.

### 3. Der Vorentwurf 1992

Im Vorentwurf von 1992 wurde ganz bewußt auf umfangreiche wissenschaftliche Ableitungen und Darstellungen verzichtet, denn der LRP sollte eine praktische Planungs- und Arbeitshilfe für alle mit Natur und Landschaft arbeitenden oder planenden werden.

So enthielt der LRP im *Erfassungsteil* wie bereits erwähnt eine detaillierte Beschreibung mit tabellarischer Auflistung und kartographischer Darstellung der gefundenen *schutzwürdigen Biotop*e sowie der *vorhandenen Schutzgebiete* (letztere allerdings noch ohne kartographische Darstellung § 28a und b). Diese wurde ergänzt durch Teilerfassungen bestimmter Tierarten in ausgesuchten Bereichen und eine - wie schon erläutert - stark vereinfachte Erfassung der *wichtigen Bereiche aufgrund der Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft*. Ansatzweise wurden auch die abiotischen Schutzgüter

Boden, Wasser und Luft/Klima dargestellt, allerdings weitgehend ohne Bewertung. Die Darstellung erfolgte in Text und Themenkarten (Maßstab 1:125000).

Dazu kam das *Zielkonzept mit Leitbild und Handlungskonzept*, welches für Harz und Harzvorland getrennt erarbeitet wurde und auf die jeweiligen Besonderheiten einging, z.B. im Harz neben Wäldern, Gewässern und Erholung insbesondere auf die Moore, Klippen, Blockhalden und die Bergwiesen; im Harzvorland insbesondere auf den Gipskarst, die Landwirtschaft sowie Siedlung, Gewerbe und Verkehr. Dabei stellte das Leitbild jeweils eine Art „Idealvision“ des Zustandes dar, während im Handlungskonzept prinzipielle Wege zum Erreichen möglichst vieler Teile des Leitbildes aufzeigten.

Im *Planungsteil* wurden in Auswertung der Bestandsaufnahme die *auszuweisenden (und die bestehenden) Schutzgebiete* nach den Gebietskategorien des NNatG in Text und Karte dargestellt, nämlich 47 (+ 13 bestehende) Naturschutzgebiete - NSG -, der Nationalpark - NLP - Harz (nur nachrichtlich als Suchraum, da zum Zeitpunkt der Kartenerstellung noch nicht weiter gediehen), 8 (+1) Landschaftsschutzgebiete - LSG -, 22 (+ 68) Naturdenkmale - ND -, 43 (+ 5) geschützte Landschaftsbestandteile - LB -, besonders geschützte Biotop - GB - (nur textlich, da in 1992 noch nicht kartiert), der Naturpark - NP - Harz und ergänzend auch ein mögliches Biosphärenreservat Südharz mit grober Umrahmung sowie nachrichtlich 7 Naturwaldreservate -NWR-. Die Schutzgebietsarten wurden jeweils textlich allgemein beschrieben und darüber hinaus wurde jedes einzelne Gebiet tabellarisch erläutert sowie kartographisch im Maßnahmen- und Entwicklungsplan dargestellt. Die notwendigen Maßnahmen in den Gebieten wurden erläutert und die dargestellten Gebiete selbst nach bestehenden und solchen, die lediglich die gesetzlichen Kriterien erfüllen, differenziert.

Der Vorentwurf enthielt des weiteren *Maßnahmen des besonderen Artenschutzes*, und zwar sowohl für Arten- und Lebensgemeinschaften besonderer Biotoptypen (z.B. naturnahe Fließgewässer und Auwälder, Kalkmagerbiotop, Streuobstwiesen, Bergwiesen) als auch für einzelne Pflanzenarten wie z.B. die Honigorchis (*Herminium monorchis*)

oder den Kreuzenzian (*Gentiana crutiata*) oder für bestimmte Tierarten, u. a. für die Wildkatze, den Schwarzstorch, den Uhu, den Wanderfalken, das Hasel- und Auerhuhn oder für verschiedene Tierartengruppen wie Feldermäuse oder Amphibien und Reptilien.

Naturschutzfachliche *Anforderungen an verschiedene Nutzergruppen* wurden formuliert, z.B. an Bodenabbau, Erholung/Sport/Fremdenverkehr, Siedlung/Industrie/Gewerbe, Verkehr, Land-, Forst-, Wasser- und Abfallwirtschaft und andere.

Der Vorentwurf schloß mit gezielten *Hinweisen an Raumordnung und Bauleitplanung* zur rechtsverbindlichen Umsetzung der Planungsinhalte sowie zur Öffentlichkeitsarbeit des behördlichen Naturschutzes ab.

Kernstück des Vorentwurfes war der *Maßnahmen- und Entwicklungsplan* im Maßstab 1:25.000 (MEP). Hierin sind insbesondere alle vorhandenen und geplanten Schutzgebiete dargestellt sowie jeweils zu erhaltende oder zu schaffende Wald- und Grünlandbereiche, zu schaffende Grünverbindungen, Maßnahmen an Fließgewässern und sonstige Maßnahmen verschiedener Nutzer.

Das freiwillig sehr weit gefaßte Beteiligungsverfahren (u. a. wurden beteiligt: alle Gemeinden, alle flächennutzend planenden oder handelnden Behörden und Einrichtungen, Land- und Forstwirtschaft sowie Naturschutz- und viele Interessenverbände und Vereine) erbrachte überwiegend positive Ergebnisse und sachliche Kritik bzw. nützliche Ergänzungsvorschläge.

### 4. Aktueller Stand

Der Vorentwurf ist inzwischen seit fünf Jahren abgeschlossen. Die Entwicklung ging weiter. Zwischenzeitlich sind wesentliche Neuerungen eingetreten. Zwei Beispiele möchte ich nennen:

1. *Die Einführung der Eingriffsregelung in die Bauleitplanung durch den § 8a BNatSchG*

Im LK OHA gibt es bis heute mit Ausnahme der Stadt Osterode am Harz in keiner anderen Stadt oder Samtgemeinde Landschaftspläne. Demzufolge wurde der LRP-Vorentwurf seit seinem Erscheinen häufig u.a. bei Grünordnungsplänen zu Bebauungsplänen oder für landschaftspflegerische Begleitpläne

bei Planfeststellungen als fachgutachtliches Quellenwerk genutzt. Gerade hinsichtlich der Bauleitplanung muß die Landschaftsplanung aber seit der Einführung des § 8a BNatSchG einen noch stärkeren Anwendungsbezug hinsichtlich der Eingriffsregelung aufweisen, als das bisher der Fall war. Zwar wurde bereits der Vorentwurf von 1992 sowohl vom Landesamt für Ökologie, als auch von der Bezirksregierung Braunschweig als ausgesprochen praxisnah und besonders praxistauglich herausgestellt, aber gerade diese Anwendbarkeit muß dann auch für die Rechts- und Fachkenntnislage zum Zeitpunkt der Entwurfsfassung sichergestellt werden.

2. *Die Einführung des § 28a NNatG:* Im Kreisgebiet wurde zwischenzeitlich eine systematische Erfassung der nach § 28a NNatG besonders geschützten Biotop vorgenommen. Sie liegt für das Harzvorland mit Ausnahme der bestehenden Naturschutzgebiete weitestgehend flächendeckend vor und reicht z. T. auch in den Harz hinein, hier sind allerdings nur die Ortsrandlagen erfaßt (nicht ganz vollständig). Diese Biotop sind für alle Nutzungen und Nutzer von höchster, weil unmittelbar gesetzlich geschützter Bedeutung. Also muß der LRP sie auch darstellen, wenn er praxisgerecht sein will und soll. Gegenüber dem Vorentwurf ergeben sich durch den § 28a z.T. erhebliche Änderungsnotwendigkeiten: viele der im Vorentwurf dargestellten Bereiche für künftige Schutzgebietsausweisungen (NSG, LSG, ND und LB) müssen sinnvoll neu abgegrenzt werden, eine nicht unerhebliche Zahl insbesondere kleinerer vorgesehener Schutzgebiete (NSG, ND, LB) bedarf dieser zusätzlichen Unterschutzstellung nicht mehr.

Die Liste der Neuerungen läßt sich fortsetzen, z.B. die gesetzliche Privilegierung der Windenergie im § 35 BauGB oder die Aufnahme der im Kreisgebiet riesigen Anzahl von Erdfällen (siehe Vortrag von Herrn Völker) in die Liste der besonders geschützten Biotop nach § 28a.

Auch bei den *Schutzgütern Boden, Wasser und Luft/Klima* muß der LRP-Entwurf gerade im Hinblick auf die Ein-

griffsregelung nach § 8a BNatSchG künftig differenziertere, noch mehr praxisorientierte Aussagen enthalten. So ist es in sich nicht logisch, wenn z.B. für Arten und Lebensgemeinschaften und für das Landschaftsbild „wichtige Bereiche“ festgelegt wurden, für die abiotischen Schutzgüter aber eine Bewertung fehlt. Die Arbeiten zum LRP-Entwurf gehen hier den Weg, großmaßstäblich (1:125 000) dreistufige Wertigkeiten der abiotischen Schutzgüter in Anlehnung an die „Naturschutzfachlichen Hinweise zur Anwendung der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung“ des NLÖ von 1/94 festzulegen, welche als Anhalt für differenziertere Einzelbewertungen in Grünordnungsplänen, landschaftspflegerischen Begleitplänen oder sonstigen Fachplänen gelten können (zu Grünordnungsplänen siehe auch „Merkblatt des Landkreises Osterode am Harz: Die Eingriffsregelung in der Bauleitplanung - Der Grünordnungsplan -“ Stand 11/94).

Ein allgemeiner Schwerpunkt naturschutz- und landschaftspflegerischen Planens und Handelns ist inzwischen das *Denken in großräumigeren Zusammenhängen* geworden. Ich nenne das Stichwort „Biotopvernetzung“ und verweise auf die *FFH-Richtlinie* und das geplante europäische Schutzgebietssystem „*Natura 2000*“. Der bisherige LRP-Vorentwurf enthielt in seinem „Maßnahmen- und Entwicklungsplan“ (MEP) zwar etliche Einzelmaßnahmen, die durchaus sinnvoll sind, aber eine konsequente Entwicklung und Darstellung von Biotopvernetzungen enthält der Vorentwurf nicht. Demzufolge stehen viele der Maßnahmen des MEP auch noch nicht oder zumindest nicht für jeden Anwender erkennbar in solchen Vernetzungszusammenhängen. Das führt in der praktischen Anwendungen des LRP immer wieder zu Argumentationen wie: „Ob wir die geplante Maßnahme hier oder dort machen, ist der Natur doch egal, aber da drüben haben wir gerade eine Fläche . . .“ oder „Aufforstungen in Laubholz sind doch grundsätzlich etwas Gutes für die Natur, egal wo . . .“ etc.

Bei den Arbeiten zum künftigen LRP-Entwurf wurde ein ganz wesentlicher Schwerpunkt auf die Erstellung von Biotopvernetzungssystemen gelegt. So wird u.a. das Nieders. Fließgewässerschutzsystem regional ergänzt zu einem „*regionalen Fließgewässerschutzsystem*“ und es werden regiona-

le Biotopverbundsysteme für „Wald“, Grünland“ und „Kalkmagerbiotope“ entwickelt, die sich mit entsprechenden Flächendarstellungen im Maßnahmen- und Entwicklungsplan wiederfinden. Auf diese Weise werden die Einzeldarstellungen des MEP nachvollzieh- und belegbar. Damit wird ein überörtlicher Funktionszusammenhang erstellt und zwar sowohl für Maßnahmen aller Nutzer von Natur und Landschaft, als auch für die Planung von Eingriffen hinsichtlich Vermeidung und Kompensationsmaßnahmen, schließlich aber auch z.B. für Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen innerhalb und außerhalb von Schutzgebieten. Dieser überörtliche Funktionszusammenhang kann Nutzergruppen und Planern konkrete Hilfe bieten und bewirkt gleichzeitig, daß erhobene Forderungen der Fachbüros oder der unteren Naturschutzbehörde, so sehr sie im Einzelfall fachlich auch begründet gewesen sein mochten, den Anstrich des „Zufälligen“ oder der „fixen Idee des Öko-Planers“ verlieren. Ein solcher Funktionszusammenhang kann leichter Akzeptanz finden, zumindest aber macht er eine qualifizierte Auseinandersetzung erforderlich.

Am LRP-Entwurf wird seit 1992 mit Unterbrechungen weitergearbeitet. Die aufgeführten Verbundsysteme sind im Maßstab 1:125 000 entwickelt. Eine entsprechende Übertragung in den neuen Maßnahmen- und Entwicklungsplan ist bereits teilweise erfolgt. Die finanziell und personell angespannte Situation der öffentlichen Haushalte setzt aber auch hier deutliche Grenzen und führt zu immer weiteren Verzögerungen bei der Fertigstellung.

Ein LRP, der wie dargestellt, an praktischen Nutzungsanforderungen orientiert ist, aber dennoch grundlegend und tiefgreifend aus landschaftspflegerischen Entwicklungszielen abgeleitet wurde, soll - wenn er denn fertig ist - ein wesentlicher Beitrag für alle Planungs- und Anwendungsebenen im Südharz auch im Sinne der AGENDA 21 des behördlichen Naturschutzes sein. Angewendet werden die Inhalte schon jetzt.

#### **Anschrift des Verfassers:**

Dipl.-Ing. Norbert Südhof  
Untere Naturschutzbehörde  
Herzberger Straße 5  
37520 Osterode

# Gips im historischen Harzer Bauwesen

Naturstein, Mauermörtel, Putz sowie die frühere Wiederverwendung dieser Baustoffe

von Holger Kulke

## Kurzfassung

Die Harzregion und das westliche Thüringer Becken stellen die bedeutendste der deutschen Gipsverwendungsprovinzen im Bauwesen des 12. - 19. Jahrhunderts dar. Die günstige Verfügbarkeit von Zechstein-zeitlichem Gips in natürlichen Steilkanten am Südhazrand und von weiteren Gipsvorkommen in Triasablagerungen im Raum Sondershausen und Mühlhausen/Thür. bot eine ideale

Rohstoffbasis. Weitere kleine Vorkommen am Harznordrand versorgten über etwa ein Jahrtausend die dortigen Baustellen (z. B. roman. Klosterkirche Drübeck, Schloß Wernigerode).

Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) wurde in vielfältiger Weise im historischen Bauwesen eingesetzt:

1. Als **Naturstein** in wohlbehauenen Oquadern (z. B. Sockel einiger bauerlicher Bauten in Osterode-Förste,

als wesentlicher Baustein in den Dörfern Steigerthal und Urbach, Krs. Nordhausen) oder als Bruchstein (z. B. Woffleben und Petersdorf, Kreis Nordhausen). Gelegentlich wurde auch Anhydrit ( $\text{CaSO}_4$ ), der tiefer im Berg auftritt, in Quaderform verbaut (z. B. Stützmauer des 19. Jh. bei ehem. Annenmühle in Osterode).

2. Als **Mauermörtel**, der ehemals in zahlreichen Gipsöfen zu Halbhydrat (Bassanit:  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$ ) und besonders Thermo-Anhydrit gebrannt und z. T. über größere Entfernungen verkauft wurde. Obwohl Gips weit wasserlöslicher ist als sonstige Baustoffe, bewährte sich dieser zähfest abbindende, weiße Mörtel durchaus auch bei Gründungsmau-



Abb. 1: Übersichtskarte des Harzes und seines südlichen Randgebietes mit den im Text genannten gipsbezogenen Orten. Verwendete Kürzel (alphabet. Ordnung): A = Altenau, BFR = Bad Frankenhausen, BG = Bad Grund, BL = Bad Lauterberg, Bö = Bösenrode (mit teilrestaur. Gipsputz-Kirche) CL-Z = Clausthal-Zellerfeld, Klw = Kleinwechungen (dort auch Gipsbruchstein-Gipsputz-Kirche) Pe = Petersdorf, Schw = Schwiegershausen, WI = Wildemann, Wnd = Windhausen. Einige weitere Orte mit hohen Anteilen von Gipsmörtel und ggf. Naturgips-Baustein sind beispielhaft eingetragen; zahlreiche weitere entsprechende Orte sind hier nicht dargestellt.

ern (z. B. Mauerreste des fränkisch-karolingischen Herrnsitzes von Düna bei Osterode). Die hohe Bergfriedruine der Alten Burg Osterode überstand trotz ungeschützter Exposition etwa 800 Jahre aufgrund der hohen Festigkeit und Beständigkeit dieses Materials. Zahllose Bauten der Region wurden bis ins späte 19. Jh. mit Gipsmörtel errichtet.

3. Als **Außenputz**. Noch heute ist im Südharz-Gebiet an zahlreichen Wandflächen an dörflichen, seltener an bürgerlichen, kirchlichen oder herrschaftlichen Bauten (z. B. Schloß Herzberg) historischer Gipsputz erhalten.
4. **Gipsestriche** waren als z. T. schön gestaltete (z. B. in ehem. Klosterkirche Ilsenburg), nutzerfreundliche, feuerhemmende Fußbodenbeschichtung beliebt.

Im historischen Bauwesen wurden nach Abrissen oder Brandschäden möglichst alle geeigneten Baumaterialien wiederverwendet. Im Gipsmörtel der großen Renaissance-zeitlichen Kellergewölbe von Schloß Herzberg wurden z. B. große Stücke eines groben, festen Gipsmörtels der Romanik (<sup>14</sup>C-Datierung) neu verbaut. In manchen Fachwerkhaus-Gefachen wurde Stücke von altem Gipsestrich, z. T. in Lehmörtel eingelegt, weitergenutzt (z. B. Scheune in Windhausen, Kreis Osterode, sowie in der Altstadt von Nordhausen).

Eine Arbeitsgruppe mit W. Binnewies (Osterode-Förste) und Clausthaler Wissenschaftlern arbeitet seit 1994 daran, in einem von Binnewies historisierend errichteten Gipsofen Hochbrannt-Gipsmörtel für Restaurierungszwecke (z. B. Verfüguung von Stadtmauerabschnitten in Osterode) und zu Forschungszwecken herzustellen. Bisher erfolgten sechs erfolgreiche Versuchsbrände.

## 2. Einleitung

Naturgipsvorkommen werden vom Menschen seit Jahrtausenden zu Bauzwecken in vielen Ländern genutzt. Dabei war **Gipsmörtel** als leicht herzustellendes, rasch abbindendes und meist sehr dauerhaftes Bindemittel besonders beliebt. Von seiner Qualität zeugen noch heute z. B. verschiedene pharaonische Bauten Ägyptens, der Palast zu

Knossos auf Kreta und Objekte in einzelnen römischen Städten (z. B. im damaligen Olivenöl- und Getreideexporthafen Gigthis in Südtunesien), aber auch Bauten im alten Persien (z. B. Königspalast in Esfahan) oder Südtunesien (die heute verlassenen Berberdörfer Chenini de Tataouine sowie Midès, im Bergland nördl. von Tozeur).

**Naturstein-Gips** als behauene Quader (z. B. Stadtmauer der antiken Stadt Halabiya am Euphrat in Syrien) oder gipsgemörtelter Bruchstein tritt im Vergleich dazu zurück, da andere Natursteine oder Brannziegel bevorzugt wurden.

Die herausragende Bedeutung von Gips im **Baudekor** vieler Kulturen im Außenbereich (z. B. romanische Wandstatuen im Giebeldreieck der Goslarer Domvorhalle), Gipsschmuck der architektonisch beeindruckenden Stadthäuser von Sana'a (Jemen), besonders aber in Innenräumen (z. B. romanische Engelschranke in der Hildesheimer Michaeliskirche, Apostelschranke in der Halberstädter Liebfrauenkirche) kann hier nur erwähnt werden.

## 3. Mittel- und westeuropäische Gipsbaustoff-Provinzen

In Mittel- und Westeuropa gibt es mehrere bedeutende Gipsmörtelprovinzen, die ihren Rohstoff über Jahrhunderte aus nahegelegenen Steinbrüchen, z. T. auch aus unterirdischen Abbauen bezogen. Diese sind:

■ Das innere **Pariser Becken** mit Gips des Tertiärs. Viele erhaltende bürgerliche, kirchliche und herrschaftliche Bauten, z. B. das Königsschloß zu Vincennes bei Paris zeugen von der einst sehr großen Bedeutung dieses Baustoffes in der „Île de France“. Abbau und Brenntechnik beschrieb Gary (1901).

■ **Schleswig-Holstein und Nordost-Niedersachsen** mit zahlreichen romanischen und gotischen Kirchen (z. B. in Lüneburg). Rohstoffbasis waren hier die „Kalkberge“ von Lüneburg und Bad Segeberg (z. B. Pieper & Hempel, 1988, und Schlöbcke, 1928), die in Oberflächennähe aus Zechstein-Gips und weiter innen aus Anhydrit bestehen. Einige dieser Kirchen wurden durch Treibmineralbildung nach Injektion ungeeigneten Zements bis zum später erforderlichen Teilabrieb (z. B. Hanstedt I, 20 km südl. von Lüneburg) geschädigt (Werner, 1986).

■ Das **Harzgebiet** mit ausgedehnten, wirtschaftlich bedeutenden Zechsteingipsvorkommen am südlichen, untergeordnet auch dem nördlichen und östlichen Rand dieses Mittelgebirges (Abb. 1). Der vorliegende Artikel befaßt sich mit dieser Region, die südwärts übergeht in das

■ **Thüringer Becken**. Hier bilden am Nordrand Zechsteingipse die materielle Basis. Die Ruine der ehem. Pfarrkirche in Bad Frankenhausen, die aus Gipsstein und Gipsmörtel mit Gipsputz errichtet wurde, sowie die Burgruine Wendelstein und die Ruine des romanischen Klosters Memleben (beide an der mittl. Unstrut) sind hier bedeutende Zechsteingips-Bauten. Weiter im Beckeninnern stammt der Gips aus dünneren, z. T. farbigen Horizonten im Oberen Buntsandstein (z. B. Schloß Sondershausen mit riesigem Kellergewölbe, prächtigem Barockstuck und dem mit graurot-bunten Naturgipsplättchen verkleideten „Steinzimmer“), dem Mittleren Muschelkalk oder dem Mittelkeuper (z. B. die in aufwendiger Sicherung befindliche Runneburg in Weißensee).

■ In **Mainfranken** bzw. **Unterfranken** bildet der am Fuß des Steigerwaldes zu Tage tretende Mittelkeupergips die Basis eines noch heute florierenden Gipsabbaus. Die Kerne ganzer Ortschaften bestehen besonders in der sog. Windsheimer Bucht überwiegend aus Gipsstein und Gipsmörtel (Lucas, 1992). Unter der Altstadt von Bad Windsheim befindet sich ein ausgedehntes, verzweigtes, auf mehreren Ebenen liegendes System von Kellern im Gipsfels, die über Jahrhunderte als unterirdische Steinbrüche „aufgefahren“ wurden.

## 4. Materialkunde und Erhaltungszustand der historischen Harzer Gipsbaustoffe

In Abb. 1 sind die im Text genannten Orte, sowie die oberflächliche Verbreitung der Zechsteingipse im Harzgebiet dargestellt. Tab. 1 faßt wichtige Aspekte exemplarisch ausgesuchter Gipsbauten zusammen.

### 4.1. Als Werk- bzw. Bruchstein

Gips als **Naturgips-Werk-** oder **Bruchstein** hat auch in der Harzer Gipsprovinz in den meisten Orten eine stets unter-



**Abb. 2:** Reste der Stadtmauer Nordhausen, südl. vom Dom (Zustand Juli 1995): Die Gipsstein-Quader (Steigerthaler Bändergips der Werraserie des Unt. Zechsteins) sind nur z. T. gut erhalten. Ein Teil der Blöcke ist an feinen Rissen stark zerbröckelt.

geordnete Bedeutung gegenüber anderen Natursteinen, im Fachwerkbau gegenüber Lehm und - im Oberharz - Holzausblockung besessen. Dieser Befund überrascht insofern, da Gips in zahlreichen natürlichen Felsen besonders im verkarsteten „Ausbiß“ (=Zu-Tage-Treten)-Streifen der Zechstein-Sulfatgesteine längs des Südharrandes (z. B. Völker, 1996) reichlich zur Verfügung stand. Dieser vergleichsweise seltene Einsatz wird dadurch bedingt, daß der Naturgips-Baustein häufig an vorgeprägten, latenten oder belastungsbedingten, statischen Rissen zerfällt. Ein beredtes Beispiel dafür ist der Zustand von Teilen der Nordwand der kleinen Kirche von Petersdorf (4 km NNE von Nordhausen), aber auch von einem Teil der Gipsquader in den Resten der Nordhäuser Stadtmauer (Abb. 2) (vergl. Katzschmann, 1989, S. 85).

Nur vereinzelt sind Gipsquader langfristig von so vorzüglicher Qualität wie die rötlich gebänderten Großblöcke aus sog. „Hauptanhydrit“ (A3)-Zechsteingips in den Außenwänden eines Schweinestalls des 19. Jh. beim Rathaus von Förste (bei Osterode). Auch in den Dörfern Urbach (Abb. 3) und Steigerthal bei Nordhausen sind viele der hier beson-



**Abb. 3:** Westfassade der klassizistischen Dorfkirche von Urbach (östl. von Nordhausen). Die Kirche wurde etwa 1820 aus Steigerthaler Bändergips-Blöcken mit Gipsmörtel und Gipsputz errichtet. Mangelnde Baupflege besonders während der DDR-Zeit ließen an der Westfassade den Putz abfallen. Manche der Gipssteine sind von Rissen ausgehend stark verwittert (V).

Die rechte, südwestl. Ecke wurde durch Kalkstein-Mauerwerk (K) in jüngerer Zeit ersetzt. Oberhalb der Sockelverblendung mit Rotsandstein (S) liegen drei Testflächen (T) von „gipsverträglichem“ Putzmörtel. Der Bogen über der Tür sowie die (halb-)runden, zurückgesetzten Gliederungsflächen bestehen aus stark angewittertem Ziegelmauerwerk.

ders reichlich verbauten Gipsblöcke einer fein graulagig gebänderten Lokalausbildung des sog. „Werra-Anhydrits“ (A1) sehr gut erhalten, andere hingegen durch Auflast rissig geworden (Abb. 4).

Nur sehr selten wurde auch der tiefer im Berg vorhandene, noch nicht vergipste Anhydrit (z. B. Reimann, 1984) zu Bauzwecken verwendet. Am bekanntesten dafür ist in Fachkreisen der frühgotische Anhydritquader-Sockel der Südwand des Bardowicker Doms (b. Lüne-



**Abb. 4:** Foto von der SW-Ecke des Sockelgeschosses eines Fachwerkhauses (vermutl. erste Hälfte 19. Jh.) in Steigerthal. Die Quader (14-21 cm hoch) aus Steigerthaler Bändergips driften an dieser exponierten Stelle durch lateral schiebende Auflast an latent vorhandenen Rissen insgesamt bis zu fast 3 cm (siehe obere Mörtelplombe M) auseinander. Trotz geringer Anlösung an der Wetterseite sind Beil-Bearbeitungsspuren (B) lokal auf der Steinoberfläche erhalten. An der Fuge (F) ist ein Teil des Gipsmörtels herausgefallen.

Diese im Ortsbild wichtige und sonst gut erhaltene Hausfassade an der Straße nach Buchholz sollte unbedingt in ihrer ehemals ortstypischen Bauweise erhalten bleiben.

burg). Im Harzgebiet ist dem Autor nur eine Mauer aus trocken gesetzten Anhydritquadern bekannt. In ca. 30 m Länge und bis zu 3 m Höhe stützt sie seit vermutlich einem Jahrhundert eine Erdterrasse neben dem ehem. Gipsöfen der Annenmühle (heute Harzer Gipswerke R. Schimpf & Söhne) in Osterode. An beiden Objekten wird der Anhydrit zwar unter Rillenkarstbildung angelöst, es findet aber keine nennenswerte in-situ-Vergipsung und damit auch keine Materialschädigung durch Quellung (vergl. Reimann, 1991) statt.

#### 4.2. Gipsmörtel

Gipsmörtel ist - nicht nur in der Harzregion - viel verbreiteter als eine material-

kundliche Betrachtung historischer Bauten erkennen läßt. Der Grund dafür ist einerseits das langfristige wechselnd starke „Auswaschen“ durch Löseprozesse besonders von Gipsfugenmörtel an witterungsexponierten Wänden und sein daraus resultierender häufiger äußerlicher Ersatz durch andere Fugenmörtel (siehe z. B. Tab. 1: Clausthal-Zellerfeld, Oberbergamt), andererseits die völlige Neugestaltung vieler Fassaden bei Umbaumaßnahmen, wobei historische Befunde verdeckt oder zerstört wurden.

Der üblicherweise fast weiße, nur selten lichtgraue oder rötliche Gipsmörtel wurde weithin bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. verwendet. Ab etwa 1850 wurde er außerhalb der großen Gipsabbaugebiete ziemlich schnell durch Portland-Zementmörtel verdrängt. Die Ursachen dafür sind besonders die (damals) gegenüber „Cement“ höheren Herstellungskosten von Hochbranntgips-Baustoffen (Pedrotti, 1901: 75 und Dt. Gips-Verein 1902: S. 42f), sowie die Wasserresistenz dieses ursprünglich aus England kommenden neuen Bindemittels. Mit dieser Entwicklung ging der langsame Ersatz der diversen Hochtemperatur-Gipsbrannt-Ofentypen (z.B. Schachtofen) durch andere Gipsbrenntechnologien einher (vergl. Feichtinger, 1902), die auf die Erzeugung von Niedrigbrannt-Stuckgips ausgerichtet waren (z. B. „Harzer Gipskocher“ für Stuckgips). In Osterode wurde Hochbrannt-Gipsmörtel vereinzelt aber noch bis in die 1950er Jahre erfolgreich eingesetzt.

Die **Zusammensetzung** der meisten historischen Gipsmörtel ist über die Jahrhunderte in mineralogischer Sicht ziemlich gleichförmig geblieben. Hochgebrannter Gips (aus wenig Halbhydrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ) und viel Thermoanhydrit (also mit steigender Temperatur die Subtypen von Anhydrit III und besonders von Anhydrit II sowie Anhydrit I) bindet nach seinem Zerstoßen oder Feinmahlen bei Vermischung mit möglichst wenig Wasser (W:G-Volumenverhältnis z. B. 5 : 8, Pedrotti, 1902: S. 75) spätestens innerhalb von Stunden zu beachtlicher Festigkeit ohne jeden „Zuschlag“ wie Sand oder Schlacke rißfrei ab, wobei er weder nennenswert schwindet oder quillt.

Dementsprechend bestehen alte Gipsmörtel fast stets aus folgenden Komponenten (vergl. Weichmann, 1997):

■ ca. 92 - 96 % Gips (als sehr feinkristalline Matrix mit beigemischtem unterschiedlich feinstückigem Grobkorn in wechselnden Anteilen, s. Abb. 5). In der Romanik wurde der Branntgips in der Regel nur ziemlich grob gestoßen und die Brocken erreichten daher öfters – besonders im Mörtel für das Kernmauerwerk – 0,5 bis 2 cm Größe. Hochbranntstücke kommen häufig neben ungebranntem Gipsbruch aus den niedrig temperierten Ofenrandzonen und vielleicht auch aus einer Zumischung von Gipssplitt, der zum Brennen zu fein war, vor. Im 18. und 19. Jh. ist der Gipsmörtel durch Aufmahlung deutlich feinkörniger (<2 mm) als in älteren Zeiten.

■ oft ca. 2 %, vereinzelt bis 10 % Anhydrit (meist als winzige Splitter von kristallinem Naturanhydrit, sehr selten als Relikt nicht vollständig vergipsten Thermoanhydrits aus dem Branntprozeß).

■ oft 2-5 % Karbonat in kleinen Reliktbröckchen aus dem Rohgestein (Dolomit:  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$  und/oder Calcit:  $\text{CaCO}_3$ ) oder auch als „ofenbürtige“ winzige Kristallkörnchen oder -nädchen aus Calcit bzw. gelegentlich auch Vaterit (siehe Weichmann, 1997), einer seltenen  $\text{CaCO}_3$ -Modifikation. Diese Kristallite finden sich besonders in nicht zerstoßenen Gipsbröckchen und belegen sehr hohe Brenntemperaturen (> 900°C) mit CaO-Bildung in den heißesten Zonen alter Brennöfen (Kulke et al., in Vorber.)

Eine bewußte homogene Beimischung von Branntkalk ( $\text{CaO}$  bzw.  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ ) zum Branntgips zur Beeinflussung der Festmörteleigenschaften, wie es öfters berichtet wurde (z. B. im Gewölbebau: Pedrotti, 1901:76), konnte in hunderten von Proben aus Dutzenden von Objekten der Harzregion nicht nachgewiesen werden.

■ i.a. < 5% sonstige Beimischungen. Dabei überwiegt in den älteren, grobstückigen Gipsmörteln Holzkohle aus dem Brennvorgang. (Quarz-)Sand, Schiefer- oder z. T. rot gebrannte Tonbröckchen sind ungewollte Verunreinigungen aus dem Ausgangsgestein oder aus dem Anmischvorgang.

■ organische Beimischungen z. B. in Form von Molke, sind nach wie vor nicht durch Mörtelanalysen gesichert. Falls sie, wie gelegentlich in der Literatur postuliert (z. B. Stieglitz, 1796:19), zur Anwendung kamen, dann wahrschein-

lich nur für Spezialprodukte oder in anderen Sonderfällen.

Nur vereinzelt finden sich Beimengungen zum Gipsmörtel in Form von Fremdmaterial- *Zuschlag*. Einige Beispiele seien hier kurz genannt:

■ Im Oberharz wurde Gipsmörtel im 19. Jh., besonders nach dem großen Stadtbrand von Clausthal im Jahre 1844, oft mit etwa 10 - 40 % sog. „Pochsand“ (Quarz-, Schiefer-, Karbonatmineral-Feinstsplitt) aus der Erzgewinnung gestreckt. Damals wurde auch sehr vereinzelt Ziegelsplitt beigemischt.

■ Am Ravensturm der ehem. Stadtbefestigung von Ellrich wurden wohl im 19. Jh. Reparaturen mit *Ofenschlacke* gemagertem Gipsmörtel durchgeführt. Dicht östlich der vorwiegend aus Gips errichteten Kirche von Kleinwechungen (westl. von Nordhausen) befinden sich Reste einer Hofmauer, die ebenfalls kleinstückige, schwarze, blasige Ofenschlacke als Zuschlag führt. Diese Schlacke entstammt wahrscheinlich der Verbrennung der über längere Zeit bei Ilfeld (8 km nördl. Nordhausen) abgebauten, sehr aschereichen Kohle aus den dortigen Rotliegend-Ablagerungen (Liessmann, 1992: 278-283).

■ Die kleine Ruine der Falkenburg, über der Barbarossahöhle am SW-Hang des Kyffhäusers gelegen, führt Gipsmörtel mit bis zu 30 % Zuschlag von gerundetem *Quarz-Grobsand* bis Feinkies. An der Grenze Quarzkorn-Gipsmatrix wird dieses Material besonders stark angelöst.

■ Mengenmäßig verschwindend geringe Anteile von kurzfasrig geschnittenem *Tier- und Menschenhaar* wurden gelegentlich zur Verbesserung der Zugfestigkeit nicht nur dem Gipsputz sondern gelegentlich auch dem Mauer- mörtel beigefügt (z. B. im 19. Jh. in einzelnen Bauten in Clausthal).

■ In Tab. 1 wird unter „Osterode, Nebengebäude der ehem. Annenmühle“ auf die Herstellung von *Gußgipsbetonblöcken* mit größeren Anteilen von Eisenhüttenschlacke und Ziegel- sowie anderem Bausteinbruch in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts hingewiesen. (Heusinger v. Waldegg, 1863) berichtet begeistert von der guten Eignung derartigen „*Annalith*“-Gipsbetons in Blöcken oder als Stampfmassen hinter Schalungen zum Bau von Häusern, Gartenmauern und sogar großer Schornsteine. Im „Polytechn. Central-

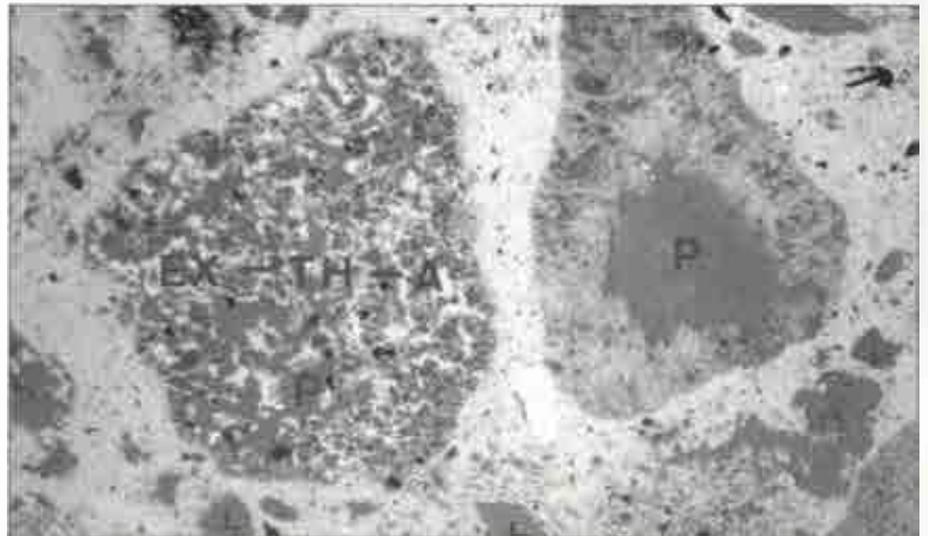
blatt“ im Verlag G. Wigand zu Leipzig 26 (1860) findet sich auf S. 1340 eine kurze Mitteilung, daß damals zwei Fabriken in Osterode derartige Gipsbausteine herstellten. Jene aus 1/3 Gips und 2/3 Eisenhüttenschlacke aus Lerbach (bei Osterode) seien weniger beständig als solche mit einer reichlichen Steinbrocken-Magerung.

Gegenüber Kalkmörtel hat der Gipsmörtel nicht nur im Harzgebiet fast stets eine wesentlich höhere **Festigkeit** (Biegezugfestigkeit, normiert, aus *Weichmann*, 1997: ca. 3-6 N/mm<sup>2</sup>, Druckfestigkeit: ca. 11 - 33 N/mm<sup>2</sup>;) und er zerfällt, von sehr wenigen ungünstigen Ausnahmen abgesehen, auch nach Jahrhunderten geringer oder starker Feuchteexposition nicht, auch sandet er nicht ab. Auf diesen Befund hatte schon Gary (1902) bei seinen Untersuchungen von Gipsbauten am Südharz hingewiesen; z. B. bezügl. Nordhausen schrieb er: „Die Härte des alten Mörtels zeigte sich überall gleichartig und augenscheinlich dem besten Kalkmörtel weit überlegen.“ Guter Gipsmörtel ist mit dem Fingernagel kaum oder nicht ritzbar.

Belastungen mit gewissen bauschädlichen Salzen (z. B. Nitrate u. ä. besonders in Stallwandungen oder Magnesiumsulfate) können hingegen zu pulvrigem oder feinstückigem Zerfall des Gipsmörtels führen. Zarte, haarförmige Epsomit ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  bzw. Hexahydrat ( $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ )) - Ausblühungen führen z. B. im heutigen Heizkeller des Herzberger Schlosses (Tab. 1) zu Mörtel- und Grauwacke-Abplatzungen. Dieses Bittersalz bildete sich nach und nach aus den ungewollten Brantprodukten von Dolomitverunreinigungen im Rohgestein.

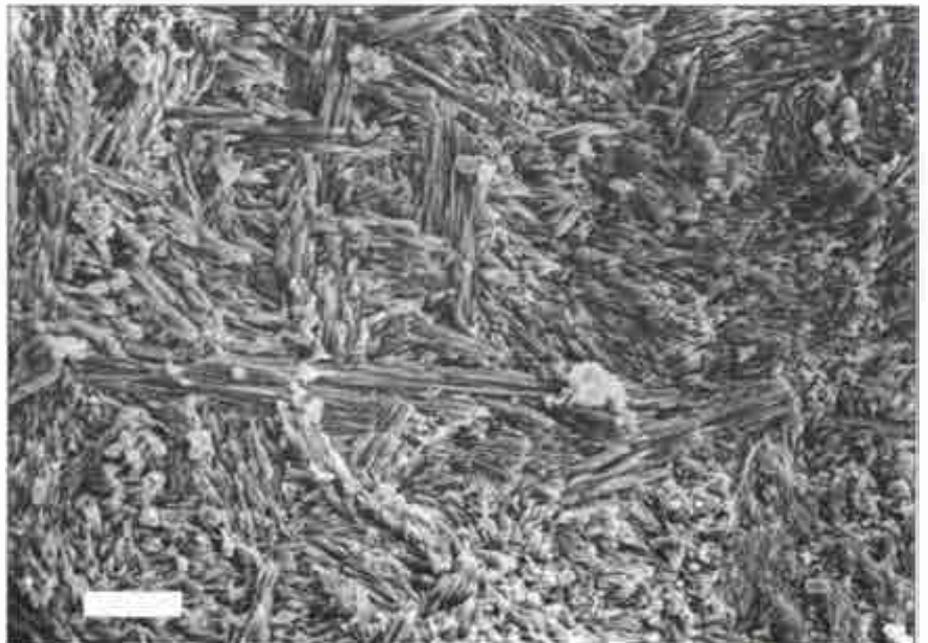
Das **Gefüge der Gipsmörtel** ist weiterhin recht ähnlich. Es bildet sich aber, besonders bei Verfügbarkeit von Wasser, langsam um. Dabei verschwindet der anfangs feinst verteilte Porenraum zwischen den verzahnten Matrixkriställchen (i.a. 0,01 - 0,03 mm) zugunsten größerer Umkristallisations- und ggf. auch Löseporen (Abb. 5). Die Festigkeit des Mörtels leidet aber keineswegs unter diesen internen Materialumlagerungen. Die Porositäten liegen meist zwischen 15 und 30 %, die Rohdichten reichen dementsprechend meist von 1,6 - 1,95 g/cm<sup>3</sup>.

Bei der Zerkleinerung des Brantproduktes blieben früher oft größere



**Abb. 5:** Mikro-Typgefüge im Durchlicht eines etwa 800-jährigen, sehr festen Gipsmörtels der Alten Burg Osterode (s. Tab. 1). Hell: feinstkristalliner Matrixgips. Mittelgrau: drei je etwa 2 mm große Hochbrannt-Gipsbröckchen, durch feinsten Karbonatstaub getrübt. Alle Bröckchen sind intern wechsellagernd durch in der Ruine perkolierende Feuchtigkeit umkristallisiert und teilgelöst. P: Löse-Großporen. Das linke Bröckchen zeigt das vergipste Reliktgefüge von ehem. Hochbrannt-Thermoanhydrit-Nadeln (EX-TH-A). Die Außenbereiche der Bröckchen und die umgebende Matrix sind durch Umkristallisation verdichtet und tragen wesentlich zur Festigkeit dieses Gipsmörtels bei. Die Mikrolöcher in der Matrix (L) schädigen die Festigkeit nicht.

Dünnschliff-Foto (DS 1962, Probe OHA 179, Bildhöhe etwa 2,5 mm; im Original ist der Porenraum durch blauen Kunststoff getränkt).



**Abb. 6:** Feinstgefügedetail eines Gipsmörtels aus dem Sockel des ehem. fränkisch-karolingischen Herrnsitzes von Düna (5 km SSE von Osterode). Die wirr gelagerten Gipskristallbündel zeichnen offenbar das Gefüge von nadeligen Brantprodukten (Halbhydrat oder Thermoanhydrit) in einem nicht zerstoßenen, offenbürtigen Bröckchen nach. Der sichtbare Bereich ist durch starke Materialanlagerung auffallend niedrigporös. - REM-Aufnahme HK CG 6, Länge des weißen Balkens: 50µm (0,05 mm).

Tab. 1: Beispiele bedeutender oder materialkundlich interessanter Gipsmörtel- oder Gipssteinbauten im Harz und seinem nahen Umland. Innerhalb der vier Regionalgruppen sind die Objekte jeweils nach abnehmendem Alter gelistet; die Lage der Orte ergibt sich aus Abb. 1.

Kürzel in zweiter Spalte [Verwendung von Branntgips]: **AP**: Außenputz, **FE**: (Fußboden-)Estrich, **GB**: Gips-Gußbeton, **MM**: Mauermörtel; **ST**: Baudekor-Stuck

Ort, Gebäude, Alter	Verwendung von Branntgips als:	Erhaltungszustand	erfolgte Restaurierungsmaßnahmen	Hinweise, Empfehlungen
<b>NORDHARZ</b>				
<b>DRÜBECK</b> ehem. Benediktinerinnen-Kloster, Kirche: 11. + 12. Jh., Äbtissinnenhaus: barockzeitl. und älter	<b>MM</b> : Kirche & Äbt'haus, dort auch Kellergewölbe <b>FE</b> : (Äbt'haus): Flure & einige Räume <b>ST</b> : (Kirche): Stuck-"Masken" von ca. 1170 auf einigen Kapitellen	<b>MM</b> : meist sehr gut erhalten, aber in Fugen teilgelöst <b>MM</b> : in ?barockzeitl. <u>Klostergartenmauer</u> fest aber stark angelöst <b>FE</b> : meist gut erhalten, z. T. rissig	1860: Westwerk-Erneuerung 1950er J.: Sicherung & z. T. „Rückbau“ an Kirche Anf. 1990er J.: Sanierungsarbeiten: Schlämmverputzung von Kirche, weitgeh. Umbau v. Äbt'haus (starker Verlust an Originalsubstanz)	z. T. bedauerlicher Verlust an Originalsubstanz; Bauweise der Kirche („Rogenstein“-Oolith m. Gipsmörtel) durch Schlämmputz fast nicht mehr sichtbar; baukundlich interessante alte Klostergartenmauer z. T. abgerissen und neu aufgebaut
<b>ILSENBURG</b> ehem. Benediktinerkloster; Kirche: bes. 11. & 12. Jh. Klosterbauten: vorw. 12. Jh.	<b>MM</b> : aufgeh. Mauerwerk (Baustein z. gr. Teil „Rogenstein“ des Unt. Buntsandsteins) <b>FE</b> : großfläch. Reste von roman. und got. Zierestrich mit Farb-Ritzstrichzeichnungen	<b>MM</b> : meist gut, z. T. äußerlich stark angelöst (außen leere Fugen) <b>FE</b> : vorw. sehr gut	<b>MM</b> : an Kirche z. T. Zementverfugungen <b>MM</b> : 1992 teilw. Neuverfugung von Ostwand des Klosterostflügels m. Gipsmörtel (Fa. Steinbrecher, Mühlhausen) <b>FE</b> : 1960er J. mangelhafte Reparatur <b>FE</b> : 1993: Original-ähnl. Teilrestaurierung (Fa. Steinbrecher)	Lit. (Estrich): MÜLLER (1993), STEINBRECHER (1992 und 1993)
<b>WERNIGERODE</b> Schloß; Mittelalter, Barock und ca. 1865 (historischer Umbau und Vergrößerung)	<b>MM</b> : in z. T. hohen <u>Stützmauern</u> (gegen Erdreich) <b>MM</b> : Kellergewölbe & Altbau „Steinernes Haus“ (12. & spätes 15. Jh.)	<b>MM</b> : <u>Stützmauern</u> z. T. ordentlich z. T. schlecht (z. T. mürbe bis teigig, rissig; Wandausbauchungen) <b>MM</b> : (Stein.Haus): gut, aber in Fugen ± stark zurückgewittert	<u>Stützmauern</u> : vermutlich öfters; in DDR-Periode Zementinjektionen mit gefährd. Treibmineralbildung (Aufblähungen, Risse) <b>MM</b> : „Steinernes Haus“: 1992 Neuverfugung von W'Fassade mit Gipsmörtel (Fa. Steinbrecher)	<u>Stützmauern</u> : hohe Durchfeuchtung, lokale Salzbelastung, schlechte Bauweise gefährden Teile der Stützmauern; Negativbeispiel für Zementinjektionsschäden (bes. Ettringitbildung)  Lit.: (Stützmauer) ROSTASY et al. (1994)

<b>OBERHARZ</b>				
<p>ST. ANDREASBERG ehem. Brauhaus; erbaut ab 1553, mehrfach erweitert und umgebaut, „ausgeblockter“ Fachwerkbau vermutl. von 1715; 1930 wurde die Brauerei stillgelegt</p>	<p><b>MM:</b> in Gewölbekellern und im Sockel (mit Granitbruchsteinen)</p>	<p><b>MM:</b> gut erhalten; die z. T. nur 25 cm dicken Gewölbescheitel mit z. T. sehr breiten Gips- mörtelfugen trugen große Lasten</p>	<p>während der Betriebszeit viele An- und Umbauten sowie Reparaturen, ab etwa 1960 zunehmender Verfall bei wechselnder Nutzung bzw. Leerstand</p>	<p>frühe 1990er J.: Umbau- und Neu- nutzungsüberlegungen als Fach- schulwohnheim, scheiterte an Un- vereinbarkeit zwischen Nutzungs- ansprüchen, Kosten und Forde- rungen der Denkmalspflege, daher Abriß ohne vorherige Bauforschung im Winter 1995/96</p>
<p>CLAUSTHAL-ZELLERFELD Oberbergamt; erster kl. Bau nach 1601, erster Neubau ab 1693, zweiter Neubau nach Großfeuer 1727-31; spätere Anbauten, bes. 1906</p>	<p><b>MM:</b> im Gewölbekeller, in Funda- menten und im Sockelgeschoß <b>AP:</b> auf Fachwerkgefachen von ca. 1730, später durch Oberharzer Holzbeschlag verdeckt <b>ST:</b> sparsam in Festsaal und Eingangshalle (z. T. mit Haaren versetzt)</p>	<p><b>MM:</b> im Keller des Nordflügels z. T. Abplatzungen und Ausblühungen; im Außenbereich z. T. starke Zurückwitterung in Fugen <b>AP:</b> lag vermutlich Jahrzehnte lang frei, ist unter Bretterbe- schlag von 1838 gut erhalten</p>	<p>viele Unterhaltungs- und Restaurierungsmaßnahmen <b>MM:</b> um 1860 Füllung der Fugen mit „Romankalk“, einem Zementvorläufer 1996 + 97: Grundsanierung und Restaurierung (Fundamente, Sockel, z. T. Fachwerk usw.)</p>	<p>beispielhafte Restaurierung eines wichtigen Oberharzer Repräsen- tationsbaues  Lit: FÜRER (1983) KULKE &amp; WEICHMANN (1995)</p>
<p>CLAUSTHAL-ZELLERFELD Sorger Wasserlauf (=wasser- leitender, oberflächennaher „Stollen“), dicht südöstl. vom Rathaus; erbaut vermutl. im 18. Jh.; bei Tief- garagenbau 1994 angeschnitten u. teilw. zerstört</p>	<p><b>MM:</b> zwischen Grauwackesteinen im Gewölbe und in Seitenwänden oberh. des ehem. Wasserspiegels im feuchten Erdreich i. w. S.</p>	<p><b>MM:</b> angelöst, aber sonst in guter Festigkeit erhalten (trotz andauernder Durchfeuchtung)</p>	<p>z. T. mit Gipsmörtel der Fa. Steinbrecher gesichert und im zerstörten Teil geringfügig rekonstruiert</p>	<p>an Tiefgarageneinfahrt durch „Bullauge“ in Wandnische ist erhaltener Teil als bergbau- geschichtl. Dokument sichtbar gemacht</p>
<b>SÜDHARZ</b>				
<p>OSTERODE Bergfriedruine der Alten Burg; erbaut: 12. Jh. oder früher, ab ca. 1512 verlassen, anschließend zunehmender Verfall</p>	<p><b>GB/MM:</b> Lagenmauerwerk aus gr. Quarzitgeröllen („SösekieSEL“) in reichl. Gußgipsmörtel (Abb. 7) <b>AP:</b> hochfester Feinputz (mit Quaderritzungs-Dekor) der Romanik</p>	<p><b>GB/MM:</b> in hoher Festigkeit erhalten, wechselnd stark ohne Festigkeitsverlust angelöst), häufig statische Risse im ca. 32 m hohen erhaltenen Turm- Halbzylinder; daher vor erfolgter Sicherung Einsturzgefahr <b>AP:</b> fleckenweise im unteren Bereich u. in Wandnischen erhalten</p>	<p>bis 1995: keine; gelegentlich an- fallende Absturzmassen wurden als Baumaterial wiederverwendet. 1996+97: Sicherung &amp; Sanierung: Verschluß der Turmaußenflächen mit Gips-spritzputz (Material der Fa. Steinbrecher), Verfüllen der Risse und Hohlräume mit HAZ- Schaummörtel, Edelstahl-Ver- ankerungen und Vernadelungen</p>	<p>Pilotgroßprojekt der maschinellen Außensicherung eines gr. Objektes mit neuer Gipsmörtelrezeptur; materialidentische Hohlraumver- erfüllung mit Gipsmörtel wurde nach in-situ-Versuchen wegen mangelnder Produktreife abgelehnt; problematisch ist die Totalexposition des neuen Gipsaußenmörtels, da jeglicher konstruktive Schutz zu auf- wendig gewesen wäre Lit.: KULKE (1995) MIELKE, I. et al. (1997); STARK, J. &amp; MIELKE, I. (1993)</p>

Kürzel in zweiter Spalte [Verwendung von Branntgips]: **AP**: Außenputz, **FE**: (Fußboden-)Estrich, **MM**: Mauermörtel

Ort, Gebäude, Alter	Verwendung von Branntgips als:	Erhaltungs-Zustand	erfolgte Restaurier.-Maßnahmen	Hinweise, Empfehlungen
<b>Fortsetzung SÜDHARZ</b>				
BURG HOHNSTEIN (b. Neustadt/Lkrs. Nordh.) Ruine der Grafenburg; Hauptbauphase in Romanik, 1627 durch Brand zerstört	<b>MM</b> : im gesamten Ruinenkomplex als Bindemittel zwischen ortstyp. „Melaphyr“-Bruch- bzw. Werkstein <b>FE</b> : auf Schlackenlage gegossen, z.T. in zerstörten Räumen erhalten	<b>MM</b> : meist gut, angelöst; z. T. leicht oberflächl. abmehlend <b>FE</b> : trotz Witterungsexposition (lange wohl unter Bauschutt) gut erhalten aber angelöst, meist in größere Stücke zerbrochen	1872, 1890, 1914: Sicherungs- und Sanierungsarbeiten um 1990: lokaler Spritzbetonmörtelauftrag 1990er J.: kl. Restaurierungsmaßnahmen	<b>Empfehlung</b> : Neuverfugung kritischer Bereiche mit Binnewies-Branntgips als in-situ-Testfeld; kl. Testfläche wurde angelegt  Lit.: MOSEBACH (1993)
WALKENRIED ehem. Zisterzienserkl. Kirche: 12. + 13. Jh., Klostergebäude vorw. frühgotisch	<b>MM</b> : Kirche, Konventgebäude (zus. m. Zechsteindolomit-Quadem u. Bruchst.) <b>FE</b> : ehem. z. T. im Obergeschoß der Konventsgebäude	<b>MM</b> : wechselnder, i. a. guter Zustand, ist z. T. stark bei hoher Witterungsexposition angelöst <b>FE</b> : bei Sicherung und Sanierung 1978-93 wegen Einbau von Betonträgern weitgehend entfernt	seit spätem 17. Jh. - 1817 „Steinbruch“; Einsturzgefahr durch Verrottung der Pfahlgründung; Hauptsicherung und Sanierung 1978-93, dabei Teilabtrag von Kirchenruinenteil und Wiederaufbau über Beton-Nachfundamentierungen mit Betonkern und z. T. Sichtbeton	in situ-Versuchsfeld für verschiedene „gipsverträgliche“ C <sub>3</sub> A-freie Zement- u. Kunststoffmörtel (z. B. Restauriermörtel nach Klobukowski, Epoxid-Mineralmörtel Epukret)  Lit.: z. B. BRAUNE (1993), GARY (1902)
HERZBERG ehem. Welfenschloß; ursprüngl. Anlage mittelalterl.; 1510 nach Großbrand, um 1650 u. 1861 Neu- bzw. Erweiterungsbauten	<b>MM</b> : im gr. Gewölbekeller u. im aufgeh. Mauerwerk; z. T. in Renaissance Wiederverwendung von roman. Gipsmörtel-Bruch als Grobzuschlag <b>AP</b> : (mit Menschen- u. Tierhaarezusatz): in größeren Resten an der Nordostwand des sog. Sieberflügels	<b>MM</b> : i. d. R. gut; im heutigen Heizungskeller durch trockene Luft z. T. Abplatz-Schäden (bes. durch Ausblühungen von Epsomit = MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O) <b>AP</b> : mäßig bis gut erhalten, löst sich teilw. von Bruchsteinwand ab	späte 1940er, 1950er J.: Reparaturen von Schäden durch Explosion in naher Munitionsfabrik im April 1945 1980er u. 90er J.: zahlr. Erhaltungs- und Restaurierungsmaßnahmen bes. am sog. Uhrturm u. an Außenwänden	Verputzung der talseitigen Außenwand des Sieberflügels u. Sicherung der Gipsputzreste ist überfällig.  Lit.: KULKE & ASELMAYER (1993) STEMANN & KULKE (1994)
URBACH (Lkrs. Nordhausen) klassizistische Pfarrkirche (ca. 1820)	<b>Baustein</b> : gr. Quader von Zechstein-Gips (Steigerthaler Fazies) <b>MM</b> : z. T. als Dünnbettmörtel <b>AP</b> : ursprüngl. wohl auf gesamtem Baukörper	<b>Baust.</b> : Gipsquader an Westfassade, vereinzelt auch auf Nordseite, an (Belastungs-) Rissen zerbröckelnd; wechselnd stark angelöst nach Abfall des Putzes <b>AP</b> : an Nord-, Süd- und Ostseite großflächig erhalten, z. T. rissig, z. T. schlecht auf Mauer haftend	bes. 1994: Fundamentsicherung (Zementinjektionen), Anlage von Testflächen zur Neuverputzung; teilw. Austausch der Südwest-Ecke durch Kalkstein-Quader (Abb. 3)	Arbeiten ruhen wegen Finanzierungsproblemen; <b>Empfehlung</b> : an Südwand sollte ca. 1,5 x 1,5 m Fläche in Augenhöhe unverputzt bleiben, um Bauweise erkennen zu lassen.

<p><b>Fortsetzung SÜDHARZ</b></p> <p><b>OSTERODE</b> Nebengebäude (eingeschossiger Schuppen u. ehem. Arbeiterwohnhaus) auf Gelände der ehem. Annenmühle, heute Harzer Gipswerke R. Schimpf &amp; Söhne ca. 1860 errichtet</p>	<p><b>GB:</b> Gußquader-Mauern aus sog. „Annalith“ (um 1860 in Formen gegossene u. gestampfte Brantgipsmassen m. Zuschlag von Eisenschlacke, Ziegelbruch u. ä.)</p>	<p>(sehr) gut im unverputzten aufgehenden Mauerwerk; anderes Objekt (OHA, Herzberger Landstr. 6); gut erhalten als Fundament-Quader im feuchten Erdreich</p>	<p>keine</p> <p>OHA, Herzb. Landstr. 6; 1996: Totalumbau u. Entfernung der Innenwand-Fundamente von ca. 1860 (2 Blöcke für museale Zwecke geborgen)</p>	<p>aus dieser „Annalith“-Gipsgußbeton-Bauweise bestehen in Osterode und Umgebung noch weitere Gebäude, ohne diese Bauart wegen ihrer Verputzung erkennen zu lassen.</p> <p>Lit.: HEUBINGER V. WALDEGG (1863)</p>
<p><b>KYFFHAUSER</b> BURG KYFFHAUSEN, bes. Unterburg und Bergfried („Barbarossaturm“) der Oberburg; vorw. im 11. Jh. erbaut</p>	<p><b>MM:</b> einziges Bindemittel in der gesamten Burganlage (Baustein: Sandstein und z. T. Konglomerate der Spät-Oberkarbon-Rotserien („Kyffh.-Sandstein“))</p>	<p><b>MM:</b> i. a. gut, z. T. stark angelöst, unterer Teil der Gelände-Stützmauern der Unterburg: starke Gipsausblühungen an Ostmauer, z. T. starkes Abwittern (Absanden) des Rotsandst.-Bausteins</p>	<p>z. T. Abriss der Oberburg bei Bau des Kaiser-Wilhelm-Denkmals (1892-96) Mitte 1990er J.: extrem aufwendige Sicherung und Restaurierung des Barbarossaturms (bes. Anheben u. Geradestellen der oberen Wandbereiche, Mauerinjektionen mit HAZ-Schaummörtel nach Veredelungen und Verankerungen)</p>	<p>Lit.: (MM) GARY (1902)</p>

Hochbrannt-Bröckchen erhalten. Sie zeigen gelegentlich noch das wirrstrahlige Gefüge der längst zu Gips umgewandelten leistenförmigen Thermoanhydrit- oder auch Halbhydrat-Kriställchen (Abb. 6).

Der Gipsmörtel wurde oft beim Bau sehr reichlich verwendet. Dies war besonders dann erforderlich, wenn mit großen runden Geröllsteinen gemauert wurde, wie im Kellergeschoß des Schlosses Herzberg und besonders der gewaltigen Bergfriedruine der Alten Burg Osterode (Kulke, 1995). Abb. 7 zeigt den dortigen Einsatz von grobstückig gestoßenem Gipsmörtel als **Gipsgußbeton** in Lagen von etwa 20 - 30 cm Dicke. Zuerst wurden beidseitig als „Außenhaut“ der dicken Mauer „Seitenschalungen“ aus einlagiger Geröllstein-Aufmauerung etwas über die jeweilige Arbeitsebene des Kernmauerwerks hochgezogen. Anschließend konnte Gipsbrei in großer Menge etwa 5-10 cm hoch dazwischen ausgegossen werden. In diesen noch dickflüssigen Frischmörtel wurden Gerölle eingelegt und wieder mit Gipsbrei übergossen. Die hohe Festigkeit dieses etwa 800-jährigen Gipsmörtels hat die Ruine trotz vieler klaffender Risse vorm Einsturz bewahrt.

### 4.3. Gipsaußenputz

In den Dörfern um Nordhausen finden sich zahlreiche ältere Bauten, deren bislang noch nicht modernisierte Fachwerkgeschosse noch größere Flächen mit gut erhaltenem Gipsputz besitzen (z. B. Woffleben und Petersdorf). Dieser fast weiße, feste, intern feinkörnige Gipsputz wurde oft zum Schutz von Fachhausmauerungen aus Lehmsteinen verwendet. Die Westfassaden sind heute meist mit anderen Baustoffen (z. B. an einer Lattung befestigte Dachziegel) gegen Schlagregen geschützt. Im Gebiet um Osterode sind weit weniger gipsverputzte Fassaden erhalten; in Osterode selbst findet man noch einige Beispiele, z. B. in der Schildwache, einer Gasse an der alten Stadtmauer.

Die nur teilweise erhaltenen Gipsputzflächen am Herzberger Schloß, an der Urbacher Kirche und jene hinter einem Oberharzer Bretterbeslag verborgenen am Clausthaler Oberbergamt sind in Tab. 1 bei den jeweiligen Objekten erwähnt.

Diese meist 1,5 - 2,5 cm dicken Gipsputzschichten enthalten öfters dem

Frischmörtel beigemischt kurzschnittenes Tier- oder Menschenhaar; dadurch sollte einer vereinzelt zu beobachtenden Rißbildung vorgebeugt werden. Öfters sind Reste einer oder mehrerer heller Farbschichten auf Gipsputzflächen erhalten. Sie dienten offenbar hauptsächlich als Witterungsschutz und sind, bei geeigneter Farbwahl, grundsätzlich zur dauerhaften Erhaltung dieser Befunde zu empfehlen.

#### 4.4. Gipsestrich

Gipsestrich stellt seit mindestens 800 Jahren im Harzraum eine Fußboden-deckschicht aus Hochbranntgips mit vielen günstigen Eigenschaften dar. Diese sind:

- leichte Herstellung durch Ausgießen mit mäßigem Glättungsaufwand. In der Mitte des 19. Jh. war es offenbar noch üblich, den nach einigen Stunden abbindenden Estrichgips zur Vermeidung kleiner Risse mit Schlaghölzern zu klopfen und wiederholt abzuziehen (*Heusinger v. Waldegg*, 1863: 240). Heutige Calciumsulfat-gebundene Fließestriche sind übrigens durch ihre geringe Anfangsviskosität selbstglättend.

- hohe Verschleißfestigkeit, die durch zahlreiche Beispiele vielbegangener historischer Estriche belegt ist (z. B. Heimatmuseum „Ritterhaus“ in Osterode, Schloßmuseum Allstedt (10 km SE von Sangerhausen).

- Pflegeleichtigkeit. Mit z. B. Leinölfirnis geölte Estriche sind gut feucht zu reinigen. Im 19. Jh. wurde dem aufzusiedenden Tränkungsöl z. T. 5% der giftigen Bleiglätte (PbO) beigefügt, um die Festigkeit zu steigern (*Heusinger v. Waldegg*, 1863: 246).

- Hochgradig feuerhemmende Wirkung bei ihrer üblichen Dicke von meist 3,5 - 6 cm (z. T. auch bis 10 cm). Diese Eigenschaft wurde z. B. in Getreidespeichern und auf Dachböden zum Schutz des Hauses vor Dachstuhlbränden weit hin genutzt. Die strenge Berliner Feuerschutzverordnung von 1853 führte dementsprechend in der damaligen preußischen Hauptstadt zur Erhöhung des Estrichgipsbedarfs (*Heusinger v. Waldegg*, 1863: 242f).

- Künstlerische Gestaltbarkeit dieses fast weißen Estrichs durch eingeritzte oder eingedrückte, mit farbigem Estrichgips gefüllte Muster. Auf den mythologischen romanischen Ritzdekor-Estrich in der ehem. Klosterkirche von

Ilseburg/Nordharz (*Steinbrecher*, 1993 u. 1994) und seine gotischen Ergänzungen war in Tab. 1 hingewiesen worden. Er ruht, wie die erhaltenen Estrichreste in der Ruine Hohnstein (Tab. 1), auf grobem Kupfer- bzw. Eisenhütten-Schlackensplitt. Besonders aufwendig gestaltete Schmuckestriche finden sich in manchen Barockschlössern, z. B. im Schloß Favorite bei Rastatt/Baden.

In ländlichen Bauten finden sich noch heute oft alte Gipsestriche. Im Erdgeschoß wurden sie zur Trockenhaltung des Bodens auf einer Schicht von Rohgipsplitt, Schlacke oder Kies ausgegossen. In Förste (bei Osterode) wurde un- längst ein 3 - 4 cm dicker Estrich bei Umbaumaßnahmen entfernt, der auf einer Schüttung von feinem Flußkies ruhte.

#### 4.5. Zur Löslichkeit von Naturgips und Gipsmörtel im Bauwesen

Wo Naturgipsquader an niederschlagexponierten Wänden mit Gipsmörtel verbaut wurden, zeigt sich das etwas schnellere Zurückwittern des Gipsmörtels durch **Anlösung**. Theoretisch löst reines Wasser reichl. 2 g Gips pro Liter; dieser Wert wird aber in der Baupraxis wegen der langsamen Reaktionskinetik, dem meist schnellen Abfließen am aufgehenden Mauerwerk bzw. der sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit von Bodenwässern im Fall von Gipsgrundmauern bei weitem nicht erreicht. Die tatsächliche maximale Löslichkeit von Gips (Naturstein, Gipsmörtel, Gipsestrich, eigene Brantprodukte) und Anhydritfels bei natürlicher Bewitterung wird seit drei Jahren unter extremen Klima- und Expositionsbedingungen mittels horizontal lagernder, kleiner Probekörper auf dem Flachdach des Geologischen Instituts der TU Clausthal erforscht. Trotz des sehr niederschlagsreichen Oberharzer Wetters mit besonders vielen „Nulldurchgängen“ (Frost-Tau-Wechsel) und dessen dramatischer Wirkung auf manche Baustoffe (vergl. *Kulke*, 1997, S. 55 f) haben sich fast alle Gipsbaustoff- und Calciumsulfat-Naturstein-Proben sehr gut gehalten, zeigen aber unter diesen Extrembedingungen einen jährlichen Abtrag durch Lösung von ca. 0,7 - 1,1 mm (Naturgips) bzw. 0,5 - 0,9 mm (Gipsmörtel).

Daraus erklärt sich das oft starke, bis zu mehrere cm tiefe Freilösen besonders von Lagerfugen an gipsgemörtelten, Schlagregen-exponierten Fassaden (z.

*B. Pieper & Hempel*, 1988) mit daraus folgendem Sanierungsbedarf (s. Tab. 1). *Lucas et al.* (1995) weisen darauf hin, daß an Mauern ablaufende Niederschlagswässer sich nach unten hin rasch so weit aufsättigen können, daß sie beim weiteren Hinabfließen an den Gips-Außenwänden keine wesentlichen weiteren Materialverluste mehr erzeugen. Eigene Befunde bestätigen diese Aussage für weniger exponierte Bauteile und zeigen, daß unter gewissen Umständen ein Teil des oben am Bauwerk gelösten Gipses sich einige Meter tiefer in Form z. T. Blumenkohl-artiger Knöllchen und Krusten oder auch als helle Gipsstreifen wieder niederschlagen kann. Ähnliche Krusten bilden sich auch öfters in vergleichsweise gut durchlüfteten und somit relativ trockenen Kellern in Bauten mit latent feuchtem Gipsmauerwerk (z. B. Keller im Schloß Herzberg und in Drübeck: Abb. 8).

Geeignete Farbanstriche haben z. T. über längere Perioden an verschiedenen Objekten diesen nahezu **einzigsten Nachteil** von guten Hochbrannt-Gipsbaustoffen an regelmäßig stark befeuchteten Außenwänden weitgehend kompensiert. Je nach örtlicher Exposition der Außenwände bedürfen gute Gipsbaustoffe an den Ost-, oft auch den Nord- und Südwänden unter normalem mitteleuropäischem Klima keines besonderen Schutzes, abgesehen von einer geregelten Regenwasserableitung vom Dach.

Im windreichen Flachland Norddeutschlands und im Oberharz ist die Schlagregenbelastung von Fassaden sehr hoch und der Bedarf an materialmäßigem oder konstruktivem Schutz vor Mauerdurchfeuchtung grundsätzlich dringender als anderswo.

Erfolgt die **Auskristallisation** der gipsreichen Sickerwässer in einem porösen, wenig stabilen anderen Baustoff, so können dadurch Materialschädigungen durch Abplatzungen oder Absandungen entstehen. Besonders empfindlich für derartige Schädigungen sind niedrig gebrannte Ziegel und locker zementierte Sandsteine (vergl. *Katzschmann*, 1989: 85). An der Burgruine Kyffhausen (s. Tab. 1) können in schlechten Blöcken des sog. Kyffhäuser-Sandsteins derartige beschleunigte Verwitterungserscheinungen besonders an der wettergeschützten Ost- und Südseite beobachtet werden. Ähnliche Schädigungen verunstalten durch Abplatzungen und Kru-

stenbildungen auch die ehemals von oben durchfeuchteten Kapitelle in der romanischen Krypta der ehem. Klosterkirche von Memleben/Unstrut und in der teilzerstörten, periodisch durchnässten spätgotischen Burgkapelle der Ruine Wendelstein/Unstrut im Thüringer Becken.

Derartige Schäden sind aber keineswegs an das Vorhandensein von Gipsmörtel im Bauwerk gebunden. Durch die Anlösung von Kalkmörtel oder Kalkbausteinen durch den „Saurer Regen“ kann sich ebenfalls Gips auch als innere Kruste in mürben Bausteinen bilden. Beispiele dafür konnten bei der Restaurierung der Westwerktürme der spätromanischen Goslarer Neuwerkkirche in Werksteinen aus dem örtlich sehr beliebten Hilssandstein (vergl. Kulke, 1997) nachgewiesen werden. Über gleichartige Befunde berichten Steiger et al. (1992) vom Sandstein des Erfurter Doms.

## 5. Wiederverwertung alter Gipsbaustoffe

Vergleichsweise hohe Preise für Baumarerialien, hohe Transportkosten und niedrige Löhne sorgten bis etwa zum Ende des letzten Jahrhunderts dafür, daß Material aus Gebäudeabbrissen und Brandruinen soweit irgend möglich im Bauwesen wiederverwendet wurde. In den ersten Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg gab es nochmals ähnliche Ansätze („Trümmerfrauen“ in den deutschen Städten).

Neben Bausteinen und Bauholz galt das auch für Gipsmörtel und Gipsestrich. Ersterer wurde wohl oft dem nächsten Gipsbrand als Rohstoff wieder zugeführt. In grobem Mauerwerk aus Bruchstein oder großen Flußgeröllen wurden auch **Brocken alten Gipsmörtels** gerne zur Füllung größerer Lücken zwischen den Steinen verwendet. Bohrkerne durch die dicken, wohl überwiegend nach 1510 errichteten Kellerwände des Schlosses Herzberg (s. Tab. 1) enthalten im schwach rötlichen, feinstückigen Gipsbeton der frühen Renaissancezeit Brocken grobstückigen Gipsmörtels, ganz ähnlich jenem aus der Alten Burg von Osterode. <sup>14</sup>C-Datierungen durch das Isotopenlabor des Niedersächs. Landesamtes für Bodenforschung, Hannover, ergaben an drei Holzkohle-Anreicherungen aus diesem wiederverwerteten Material Alter von  $990 \pm 130$ ,  $700 \pm$



**Abb. 7:** Bergfriedruine der Alten Burg Osterode, Detail des Kernmauerwerks aus großen Geröllsteinen („SösekieSEL“) in lagenweise eingebrachtem Gipsmörtel (Gipsfuß-Beton). Zwei der daraus resultierenden horizontalen Arbeitsfugen sind durch Pfeile markiert. Die klaffenden Risse entstanden durch lateral schiebende Auflastkräfte (gebogener Pfeil) hin auf die links vom Bildrand befindliche vertikale Abbruchkante der 32 m hohen Ruine.

Aufnahme: 30. März 1996, ca. 25 m Höhe, vor inzwischen abgeschlossener Sicherung und Sanierung des Objektes.

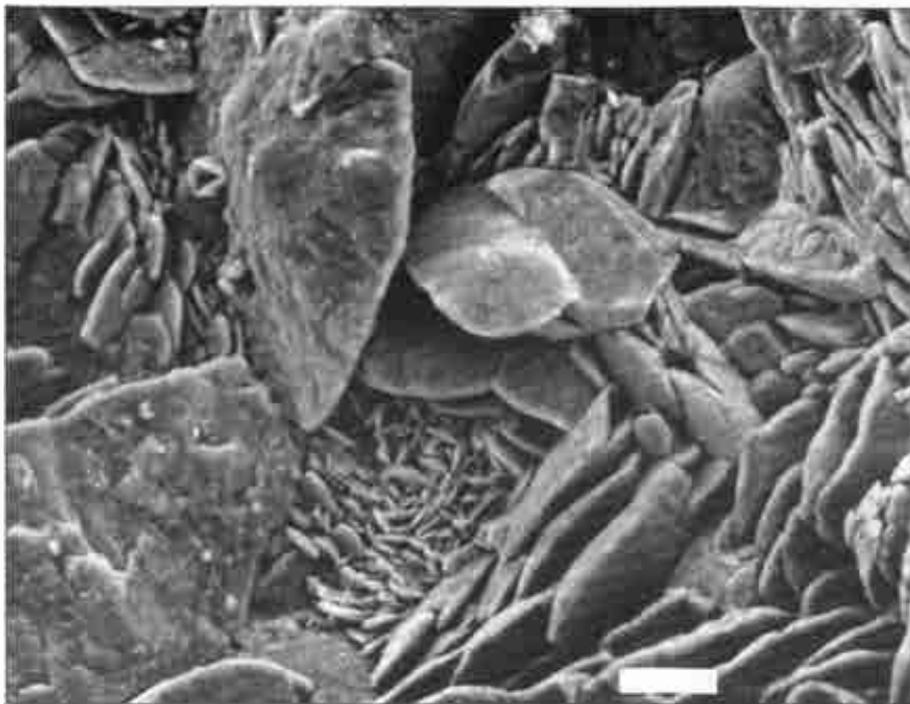
150 und  $680 \pm 95$  J. vor heute. Diese Proben beweisen also das Recycling von Gipsmörtel der romanischen Zeit (Kulke & Aselmeyer, 1993). Dabei können diese Brocken einem Vorgängerbau des frühen 10. bis späten 14. Jh. auf dem Herzberger Schloßberg entstammen oder sie könnten nach dem großen Schloßbrand von 1510 über etwa 10 km Entfernung aus der damals verfallenden Alten Burg zu Osterode herangeschafft worden sein.

**Gips-Fußbodenestrich** aus Gebäudeabbrissen konnte aufgrund seiner plattigen Ausbildung (meist 3-6 cm Dicke) gut als Sekundär-Baustein wiederverwendet werden. Besonders beliebt war er in Wandstärke - breit gespaltenen Stücken zur Ausmauerung der Gefache von Fachwerkbauten. Dabei wurden diese Estrich-Flachsteine häufig im Wechsel mit luftgetrockneten Lehmziegeln in

Lehmörtel verbaut. Ein schönes Beispiel bietet eine große, unverputzte Scheune an der Ortsdurchfahrt von Windhausen (7 km NNW von Osterode). Vermauerung im Wechsel mit gebrannten Ziegeln finden sich wohl mehr im städtischen Fachwerkbau. Im Sommer 1995 war eine derartige Mischausfachung im Erdgeschoß eines kleinen Geschäftshauses in der Nordhäuser Altstadt kurzfristig zu sehen (Abb. 9).

## 6. Ausblick

Die hier vorgestellten Gipsbaustoffe stellen aufgrund ihrer ehemals großen regionalen Bedeutung aber auch wegen ihrer besonderen Qualitäten und Schwächen ein bedeutendes Zeugnis des historischen Bauwesens im Harzgebiet dar. In den Bundesländern Sachsen-Anhalt und Thüringen tritt Gips als



**Abb. 8:** Feingefüge einer festen, warzenförmigen Gips-Ausblüfung im Gewölbekeller des Äbtissinnenhauses des ehem. Klosters Drübeck (s. Tab. 1). Derartige Bildungen an der Grenze feuchtes Mauerwerk trockene (Raum-)Luft zeigen typischerweise Aggregate linsenförmiger Gipskristalle; sie sind wesentlich größer als jene der Gipsmörtelmatrix. Ihre Gestalt und z. T. auch Anordnung ähnelt sehr jener der viele cm großen Einzelkristalle in den sog. „Wüstenrosen“ besonders der Nord-sahara (z. B. Kulke, 1974). - REM-Foto HK ET I-2, Länge des weißen Balkens: 50µm (0,05 mm).



**Abb. 9:** Gefachhausmauerung im Erdgeschoß eines Fachwerkhauses in der Gumpenstr., Altstadt von Nordhausen. Zwischen gebrannten Ziegeln (Z) liegen, z. T. schräg gestapelt, 3-4,5 cm dicke Bruchstücke eines weißen Fußboden-Gipsestrichs (E). Als Bindemittel wurde unreiner Gipsmörtel verwendet. Dieser Einblick in den Wandaufbau war nur während der kurzen Zeit der Erneuerung der Brettverschalung möglich. Zustand: 08. Juli 1995.

ehemals wichtiger Baustein, Mörtel und Putz heute noch weit mehr in Erscheinung als in den angrenzenden niedersächsischen Gebieten. Hier wurde viel durch „Modernisierung“ und Umbau vernichtet oder hinter Baumaterialien vom Baumarkt verdeckt. Dieser Prozeß des Gleichmachens, des Verlustes an - zwar oft schlecht gepflegter bzw. erhaltener - originaler Bausubstanz ist nach der politischen „Wende“ vom Herbst 1989 auch im Ostharzgebiet und dem Thüringer Becken dramatisch angelaufen.

Daraus folgt einerseits ein hoher Bedarf an (materialkundlicher) **Bauforschung**, nicht nur im Harzgebiet, andererseits aber die Aufgabe der **Aufklärung der Bauherren**, wo immer dies möglich ist. Dabei ist es wichtig, die historische und materialmäßige Qualität der ehemaligen Bauweise den Besitzern alter Bausubstanz darzulegen und sie zum Erhalt - wo immer möglich - zu motivieren, Hinweise zur **baulichen Dokumentation** (z. B. datierte Fotografien) und zur materialgerechten Pflege oder

Restaurierung zu geben. Adressen von Sachkennern, Restauratoren und Lieferanten aber auch von entsprechenden Vereinen können hier eine erste Hilfe sein. Eine möglichst flächenhafte Erhaltung, also weit mehr als nur das exemplarische Restaurieren und Wieder-in-Wert-Setzen herausragender Gebäude, sollte das Ziel kulturell und geschichtlich aufgeschlossener Mitmenschen sein. Dazu ist eine breite, problembezogene Bewußtseinsbildung durch viele Multiplikatoren erforderlich.

In diese Richtung geht das Projekt **Historisierender Gipsfen** am Lichtenstein, 4 km westl. von Osterode. Werner Binnewies, ehem. Maurerpolier und Heimatforscher, hat dort mit Unterstützung der Südharzer Gipsindustrie einen Rundofen von etwa 2,30 m Innendurchmesser gebaut (Binnewies, 1995). In bisher sechs mit Thermosonden überwachten Bränden wurden je etwa 3 t Mittel- bzw. Hochbranntgips erzeugt, wissenschaftlich untersucht, zur Verfügung von Teilen der erneuerten Osteroder

Stadtmauer eingesetzt und in verschiedenen Testflächen auf seine langfristige Eignung für Restaurierungsaufgaben geprüft (Kulke & Binnewies, 1998; Kulke et al., in Vorber.). Die Projektbeteiligten aus der ortsansässigen Gipsindustrie und verschiedenen Instituten der TU Clausthal und auch der TU Braunschweig hoffen auf weiterhin gute Forschungsergebnisse, um die kommerzielle Herstellung materialidentischer Restaurierungsgipsmörtel frei von organisch-chemischen Abbinderegulatoren mittelfristig zu ermöglichen.

### Danksagung

Dieser Artikel wäre ohne die Unterstützung zahlreicher Personen und Institutionen nicht möglich gewesen. Alphabetisch gelistet sind dies besonders:

die das Gipsofen-Projekt-fördernden Gipsfirmen: Börgardts GmbH, Walkenried, OT Kutzhütte; Gipswerke Dr. K. Würth GmbH & Co., Stadtoldendorf; Harzer Gipswerke, Robert Schimpf & Soehne, Osterode; Hilliges Gipswerke GmbH & Co. KG, Osterode-Katzenstein; Gebr. Knauf, Westdeutsche Gipswerke, Stadtoldendorf; Rigips GmbH, Bodenwerder; Rocogips GmbH, Osterode; Vereinigte Gipswerke Stadtoldendorf GmbH & Co. KG, Stadtoldendorf; Rump & Salzmann, Gipswerke Uhrde GmbH & Co. KG, Gipswerke Dorste, Osterode; H. Hillebrecht und Inst. Direktor Prof. Dr.-Ing. R. Jeschar, Institut f. Energieverfahrens- u. Brennstofftechnik der TU Clausthal: Temperaturüberwachung der Gipsbrände; Dr. H.G. Lucas, Heidelberger Zement: fruchtbare Fachdiskussionen; Dipl.-Ing. J. Maak, Rocogips Osterode: hohes persönl. Engagement beim Gipsofenprojekt; Frau W. Müller, Geol. Institut TUC: organisatorische Aufgaben und Reinschrift des Manuskripts; Frank Sandhagen u. Andreas Schulz, beide Geol. Inst. TUC: REM- und Laboruntersuchungen; Staatshochbauamt Harz, bes. dessen ehem. Leiter Dipl.-Ing. P. Helbich: Fachdiskussionen, Vergabe von Untersuchungsaufträgen und Manuskriptdurchsicht; Stadt Osterode, Bauamt, bes. Dipl.-Ing. E. Ehrhardt u. Bauamtsleiter Dipl.-Ing. Chr. Lehmann: Vergabe von Untersuchungs- und Entwicklungsaufträgen; Bauing. & Restaurator M. Steinbrecher, Mühlhausen: gemeinsame Arbeit und Exkursionen, Fachdiskussionen sowie Manuskriptdurchsicht; Dr. H. Visser, Hannover: Durchsicht des Manuskriptes.

Allen diesen Personen und Institutionen bzw. Firmen gilt der herzliche Dank des Autors.

## Literatur

- Binnewies, W.* (1995): Der historische Gipsbrennversuch auf dem Gelände des Werkes Rocogips-Dorste - Heimatblätter für den südwestl. Harzrand Heft 51, 117 - 119; Hrsg.: Heimat- und Geschichtsverein Osterode/Harz und Umgebung e.V.
- Braune, M.* (1993): Restaurierungen an der Kirchenruine des Klosters in Walkenried abgeschlossen. - Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 4/93, 146 - 148.
- Feichtinger, G.* (1885): Die chemische Technologie der Mörtelmaterialien, 3. Brennen des Gypses S. 373-387 in: Bolley, P. A. Hrsg.: Handbuch der chemischen Technologie, Band 6/1 - Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig.
- Fürer, G.* (1983): Das Amtshaus zu Clausthal, Baugeschichte und Entwicklung des Oberbergamtes in Clausthal-Zellerfeld; 50 S. - Piepersche Verlagsanstalt, Clausthal-Zellerfeld
- Gary, M.* (1901): Pariser Gips - Mitt. Königl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin 19, 1-7.
- Gary, M.* (1902): Vorbericht über Versuche mit Estrichgips und Gipsmörteln, III. Besuch alter Bauwerke, die in Gipsmörtel errichtet wurden, und Untersuchung dieser Mörtel. - Mitt. Königl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin 20 (1), 31-40.
- Heusinger, v., Waldegg, E.* (1863): Der Gipsbrenner, Gypsgießer und Gipsbaumeister sowie Tünch- und Stuckarbeiter; 430 S. - Verlag Th. Thomas, Leipzig.
- Katzschmann, L.* (1989): Vorkommen, Verwitterung und Beständigkeit von Naturwerksteinen in den innerstädtischen Bereichen der Kreisstädte des Bezirks Erfurt, 160 S. + zahlr. Anlagen. - Diss. HAB (Hochschule f. Architektur und Bauwesen), Weimar.
- Kulke, H.* (1974): Zur Geologie und Mineralogie der Kalk- und Gipskrusten Algeriens. - Geol. Rundschau 63, 970 - 998.
- Kulke, H.* (1995): Die Alte Burg zu Osterode: Herausragendes Beispiel einer verlorenen Bautradition. - Heimatblätter für den südwestl. Harzrand, Heft 51, 6-31; Hrsg.: Heimat- und Geschichtsverein Osterode/Harz und Umgebung e.V.
- Kulke, H.* (1997): Der Harz (Norddeutschland): geologisch-lagerstättenkundlicher Überblick, historische Baumaterialien (Natursteine, Gipsmörtel, Schlackensteine, Blei). - Mitt. Österr. Mineralog. Ges., Wien 142, 43-84.
- Kulke, H. & Aselmeyer, G.* (1993): Uhrenturm des Schlosses Herzberg: Materialkundliche Detailuntersuchungen an Bohrkernen von Horizontalbohrungen durch Kellergeschoßwände im Bereich des Uhrenturmes, 21 S. und zahlr. Anlagen. - Unveröff. Bericht für Staatshochbauamt Harz, Clausthal-Zellerfeld.
- Kulke, H. & Binnewies, W.* (1998): Gipsbrennen für Restaurierungszwecke nach historischer Art: Der Gipsofen bei Osterode am Harz und seine Produkte - Denkmal!, im Druck.
- Kulke, H., Binnewies, W., Vogel, D., Rinne, A., Hillebrecht, H., Follner, H. & Jeschar, R.* (in Vorbereitung): Historisierender Gipsbrennofen zur Erforschung und Herstellung von beständigem Gipsmörtel. - Zement, Kalk, Gips.
- Liessmann, W.* (1992): Historischer Bergbau im Harz, Kurzführer; 320 S.-Schriften Mineralog. Museum Univ. Hamburg, Band 1, Verlag S. von Loga, Köln.
- Lucas, H.G.* (1992): Gips als historischer Außenbaustoff in der Windsheimer Bucht: Verbreitung, Gewinnung und Beständigkeit im Vergleich zu anderen örtlichen Naturwerksteinen, 247 + 90 S. - Diss. RWTH Aachen.
- Lucas, H.G., Ludwig, U. & Oel, H.J.* (1995): Die Beständigkeit historischer Gipsmörtel innen und außen, Diagnose bauphysikalischer Vorgänge, Erhaltungs- und Sanierungsvorschläge. - Bauphysik H 1 & 2, 1995.
- Mielke, I., Stark, J. & Stürmer, S.* (1997): Sulfatwiderstandfähige Injektionsmörtel. - 13. Ibausil 24. - 26.9.1997 in Weimar, Tagungsbericht 2, 1069 - 1082.
- Mosebach, U.* (1993): Wo einst die Grafen von Hohnstein lebten. Über die Geschichte der Grafschaft und der Burgruine Hohnstein (b. Nordhausen), 63 S. - Piepersche Druckerei & Verlag, Clausthal-Zellerfeld.
- Müller, U.* (1993): Ilsenburg zur 1000-Jahr-Feier: Klosterkirche wird restauriert: 1. Romanischer Stuckfußboden ist einmalig in Sachsen-Anhalt; 2. Rätsel um Fisch mit Menschenfratze - Goslarsche Zeitung vom 25.09.1993, Goslar.
- Pedrotti, M.* (1901): Der Gips und seine Verwendung. Handbuch für Bau- und Maurermeister, Stuccateure, Modelleure, Bildhauer, Gypsgießer u.s.w., 264 S. - Chemisch-technische Bibliothek 247, A. Hartleben's, Leipzig.
- Pieper, K. & Hempel, R.* (1988): Schäden und Sicherungsmaßnahmen an Bauwerken mit Gipsmörtel, S. 73-88 in: Wenzel, F., Hrsg.: Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke: Bauegefüge, Konstruktionen, Werkstoffe, Jahrbuch 1988 des SFB 315. - Verlag Ernst & Sohn, Berlin.
- Reimann, M.* (1984): Die unterschiedliche Vergipsungsbereitschaft permi-

- scher und triadischer Sulfatvorkommen - dargestellt an ausgewählten Beispielen mit neuen Hinweisen auf die Lagerstättenprospektion. - Z. dt. geol. Ges. 135, 437-460, Hannover.
- Reimann, M.* (1991): Geologisch-lagerstättenkundl. und mineralog. Untersuchung zur Vergipung und Volumenzunahme der Anhydrite verschiedener geologischer Formationen unter natürlichen und labormäßigen Bedingungen. - Geol. Jahrb. D 97, 21-125; Hannover.
- Rostasy, F.S., Wigger, H. & Warnecke, P.* (1994): Konsolidierung von Natursteinmauerwerk. - Möglichkeiten, Risiken und Wechselwirkung Tragwerk/Baugrund, S. 81-96 in: Gudehus, G., Hrsg.: Geotechnik in der Denkmalpflege, BMFT-Verbundforschung zur Denkmalpflege - Verlag Ernst & Sohn, Berlin.
- Schlöbcke, E.* (1928): Der Kalkbergführer, 1000 Jahre Kalkberg und Gipsbruch in Lüneburg. - Sternische Buchdruckerei Lüneburg.
- Stark, J. & Mielke, I.* (1993): Injektionschaummörtel - Wiss. Z. Hochsch. Archit. Bauwes. Weimar, 39, 81 - 86, Weimar.
- Steiger, M., Neumann, H.-H., Wittenburg, C. et al.* (1992): Sandsteinverwitterung in schadstoffbelasteter Atmosphäre am Beispiel des Erfurter Domes, S. 215-239 in: Sneathlage, R., Hrsg. Jahresberichte Steinzerfall-Steinkonservierung, 275 S. - Verlag Ernst & Sohn, Berlin.
- Steinbrecher, M.* (1992): Gipsestrich und -mörtel: Alte Techniken wiederbeleben - Bausubstanz 8 (10), 59-61.
- Steinbrecher, M.* (1993): Dokumentation romanischer Stuckfußboden in der ehem. Klosterkirche zu Ilsenburg/Harz - unveröff. Bericht für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt.
- Steinbrecher, M.* (1994): Historische Gipsmörtel und Gipsestriche. - Denkmalpflege Sachsen-Anhalt, Heft 2, 127 -133.
- Stemann, U. & Kulke, H.* (1994): Schloß Herzberg (Südharz): Bestandsaufnahme der talseitigen Natursteinwand des Sieberflügels und Untersuchungen der Rißsysteme im Kellergeschoß des Grauen Flügels, 80S. - unveröff. Bericht für Staatshochbauamt Harz, Clausthal-Zellerfeld.
- Stieglitz, Ch.L.* (1796): Enzyklopädie der bürgerlichen Baukunst; Ein Handbuch für Staatswirthe, Baumeiser und Landwirthe; Dritter Theil K-M - bey C. Fritsch, Leipzig.
- Völker, Ch. & R.* (1996): Karstwanderweg Teil 1: Der Karstwanderweg im Landkreis Sangerhausen, 64 S. - Hrsg: Kreisverwaltung Sangerhausen.
- Weichmann, M.J. & Kulke, H.* (1996): Oberbergamt Clausthal: Historische Mörtel des Sockelgeschosses, materialkundliches Gutachten; 37 S. - unveröff. Bericht für Staatshochbauamt Harz, Clausthal-Zellerfeld.
- Weichmann, M.J.* (1997): Historische Gipsmörtel in Deutschland: Mineralogische, chemische und physikalische Eigenschaften, Ableitung der Brennprozesse und Rezepturen, Wechselwirkungen mit Werksteinen, 241S. - Diss. TU Clausthal.
- Werner, A.* (1986): Sanierung von Kirchenbauten an der Elbe: Schädliche Folgen von Zement-Injektionen bei gipshaltigem Mauerwerk-Bausubstanz 5/86, 36-40.

#### **Anschrift des Verfassers:**

Prof. Dr. H. Kulke  
Arbeitsgruppe historische Baustoffe,  
Abt. Erdölgeologie, Institut für Geologie  
TU Clausthal  
Leibnizstr. 10  
38678 Clausthal-Zellerfeld

## **Möglichkeiten zum Schutz von Bauwerken vor Schäden durch Senkungen in Karstgebieten**

von Karl-Heinz Büchner

### **1. Einführung**

Karstlandschaften entstehen durch Auslaugung wasserlöslicher Gesteine im Untergrund durch zirkulierendes Grundwasser. Ein wesentliches Merkmal dieser Gebiete ist der hohe Anteil des unterirdischen Abflusses.

Man unterscheidet zwei Hauptformen, nämlich den nackten Karst, bei dem das lösliche Gestein unmittelbar zu Tage ansteht und bedeckten Karst, der von unlöslichen Locker- oder Festgesteinen überlagert wird.

Im humiden Klima Mitteleuropas werden hauptsächlich Steinsalz und Gipsstein als leicht lösliche Gesteine sowie Kalkstein und Dolomit als mäßig lösliche Gesteine ausgelaugt. Unterschiede in der Löslichkeit und Durchlässigkeit bedingen verschiedene Formen der Verkarstung.

Wegen seiner hohen Löslichkeit ist Steinsalz in Deutschland nur als bedeckter Karst ausgebildet. Da es generell für Gase und Flüssigkeiten undurchlässig ist, kann die Auslaugung nur an seiner Oberfläche stattfinden. Sie erzeugt

mehr oder weniger weitspannige Senkungen, meist schüssel- oder wannenförmig. Bei Einlagerung schwer löslicher Gesteine (z.B. Anhydrit) oder unlöslicher Gesteine (z.B. Tonstein) können durch Auslaugung unter Gesteinsbrücken auch große Erdfälle entstehen. Solche Einlagerungen können auch auf kurze Distanz sehr ungleichmäßige Senkungen verursachen.

Gips und Anhydrit oder Kalkstein und Dolomit sind dagegen geklüftet und von Trennflächen durchzogen. Bei diesen Gesteinen erfolgt die Auslaugung nicht nur an der Oberfläche sondern bevorzugt von innen. Ausgehend von Klüften und Spalten entstehen oft weitverzweigte Höhlensysteme, bevorzugt im Schwankungsbereich des Grundwassers. So geschaffene Lösungshohlräume können durch Nachbrechen ihrer Firste allmählich nach oben wandern und an der Erdoberfläche dann Erdfälle (= Einsturzdolinen) verursa-

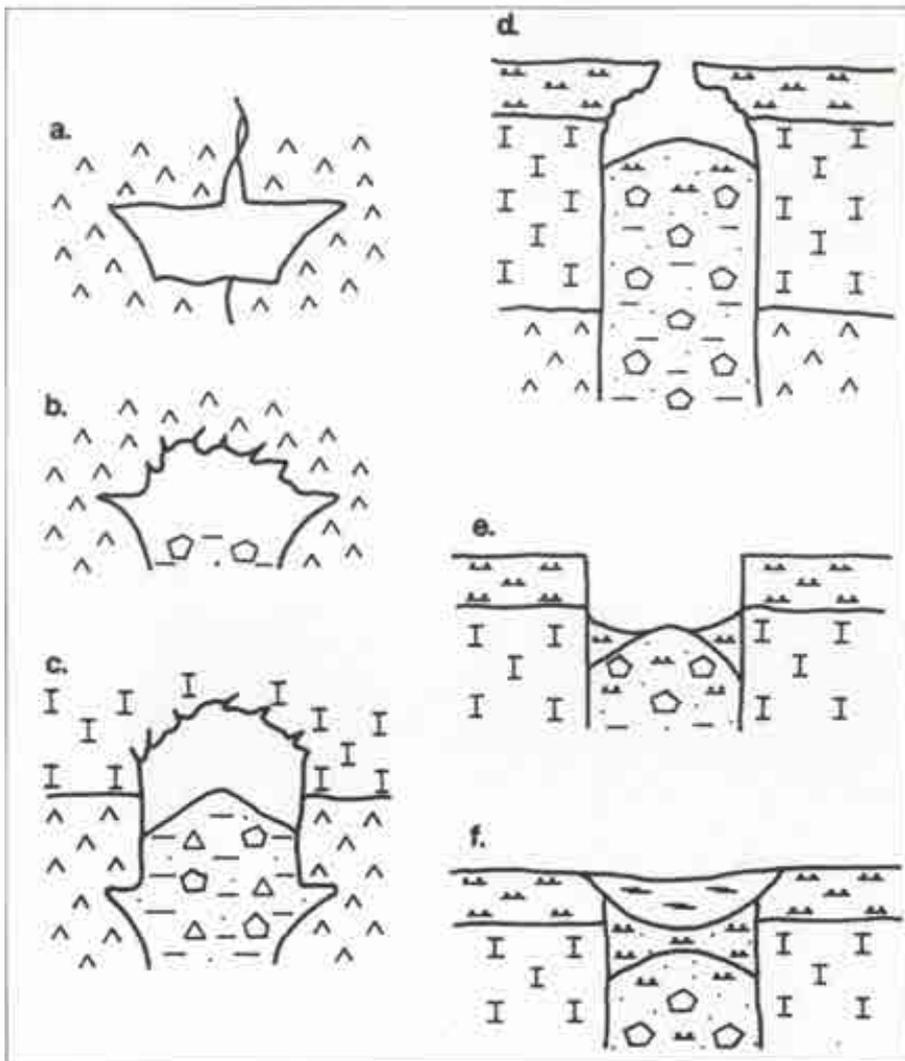


Abb. 1: skizziert die Entstehung eines Erdfalls, auf den Abbildungen 2 und 3 werden Beispiele natürlicher Erdfälle dargestellt.

chen. Im Verbreitungsgebiet von Sulfat- und Karbonatgesteinen sind daher neben Senkungen zahlreiche Erdfälle zu beobachten. Wo Karst von Lockergestein überlagert wird, entstehen häufig erdfallähnliche Senken durch Einspülung von Lockermaterial in Karsthölräume.

## 2. Verbreitung von Karstgesteinen in Norddeutschland

Die ältesten verkarsteten Karbonatgesteine in Norddeutschland sind die im wesentlichen devonischen Kalksteine im Harz (s. Abb. 4).

Auslaugung in den Karbonaten des Zechsteins tritt gegenüber der weit stärkeren Verkarstung in den Sulfat- und Chlorid-Gesteinen dieser Formation zurück. Von den Karbonaten der Trias ist

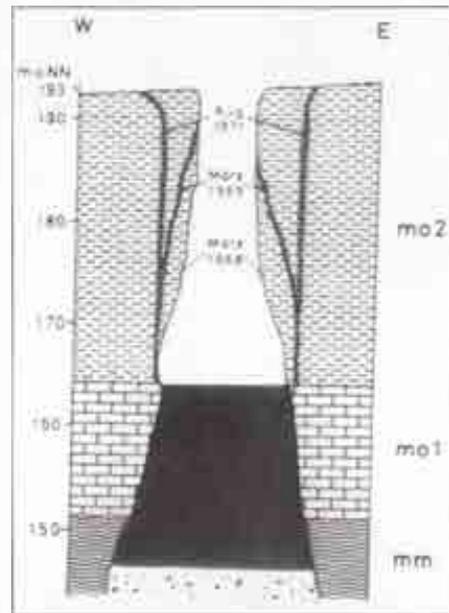


Abb. 2: Erdfall bei Göttingen nach Priesnitz 1974

allein der Trochitenkalk (Oberer Muschelkalk) stark verkarstet. Wegen seiner geringen Mächtigkeit von rd. 10 - 12 m ist die Entstehung von Erdfällen als Folge der Verkarstung allerdings limitiert. Die Kalksteine des Oberen Jura (Malm) sind alle mehr oder weniger stark verkarstet, besonders ausgeprägt der Korallenoolith. Als jüngstes der verkarsteten Karbonatgesteine im Nordwestdeutschen Raum sind Kalksteine des Turon (Oberkreide) zu nennen. Sie verursachen im nördlichen Harzvorland



Abb. 3: Erdfall bei Nüxei, 1975

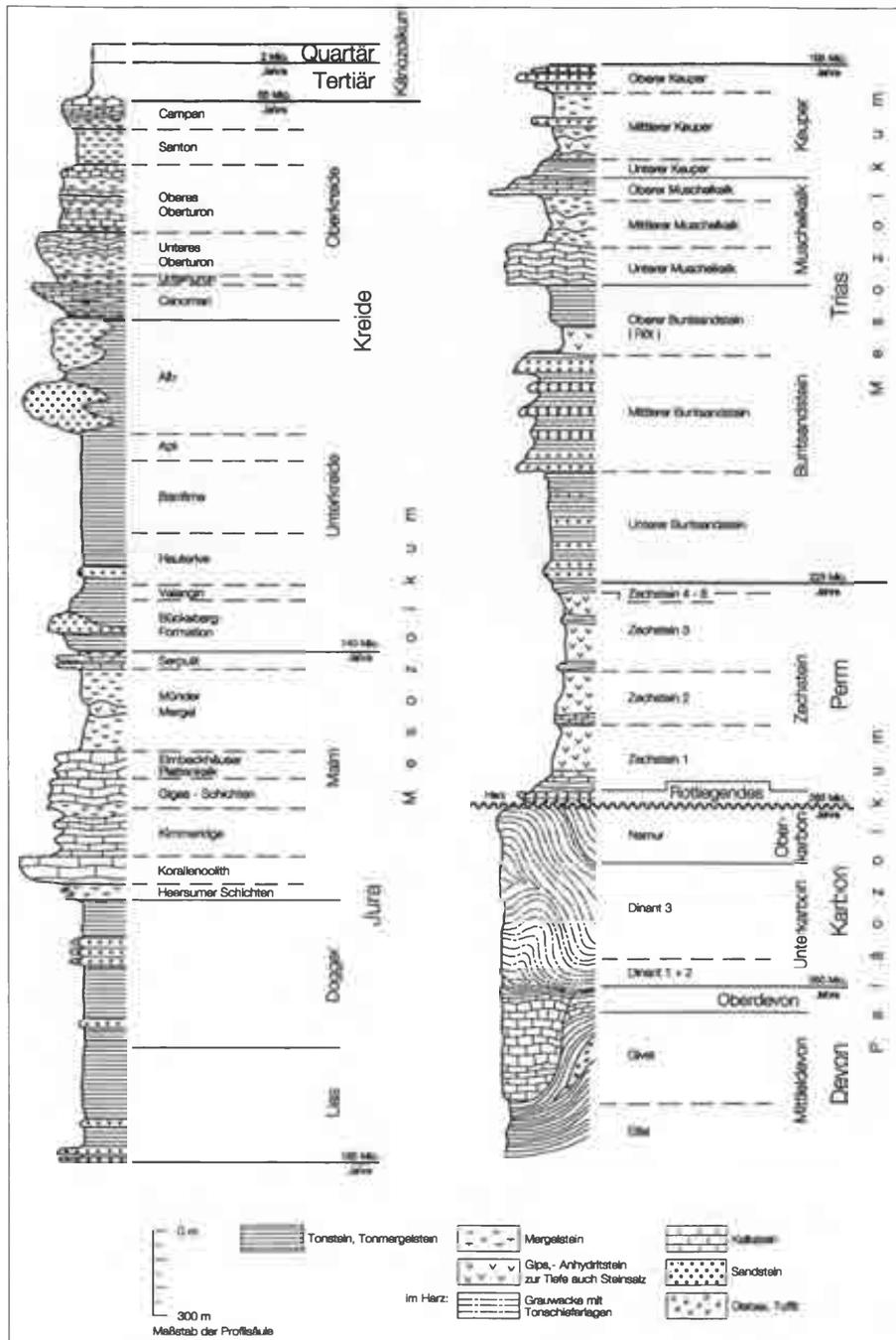


Abb. 4: Verbreitung verkarsteter Gesteine in Nordwestdeutschland

(Ringelheimer Mulde) mehr als 150 Erdfälle. Außerhalb dieses Gebietes sind Erdfälle als Folge der Verkarstung von Karbonaten der Oberkreide selten.

Sulfat- und Chloridgesteine sind genetisch und stratigraphisch eng miteinander verknüpft, so daß sie hier gemeinsam besprochen werden können. Ihre Vorkommen sind in Norddeutschland im Wesentlichen an vier stratigraphische Horizonte gebunden. Die größte

Verbreitung hat der Zechstein mit insgesamt sechs Sedimentationsfolgen (Z1 bis Z6). Dabei tritt Zechstein nicht nur in der stratigraphischen Abfolge im Liegenden des Buntsandsteins auf, sondern außerdem in zahlreichen Salzstöcken, die ihr Deckgebirge diapirartig durchbrochen haben. Von seltenen Ausnahmen abgesehen, treten Erdfälle nur über Salzstöcken auf, deren Salzspiegel weniger als 200 m unter Gelände liegt.

Ursache dieser Erdfälle ist meist Verkarstung des Gipsshutes, der als Residualbildung das Salzgestein überlagert.

Die jüngeren Salinalgesteine treten im Oberen Buntsandstein (Röt 1), im Mittleren Muschelkalk und in der Mündener Formation (Oberer Jura) auf. Das Steinsalz ist im oberflächennahen Bereich bis zu einer Tiefe zwischen 300 m und 500 m meist ausgelagert, während der Gipsstein dieser Horizonte oftmals zu Tage ansteht.

In dieser Darstellung wurden die Sulfatgesteinseinlagerungen im Mittleren Keuper nicht berücksichtigt, da sie vielfach nur als dünne Lage oder Knollen ausgebildet sind, die zwar Senkungen aber keine Erdfälle verursachen können. Davon gibt es jedoch Ausnahmen, vor allem im östlichen Niedersachsen und Thüringen. Die genaue Verbreitung der mächtigeren Sulfateinlagerungen im Keuper ist bisher nicht ausreichend untersucht.

In Niedersachsen sind rd. 20.000 Erdfälle bekannt, die Hälfte davon konzentriert sich auf den Ausstrich der Zechstein-Formation am südlichen Harzrand, auf einem 50 km langen und wenige Kilometer breiten Streifen (Seesen - Osterode - Herzberg - Walkenried). Dies sind etwa 0,2% der Fläche Niedersachsens. Diese Zone setzt sich in Thüringen und Sachsen-Anhalt von Ellrich über Niedersachsenwerfen - Questenberg - Eisleben bis Mansfeld fort.

Erdfälle und Senkungen können an Bauwerken erhebliche Schäden verursachen. Die Abbildungen 5 bis 8 geben dazu einige Beispiele. In Ausnahmefällen sind durch Erdfälle auch schon Menschenleben zu beklagen gewesen.

### 3. Möglichkeiten der Sicherung von Bauwerken

Im wesentlichen können vier verschiedene Arten der Sicherung unterschieden werden:

- Erkundung und Verbesserung des Untergrundes
- Begrenzung der Baufläche und Bauwerksgröße
- statisch-konstruktive Sicherung des Bauwerks
- Frühwarnsysteme

Als Beispiel für die Sicherung von Bauwerken durch Erkundung und Verbesserung des Untergrundes können die



**Abb. 5: Erdfall am Bahnhof Seesen, 1971**



**Abb. 6: Schaden an einer Villa in Wassenberg bei Aachen durch eine erdfallähnliche Pinge (Bergschaden), 1975**

Vereinigten Staaten von Amerika genannt werden, wo zahlreiche Erdfälle bekannt sind. Sie können in den meisten Fällen auf Auslaugung von Karbonatgesteinen zurückgeführt werden. Wegen häufiger Schäden an Bauwerken wurde im Staat Florida eine Pflichtversicherung für Schäden durch Erdfälle für alle Neubauten eingeführt. In anderen Staaten besteht die Möglichkeit, sich freiwillig zu versichern. Die Versicherungen machen den Versicherungsnehmern natürlich Auflagen. Es ist Standard, dort neben einer geomorpholo-

gischen Untersuchung den Baugrund durch geophysikalische Verfahren und Bohrungen zu untersuchen. Häufig verwendet wird das Georadar zur Erkennung von hochbrechenden Hohlräumen. Es kann unter geeigneten Bedin-

gungen sehr kostengünstig eingesetzt werden und liefert z.T. sehr gute Ergebnisse (s. Abb. 9).

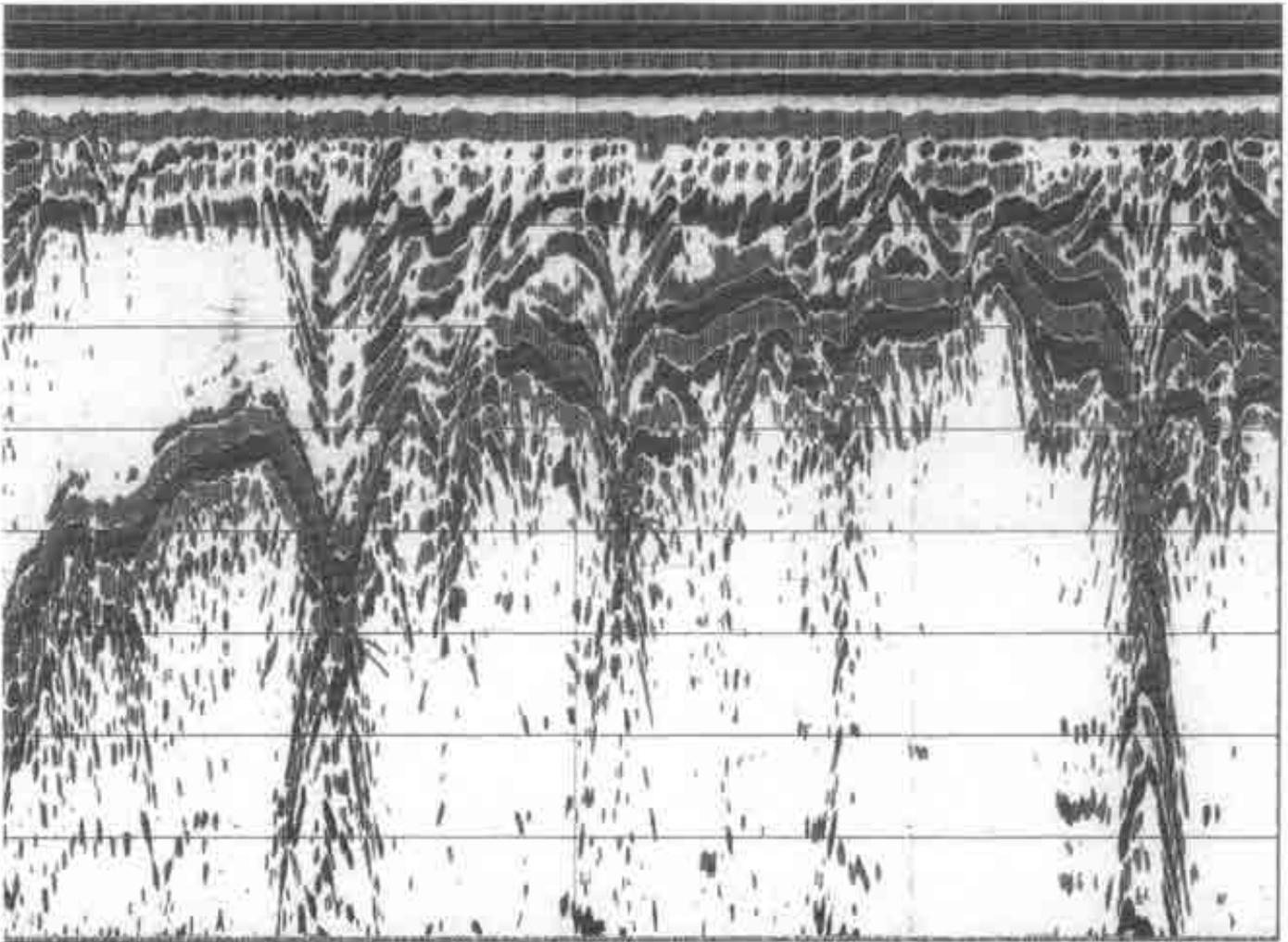
Soweit erforderlich werden extrem steife Zementpasten im Untergrund verpreßt. Ziel dieser Injektionen ist es nicht,



**Abb. 7: Schaden durch Erdfall in Hannover, Tronjweg, 1975**



**Abb. 8: Winterpark - Erdfall, USA 1981**



**Abb. 9:** Radar-Aufzeichnung mit drei gut erkennbaren Erdfall-Schlotten unter einer Straße. Abstand der horizontalen Linien: 1 m

vorhandene Hohlräume zu verfüllen, sondern die Hohlräume durch annähernd säulenförmiges Einbringen des Verpreßgutes zu stabilisieren.

In Rußland hat man z.T. einen völlig anderen Weg zur Vermeidung von Schäden an Bauwerken beschritten. Es werden soweit möglich alle Erdfälle einer Region erfaßt. Aufgrund der Erdfallhäufigkeit im Jahresdurchschnitt pro km<sup>2</sup> erfolgt eine Einteilung in fünf Eignungskategorien (s. Tabelle 1). Davon sollte in Kategorie I und II keine investive Bebauung zugelassen werden. In Gebieten der Kategorien III und IV gibt es Einschränkungen für die Abmessungen der Gebäude und den Anteil der überbaubaren Fläche. Für Gebäude in Gebieten der Kategorie V bestehen keine Beschränkungen.

In Niedersachsen ergaben sich im

Zusammenhang mit einigen Schadensfällen Schwierigkeiten bei der Erteilung von Baugenehmigungen durch die Bauaufsichtsämter. In Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Sozialministerium als oberste Baubehörde entwickelte das NLF ein Schema zur Festlegung von Gefährungskategorien nach Tiefenlage des Karstgesteins und der Häufigkeit bereits vorhandener Erdfälle (s. Tab. 2).

Voraussetzung für die Anwendung einer solchen Einteilung in Gefährungskategorien ist die flächendeckende Information über Vorkommen von verkarsteten Gesteinen und Erdfällen. Da die geologische Landesaufnahme nicht überall lückenlose Unterlagen liefern konnte, sind ein Teil der erforderlichen Informationen in einem Forschungsprogramm, das vom Institut für Bautechnik in Berlin finanziert wurde,

erarbeitet worden. Außerdem hat der Landkreis Osterode eine große Zahl von Erdfalldaten zur Verfügung gestellt. Abbildung 10 zeigt als Beispiel die Abgrenzung unterschiedlich gefährdeter Gebiete in Seesen.

Eine vom Niedersächsischen Sozialministerium einberufene Kommission von Statikern, Architekten und Grundbauingenieuren hat daraus statisch-konstruktive Anforderungen für Wohngebäude erarbeitet, die dann in Ergänzung zur Niedersächsischen Bauordnung für das Harzvorland verbindlich eingeführt worden sind (s. Tab. 3).

Darin werden dem jeweiligen Gefährungsgrad angemessene Sicherungsbauweisen vorgeschrieben. Die Gründung erfolgt auf einem bewehrten Balkenrost oder einer Platte. Decken werden durch Ringanker gesichert und

Tab. 1 Rayonierungseinheiten nach der Häufigkeit der Erdfälle für das Dsersinsker Gebiet nach den "Empfehlungen für die Projektierung ..."

Eignungskategorie des Territoriums	Karsteinbrüche im Jahresdurchschnitt pro 1 km <sup>2</sup>	Relative Charakterisierung der Standfestigkeit des Gebietes	Hinweise für die Bebauung
V	weniger als 0,01	Relativ standfest	Gebäudehöhe unbegrenzt; Bebauungsdichte entsprechend
IV	von 0,01 bis 0,03	Mit einer etwas herabgesetzten Standfestigkeit	Empfohlen wird eine Gebäudehöhe bis 4* Stockwerke; die Bebauungsdichte wird eingeschränkt auf 20 % des Wohngebietes
III	von 0,03 bis 0,10	ungenügend standfest	in Ausnahmefällen können vierstöckige Gebäude errichtet werden. Bebauungsdichte bis 10 % des Wohngebietes, wenn spezielle ökonomische Begründung über die Zweckmäßigkeit des Bauens geliefert wird
II, I	0,1 und darüber	nicht standfest	kein Investbauvorhaben zulässig

\* Nach Zählweise Erdgeschoß, 1., 2., 3., 4. Stock

Tab. 2

**Abgrenzung von Flächen unterschiedlicher Erdfallgefährdung im Gipskarst**

- Kategorie 0 Im Untergrund sind keine wasserlöslichen Gesteine bekannt. Erdfälle sind auch theoretisch unmöglich.
- Kategorie 1 Lösliche Gesteine im Untergrund liegen in so großer Tiefe, daß bisher kein Schadensfall bekannt geworden ist, der auf Verkarstung in dieser Tiefe zurückgeführt wird. Es besteht praktisch keine Erdfallgefahr.
- Kategorie 2 Lösliche Gesteine liegen in einer Tiefe, in der lokal bereits Verkarstung bekannt ist (irreguläre Auslaugung). Erdfälle aus dieser Tiefe sind selten. Sofern in der Nähe überhaupt Erdfälle bekannt sind, liegen sie mindestens 300 m entfernt.
- Kategorie 3 Lösliche Gesteine liegen in einer Tiefe, in der mit großer Wahrscheinlichkeit Auslaugung stattfindet (reguläre Auslaugung). Sofern Erdfälle bekannt sind, liegen sie mindestens 100 m entfernt.
- Kategorie 4 Lösliche Gesteine liegen in einer Tiefe, in der mit großer Wahrscheinlichkeit Auslaugung stattfindet (reguläre Auslaugung). Im Umkreis von 100 m liegen 1-2 Erdfälle.
- Kategorie 5 Lösliche Gesteine liegen in einer Tiefe, in der Auslaugung stattfindet. Im Umkreis von 100 m liegen 3-8 Erdfälle, bzw. im Umkreis von 50 m 1-2 Erdfälle.
- Kategorie 6 Lösliche Gesteine liegen in einer Tiefe, in der Auslaugung stattfindet. Im Umkreis von 100 m liegen > 8 Erdfälle, bzw. im Umkreis von 50 m > 2 Erdfälle. Standorte über alten Erdfällen o. Subrosionssenken.
- Kategorie 7 junger oder aktiver Erdfall.

Karbonatkarst: Es gelten dieselben Kriterien, die Gefährdungskategorie ist um 1 kleiner.

### Statisch-konstruktive Anforderung für Wohngebäude in erdfallgefährdeten Gebieten

Besondere statisch-konstruktive Anforderungen an freistehende Wohngebäude mit nicht mehr als zwei Wohnungen und nicht mehr als zwei Vollgeschossen in erdfallgefährdeten Gebieten auf Bauflächen der Gefährdungskategorien 3 bis 6

Die Angaben gelten für die Fälle, in denen keine außergewöhnlichen baulichen Verhältnisse (z.B. besonders große Stützweiten von Decken u. Trägern, Abfangungen, stark gegliederte Grundrisse, Hanglagen) vorliegen

		Gefährdungskategorie (GK)			
		GK 3	GK 4	GK 5	GK 6
Gründung	Balkenrost	Fundamentbalken unter den tragenden Wänden und Stützen Abmessungen Breite/Höhe 30/40 cm Bewehrung BSt 420/500 (II) 2 ø 12 oben und unten, in den Schnittpunkten zug- und druckfest verbinden			
	Platte	Dicke 20 cm Bewehrung BSt 500/550 (IV) 2 cm <sup>2</sup> /m oben und unten, in Längs- und Querrichtung durchgehend		Dicke 25 cm Bewehrung BSt 500/550 (IV) 3,5 cm <sup>2</sup> /m oben u. unten, in Längs- und Querrichtung durchgehend	
Kellergeschoßwände ( bzw. Untergeschoß )		Keine besonderen Anforderungen		Tragende Wände aus - Mauerwerk, Steinfestigkeitsklasse/Mörtelgruppe 12/II - unbewehrtem Ortbeton oder Betonfertigteilen  In den Gebäudedecken u. im Abstand von 5 m Gründungsplatte und unterste Decke durch in den Wänden vorzusehende Zuganker aus Rund- stäben BSt 420(III) verbinden.  Querschnitt je Verbindung 4 cm <sup>2</sup>	Tragende und aussteifende Wände aus Stahlbeton. - Ortbeton Dicke 20 cm, konstruktiv mit Gründungsplatte u. unterster Decke hohlkastenartig verbinden Anschlußbewehrung BSt 500/550 (IV) 2 cm <sup>2</sup> /m beidseitig. - Fertigteile Dicke 15 cm, senkrechte und waagerechte Stoß- fugenbewehrung BSt 500/550 (IV) 2 cm <sup>2</sup> /m beidseitig.
				Tragende Wände aus Stahlbeton (Ortbeton oder Fertigteile). Konstruktiv mit Gründungsplatte und unterster Decke verbinden. Anschlußbewehrung BSt 500/550 (IV) 1 cm <sup>2</sup> /m beidseitig	Netzbewehrung BSt 500/550 (IV) 2 cm <sup>2</sup> /m beid- seitig  Biegezugbewehrung in Decke und Gründungs- platte BSt 420/500 (III) 6 cm <sup>2</sup> oben und unten
Decken	unterste	Stahlbeton	Ringanker gem. DIN 1053 T. 1 Abschn. 3.4 Fall c)	Bewehrung in Längs- u. Querrichtg. durchgehend oder gem. DIN 1045 Abschn. 18.6 stoßen	Bewehrung BSt 500/550 (IV) 2 cm <sup>2</sup> /m oben u. unten, in Längs- und Querrichtung durchgehend
				Über den tragenden u. aussteifenden Wänden Ringbalken, Bewehrung BSt 420/500 (III) 2 ø 14 oben u. unten, in den Schnittpunkten zug- u. druckfest verbinden	Über den tragenden und aussteifenden Wänden Ringbalken, Bewehrung BSt 420/500 (III) 2 ø 14 oben u. unten, in den Schnittpunkten zug- und druckfest verbinden
	andere Baustoffe				
	übrige	Ringanker gem. DIN 1053 T. 1 Abschnitt 3.4 Fall c)			

Die Angaben über Bewehrung und über Bauteilabmessungen sind Mindestwerte

Die Bemessungsregeln sowie die statisch-konstruktiven Anforderungen nach den Technischen Baubestimmungen bleiben im übrigen unberührt.

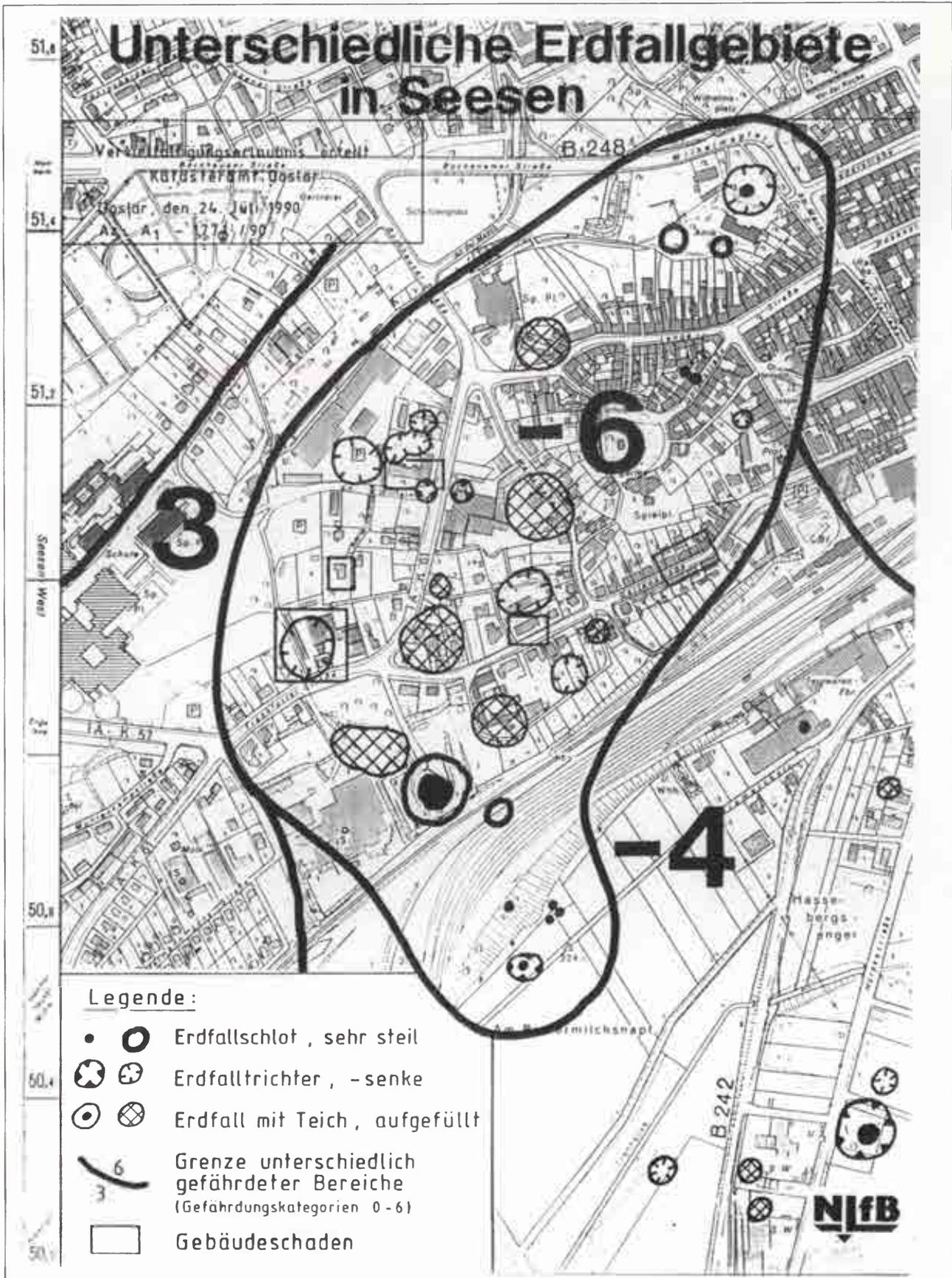


Abb. 10: Abgrenzung von Gebieten mit unterschiedlicher Erdfallgefährdung in Seesen

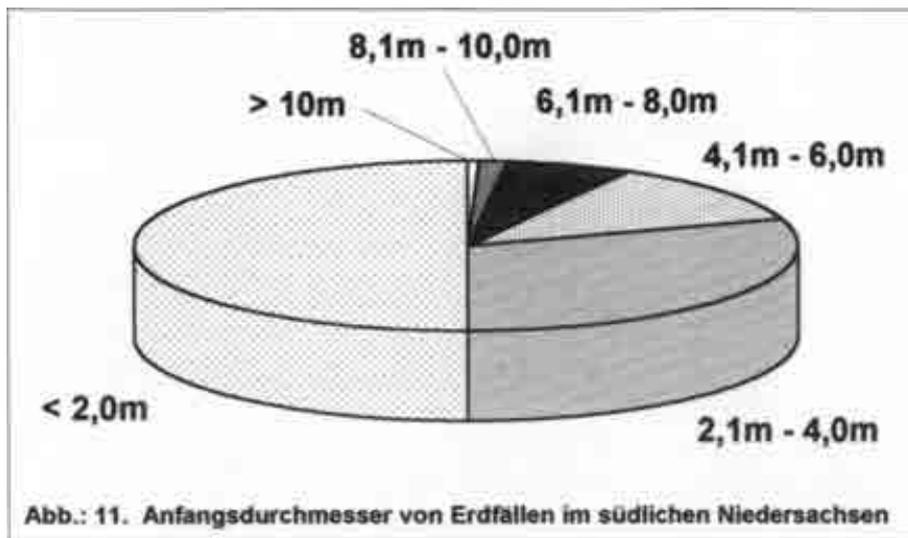


Abb. 11: Anfangsdurchmesser vor Erdfällen im südlichen Niedersachsen

in Längs- und Querrichtung bewehrt. Für die höheren Gefährdungskategorien wird das unterste Geschoß in Stahlbeton ausgeführt, über alle tragenden und aussteifenden Wände werden Ringbalken angeordnet

Diese Vorschriften können sinngemäß auch für andere Bauwerke herangezogen werden, wenn mit ihnen aufgrund der Abmessungen, der baulichen Voraussetzungen und der Nutzung kein größeres Risiko verbunden ist. Ziel der Sicherungsmaßnahmen muß es sein, Gebäude so zu bemessen und auszuführen, daß ein plötzliches Versagen wesentlicher Tragglieder beim Eintreten eines Erdfalles verhindert wird. Wesentliche Tragglieder in diesem Sinne sind stützende und tragende Bauteile, bei deren Versagen oder Herunterfallen das gesamte Bauwerk oder wesentliche Teile davon einstürzen und dadurch Menschenleben gefährden können.

Die meisten Erdfälle in Niedersachsen haben Anfangsdurchmesser unter 5 m. Im Gelände werden häufig größere Erdfallformen bis 50 m, teilweise sogar bis 100 m Durchmesser angetroffen. Sie verdanken ihre Entstehung meist zahlreichen, wesentlich kleineren Nachbrüchen. Der letzte Großerdfall mit 100 m Durchmesser ist in Deutschland im Jahre 1913 in der Nähe von Tecklenburg/Westfalen aufgetreten (Tietze 1914).

Die weit überwiegende Mehrzahl der auftretenden Erdfälle ist wesentlich kleiner, so daß in diesen Fällen konstruktive Sicherungsmaßnahmen durchaus sinnvoll sind. Für das südliche Nieder-

sachsen kann näherungsweise die in Abbildung 11 dargestellte Verteilung der Anfangsdurchmesser von Erdfällen angegeben werden.

Das Geologische Landesamt des Landes Sachsen-Anhalt hat in seinem Tätigkeitsbericht für 1991/92 nahezu identische Daten veröffentlicht.

Eine Überwachung von Bauwerken durch Frühwarnrichtungen wird meist angewandt, wenn andere Sicherungsmaßnahmen nicht möglich sind oder zu teuer wären. Die einfachsten Verfahren sind die Überwachung von Bauwerken durch Feinnivellement oder der Einbau von Präzisionsinklinometern. Als permanente Überwachung wird die Kontrolle tragender Bauwerksteile durch Laserstrahl angewandt.

Etwas aufwendiger ist der Einbau von Erdfallpegeln in Bohrlöchern. Ausgehend von der durch Beobachtungen gestützten Annahme, daß Hohlräume im Untergrund (künftige Erdfälle) im Festgestein mit einer Geschwindigkeit von einem Dezimeter bis wenigen Metern pro Jahr nach oben wandern, kann der Pegel durch Einsinken in den Untergrund das Hochbrechen eines Hohlraumes rechtzeitig anzeigen, so daß Sicherungsmaßnahmen durchgeführt werden können. Die Einbindetiefe der Pegel im Festgestein sollte nicht weniger als 10 m betragen.

#### 4. Vergleichende Bewertung

Die Erkundung und Verbesserung des Baugrundes, wie sie in den USA prakti-

ziert wird, kann nicht ohne weiteres auf Mitteleuropa übertragen werden. Hier werden die meisten Schäden durch Auslaugung von Gipsstein verursacht, der eine rund hundertfach größere Löslichkeit hat als Kalkstein. Karsthohlräume im Kalkstein besitzen meist größere Standfestigkeit als im Gipsstein. Die reguläre Auslaugung von Gipsstein reicht in Deutschland häufig in Tiefen bis 100 m.

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß Georadar nur bei Gesteinen mit hohem Widerstand eine zufriedenstellende Eindringtiefe hat. Lagen von Ton oder Schluff oder mineralisiertes Grundwasser machen Messungen unmöglich. Man kann natürlich andere geophysikalische Verfahren anwenden. Diese Verfahren sind in der Regel teuer, so daß im Zusammenhang mit der größeren Untersuchungstiefe die Kosten für eine Sicherung durch Erkundung und Verbesserung des Baugrundes hier erheblich höher sind als unter den geologischen Bedingungen von Florida. Diese Möglichkeit der Sicherung kommt in Mitteleuropa daher nur für Großprojekte, z.B. Kernkraftwerke oder Talsperren in Frage, nicht aber für Einfamilienhäuser.

Das teilweise in Rußland verwendete Verfahren, die Baufläche zu begrenzen kann nur in dünn besiedelten Ländern Anwendung finden. Die Bezugsgröße km<sup>2</sup> ist allerdings nicht glücklich gewählt. Gebiete unterschiedlicher Erdfallgefährdung sind erheblich kleiner als 1 km<sup>2</sup>.

In verschiedenen Ländern werden unterschiedlich Sicherungsmaßnahmen bevorzugt. Ein Kostenvergleich zeigt, daß das für Niedersachsen entwickelte Verfahren einer nach Risiko abgestuften Sicherung durch statisch-konstruktive Maßnahmen als besonders effizient zu bewerten ist. Selbst unter den sehr viel günstigeren geologischen Voraussetzungen kostet die Sicherung eines Hauses in den USA in jedem Falle ebensoviel wie in Niedersachsen eine Sicherung in Gefährdungskategorie 6. Daraus ergibt sich, daß in 90 % aller Fälle eine Sicherung nach niedersächsischem Konzept kostengünstiger ist.

#### 5. Literaturverzeichnis

Beck, B.F. (Hrsg.) (1995): Karst Geohazards. - Proc. 5. Multidisciplinary Conference on Sinkholes Gatlin-

burg/Tennessee.: 581 S., Rotterdam (Balkema)

Beck, B.F. & Wilson, W.L. (1987): The Karst-Hydrogeology of the Central West Coast of Florida and some Associated Engineering Techniques. - Flch. Sinkhole Research Inst. Rpt. 86-87-1, 79 S., 31 Fig., Orlando

Büchner, K.-H. (1991): Die Gefährdung von Bauwerken durch Erdfälle im Vorland des Westharzes. - Geol. Jb. C 59: 4-40, 3 Tab., 9 Anl., Hannover

Büchner, K.-H. (1996): Gefährdungsabschätzung für die Planung von Bau-

werken in erdfallgefährdeten Gebieten Niedersachsens. - Zeitschr. angew. Geol. 42(1): 14-19, 4 Abb. Hannover

Priesnitz, K. (1974): Beobachtungen an einem bemerkenswerten rezenten Erdfall bei Göttingen. - N. Arc. f. Nds., 23 (4): 387-397, 5 Abb., Göttingen

Reuter, F. & Tolmacev, V.V. (1990): Bau- und Bergbau in Senkungs- und Erdfallgebieten. - Schriftenr. geol. Wiss. 28: 176 S., 87 Abb., 33 Tab., Berlin (Akademie)

Tietze, O. (1914): Der Erdfall vom 14. April 1913 in der Gemeinde Hopsten (Kr. Tecklenburg). - Geol. Jb. 34 (1): 648 - 657, 3 Abb., Berlin

#### **Anschrift des Verfassers**

Dr. Karl-Heinz Büchner  
Niedersächsisches Landesamt für  
Bodenforschung  
Stilleweg 2  
30655 Hannover

# **Schnellstraßenplanung im Südharz - Interessenkonflikte, Argumente und Abwägungsanforderungen am Beispiel der B 243 n**

von Martin Volmer

## **1. Einleitung**

In der Bundesrepublik Deutschland wird der ressourcenverbrauchende und naturzerstörende Neu- und Ausbau der Straßenverkehrsinfrastruktur trotz der zahlreichen umweltpolitisch progressiv klingenden gesetzlichen Bestimmungen, Parteienprogramme und Neujahrsansprachen mit unverminderter Intensität fortgesetzt. Allgemein und unverbindlich wird dem Umweltschutz als wesentlicher Bestandteil des Gemeinwohls stets ein hoher Rang eingeräumt. Sobald es aber konkret um einzelne Projekte geht, setzen sich weit überwiegend durch lobbyistische Aktivitäten gestützte Partikularinteressen (z.B. Automobil- und Tiefbauindustrie) durch, zumal Naturschutzinteressen durch die Modalitäten der Planungsverfahren strukturell benachteiligt sind. Beispielsweise besteht in den meisten Bundesländern kein Klagerecht der anerkannten Naturschutzverbände gegen umweltzerstörende Projekte (Niedersachsen bildet seit wenigen Jahren eine fortschrittliche Ausnahme).

Der Widerspruch zwischen umweltpolitischen, verkehrs- und wirtschafts-

politischen Zielen wird am Beispiel der Planung der B 243n im Südharz besonders deutlich, weil diese Schnellstraßenplanung auf eine ökologisch besonders hochwertige, empfindliche und deshalb außerordentlich schutzwürdige Kultur- und Naturlandschaft trifft.

Nachfolgend werden Fakten verdeutlicht und Argumente aufgezeigt, welche dazu beitragen sollen, die Transparenz des Abwägungsprozesses bei Entscheidungen über Straßenplanungen allgemein und speziell über die im Südharz geplante B 243n zugunsten einer Stärkung der Durchsetzungsfähigkeit von Natur- und Umweltschutzbelangen zu erhöhen.

## **2. Straßenverkehrsplanung im Großraum Harz und Umgebung**

Gemäß den Vorgaben des Bundesverkehrswegeplans soll die B 243n zwischen Herzberg und Nordhausen als vierstreifige Schnellstraße mit einem Regelquerschnitt von 26 m kreuzungsfrei, d.h. mit gesonderten Auf- und Abfahrtrampen gebaut werden.

Damit wird der B 243 n nicht nur eine lokale und regionale, sondern auch

eine überregionale Erschließungsfunktion beigemessen, die im Zusammenhang mit der 1989 erfolgten Wiedervereinigung der beiden deutschen Teilstaaten steht. Die B 243n soll eine direkte autobahnähnliche Verbindung zwischen den Wirtschaftszentren Hannover/Hildesheim/Salzgitter im Westen und Halle/Leipzig im Osten schaffen.

1990 schwankte die Verkehrsbelastung der alten B 243 zwischen maximal ca. 18.700 Kfz/24h in der engen Ortsdurchfahrt von Osterhagen (Niedersachsen) und minimal ca. 4.200 Kfz/24h in der Ortsdurchfahrt von Klein-Wechungen (Thüringen). Die Prognose für das Jahr 2010 sieht auf der Grundlage der Prognosematrix zur Bundesverkehrswegeplanung erhebliche Verkehrszuwächse ohne die B 243n insbesondere im niedersächsischen Verlauf der B 243 vor (z.B. auf ca. 26.100 Kfz/24h in Osterhagen). Nach Verwirklichung der B 243n ist demgemäß mit einer Verminderung der Belastung von Ortsdurchfahrten auf den reinen Ziel- und Quellverkehr ohne nennenswerte LKW-Anteile zu rechnen (z.B. in Osterhagen auf ca. 1.800 Kfz/24h).

Bei diesen Prognosen wurde davon ausgegangen, daß die im weiteren Umfeld des Großraumes Harz projektierten vordringlichen Maßnahmen des Bundesverkehrswegeplanes ungefähr gleichzeitig mit dem Bau der B 243 n fertiggestellt sind. Es handelt sich um den Bau der A 38 zwischen Göttingen und Halle, um den Bau der A 14 zwischen Halle und Magdeburg, um den Aus-/Neubau der B 6 am Nordharzrand als Verbindung der A 7 bzw. A 395 mit



Abb. 1: Übersichtskarte der Straßenverbindungen im Großraum Harz und Umgebung (Bestand und Planungen)

der A 14 sowie um den sechsstreifigen Ausbau der A 2.

Obwohl also drei zusätzliche Ost-West-Verbindungen, die im Abstand von lediglich etwa 50 km parallel zueinander verlaufen, neu geschaffen bzw. erheblich verbessert werden, geht die Verkehrsprognose für die B 243 n davon aus, daß keine Entlastung der Südharzroute erfolgen wird, sondern wegen des geplanten Anschlusses der B 243 n an die A 38 bei Nordhausen zusätzliche Verkehrsbelastungen entstehen werden.

Darüber hinaus beinhaltet die Prognosematrix zum Bundesverkehrswegeplan neben der allgemein vorausgesetzten Steigerung der Kfz-Mobilitätsrate als wesentliche Prämisse die Annahme eines gleichbleibend hohen Wirtschaftswachstums insbesondere in den neuen Bundesländern, die nach den politischen Bekundungen der Bundesregierung innerhalb weniger Jahre nach der Wiedervereinigung in 'blühende Landschaften' umgewandelt sein sollten.

### 3. Umweltverträglichkeitsstudie zur B 243n

Die im Rahmen des Raumordnungsverfahrens mit integrierter UVP von 1991 bis '96 erarbeitete Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) zur B 243n bezieht ein Untersuchungsgebiet ein, das unmittelbar südlich des Mittelgebirges Harz in einem ca. 5-10 km breiten Korridor von Herzberg im Westen bis Nordhausen im Osten reicht.

Wegen der vielfältigen und z.T. sehr seltenen naturräumlichen Ausprägungen dieses Gebietes (z.B. oberflächen-nahe Vorkommen von Gipskarstformationen) in Kombination mit der jahrzehntelangen relativen Ungestörtheit aufgrund der Grenzlage zwischen damaliger BRD und DDR entwickelten und hielten sich hier außerordentlich reichhaltige und eizigartige Pflanzen- und Tierlebensgemeinschaften sowie eine von Ruhe geprägte Erholungslandschaft hoher Landschaftsbildqualität (so ist der südlich von Bad Sachsa liegende Teil des Untersuchungsraums Bestandteil des Naturparks Harz).

Zahlreiche Untersuchungen zur Fauna weisen das südliche Harzvorland als sehr artenreichen Naturraum aus, in dem eine Reihe bundes- und landesweit gefährdeter Tierarten (z.B. Wildkatze, Dachs, mehrere Fledermausarten,

Schwarzstorch, Rotmilan, Rohrweihe, Wanderfalke, Fischadler, Uhu, Knoblauch- und Kreuzkröte, Schwarzer Apollo) mit oft großflächigem Lebensraumananspruch noch geeignete Biotopstrukturen finden. Ein Großteil dieser besonders schutzwürdigen und gebiets-typischen Tierarten konnte auch im Zusammenhang mit den faunistischen Erhebungen für die UVS zur B 243n nachgewiesen werden.

Einige von ihnen gehören zu den prioritär schutzwürdigen Arten, die in den Anhängen der europäischen Vogelschutzrichtlinie und der Flora-Fauna-Habitatrichtlinie aufgelistet sind. So hat Thüringen bereits das NSG 'Mackenroder Wald' als FFH-Gebiet ausgewiesen. In Niedersachsen existierte bis 1996 erst eine naturschutzverwaltungsinterne Vorschlagsliste für FFH-Gebiete, die bezogen auf den UVS Untersuchungsraum den Biotopkomplex Weißensee, Römerstein, Steinatal und Mackenroder Wald bei Nüxei enthält. Außerdem streben Thüringen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt gemeinsam die Ausweisung eines länderübergreifenden Biosphärenreservates (UNESCO-Schutzkategorie) 'Südharz-Kyffhäuser' an, in dessen Kern der UVS Untersuchungsraum liegt.

Besonders bedeutsame Landschaftselemente im UVS-Gebiet sind zum einen die größeren Fließgewässersysteme (Sieber, Oder, Ichte und Helme) mit ihren Auen inklusive der vielen Stillgewässer, wo vor allem wassergebundene Ar-

ten (z.B. durchziehende Limikolen) optimale Biotopstrukturen vorfinden. Zum anderen gehören dazu die Waldkomplexe mit kleineren Fließ- und Stillgewässern, angrenzenden Wiesen und Lichtungen, die im Übergangsbereich vom Hochharz zum Thüringer Becken sehr artenreiche Teilökosysteme bilden. Aber auch die landwirtschaftlich häufig noch extensiv genutzten Bereiche mit eingestreuten Hecken, Gebüsch, Obstwiesen, Kalk-Halbtrockenrasen und ruderalen Restflächen sowie die Sekundärlebensräume der Kiesgruben und Steinbrüche beherbergen vielfältige Biozöosen selten gewordener Pflanzen und Tiere.

Um die vielfachen, sich oftmals überlagernden herausragenden Umweltqualitäten des Untersuchungsraumes zu verdeutlichen, sind nachfolgend die gemäß Naturschutz- und Wasserrecht ausgewiesenen oder geplanten Schutzgebiete aufgelistet :

#### Naturschutzgebiete und Flächen-naturdenkmale

- Sieberaue mit begleitenden Wäldern zwischen Herzberg und Elbingeroode (Bestand)
- Biotopkomplex 'Langes Bruch' ca. 1 km vom südwestlichen Ortsrand Herzbergs (Bestand)
- Oderaue von Pöhlde bis Scharzfeld (Planung)
- Oderaue südlich von Bad Lauterberg (Bestand)



Abb. 2: Dolinenlandschaft süd-westlich von Steina

- Wiedensee südwestlich von Scharzfeld (Bestand)
- Beberteich südlich von Barbis (Bestand)
- Südhang des Butterberges (Bestand)
- Westersteine (Bestand)
- Biotopkomplex 'Hellengrund' südlich von Osterhagen (Planung)
- Biotopkomplex 'Weingartenloch' zwischen Osterhagen und Nüxei (Planung)
- Biotopkomplex 'Ichteaue, Nußsee, Weißensee' bei Nüxei (Bestand)
- Hangbereiche am Trogstein (Bestand und Planung)
- Hangbereiche am Kranichstein (Bestand und Planung)
- Mackenroder Wald (Planung in Niedersachsen, Bestand in Thüringen)
- Biotopkomplex am Ketterberg östlich von Limlingerode (Bestand)
- Biotopkomplex südwestlich von Schiedungen (Bestand)
- Ziegenlöcher südwestlich von Pützingen (Bestand)
- Biotopkomplex südöstlich von Liebenrode (Bestand)
- Biotopkomplex zwischen Günzerode und Kleinwechungen (Bestand)
- Biotopkomplex 'Seeloch' südlich von Hochstedt (Bestand)

#### **Geschützte Landschaftsbestandteile und besonders geschützte Biotope**

- Grünanlage mit Teich in Herzberg westlich der B 243 (Bestand)
- Barbiser Bachtal östlich von Barbis (Bestand)
- Erdfälle bei Kipprode südlich von Scharzfeld (Planung)
- Nordhang des Bühlberges zwischen Barbis und Scharzfeld (Bestand)
- Quellbereich eines Nebenlaufes des Beberbaches südlich des Stackelsberges (Bestand)
- Gehölzstrukturen am östlichen Ortsrand von Bartolfelde (Planung)
- Bachlauf 'Inder Straut' westlich von Bartolfelde (Planung)
- Bachlauf des Steinaer Baches südlich von Steina (Planung)
- ehemaliger Eisenbahndamm zwischen Günzerode und Kleinwechungen (Bestand)

#### **Landschaftsschutzgebiete**

- Siebertal und Eichholz zwischen Herzberg und Hörden (Bestand)

- Südhänge von Weinberg und Ochsenberg (Planung)
- Odertal zwischen Scharzfeld und Hattorf (Planung)
- Bebertal / Königshagen östlich von Pöhld (Planung)
- 'Harz' südlich von Bad Lauterberg und Bad Sachsa (Bestand)

#### **Wasserschutzgebiete**

- Pöhlder Becken (großflächige Planung im westlichen Teil des Untersuchungsraumes)
- Sieberaue zwischen Herzberg und Hörden (Bestand)
- Laakenwiesen östlich von Hattorf (Bestand)
- Herzberger Teiche südwestlich von Herzberg (Bestand)
- Oderaue nördlich von Pöhld (Planung)
- Oderaue südlich von Scharzfeld (Bestand)
- Bühlberg zwischen Barbis und Scharzfeld (Bestand)
- Butterberg / Barbiser Bach östlich von Barbis (Bestand)
- Ichteaue westlich von Mackenrode (Bestand)
- Limlingerode (Bestand)
- Kuhberg nordwestlich von Schiedungen (Bestand)
- Am 'Großen Teich' südwestlich von Schiedungen (Bestand)
- Helmeaue nordwestlich von Pützingen (Bestand)
- Kummerberg nördlich von Steinsee (Bestand)
- Sonnenberg südlich von Großwechungen (Bestand)
- Wechsunger Berg nordwestlich von Werther (Bestand)
- Hinterster Berg nördlich von Pustleben (Bestand)
- Wiekendorfer Berg nördlich von Oberdorf (Bestand)

Die festgestellten hohen vorhandenen Qualitäten von Naturhaushalt und Landschaftsbild im Untersuchungsgebiet der UVS lassen eine Umsetzung der naturschutzrechtlichen Verpflichtung zu Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für die durch den bislang vorgesehenen vierstreifigen Schnellstraßenbau verursachten erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigungen innerhalb des betroffenen Naturraumes Südharz unrealistisch erscheinen. So existieren nur vergleichsweise wenige Flächen, die durch Extensivierung land-

wirtschaftlicher Nutzung ökologisch weiter aufzuwerten wären, zumal eine Beibehaltung der landwirtschaftlichen Nutzung als solche geradezu eine Voraussetzung zum Erhalt des aus der Mischung von Kultur- und Naturlandschaft resultierenden Arteninventars darstellt.

Vor dem Hintergrund dieser Untersuchungsergebnisse stellt die UVS die vom Bundesverkehrswegeplan für die B 243n vorgegebene Streckencharakteristik einer durchgängig vierstreifigen, kreuzungsfreien Schnellstraße in Frage und spricht sich zwecks Vermeidung und Verminderung von Eingriffen im wesentlichen für einen Ausbau der vorhandenen B 243n in Kombination mit relativ engen Ortsumfahrungen unter Einbeziehung von Tunnelstrecken aus.

Angesichts der auch zukünftig -selbst bei einer Trendwende zugunsten umweltschonender Verkehrsmittel- hohen Kfz-Belastungen in mehreren engen Ortsdurchfahrten (z.B. Barbis und Osterhagen) ist ein vollständiger Verzicht auf Ortsumfahrungen im Zuge der B 243 der gegenwärtig von Lärm, Luftschadstoffen, Unfallgefahr und Verlust städtebaulicher Qualitäten erheblich betroffenen Bevölkerung nicht zuzumuten.

#### **4. Planung der B 243n im Kontext geltender Umweltqualitätsziele**

Es ist nicht länger zeitgemäß, Großprojekte mit weitreichenden Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes primär hinsichtlich ihrer lokalen Konsequenzen zu beurteilen. Die globalen, nationalen und regionalen Umweltqualitätsziele (UQZ) sind unbedingt in eine vollständige Betrachtung der Projektfolgen und Abwägung der Planungsentscheidung einzubeziehen.

#### **UQZ international und national**

Auf globaler Ebene spielen in diesem Zusammenhang vor allem die mit der sogenannten 'Konvention von Rio de Janeiro' 1992 von der Bundesrepublik Deutschland eingegangenen Selbstverpflichtungen zur Reduzierung des nationalen Kohlendioxid-Ausstoßes um 25 % bis zum Jahr 2005 (Basisjahr 1990) sowie zum Erhalt der Artenvielfalt von Flora und Fauna eine Rolle. Beides ist mit einem weiteren Ausbau des Autobahn- und Schnellstraßennetzes unvermeidbar.

Mit europäischem Bezug besitzen die in der 'Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie' und der 'Vogelschutzrichtlinie' formulierten Standards zum Schutz europaweit gefährdeter Tier- und Pflanzenarten Bedeutung für die Planung der B 243n, weil im Südharz zahlreiche entsprechend prioritär schutzwürdige Arten vorkommen.

National sind insbesondere die 1994 vorgenommene Verankerung des Umweltschutzes als Staatsziel in Artikel 20a des Grundgesetzes sowie die anschließenden Novellierungen des Wasserhaushaltsgesetzes, Bundesimmissionschutzgesetzes und Raumordnungsgesetzes mit einer Stärkung des Vorsorgegedankens und der ökosystemaren Betrachtungsweise bedeutsam. Zudem ist seit März 1998 das Bundesbodenschutzgesetzes in Kraft getreten, in dem die prinzipielle Forderung nach einem sparsamen und schonenden Umgang mit Boden verankert ist.



Abb. 3: Teiche in Kulturlandschaft südlich von Osterhagen

### UQZ Land Niedersachsen

Das 'Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen 1994' betont in seinen Formulierungen zu den Grundsätzen der Raumordnung mehrfach die Zielsetzung eines vorsorgenden und nachhaltigen Umweltschutzes:

„Raumordnung und Landesplanung sollen die raumstrukturellen Voraussetzungen für eine umweltgerechte und zukunftsorientierte Entwicklung des Landes schaffen und dabei vor allem ... den dauerhaften Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen ... anstreben.“

„Die Funktionsfähigkeit und die nachhaltige Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes sollen erhalten bleiben oder wiederhergestellt werden. Der Sicherung und Entwicklung von Freiräumen ist besondere Bedeutung beizumessen.“

„Das Potential und die Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes sollen gesichert bzw. soweit wie möglich wiederhergestellt werden. Die Qualität von Boden, Wasser und Luft sollen so beschaffen sein, daß die Voraussetzung zum Fortbestand oder zur Entwicklung der jeweils natürlichen Ökosysteme auf der überwiegenden Fläche gegeben ist. Die naturbetonten Ökosysteme und die heimischen Tier- und Pflanzenarten sollen in dem für ihre dauerhafte Existenzsicherung nötigen Umfang erhalten werden.“

„Bei allen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen soll auf eine sparsame Inanspruchnahme und möglichst geringe zusätzliche Versiegelung des Bodens hingewirkt werden ...“

„Ober- und unterirdische Gewässer sollen als wesentlicher Bestandteil der Lebensgrundlagen oder des Lebensraumes für Menschen, Tiere und Pflanzen, als klimatischer Ausgleichsfaktor und als prägender Landschaftsbestandteil nachhaltig geschützt werden. Gewässer sollen nicht verunreinigt, ihre natürliche Struktur und Funktion sollen erhalten und wiederhergestellt werden.“

„Auf eine Verkehrsvermeidung sowie die Verkehrsverlagerung auf umweltverträgliche Verkehrsträger und aufgabengerechte Abstimmung und Verknüpfung aller Verkehrssysteme untereinander soll im Interesse einer umweltfreundlichen und zugleich wirtschaftlichen Verkehrsabwicklung hingewirkt werden. Der schienengebundene Personen- und Güterverkehr soll gegenüber dem Straßenverkehr, der Ausbau vorhandener Verkehrswege soll gegenüber dem Neubau Vorrang erhalten.“

„Als naturräumliche Besonderheit von übernationaler Bedeutung sind die Gipskarstgebiete des südlichen und südwestlichen Harzvorlandes mit Erdfällen, Höhlen, Felsen und anderen besonderen geomorphologischen Formen sowie die dazugehörigen Wälder, Felsrasen,

Still- und Fließgewässer vorrangig schützenswert.“

„Bei der Planung von wesentlichen raumbedeutsamen Nutzungen - insbesondere von Verkehrswegen, größeren Siedlungsgebieten, gewerblichen und Energieversorgungsanlagen - im Außenbereich sind möglichst große unzerschnittene und von Lärm unbeeinträchtigte Räume zu erhalten, naturbetonte Bereiche auszusparen, die Flächenansprüche und die über die direkt beanspruchte Fläche hinausgehenden Auswirkungen der Nutzungen zu minimieren.“

Die in den zeichnerischen Darstellungen zum LROP enthaltenen Vorranggebiete für Natur und Landschaft, Trinkwassergewinnung und Rohstoffgewinnung sowie die Vorsorgegebiete für Natur und Landschaft, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Rohstoffgewinnung und Erholung nehmen annähernd den gesamten niedersächsischen Untersuchungsraum der UVS zw. B243n ein.

### UQZ Landkreis Osterode

Das 'Regionale Raumordnungsprogramm für den Landkreis Osterode am Harz' weist weite Teile des Untersuchungsraumes der UVS als Vorranggebiete für ruhige Erholung, für Natur und Landschaft und für die Wassergewinnung aus. Diese Vorranggebiete

sind überwiegend identisch mit den vorne unter Gliederungspunkt 3. aufgelisteten rechtlich geschützten Bereichen.

Zudem hat der Landkreis Osterode einen Vorentwurf zu einem Landschaftsrahmenplan (Stand 1992) erstellt. Dieser entwickelt auf der Basis einer umfassenden Zustandsanalyse vielfältige Maßnahmen zu Schutz und Pflege von Natur und Landschaft. Das Zielkonzept enthält u.a. ein Gewässerschutzprogramm und die Entwicklung der Biotopverbundsysteme Wald sowie Kalkmagerbiotope. Mit Blick auf das UVS-Gebiet besonders relevant ist die vorgesehene großräumige Unterschutzstellung der Oderaue als LSG und im engeren Bereich als NSG. Außerdem sollen der Mackenroder Wald südlich von Nüxei und der Trogstein südwestlich von Bahnhof Tettenborn als NSG ausgewiesen werden. In Bezug auf Straßenneubauvorhaben wird folgende Forderung erhoben: „Grundsätzlich sollten sich neue Straßenführungen weitgehend an vorhandenen Trassen orientieren oder z.B. in Tunneln verlaufen, um keine neuen Trennlinien durch vorhandene Lebensräume und in die erlebbare Landschaft zu ziehen.“

## 5. Abwägungsanforderungen und ihre Konsequenzen

Die Entscheidungsfindung im Rahmen der planerischen Abwägung durch die zuständige Raumordnungsbehörde Bezirksregierung Braunschweig und den Bundesminister für Verkehr hat die Belange des Umweltschutzes (inklusive der städtebaulichen Belange), die wirtschaftlichen Belange (inklusive der Straßenbaukosten) und die verkehrlichen Belange zu berücksichtigen.

Dabei ist das Planungsverfahren für Bundesfernstraßen in zwei wesentliche Entscheidungsstufen, die raumordnerische Linienbestimmung und die anschließende Planfeststellung gegliedert.

Die Entscheidungsträger sind verpflichtet, unter Beachtung des Gebots der Rücksichtnahme und der planerischen Konfliktbewältigung alle nach dem Stand der Dinge zu berücksichtigenden Belange gegeneinander und untereinander abzuwägen. Abwägungserheblich sind nicht nur solche Belange, in die zur Verwirklichung der Planungsaufgabe unmittelbar eingegriffen werden muß, sondern auch jene

Belange, auf die sich die Planung nur mittelbar auswirkt.

Erfahrungsgemäß sind bei Straßenplanungen direkt betroffene Interessen in der Regel vom sogenannten 'St.-Florians-Prinzip' getragen. So ist die Bildung von zwei oder drei Bürgerinitiativen mit gegensätzlichen Standpunkten zu einer Straßenplanung keine Seltenheit. Auch benachbarte Kommunen verfolgen oft gegensätzliche Ziele bei der Trassenfindung.

Im Vordergrund der Abwägung stehen also nicht nur von der Planung lokal und direkt betroffene Interessen. Ebenso spielen überörtliche und indirekt betroffene Interessen eine entscheidende Rolle. Es geht also wesentlich auch darum, die Planung in Einklang mit dem 'Gemeinwohl' zu bringen, d.h. den abstrakten Begriff des Gemeinwohls anhand der Planung zu konkretisieren und inhaltlich auszufüllen.

### Belange des Umweltschutzes

Einer Berücksichtigung der Belange des Umweltschutzes kommt vor allem aufgrund der Staatszielbestimmung 'Umweltschutz' im Grundgesetz eine besondere Bedeutung zu.

Die im Kapitel 4 zuvor aufgezeigten Umweltqualitätsziele für den Planungsraum der B 243n lassen eigentlich keinen weiteren Straßenneubau mit überörtlicher Verbindungsfunktion in dieser Region zu. Eher wäre daraus die Forderung nach einem partiellen Rückbau der Straßeninfrastruktur primär im Bereich des Biotopkomplexes 'Mackenroder Wald, Ichteaue, Nußsee, Weißensee' abzuleiten.

Allerdings zählt auch die Gesundheit bzw. das Recht auf körperliche Unversehrtheit für die von den heutigen Ortsdurchfahrten der B 243 betroffene Bevölkerung zu den Belangen des Umweltschutzes. Selbst unter der realistischen Annahme von in den nächsten 10-20 Jahren durch Fortschritte der Fahrzeugtechnik erreichbare deutliche Verminderung der Luftschadstoff- und Schall- Immissionen durch Kfz-Verkehr sowie bei Anzweiflung der unrealistisch hoch prognostizierten Verkehrszuwächse werden zukünftig in einigen besonders engen Ortsdurchfahrten der B 243 (z.B. in Osterhagen) erhebliche Belastungen (z.B. in Form von erhöhter

Unfallgefahr) verbleiben. So ist es auch ein Umweltschutzbelang diese Belastungen im Rahmen der Planung der B 243n auf ein erträgliches Maß zu verringern.

### Wirtschaftliche Belange

Traditionell geht die Wirtschafts- und Verkehrspolitik davon aus, daß mittels einer Verbesserung der Straßenverkehrsinfrastruktur automatisch eine Stärkung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit in der betroffenen Region erreicht wird. In der Vergangenheit ließ sich dieser Wirkungszusammenhang auch durchaus empirisch belegen. Deshalb setzt die Wirtschaftsförderung insbesondere für den sogenannten 'Aufbau Ostdeutschlands' auf umfangreichen Straßenneubau.

Allerdings ist gegenwärtig die Straßenverkehrsinfrastruktur als relevanter regionaler Wirtschaftsstandortfaktor vor dem Hintergrund eines in Mitteleuropa ubiquitär vorhandenen, dichten Straßennetzes sowie mit zunehmender Globalisierung des Wirtschaftsgeschehens für die meisten Wirtschaftsbranchen nur noch von untergeordneter Bedeutung. Zwar werden während der Straßenbauarbeiten Arbeitsplätze in der Tiefbauindustrie geschaffen oder zumindest erhalten, jedoch existieren heute sogar Anzeichen dafür, daß eine verbesserte verkehrliche Erreichbarkeit wirtschaftlich unterentwickelter Regionen, wie z.B. der ehemalige innerdeutsche Grenzraum, zu einem Kaufkraftabfluß in benachbarte Wirtschaftszentren führt und den Konkurrenzdruck für den ortsansässigen Mittelstand durch auswärtige Unternehmen deutlich erhöht.

Mit spezifischem Bezug zum Planungsraum Südharz sind die Auswirkungen des Straßenbauvorhabens B 243n vor allem auf die hier besonders bedeutende Tiefbau- bzw. Rohstoffindustrie, das Fremdenverkehrsgewerbe sowie die Land- und Forstwirtschaft zu beurteilen.

Die Tiefbau- und Rohstoffindustrie wird von verbesserter Straßenverbindung sicherlich profitieren, teilweise sogar direkt als Unternehmer und Materialzulieferer beim Straßenneubau.

Hinsichtlich des Fremdenverkehrsgewerbes ist der geplante Straßenneubau bestenfalls neutral zu bewerten. Einer verbesserten Erreichbarkeit der Fremdenverkehrsorte steht die Be-

einträchtigung der Landschaftsbild- und Erholungsqualität des vom Straßenneubau betroffenen Raumes gegenüber.

Für die Land- und Forstwirtschaft, denen im Zusammenhang mit der politischen Zielvorgabe, eine nachhaltig umweltgerechte Entwicklung anzustreben, eine zentrale Rolle beizumessen ist, wird der Straßenneubau mit großen Einbußen verbunden sein.

### Verkehrliche Belange

Im Vordergrund der verkehrlichen Belange steht die Entlastung der gegenwärtig übermäßig von Kfz belasteten Ortsdurchfahrten der B 243 sowie die Verbesserung der großräumigen Ost-West-Verkehrsbeziehung zwischen den Wirtschaftszentren Hannover/Hildesheim/Salzgitter und Halle/Leipzig.

Dabei sind für Planung und Bau verkehrliche Standards definiert, die aus den Vorgaben des Bundesverkehrswegeplans sowie straßenverkehrstechnischer Regelwerke resultieren. So soll die B 243n als vierstreifige, anbau- und kreuzungsfreie Kraftfahr-Schnellstraße gebaut werden. Aufgrund der ingenieurtechnischen Standards sind damit zu gewährleistende Mindestgeschwindigkeiten, maximale Kurvenradien, maximale Steigungen/Gefälle sowie Mindestabstände von Auf- bzw. Abfahrten und die komplette Aufrechterhaltung des untergeordneten Straßennetzes verbunden.

Ebenfalls bei den verkehrlichen Belangen einzuordnen ist aber auch die von der Landesplanung und Raumordnung in Niedersachsen angestrebte Verbesserung der Infrastruktur für die öffentlichen Verkehrsmittel Busse und Bahnen. Diese Zielvorgabe müßte in die Verkehrsprognose für den motorisierten Individualverkehr mit ebenso großer Berechtigung einfließen, wie es bei der Berücksichtigung des angenommenen hohen Wirtschaftswachstums der Fall ist.

### Schlußfolgerungen

Bezüglich der wirtschaftlichen Belange sind sowohl positive als auch negative

Aspekte der B 243n-Planung zu identifizieren. Deshalb läßt sich feststellen, daß im Falle der Planung der B 243n die außerordentlich stark miteinander in Konflikt stehenden Belange des Umweltschutzes und die verkehrlichen Belange die wirtschaftlichen Belange dominieren.

Innerhalb der Abwägungsentscheidungen im Raumordnungsverfahren und Planfeststellungsverfahren müssen Kompromisse gesucht und eingegangen werden, die für beide Belange und deren Interessenvertreter eine Abkehr von der jeweiligen 'Reinen Lehre' bedeuten.

Eine sinnvolle und durchsetzungsfähige Kompromißlinie liegt in der weitestgehenden Berücksichtigung der Ergebnisse der UVS zur B 243n, wie auch im UVPG und in der UVPVwV gefordert. Demnach sollte die relativ umweltverträglichste Lösung der Verkehrsprobleme im Südharz eine Kombination von Ausbau des vorhandenen Straßennetzes mit Neubau relativ enger Ortsumfahrungen (inklusive Tunnelteilstrecken) bei Reduzierung der Streifigkeit und der straßentechnischen Baustandards anstreben.

Statt ausschließlich Abstriche bei den Umweltschutzstandards zuzulassen, sind bautechnisch weniger aufwendige und umweltverträglichere Lösungen erforderlich. Die so eingesparten Finanzmittel können dann in Tunnelteilstrecken und verstärkten Immissionschutz investiert werden (optimierter aktiver Immissionsschutz gegenüber betroffenen Wohnlagen an den von relativ engen Umfahrungen betroffenen Ortsrändern). Straßentechnische Regelwerke und Standardsetzungen können in der Rechtssystematik nicht Vorrang vor den geltenden Bestimmungen der Umweltschutzgesetze besitzen (insbesondere Gebot gemäß BNatSchG und UVPG zur Vermeidung und Minderung von Beeinträchtigungen). Im Gegenteil besteht ein prinzipieller Vorrang der Ziele von Raumordnung und Landesplanung vor Fachplanungszielen.

Beim Bau der Ortsumfahrungen sind gemäß der städtebaulichen Empfindlichkeiten der Ortsdurchfahrten in Verbindung mit den jeweiligen Kfz-Belastungen Prioritätensetzungen vorzunehmen. Flankierend sollten die ÖPNV-

Angebote und das Radwegenetz verbessert werden.

Um den aufgezeigten Planungskompromiß zu erreichen, muß zunächst die den umweltrechtlichen Bestimmungen entgegen stehende Festlegung der B 243n im Bundesverkehrswegeplan als vierstreifige niveaufreie Schnellstraße korrigiert werden, sodaß auch ein normaler zweistreifiger Aus- / bzw. Neubau von der Straßenverkehrsverwaltung beplant werden kann. Zum Zeitpunkt der Aufstellung des gültigen Bundesverkehrswegeplanes hatte der Bundesgesetzgeber noch zu wenig Informationen über die im Planungsraum vorhandenen vielfältigen Schutzwürdigkeiten und konnte somit noch nicht erkennen, daß die Planung in erheblichem Konflikt zu den ebenfalls vom Bundesgesetzgeber formulierten umweltrechtlichen Bestimmungen steht, die sich im übrigen zwischenzeitlich zugunsten einer stärkeren Berücksichtigung des Vorsorgegedankens und ökosystemarer Aspekte gewandelt haben.

Außerdem muß der Bundesverkehrsminister von der aus haushaltstechnischen Gründen erlassenen grundsätzlichen Vorgabe abweichen, im Bundesstraßenbau keine Tunnelstrecken mehr zu finanzieren. In hoch schutzwürdigen Mittelgebirgsräumen wie dem Südharz ist mit solch starren finanzpolitisch begründeten Vorgaben keine umweltverträgliche Straßenplanung und keine planerische Konfliktbewältigung zu erreichen. Wenn der Bund nicht über genügend Finanzmittel verfügt, um alle im Bundesverkehrswegeplan projektierten Straßenplanungen möglichst umweltverträglich durchzuführen, dann sollte die Anzahl der Projekte verringert werden. Jedenfalls widerspricht es den umweltgesetzlichen Anforderungen an Straßenplanungen, auf die Umweltverträglichkeit zugunsten reduzierter Baukosten vollends zu verzichten.

### Anschrift des Verfassers

Martin Volmer  
Dipl. Ing. Raumplanung  
Im Heicken 7  
44789 Bochum

# Ingenieurgeologische Untersuchungen zur Erdfallgefährdung im Rahmen der Bundesstraßen-neutrassierung im Bereich Nüxei-Tettenborn

von Peter Wrobel & Herward Molek

## 1. Einführung

Anlaß für die durchgeführten Untersuchungen ist der geplante Ausbau der Bundesstraße B243 von Herzberg nach Nordhausen.

Aus mehreren Variantenvorschlägen sind zwei Varianten als diejenigen ausgewählt worden, die für den Bau der Straße auf den ersten Blick geeignet erscheinen. Die Entscheidung, welche der übriggebliebenen Varianten für die Trassierung genommen wird, hängt in hohem Maße von den ingenieurgeologischen Untersuchungen der Verkarstungsprozesse vor Ort ab.

Variante 3 verläuft nördlich der Ortschaft Nüxei und nördlich des Römersteins in Richtung von Tettenborn. Die Variante 4 folgt zunächst der derzeitigen B 243 bevor sie südlich von Nüxei nach Westen in Richtung Tettenborn abbiegt. Beide Varianten treffen sich unmittelbar südlich von Tettenborn.

Den ersten Schritt der ingenieurgeologischen Untersuchungen bildet die Aufnahme der geologischen Untergrundverhältnisse mit dem Schwerpunkt der Erfassung der strukturgeologischen und hydrogeologischen Situation. Beide Parameter spielen für die Beurteilung und Entwicklung der Verkarstungsprozesse eine entscheidende Rolle.

Am südlichen Rand des Harzes streichen die verkarstungsfähigen Gesteine des Zechsteins oberflächlich aus. Es handelt sich hierbei um Karbonate und in erster Linie um Sulfate, deren hohe Löslichkeit für die Bildung sub- und supraterraner Karstformen verantwortlich ist. Infolge von Auslaugungsprozessen kam es im vorliegenden Bereich zu bruchhaften und bruchlosen Deformationen, die die Sicherheit des geplanten Verkehrsbauwerkes empfindlich stören, es sogar zerstören können. Anhand der vorliegenden Daten, d.h. Informationen über die Verteilung und Eigenschaften

der Verkarstungserscheinungen, deren Beziehungen zu den geologischen Verhältnissen und die statistische Auswertung, kann eine Aussage getroffen werden, welche der vorgeschlagenen Varianten aus ingenieurgeologischer Sicht von den Verkarstungsprozessen am empfindlichsten beeinflusst wird und somit für den Verkehrsbau als weniger geeignet erscheint.

Die Bewertung der Varianten erfolgt ausschließlich aus der Sicht der möglichen Subrosionsgefährdung. Sie ersetzt nicht eine Bewertung nach verkehrsökonomischen und bautechnischen Gesichtspunkten.

## 2. Schichtenfolge

Die ältesten Gesteine im Arbeitsgebiet sind die Gesteine des Paläozoikums (Abb. 1). Die Grauwacken des Devons bilden hierbei das älteste Glied und sind gleichzeitig das Grundgebirge der auflagernden Schichten. Von den permischen Zechsteinsedimenten sind nur die Werra- und die Staßfurtserie vertreten, allerdings nicht in ihrer vollständigen stratigraphischen Ausbildung. Nur als Residualbildung sind die Sedimente der Leine- und Allerserie auffindbar. Die sedimentären Ablagerungen des Zechsteins nehmen bei weitem die größten Bereiche des Gebietes ein. Bei den quartären Sedimentfolgen dominieren Sedimente des fluviatil-glazigenen Ursprungs.

### 2.1 Devon

Der Zechstein überlagert diskordant die im nördlichen Bereich des Arbeitsgebietes anstehenden, gefalteten paläozoischen Schichten des Harzes. Pflanzenbefunde belegen eine Schüttungsphase bis ins Unterkarbon hinein, womit das Gestein mit den Tanner Grauwacken des Harzes in Verbindung gebracht werden kann (Wachendorf 1986). Das Gestein

ist fein- bis grobklastisch. Der Hauptbestandteil der grünlich-grauen Matrix wird von Quarz und Feldspäten gebildet. Bei den Feldspäten sind es meistens Plagioklase. Kalifeldspat tritt nur untergeordnet auf, wobei seine rötliche Färbung und starke Verwitterung auf die beginnende Kaolinitisierung zurückgeführt werden kann. Bei den grobklastischen Bestandteilen der Grauwacke dominieren Gesteinsbruchstücke von Ton- und Kieselschiefer sowie vereinzelt auch Quarzbruchstücke. Das Bindemittel ist quarzitisches bis schwach tonig ausgebildet.

Anhand der Zusammensetzung des Gesteins sowie der paläogeographischen Lage des Ablagerungsgebietes, kann das Gestein als ein submarin abgelagertes Flyschsediment bezeichnet werden, das im Zuge der Variscischen Orogenese geschüttet wurde.

### 2.2 Zechstein

Im Untersuchungsgebiet sind nur zwei Salinarzyklen vertreten: die Karbonate und Sulfate der Werraserie und die Karbonate der Staßfurtserie. Es ist nicht eindeutig feststellbar, ob ebenfalls der braunrote Salzton in diesem Bereich zur Ablagerung kam. Die Gesteine der jüngeren Zyklen, der Leine- und Allerserie, sind nur als Residualbildungen auf den älteren Gesteinen liegengelassen, ansonsten der Erosion zum Opfer gefallen.

#### 2.2.1 Werraserie

Die Sedimentation des Werrazyklus beginnt normalerweise mit der Ablagerung des transgressiven Zechsteinskonglomerats. Ebenso wie der darauffolgende Kupferschiefer wurde er jedoch im Arbeitsgebiet nicht kartiert bzw. ist oberflächlich nicht aufgeschlossen. In der abgeteufte Bohrung Steina 1 wurde nach Paul (1987) lediglich ein 1m mächtiger Aufarbeitungshorizont der Grauwacken erbohrt.

Das Fehlen beider stratigraphischer Einheiten beruht auf den geomorphologischen Bedingungen, die vor der Meerestransgression bereits gegeben waren: In dem Bereich der persistierenden Eichsfeldschwelle bildete der Randbereich dieser frühzechsteinzeitlichen Ablagerungen den Übergangsbereich zum Becken hin.

#### ■ Werrakarbonat

Das teilweise feingeschichtete Gestein



ist ein grauer bis gelblichgrauer feinkörniger Dolomit. Verschiedentlich finden sich in dem Gestein Fossilien wie Crinoidenbruchstücke, Bruchstücke von spiriferiden Brachiopoden und Muscheln der Gattung *Schizodus Obscurus* und *Libea sp.* Im Hangenden des Gesteins (z.B. bei R: 439818, H: 571721) wird das Gestein fossilarm, porös, reich an Intraklasten, Stromatoliten und Onkoiden.

Das Gestein kann als mikritischer Mudstone bezeichnet werden, dessen Komposition die paläogeographische Lage und das Ablagerungsmilieu am Osthang der Eichsfeldschwelle widerspiegelt. Die Bildung von Onkoiden im subtidalen Bereich, das poröse Aussehen sowie Stromatolitbildung im Hangenden des Gesteins sind Anzeichen für zunehmend lebensfeindliches, salinares Milieu, und somit für den Übergang zu Sulfatsedimentation und Regression.

Die Riffdolomitfazies ist durch die Erhebung des Römersteins von den ihm umgebenden Zechsteinkalk des Hanges abgegrenzt. Ablagerung und Bau des Riffes fanden auf dem sich im Westen anschließenden Zentralbereich der Eichsfeldschwelle statt. Wie bei allen Zechsteinriffen der Eichsfeldschwelle handelt es sich um einen Pinnacle oder Patch Reef, dessen Hauptgerüstbildner Cyanobakterien waren. Diese geschichteten Stromatolite sind im nördlichen Bereich des Riffes besonders stark vertreten. Das deutet auf eine Brandungsfront und Stirn des Riffes hin, wo die Stromatolite für die Riffgemeinschaft wellenbrechend und stabilisierend wirkten (Paul 1987). An der Brandungsseite boten sich durch die ständige Frischwasser- und Nahrungszufuhr ideale Lebensbedingungen für die hier vertretene reiche Riffauna aus Bryozoen, Muscheln, Brachiopoden, Foraminiferen und Crinoiden. Die Riffrevolution im Verlauf des Werrazyklus wird geprägt durch eine Zunahme von stenohalinen Formen im Hangenden des Riffes. Die artenärmere, aber teilweise individuenreichere Lebensgemeinschaft aus Crinoiden, Brachiopoden und Bryozoen verschwindet mit der Zunahme der Salinität, so daß nur Algenmatten als die am ehesten an die Extrembedingungen angepaßte Lebensform den Abschluß an die Riffdolomitsedimente bilden. Mit beginnender Fällung des Gipses ist der Anpassung der Algen eine Grenze gesetzt und sie sterben schließlich aus.

#### ■ Werrasulfat

Die Sedimentation der Werrasulfate war durch den Rückzug des Meeres aus dem Süden des Norddeutschen Beckens bedingt. Im gesamten Bereich der Schwelle und des Beckens kamen Sulfate zur Ablagerung, die ihre größten Mächtigkeiten im Hangbereich der Schwelle erreichen.

Das Werrasulfat ist südlich der Bahnstrecke im gesamten Gebiet des Steinbruchs sowie an der Fitzmühlenquelle und am Nußteich oberflächlich aufgeschlossen (vgl. Abb. 1).

Das Gestein hat eine weiße bis bläulichgraue Farbe (Anhydrit) und ist stellenweise gut geschichtet.

Die Schichtung wird hervorgerufen durch 0,5 bis 2 cm dünne Lagen aus hellem, reinem und einem dunkleren (an Karbonat und organischer Substanz reichen) Sulfat. Die Schichtung spiegelt, ähnlich der Warvenschichtung, den jahreszeitlich bedingten Wechsel in der Sedimentationsrate und dem Eintrag an organischer Substanz wider. Die geschichteten Sulfate treten räumlich sehr begrenzt auf, d.h. die Schichtung läßt sich nicht auf lange Distanz hin verfolgen. Außerdem ist sie oft durch kleindimensionale Faltung gekennzeichnet. Ebenso häufig wie die Bänderanhydrite, kommen Sulfate vor, die keinerlei Schichtung aufweisen, sondern an Konglomerate oder Brekzien erinnern. Die Komponentengröße dieser Brekzien variiert zwischen 2 mm und 4 cm (stellenweise kommen auch Blöcke in Meter Größe vor). Die Klasten sind geplättet und weisen eine „coarsening upward“ Sequenz auf. Die ausgeprägt starke Inhomogenität der Sulfate ist ein Hinweis auf Instabilität der Sedimentpakete durch Übersteilung der Schwellenflanken infolge hoher Sedimentationsraten, mit einer Sedimentmächtigkeit bis zu 300m am Hang der Eichsfeldschwelle (Herrmann 1956, Richter-Bernburg 1955).

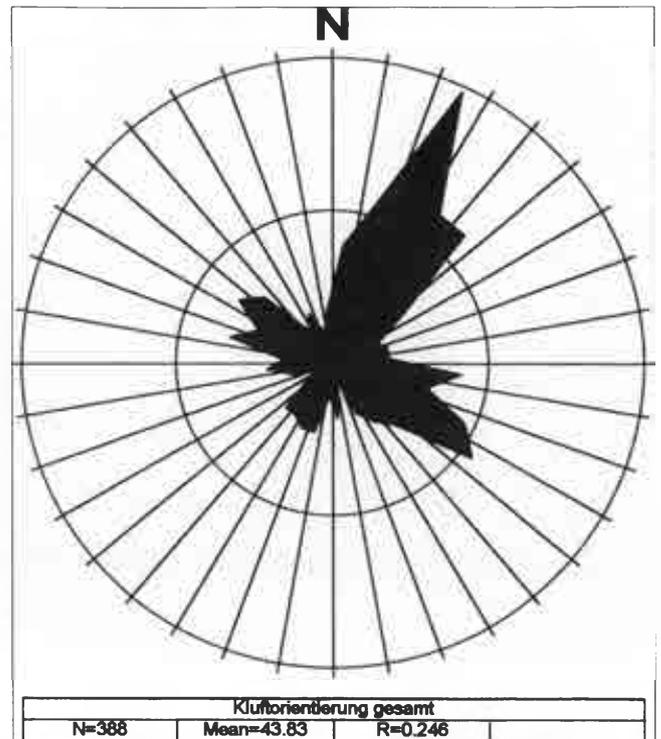


Abb. 2: Kluftrösendiagramm nach der Fallrichtung der Klufflächen für alle im Arbeitsgebiet gemessenen Werte

#### 2.2.2 Staßfurtserie

##### ■ Braunroter Salzton

Der Beginn der erneuten Meerestransgression wird durch die Ablagerung des braunroten Staßfurttons dokumentiert. Es ist nicht eindeutig feststellbar, ob dieses Sediment im untersuchten Bereich zur Ablagerung kam (Paul 1987). Im kartierten Bereich kommt ein grau-rotes Tonsediment vor, das sich von den ähnlich aussehenden Residualbildungen der jüngeren Zechsteinserien unterscheidet. Im Gegensatz zu diesen führt das Sediment Gipsbruchstücke und Dolomitbrekzien des Staßfurtdolomits, so daß das Sediment an die Grenze von Werraserie und Staßfurtserie gestellt werden kann.

##### ■ Staßfurtdolomit

Der Staßfurtdolomit kommt im Arbeitsgebiet in zwei, räumlich abgegrenzten, Fazies vor.

Im Westen, am Übergang zum Top der Eichsfeldschwelle, steht der hellgraue, poröse, unregelmäßig gebankte, Hauptdolomit an. Auffallend in dem sonst strukturlosen Gestein ist das Fehlen von gut erhaltenen Fossilien, nur vereinzelt sind Schillbruchstücke von Zweischalern und Ostrakoden zu fin-

den. Zum Hangenden hin nimmt die Häufigkeit von Stromatoliten und Onkoiden, sowie die Porosität des Gesteins zu. Das als Grain - bis Wackestone anzuspreekende Gestein zeigt in den Bankungsfugen Lösungserscheinungen und Einlagerungen von rötlichen, tonigen Material. Es ist das Ergebnis von wiederholter Regression und sogar des Trockenfallens der Eichsfeldschwelle in diesem Bereich.

Im Osten des Arbeitsgebietes, etwa östlich des Römersteins, wird der gesamte Bereich des Tettenborner Kalksteinplateaus durch die dem Hauptdolomit zeitäquivalente Fazies des Stinkdolomits belegt. Das grauefarbte Gestein weist im Gegensatz zum Hauptdolomit einen starken Geruch von  $H_2S$  auf. In dem gut geschichteten, sehr bitumenreichen Gestein fehlen die Onkoide und Stromatolite des Hauptdolomits. Der Fossilinhalt besteht in der Hauptsache aus Brachiopoden: *Productus*; Muscheln: *Schizodus obscurus*, *Libea sp.* sowie *Bakevellia sp.* Die Fossilien treten nicht gesteinsbildend auf, weisen z.T. aber hohe Konzentrationen in einzelnen Bänken auf. Die reiche Fauna dieser Gesteine steht im Gegensatz zu dem Bitumenanteil der Stinkdolomite. Die benthisch lebenden Organismen müssen folglich mit genügend Sauerstoff versorgt worden sein. Die geringere Artenvielfalt der Fauna gegenüber dem Werrakarbonat spricht für eher lebensfeindliche Umweltbedingungen. Die große Zahl an Einzelindividuen ist der Ausdruck des Anpassungsvermögens einer oder mehrerer Arten an die Extrembedingungen. Die meisten Molusken-schalen sind gut erhalten, da die Ablagerung der Sedimente unterhalb der Wellenbasis in einer Meerestiefe von ca. 60-70m stattfand (Herrmann 1956).

### 2.3 Quartär

Die Flußschotter der Ober- und Niederterrasse wurden in den pleistozänen Tälern der Steina abgelagert, wogegen der weichselzeitliche Löß bzw. Lößlehm auf und an den Hängen des Tettenborner Kalksteinplateaus abgelagert wurde. Sedimente der Mittelterrasse sind im gesamten Gebiet nicht vorhanden.

Das Sediment der Oberterrasse besteht hauptsächlich aus einer Mischung von Kies in einer Matrix aus Schluff und Ton. Die Grauwacken der Oberterrasse sind infolge der starken Kaolinitisierung

der Kalifeldspäte sehr stark verwittert. Die Oberterrasse unterscheidet sich von der Niederterrasse durch das Führen von etwa hühnereigroßen Quarzitzeröllen des Acker-Bruchberg-Typs.

Im Gegensatz zu den Sedimenten der Oberterrasse bilden die Niederterrassekiese eine weitläufige, ebene Aufschüttungsfläche. Die Komponenten der Niederterrasse sind weniger stark verwittert als die der Oberterrassekiese. Der Anteil an Grauwackenbruchstücken und Rhyolithgeröllen erreicht teilweise sehr hohe Werte. Schluff- und Tonanteile treten gegenüber der Sandfraktion stark zurück. Die Abnahme des Rundungsgrades der einzelnen Komponenten spricht für einen kürzeren Transportweg.

Zu den Sedimenten, die infolge von Umlagerungsprozessen aus fluvioglazialen Sedimenten der Terrassen hervorgehen, gehören der Hanglehm und der Löß bzw. Lößlehm.

Der Hanglehm, ein bisweilen humoser, sandiger Schluff von hellbrauner oder graubrauner Farbe, ist stets in der Nachbarschaft zu den Oberterrasse-sedimenten zu finden, aus denen er durch Solifluktion und andere periglaziale Umlagerungsprozesse hervorgeht.

Der Löß überdeckt weite Teile des Kalksteinplateaus westlich von Tettenborn. Die Ablagerung dieses äolischen Sediments konzentriert sich auf die Osthänge und auf morphologisch vorgegebene Geländemulden der Weichselzeit. Das Sediment von Schluffkorngröße ist teilweise vollständig entkalkt.

Die holozänen Ablagerungen konzentrieren sich auf die künstlich aufgestauten rezenten und aufgelassenen Teiche im Norden und Süden des Gebietes, sowie Überschwemmungsflächen der Steina. Die grauen und schwarzen Schluffe und Tone führen teilweise hohe Anteile an unzersetzter organischer Substanz.

### 3. Tektonik

Insbesondere der Ostbereich des Tettenborner Kalksteinplateaus ist von Verwerfungen stark betroffen. Während die Mächtigkeiten des Z1/k und des Z2/d mit bis zu 15 bzw. 40m einigermaßen genau angegeben (vgl. Herrmann 1956) werden können, ist im Falle des Werrasulfats mit großen Schwankungen der Mächtigkeit zu rechnen. Auf der Schwelle beträgt die Sulfat-

mächtigkeit bis zu 40m (Baldschun 1990), wogegen im Bereich von Tettenborn bis 150 m angenommen werden (Herrmann 1956, Paul 1987).

Ausgehend von diesen Prämissen besteht die Notwendigkeit einer Verwerfung im Bereich der Bahnlinie. Anhand der Messungen in diesen Bereich müßte die Mächtigkeit des Sulfats etwa 20m betragen, wenn man von einem allgemeinen Einfallen der Schichten von 5-15° nach SW ausgeht. Lithologisch läßt sich diese Störung aufgrund der Überdeckung durch die Sedimente der Oberterrasse nicht nachweisen.

Die große Trogstöhle südlich der Bahnstrecke verdankt ihre Entstehung der in diesem Bereich verlaufenden herzyn streichenden Störung (Stolberg 1926). Die SW Seite der Trogstöhle wird von Werrakalk eingenommen, dagegen die NE Seite vom Werrasulfat, dokumentiert durch einen deutlichen Geländesprung an der Tagesoberfläche. Die Fortsetzung der Störung nach Nordwesten ist unklar. Eine leichte Einmündung im Gelände auf dem Tettenborner Kalksteinplateau sowie das Vorkommen von Störungsbekzien und des braunroten Salztons im Streichen der Störung (R: 439904; H: 571614), sind der eindeutige Beweis für die Fortsetzung der Störung nach SE.

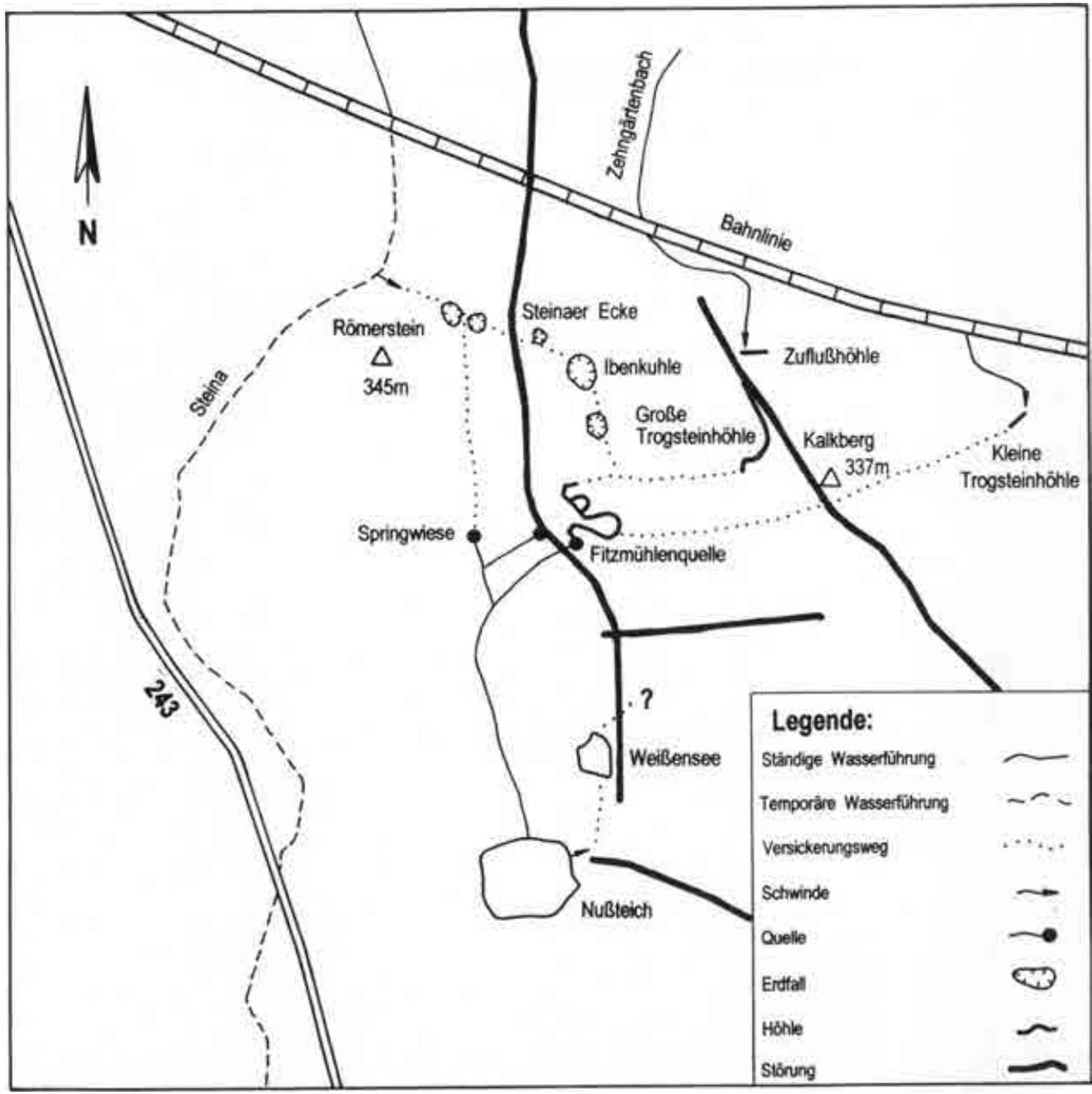
Der zentrale Teil des Arbeitsgebietes wird durch die etwa Nord - Süd streichende Weißenseestörung eingenommen. Der im E der Störung anstehende Werragips im Bereich der Fitzmühlquelle wurde herausgehoben, wobei die Gesteine des Staßfurt-dolomits im Westen abgeschoben wurden. Die Störung läßt sich im Süden vom Weißensee ausgehend längs eines Geländeeinschnitts bis nördlich der Bahnstrecke verfolgen.

Der Osthang des Geländeeinschnitts im Bereich des Weißensees wird durch eine E - W verlaufende Störung zerschnitten, was sich in dem sprunghaften Wechsel der Morphologie, besonders aber durch den Versatz der Grenze Sulfat/Dolomit nach Süden äußert. Die Störungslinie läßt sich als Einmündung des Geländes bis zum Kalksteinplateau verfolgen, wo sie in einem muldenförmigen Erdfall endet.

Die südlichste herzyn streichende Störung des Gebietes verläuft etwa parallel zum Hangfuß des Kalkberges. Im Bereich des Nußteichs steht Werrasulfat an, so daß die SE Scholle herausgehoben

**LEGENDE**

- Einzelerdfall 
- Erdfallfeld 
- Höhle 
- Ponor 
- Quelle 
- Naßstelle 
- Fluß/Bach:  
ständige Wasserführung   
temporäre Wasserführung 
- Offene Wasserfläche  
(See, Weiher) 
- Steinbruch:  
derzeitiger Abbaubereich   
geplanter Abbaubereich 
- Naturschutzgebiet 
- Störung nachgewiesen 
- Störung vermutet 
- Darstellung der Lage  
von Kluftscharen 
- Trassenverlauf:  
Variante 3   
Variante 4 



**Legende:**

- Ständige Wasserführung 
- Temporäre Wasserführung 
- Versickerungsweg 
- Schwinde 
- Quelle 
- Erdfall 
- Höhle 
- Störung 

Abb. 3: Übersicht über die unter- und oberirdischen Wasserläufe im Untersuchungsgebiet

ben wurde. Ähnlich wie bei der Trogstensteinstörung stehen hier der braunrote Salzton und eine Störungsbrekzie an. Zusätzlich dazu befindet sich an der NE Seite des Nußteiches eine Schwinde, deren Ursprung in dieser "Nußteichstörung" zu sehen ist. Der Verlauf der Störung nach E wird durch die Morphologie und das Auftreten von einzelnen Erdfällen dokumentiert.

Betrachtet man die Gesamtheit der tektonischen Elemente (vgl. Abb. 2), so lassen sich zwei dominierende Streichrichtungen erkennen. Die Hauptrichtung ist herzyn bzw. flachherzyn ausgebildet. Eine untergeordnete Rolle spielt die rheinische bzw. erzgebirgische Richtung. Die rheinische Richtung entspricht etwa der Orientierung der Eichsfeldschwelle sowie der Orientierung des Ohmgrabens im Eichsfeld. Das Alter der herzynischen Strukturen ist sicherlich in das Rotliegende einzustufen, wie die Ablagerungen der Rotliegendesedimente in der Lauterberger Rinne oder die herzynisch streichenden Porphyrgänge des Stauffenbützels und des Ravensberges zeigen (Herrmann 1956). Die im Gebiet auftretenden Verwerfungsstrukturen haben ihre Anlage im Paläozoikum und wurden durch die Heraushebung des Harzes in der Kreide reaktiviert.

#### 4. Hydrogeologische Verhältnisse

Die hydrogeologischen Verhältnisse werden durch die im Untersuchungsgebiet anstehenden, verkarstungsfähigen Sulfatgesteine bestimmt. Im Westen wird das Untersuchungsgebiet durch den oberirdisch abfließenden Steinabach gequert (Abb. 3).

Die größte Wassermenge verliert der Bach bereits am Schwalgloch, nördlich des Untersuchungsgebietes und unmittelbar an der Bahnunterführung sowie NE des Römersteins. Die Wasserführung des Baches südlich der Bahnstrecke ist nur bei ausgesprochen reichen Niederschlagsmengen und nach der Schneeschmelze im Frühjahr zu beobachten. Im Fall einer "normalen" Entwässerung folgt die Steina ihrem im Holozän entwickelten, natürlichen Abfluß und fließt in den Nußteich hinein. Den geologischen und tektonischen Verhältnissen zufolge muß die Versickerung der Steina nach Südosten erfolgen, was

sich in dem Schüttungsverhalten der Springwiesenquellen und der Fitzmühlenquelle dokumentiert. Als Wasserleiter müssen im Bereich der Versickerungen Klüfte im Dolomit bzw. Hohlräume im Gips fungieren. Der größte Anteil der versickerten Wassermenge benutzt wahrscheinlich den Oberterrassenschotter als Wasserleiter, wobei der Dolomit als Stauhorizont fungiert (vgl. Abb. 1).

Der Zehngärtenbach östlich der Steina versickert in der großen Trogststeinhöhle an der Trogststeinstörung. Der unterirdische Abfluß des Zehngärtenbaches erhöht sich durch den Wasserzufluß der am Eingang zur Trogststeinhöhle liegenden Zuflußhöhle sowie durch Sickerwässer der Steina, bevor die gesamte Wassermenge am Fitzmühlenspring wieder austritt. Durch den Abbau des Gipses im Westen des Steinbruchs angetroffene Hohlräume wiesen Spuren fließenden Wassers auf, das aus der Versickerung der Steina stammen kann (Reinboth 1969). Das Wasser der Zuflußhöhle stammt aus der Versickerung der Niederschläge und steht nicht mit evtl. Sickerwässern der Kleinen Trogststeinhöhle in Verbindung, deren Wasser in der Fitzmühlenquelle an die Tagesoberfläche tritt. Während einer Ölhavarie in der Kolonie Tettenborn in den 70er Jahren gelangte ölverschmutztes Wasser in die Kleine Trogststeinhöhle und konnte in der Fitzmühlenquelle nachgewiesen werden (frdl. mdl. Mitt. Herr Vladi).

Das gesamte Wasser, das in der Springwiese und in der Fitzmühlenquelle austritt, nimmt seinen weiteren Verlauf als oberirdisches Gerinne in Richtung Nußteich auf. Der Nußteich hat keinen oberirdischen Abfluß, vielmehr erfolgt der Abfluß unterirdisch. In der Nordostecke des Teiches befindet sich ein Ponor, dessen Anlage in den beiden hier verlaufenden Störungen zu sehen ist: die Nußteichstörung und die Weißenseestörung. Die Austrittsstelle des hier versickernden Wassers wird im Salzaspring, nordwestlich von Nordhausen, vermutet.

Inwiefern das Wasser des Weißensees seinen Ursprung in der Versickerung der Steina hat, oder aus dem Sickerwasser der Kleinen Trogststeinhöhle stammt, kann nicht geklärt werden. Die Herkunft des Wassers aus der Kleinen Trogststeinhöhle ist wahrscheinlich in der nördlich des Weißensees verlaufenden E-W Störung zu vermuten.

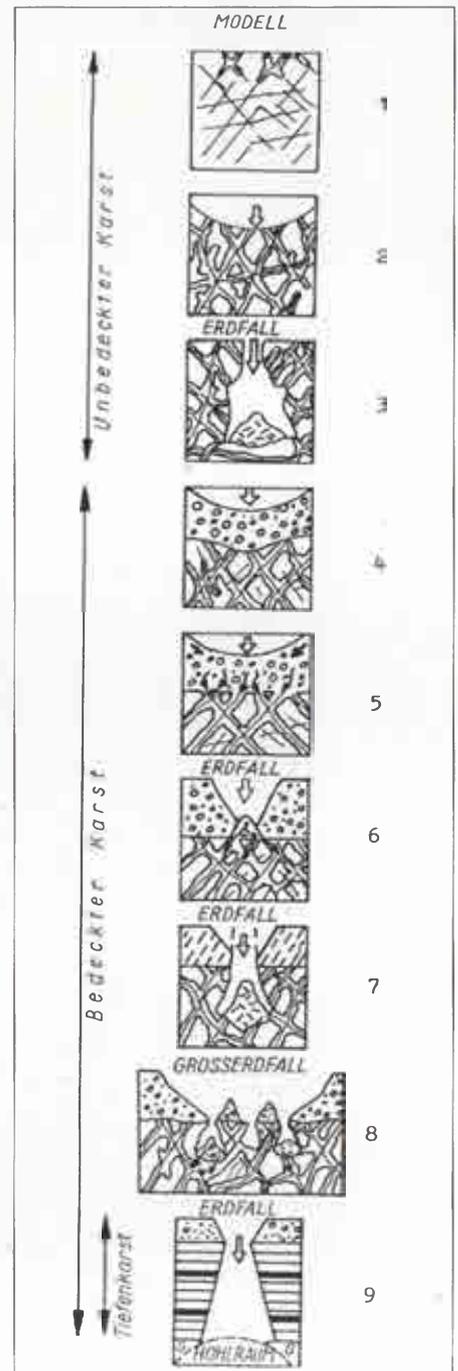


Abb. 4: Modelle der Bildung von Senkungen und Erdfällen im Sulfatkarst (aus Molek 1973)

1. Karst - Kleinformen (Sulfatkarren und -schratten im Beispiel Kluffbezo-gen)
2. geringe Senkungen durch allmähliches Nachsacken des über Trennfugen allseitig verkarsteten Kluffkörperverbandes
3. Erdfall im Frühstadium (noch ohne Abflachung der Bruchrichterwände) durch Überschreiten der Biegefestigkeit der hangenden Decke

### 5. Ingenieurgeologische Bewertung der Verkarstungsprozesse im Gips

Die Einteilung der Verkarstungsprozesse im Sulfat kann nach der Tiefenlage der verkarstbaren Schichten erfolgen. Man unterscheidet zwischen nackten und bedeckten Karst. Oberflächenerscheinungen des nackten Karstes könnten zum allergrößten Teil auf den unmittelbaren Einfluß der Tageswässer zurückgeführt werden. Es kommt zur flächenhaften Ausbildung von vorwiegend Kleinformen in Form von Karren. Diese können in Schlotten und geologische Orgeln übergehen, falls die Tageswässer entlang von geeigneten Klüften oder Kluftkreuzungen ihre Lösungs-

tätigkeit in die Tiefe fortsetzen können. Der nackte Karst ist im Arbeitsgebiet nur im Bereich des Steinbruchs vertreten. Sonst ist nur mit bedeckten Karst zu rechnen. Im Arbeitsgebiet dominiert die reguläre Auslaugung nach Weber 1952 und im Bereich der Störungen tritt irreguläre Verkarstung auf. Infolge der Verkarstungsprozesse im Gips kann es zu bruchhaften und bruchlosen Deformationen an der Geländeoberfläche kommen.

Unter dem Begriff Erdfall wird der Geländebruch an der Tagesoberfläche durch den Zusammenbruch unterirdischer Lösungshohlräume verstanden. Der Deformationsvorgang und die daraus resultierende Oberflächenform sind nach Reuter & Molek 1980 abhängig von:

- Tiefenlage und Größe des primären Hohlraums
  - Geomechanische Verhältnisse und Eigenschaften des löslichen Gesteins (im Fall des nackten Karstes) bzw. des Deckgebirges (beim bedeckten Karst)
  - Hydrologische Verhältnisse im Deckgebirge
- Bruchlose Deformationen werden hervorgerufen durch:
- Suffosions- und innere Erosionsvorgänge im Lockergebirge
  - Senkungen über bindigen Residualgesteinen des Sulfats
  - Senkungen in Erdfallschlotfüllungen (Setzungen in unkonsolidierten Sedimenten; Füllmaterial der Erdfälle)
- Molek (1973) entwickelte die in Abb. 4 dargestellten Modelle von Senkungs-

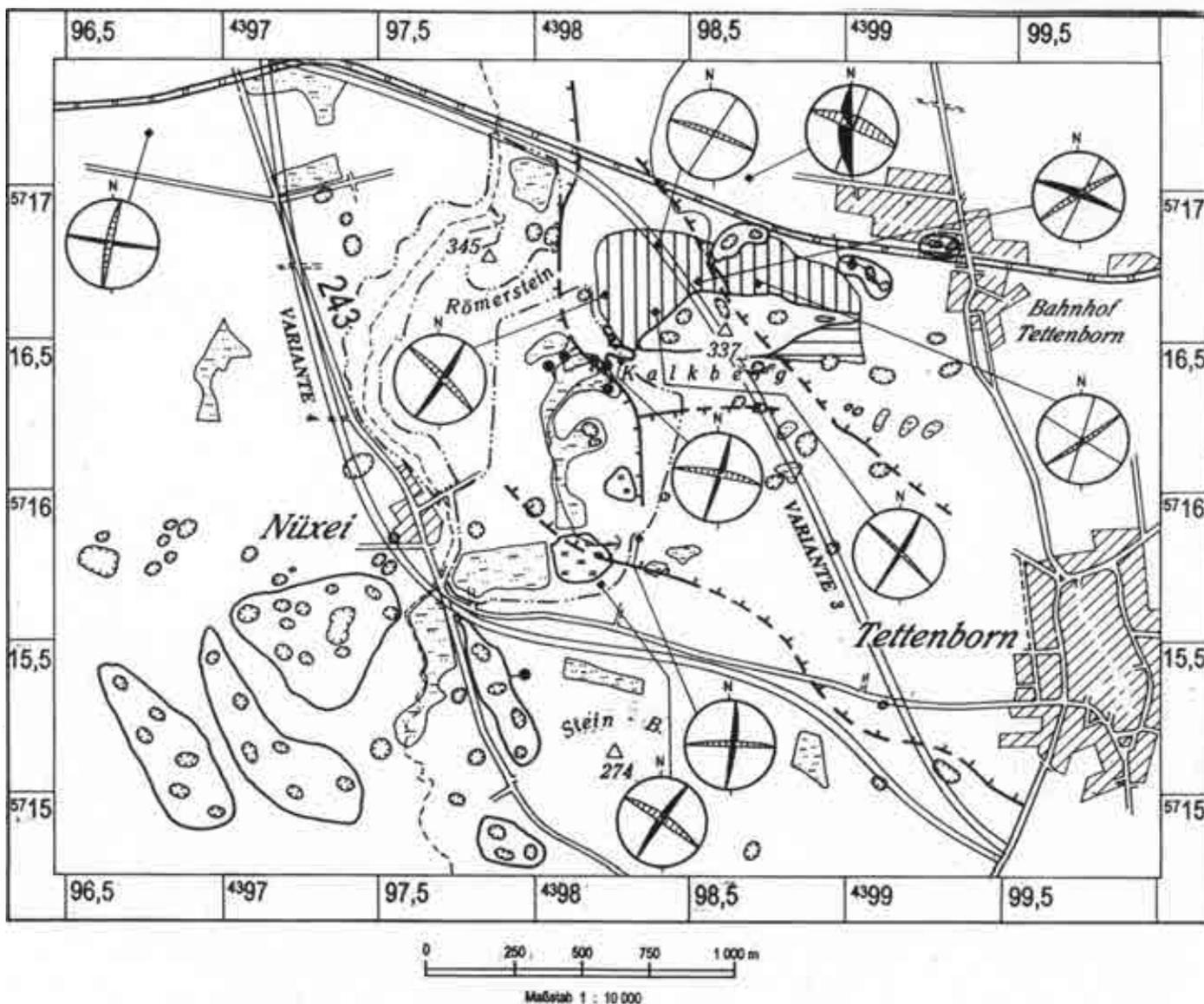


Abb. 5: Ingenieurgeologische Karte mit Darstellung der Erdfallvorkommen

und Erdfallbildungen im Sulfatkarst für die ingenieurgeologische Standortbewertung des sulfatkarstgeschädigten Baugrundes.

Für den Fall des nackten Karstes sind die Modelle 1 und 3 im Gipssteinbruch festgestellt worden. Die Erdfälle der Ibenkühle bilden ein klassisches Beispiel für das Modell 3. Senkungen und Erdfälle im Bereich der Bahn und an der südlichen Begrenzung des Steinbruchs treffen auf die Modelle 4 und 5 zu. Erdfallbildungen nach Modell 6 sind im Bereich der Bahn, wo Terrassenschotter direkt auf dem verkarsteten Gips liegen, verwirklicht. In bindigen Lockergesteinen sind keine Erdfälle zu beobachten, da die im Gebiet vorkommenden bindigen Lockergesteine nicht direkt auf dem verkarstenden Gebirge anstehen. Ausnahmen dazu bilden die Auslaugungsbrekzien, die durch den hohen Anteil an Lehm als bindige Lockergesteine betrachtet werden können. Im Fall der Überdeckung des Gipsgesteins tritt häufig eine Erdfallbildung ein, die durch den Verbrauch des Festgesteins vor allem im Bereich des Kalksteinplateaus gekennzeichnet ist. Im Westbereich des Gebietes wird der Stinkdolomit von den pleistozänen Terrassenschottern überlagert. In diesem Fall ist eine Kombination von Bruchprozessen zu beobachten, die zunächst aus dem langsamen Bruch von Stinkdolomit und nachfolgend aus dem schnellen Verstoß der Lockersedimentdecke besteht.

## 6. Prognose der Erdfallbildung im Untersuchungsgebiet

Für die ingenieurgeologische Analyse der Erdfallbildung im Untersuchungsgebiet wurden die Daten des Erdfallkatasters des Landkreises Osterode und des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung ausgewertet. Das Vorkommen der einzelnen Erdfälle und Erdfallfelder ist in der Abbildung 5 dargestellt. Anhand der vorliegenden Daten wurden die Erdfälle statistisch nach Form, Durchmesser und Tiefe ausgewertet. Insgesamt sind nur 24 Einzelerdfälle ausgewertet worden, wogegen bei der Orientierungsanalyse 47 Erdfälle verwendet wurden. Die unterschiedliche Anzahl resultiert aus der schlechten Erdfalldokumentation und besonders aus der Zusammenfassung von häufigen Erdfallvorkommen zu Erdfallfeldern. Nur von neun Einzelerdfällen ist

das Alter der Formen bekannt. Demzufolge haben die zeitlich datierten Erdfälle einen größeren Wert für die Angabe der primären Erdfalldurchmesser und für die Beschreibung der primären Form. Die jüngsten Bruchformen weisen einen primären Durchmesser von 0,4-6 m bei einer maximalen Tiefe von 1,5 m auf. Erdfälle mit Durchmessern von 10er Meter sind auf Verkarstungsprozesse in der Vergangenheit zurückzuführen, gebildet unter anderen klimatischen Bedingungen. Die Verkarstung des Untergrundes im Bereich der großen Bruchformen geht immer noch weiter, was sich durch rezente Nachbrüche in den alten Erdfallformen äußert. Entsprechend ihrem Entstehungsort und dem geologischen Untergrund können zwei Formen unterschieden werden. In den Lockersedimenten der Terrassenschotter haben die Erdfälle eine Trichter- oder Kegelform. In dem Festgestein des Stinkdolomits und den bindigen Gesteinen des Lößlehms ist die Erdfallform annähernd zylindrisch.

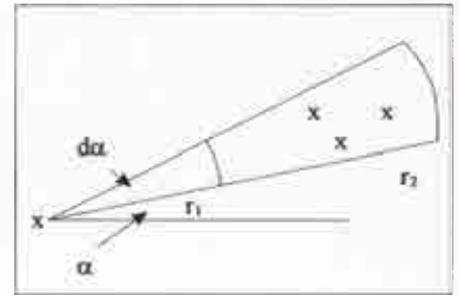


Abb. 6: Prinzipskizze der Auswertung eines Punktmusters für die Orientierungsdichte (nach Reuter, F. et al. 1981)

### 6.1 Orientierungsanalyse

Bei der Orientierungsanalyse wird die Orientierungsdichte  $O(a, r_1, r_2)$  der im Gebiet kartierten Erdfälle beschrieben (Abb. 6). Die Orientierungsdichte gibt die mittlere Anzahl der Punkte in einem Sektor mit einem Öffnungswinkel  $a, \dots, a+da$  und dem Zentrum  $x$  eines Erdfalls an. Es werden Punkte in einem Sektor betrachtet, deren Lage in den

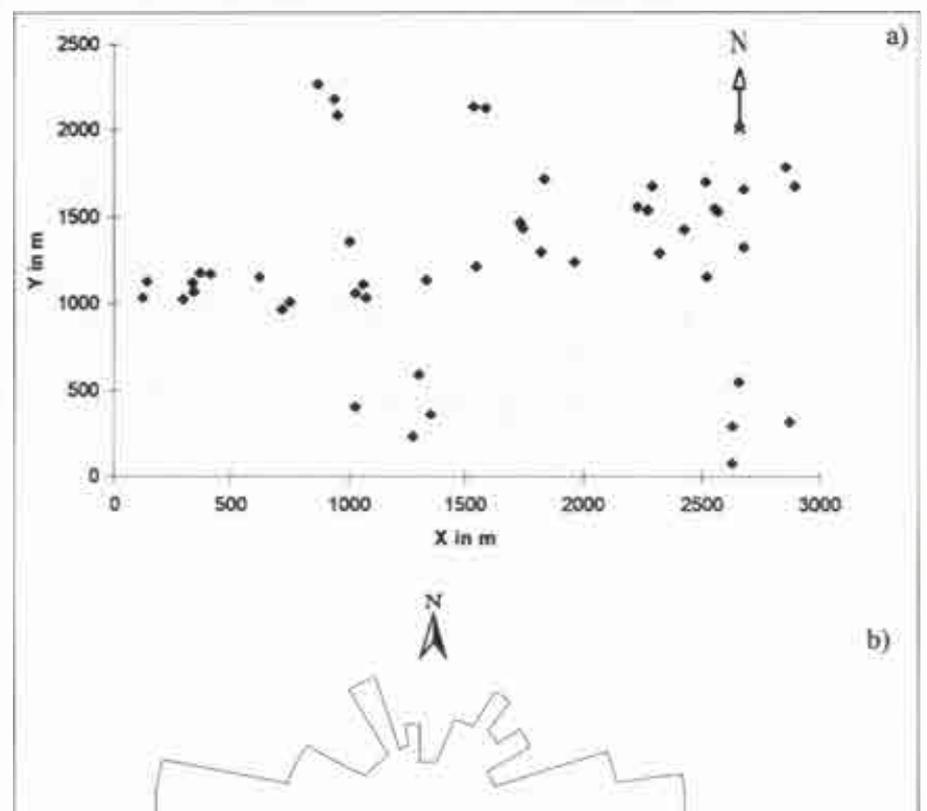


Abb. 7: Grundlage und Ergebnisse der Orientierungsanalyse  
 a) Verteilung der Erdfälle, die für die Orientierungsanalyse verwendet wurden ( $n=47$ ).  
 b) Orientierungsdichte  $O(a, 0, 500)$  für die Erdfälle im Arbeitsgebiet

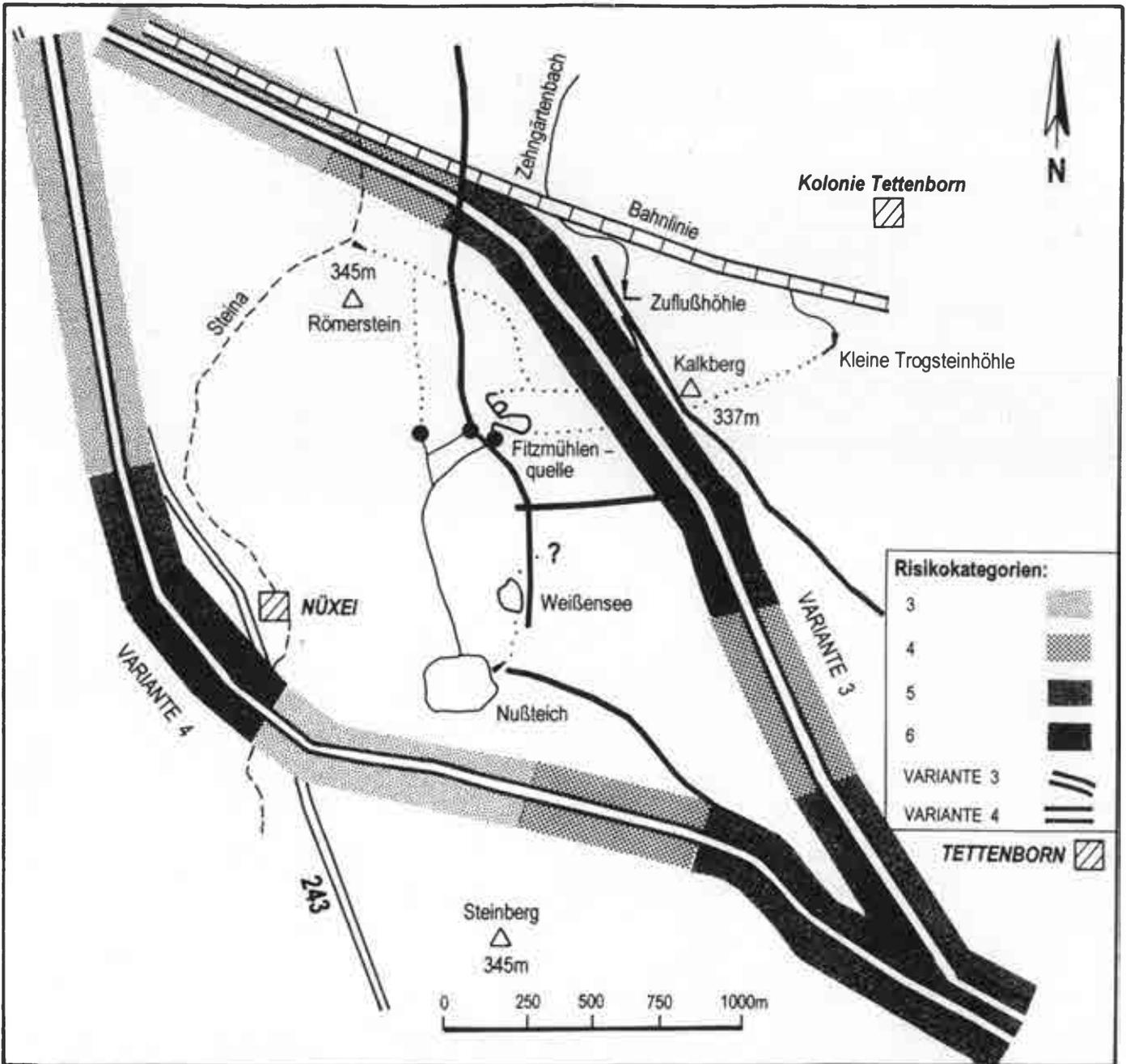


Abb. 8: Verteilung der erweiterten Risikokategorien im Verlauf der beiden Varianten unter der Berücksichtigung der speziellen strukturellen und hydrogeologischen Randbedingungen.

Bereich der Radien  $r_1$  und  $r_2$  fällt. Das Zentrum  $x$  durchläuft nacheinander alle Punkte des Punktrasters, das durch die Zentren der Erdfälle gebildet wird. Maxima von  $O(a, r_1, r_2)$  zeigen die bevorzugten Richtungen aus der Sicht eines Punktes des Musters an. Daraus läßt sich die Erdfallbildung in Abhängigkeit von den strukturellen Parametern ableiten.

Für das vorliegende Gebiet wurde ein Punktmuster bestehend aus 47 Erdfällen

ausgewertet. Für die Radien  $r_1$  und  $r_2$  wurden die Werte 0 bzw. 500 m gewählt. Die Änderung des Öffnungswinkels ist auf  $10^\circ$  festgelegt worden (Abb. 7).

Aus der Verteilung der Maxima in dem Orientierungsdiagramm wird deutlich, daß die meisten Erdfälle mit dem Streichen der Zechsteinschichten zusammenfallen. Für das Untersuchungsgebiet bedeutet das zunächst eine erhöhte Erdfallhäufigkeit im E-W Streichen. Die deutlichen Maxima mit dieser

Orientierung gehen auf den Vorgang der regulären Auslaugung zurück.

Weitere Maxima der Verteilung von Erdfällen sind in der flach- bzw. steilherzynischen Richtung zu beobachten. Gleichfalls hohe Werte treten in der erzbergischen und untergeordnet in der rheinischen Streichrichtung auf. Vergleicht man diese Ergebnisse mit den Hauptstreichrichtungen der Klüfte (Abb. 3), so ist eine deutliche Übereinstimmung nach der Orientierungsan-

alyse im Auftreten von Erdfällen und dem Streichen der Hauptklufscharen feststellbar. Für die Prognose der Erdfallbildung muß besonders die Kombination des allgemeinen Schichteinfalens und der tektonischen Haupttrichtungen herausgehoben werden. Im Bereich von Störungen ist mit einer erhöhten Erdfallbildung zu rechnen.

## 6.2 Erdfallbildung infolge besonders starker Verkarstung

Das erste Gebiet befindet sich östlich des Nußsees, wo die Weißenseestörung in den Einflußbereich der südlich verlaufenden Nußteichstörung fällt. Das zweite Gebiet befindet sich auf dem Tettenborner Kalksteinplateau. Auch hier kreuzen sich zwei Störungen, nämlich die nördlich des Weißensees verlaufende Ost-West Störung und die herzynisch streichende Trogsteinstörung. Zu einer verstärkten Auslaugungstätigkeit trägt in diesen Bereichen die hydrogeologische Situation bei. Am Nordostende des Nußsees versickert das Wasser in einem Ponor und nimmt seinen weiteren Weg in die unterirdischen Hohlräume. In diesem Bereich addieren sich die Einflüsse tektonischer und hydrogeologischer Faktoren. Ähnliches gilt für das Tettenborner Kalksteinplateau. Das Sickerwasser der kleinen Trogsteinhöhle durchquert den Untergrund in Richtung Fitzmühlenquelle und wahrscheinlich in Richtung des Weißensees.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit folgen die Sickerwässer den tektonisch geschaffenen Bahnen, d.h. den Hauptkluftrichtungen, die durch die beiden Verwerfungen vorgegeben werden. Einen Beweis für die oben beschriebenen Fälle gibt das Vorkommen von Erdfällen in diesen Bereichen. Neben fossilen, schüsselförmigen Formen finden sich wannenförmige Erdfälle deren Längsachse der Streichrichtung der Verwerfungen folgt.

Etwa an der Westgrenze des Gipssteinbruchs befindet sich ein Gebiet, in dem es durch die besondere hydrogeologische Situation zur Bildung von Erdfällen kommen kann, deren primäre Durchmesser über 10m betragen können. In diesem Bereich ist die Existenz von Hohlräumen nachgewiesen worden. Die Hohlraumbildung erfolgt entlang der Schichtgrenze von Stinkdolomit und Werrasulfat durch Versik-

kerung der Steinawässer und durch den unterirdischen Lauf des Zehngärtenbaches. Im Fall von zunehmender seitlicher Vergrößerung der Hohlräume kann es an der Geländeoberfläche zu Erdfällen kommen, deren Durchmesser größer sind als in anderen Bereichen.

Ein weiteres Gebiet der intensiven Verkarstung und Erdfallbildung befindet sich südwestlich der Ortschaft Nüxei in dem sogenannten Nüxeier Wald. Die Ursache für das verstärkte Erdfallvorkommen in diesem Bereich konnte nicht eindeutig festgestellt werden. Möglich wäre eine verstärkte Verkarstung des Untergrundes durch Sickerwässer der Ichte und/oder Steina.

Das Erdfallvorkommen nördlich des Gipssteinbruchs hängt mit der Bildung von Schloten in der Gipsoberfläche unter der dünnen Bedeckung aus verstärkten Deckschichten zusammen. Dieser Bereich kann von der weiteren Untersuchung ausgeschlossen werden, da es im Erweiterungsbereich des Gipssteinbruchs liegt. Nach der Beendigung des Abbaus muß dieser Bereich gesondert untersucht werden.

## 7. Bewertung der Verkarstungsprozesse für den Trassenverlauf

Die Vielzahl rezenter Erdfälle im Untersuchungsgebiet macht deutlich, daß die Verkarstungsprozesse im Untergrund immer noch aktiv sind. Besonders stark ausgeprägt sind diese Prozesse in Bereichen, die eine starke Zerrüttung des Gebirges aufweisen und in denen die hydrogeologische Situation gute Voraussetzungen für die Sulfatlösung schafft. In der Abb. 5 ist das Vorkommen der Erdfälle im Untersuchungsgebiet abgebildet. Hieraus ist ersichtlich, daß im Bereich des Kalkberges und des Gipssteinbruchs Erdfälle besonders häufig zu finden sind. Auch Erdfälle jüngeren Datums treten in diesen Bereichen verstärkt auf. Aus diesen Gründen ist in diesem Abschnitt der Variante 3 mit besonders starkem Vorkommen der Erdfälle zu rechnen. Im Verlauf der Variante 4 treten nur vereinzelt Erdfälle auf. Eine Ausnahme bildet die Anhäufung der Erdfälle südwestlich der Ortschaft Nüxei. Während die Ursachen für die Bildung der Erdfälle und die starke Verkarstung auf dem Kalkberg durch die strukturelle und hydrogeologische Situation gut nachvollziehbar

sind, kann für die Erdfallbildung und für das Ausmaß der Verkarstung südlich von Nüxei keine eindeutige Aussage gemacht werden. Vermutlich ist die unterirdische Verkarstung auf Versickerung der Ichte und/oder der Steina zurückzuführen.

Im Land Niedersachsen wird das Risiko für die Erdfallbildung anhand der Art der Verkarstung (regulär oder irregulär), der Tiefenlage der löslichen Gesteine, der Entfernung und Anzahl von Erdfällen in einem Gebiet in sieben Risikokategorien eingeteilt (vgl. Büchner 1996).

Für das Arbeitsgebiet sind außer den Kategorien 0 bis 2 alle Risikokategorien vertreten. In der Abb. 8 ist das Vorkommen der Risikokategorien im Verlauf der beiden Varianten dargestellt. Neben der für die Risikoeinteilung geforderten Kriterien sollte die strukturelle und hydrogeologische Situation berücksichtigt werden. Aus diesem Grund sind die Bereiche, die im Variantenverlauf besonders der Verkarstung unterliegen, eine Stufe höher gesetzt, als es den Vorgaben der Risikokategorien entsprechen würde. Aus der Abbildung 8 ist ersichtlich, daß im Verlaufe der Variante 3 die Risikokategorien 5 und 6 auf den Bereich des Gipssteinbruchs und des Tettenborner Kalksteinplateaus begrenzt sind. Für beide Varianten ist im Osten des Arbeitsgebietes Risikokategorie 5 klassifiziert worden aufgrund der hier verlaufenden Störung. Lediglich südwestlich der Ortschaft Nüxei sind die Risikokategorien 5 und 6 im Verlauf der Variante 4 festgestellt worden. Im Gegensatz zu Variante 3 treten die Risikokategorien 3 und 4 in der Umgebung der Variante 4 viel häufiger auf. Für beide Varianten gilt, daß das Gebiet nordwestlich bzw. südwestlich des Römersteins der Risikokategorie 3.1 zugeordnet werden kann. Aus den Ergebnissen der ingenieurgeologischen Untersuchungen der Verkarstungsprozesse und der Verteilung der Risikokategorien im Variantenverlauf, kann die Variante 4 hinsichtlich der Erdfallgefährdung günstiger als Variante 3 beurteilt werden. Erdfallereignisse sind jedoch für beide Varianten nicht auszuschließen, so daß diese Problematik in der Baugrunderkundung und bei der Projektierung bautechnischer Sicherungsmaßnahmen besonders untersucht werden sollte.

## 8. Schriftenverzeichnis

- Baldschun, T.* (1990): Fazielle und mikropaläontologische Untersuchungen von Zechsteinkarbonaten östlich der Eichsfeldschwelle am Südharzrand bei Steina. - Diplomarbeit Inst. Geol. Paläont. Univ. Braunschweig: 62 S., 7 Abb., [unveröff.].
- Büchner, K.-H.* (1996): Gefährdungsabschätzung für die Planung von Bauwerken in erdfallgefährdeten Gebieten Niedersachsens. - Z. angew. Geol. 42 H.1: 14-19; Stuttgart.
- Fiksel, T. & Stoyan, D.* (1983): Mathematisch-statistische Bestimmung von Gefährdungsgebieten bei Erdfallprozessen. - Z. angew. Geol. 29 H.9: 455-459; Berlin.
- Haase, H.* (1936): Hydrologische Verhältnisse im Versickerungsgebiet des Südharz - Vorlandes. - Diss. Univ. Göttingen: 218 S.
- Herrmann, A. & Richter-Bernburg, G.* (1955): Frühdiagenetische Störungen der Schichtung und Lagerung im Werra-Anhydrit (Zechstein 1) am Südwestharz. - Z. dt. geol. Ges. 105: 689-702; Hannover.
- Herrmann, A.* (1956): Der Zechstein am südwestlichen Harzrand. - Geol. Jb. 72: 1-72; Hannover.
- Jordan, H.* (1979): Der Zechstein zwischen Osterode und Duderstadt (südliches Harzvorland). - Z. dt. geol. Ges. 130: 145-163; Hannover
- Kammerer, F.* (1962): Ingenieurgeologische Methoden in Erdfall- und Senkungsgebieten. - Freiburger Forsch. Hefte C 127: 49-109; Berlin.
- Langbein, R.* (1987): The Zechstein sulphates: The state of the art. - In: Peryt, T. M. (Ed.): The Zechstein facies in Europe. - 143-188; Berlin, Heidelberg (Springer).
- Lohman, U.* (1989): Der Zechstein zwischen Nüxei und Tettenborn. - Kartierung zur Diplomarbeit (Teil 2), Fachbereich Geowissenschaften der Universität Hamburg: 89 S.; Hamburg. - [unveröff.].
- Molek, H.* (1973): Ingenieurgeologie des Karstes. - 100 S.; Freiberg (Bergakademie Freiberg).
- Paul, J.* (1987): Exkursion F. Der Zechstein am Harzrand: Querprofil über eine permische Schwelle. - In: Kulick, J & Paul, J. (Hrsg.): Internat. Sympos. Zechstein 87. Exkursionsf. II: 193-276; Wiesbaden.
- Priesnitz, K.* (1969): Das Nixseebecken, ein Polje im Gipskarst des südwestlichen Harzvorlandes. - Jh. Karst und Höhlenkunde. 9: 73-82; München.
- Priesnitz, K.* (1972): Formen, Prozesse und Faktoren der Verkarstung und Mineralumbildung im Ausstrich salinärer Serien. - Gött. Geogr. Abh. 60/9: 317-339; Göttingen.
- Reinboth, F.* (1969): Die große Trogsteinhöhle im Harz als Beispiel einer Schichtgrenzhöhle im Gips. - Mitt. Verb. deutsch. Höhlen- u. Karstforscher 16 (3/4): 37-43; München.
- Reuter, F. & Molek, H.* (1980): Ingenieurgeologisch-strukturgeologische Grundlagen zur Beschreibung von Objekten des Sulfat- und Chloridkarstes. - Freib. Forsch. Hefte A 622; Berlin.
- Reuter, F. & Stoyan, D. & Oleikiewitz, P.* (1981): Einsatz mathematisch - statistischer Methoden zur Beschreibung von Gesetzmäßigkeiten in Gebieten des Sulfat- und Chloridkarstes. - N. Bergbautechn. 11 H. 10 S. 576-580; Berlin.
- Reuter, f.* (1983): Einige neue ingenieurgeologische Untersuchungsergebnisse in Karstgebieten, besonders im Sulfatkarst. - Z. angew. Geol. 29 H.3: 441-447; Berlin.
- Richter-Bernburg, G.* (1955): Über saline Sedimentation. - Z. dt. geol. Ges. 105: 593-645; Hannover.
- Richter-Bernburg, G.* (1985): Zechstein - Anhydrite. Fazies und Genese. Geol. Jb. A85: 3-82; Hannover.
- Schriell, W.* (1935): Geologische Karte Preußen etc. 1:25000, Erläuterungen Blätter Ellrich und Nordhausen - Nord (neue Nr. 4429, 4430): 47 S.; Berlin.
- Schriell, W.* (1931): Gutachten der Preußischen Geologischen Landesanstalt über Erdsenkungen im Gebiet des Bahnhofs Tettenborn a. Harz. - Preußische Geologische Landesanstalt. Akten Nr. 1232. A/31; Berlin
- Stolberg, F.* (1926): Die Höhlen des Harzes. - Der Harz, 2. Sonderheft; Magdeburg.
- Wachendorf, H.* (1986): Der Harz - variszischer Bau und geodynamische Entwicklung. - Geol. Jb A91: 3-67; Hannover.
- Weber, H.* (1952): Pliozän und Auslaugung im Gebiet der oberen Werra. - Geologica 8 136 S., Berlin.
- Wrobel, P.* (1997): Ingenieurgeologische Untersuchungen zur Trassenführung im Erdfallgefährdeten Bereich Nüxei - Tettenborn (Landkreis Osterode/ südwestlicher Harzrand) der geplanten Bundesstraße B 243 Osterode - Nordhausen. - Dipl. Arbeit Inst. Geol. Paläont. TU Darmstadt: 158 S., 39 Abb. 3 Anl., [unveröff.].

### Anschrift der Verfasser

Dipl.-Geol. Peter Wrobel  
Mineralogisches Institut der  
Universität Würzburg  
Am Hubland  
97074 Würzburg

Prof. Dr.-Ing. Herward Molek  
Technische Universität Darmstadt,  
Geol.- Pal- Institut.  
FG Ingenieurgeologie  
Schnittspahnstraße 9  
64287 Darmstadt

# Zur Agglomeration von Rüstungswirtschaft und Zwangsarbeit in den Gipsgebieten am Südharz 1943-1945

von Frank Baranowski

Im nordthüringischen Raum, den heutigen Landkreisen Eichsfeld und Nordhausen, waren bis zum Spätsommer 1943 relativ wenige Firmen mit Rüstungsaufträgen betraut. In der landwirtschaftlich strukturierten und von der Kaliindustrie abhängigen Region waren überwiegend kleinere Handwerksbetriebe sowie Firmen mit weniger als vierhundert Personen angesiedelt, die in der Regel nur Zulieferaufträge für die Rüstungsindustrie durchführten. Eine Initiative des beim Regierungspräsidenten in Erfurt tätigen Oberregierungs- und Gewerberates Spannagel, in sechs Gemeinden des Eichsfeldes neue Rüstungsbetriebe anzusiedeln, blieb ohne Erfolg. Im März 1939 fanden zwischen Spannagel und Vertretern der Wehrwirtschaftsinspektion sowie des Landesarbeitsamtes Erfurt Gespräche über Industrialisierungsmaßnahmen in Nordthüringen statt. Am 16. September 1941 teilte Spannagel dem Stadtrat von Dingelstädt resignierend mit, daß *„in dieser Angelegenheit bisher der gewünschte Erfolg versagt geblieben und die Sache unter den heutigen Verhältnissen nach der Auskunft des Landesarbeitsamtes auf einen toten Punkt geraten ist“*.

Die Ansiedlung der A4-Produktion in der von der Wirtschaftlichen Forschungsgesellschaft (Wifo) errichteten Stollenanlage im Kohnstein bei Niedersachswerfen leitete eine neue Epoche ein, gekennzeichnet durch die Ausbeutung von über dreißigtausend KZ-Häftlingen. Die Tätigkeit der Mittelwerk GmbH im Kohnstein bei Niedersachswerfen war die Initialzündung für die Errichtung weiterer unterirdischer Stollensysteme und die verstärkte Einbeziehung der einheimischen Wirtschaft in die Rüstungsproduktion. Wenige Monate vor Kriegsende, nach dem fast vollständigen Zusammenbruch der Front, sollte die Region um Nordhausen, Worbis und Heiligenstadt als letzte Bastion zu einem gigantischen Rüstungszentrum ausgebaut werden. Das Lager Mit-

telbau-Dora stellte hierfür ein Heer von Arbeitssklaven zur Verfügung. Trotz der massiven Ausbeutung des „Materials“ Mensch konnte die Umsetzung dieser illusorischen und von Anfang an zum Scheitern verurteilten Planungen nicht einmal im Ansatz realisiert werden.

## Die Wirtschaftliche Forschungsgesellschaft und ihre Aktivitäten im Kohnstein

Vier Tage nach der Übernahme der Kanzlerschaft stellte Hitler vor Befehlshabern des Heeres und der Marine sein wirtschaftspolitisches Konzept vor. Er vertrat dabei die These, daß sich die wirtschaftliche Krise nicht mit klassischen ökonomischen Mitteln, sondern nur durch die Ausdehnung des Reiches in Richtung Osten überwinden lasse. Zur Erreichung dieses Zieles erhob Hitler in seiner Rede am 8. Februar 1933 die Wiederaufrüstung des deutschen Volkes zu seinem zentralen Anliegen. Die Wehrwirtschaft sollte dabei zwei Aufgaben erfüllen, nämlich erstens, die *„Deckung des wirtschaftlichen Wehrmachtbedarfs“* sicherstellen und zweitens, die *„Vorbereitung und Durchführung der wirtschaftlichen Mobilmachung“* gewährleisten. Der Treibstoffversorgung kam dabei der größte Stellenwert zu, denn von ihr hing die Einsatzbereitschaft der Armee entscheidend ab. Im Januar 1933 mußte das Deutsche Reich etwa siebenzig Prozent des benötigten Mineralöls importieren. Durch die Hydrierung von Benzin aus einheimischer Kohle sollte diese Auslandsabhängigkeit verringert werden. Am 14. September 1933 legte Carl Krauch von der Interessengemeinschaft Farben (IG Farben) Staatssekretär Ehrhard Milch im Reichsluftfahrtministerium eine Abhandlung über die deutsche Treibstoffwirtschaft vor. Hiernach bestand die Möglichkeit, die Treibstoffproduktion aus inländischen Rohstoffen in den nächsten vier Jahren um das Dreieinhalbfache zu steigern. *„Für die vorge-*

*sehene Zeit ist eine Steigerung der Produktion aus heimischen Rohstoffen auf ca. 1,8 Millionen Tonnen vorgesehen, wobei berücksichtigt werden muß, daß heute ungefähr 500.000 Tonnen in bestehenden Anlagen erzeugt werden.“* Obwohl die Produktionskosten für synthetisches Benzin erheblich über denen von Erdölbenzin lagen, wurde am 14. Dezember 1933 der sogenannte „Benzin-Vertrag“ von der IG Farben und der Reichsregierung unterzeichnet. Danach sollte die IG Farben ihre Hydrierungsanlage in Leuna bei Merseburg bis 1937 auf eine Gesamtkapazität von 300.000 bis 350.000 Jahrestonnen Benzin ausbauen. Als Gegenleistung garantierte das Reich einen Festpreis, der den Produktionskosten zuzüglich einer fünfprozentigen Rendite entsprach.

Wie rapide die Produktion der Hydrierwerke auch stieg (1933-1936 = 330 %), eine Umstellung auf Eigenversorgung für den Kriegsfall rückte nicht in greifbare Nähe. 1934 machte die Eigenproduktion vierzig Prozent der Vergaserkraftstoffe und nur 9,5 Prozent der Dieselmotorkraftstoffe aus. Der ständig wachsende Treibstoffbedarf konnte daher nur durch die Einlagerung von importierten Mineralöl gesichert werden. Verhandlungen mit den deutschen Großimporteuren über eine freiwillige Einlagerung von Mineralöl schlugen fehl. Dies war für die Reichsregierung der Anlaß, eine Gesellschaft zu gründen, die die Einlagerung von ausländischem Rohöl übernehmen sollte. Da diese Aufgabe in enger Verbindung mit einer Wiederaufrüstung stand, konnte die Reichsregierung nicht selbst in Erscheinung treten. Aus diesem Grund erfolgte am 24. August 1934 die Gründung der Wirtschaftlichen Forschungsgesellschaft mbH mit Sitz in Berlin. Gesellschafter der Wifo waren die Deutsche Gesellschaft für öffentliche Arbeiten AG (Öffa) und die am 25. Dezember 1925 zusammengeschlossenen Firmen der Interessengemeinschaft Farben. Das Anfangskapital der Wifo betrug 20.000 RM und entsprach damit der gesetzlichen Mindesteinlage. Zwanzig Prozent des Kapitals (4.000 RM) wurden in Form eines Grundstücks von der IG Farben, die restlichen achtzig Prozent (16.000 RM) von der Deutschen Gesellschaft für öffentliche Arbeiten AG (Öffa) eingebracht.

Am 26. November 1935 „verkaufte“ die IG Farben ihren Wifo-Anteil in Höhe von 4.000 RM an die Deutsche Bau- und

Bodenbank AG in Berlin; das Deutsche Reich konnte somit seinen Kapitalanteil auf 96,6 Prozent ausdehnen. Am 3. Dezember 1935 wurde zwischen der Öfffa und der Deutschen Bau- und Bodenbank ein Vertrag geschlossen, in dem die Bank auf ihr Recht verzichtete, den erworbenen Geschäftsanteil selbständig zu verkaufen. Durch diese Sperrklausel sicherte sich das Deutsche Reich den entscheidenden Einfluß auf die Wifo. Im August 1942 übernahm das Reichswirtschaftsministerium den Geschäftsanteil der Bau- und Bodenbank. Nach einer Kapitalerhöhung auf hundert Millionen Reichsmark war das Deutsche Reich, vertreten durch das Reichswirtschaftsministerium, bis zum Kriegsende alleiniger Gesellschafter der Wifo. Auf Initiative der Wifo löste der Reichsminister für Finanzen per Erlaß vom 17. August 1942 das bis zu diesem Zeitpunkt bestehende Treuhandverhältnis zwischen der Wifo und dem Deutschen Reich auf. Am 1. Januar 1943 stellte die Wifo das bisherige Rechnungssystem auf kaufmännisch betriebswirtschaftliche Grundlagen um. Sämtliche von der Wifo erworbenen Immobilien gingen durch die Auflösung des Treuhandverhältnisses auch in das rechtliche Eigentum der Gesellschaft über. Eine Ausnahme bildeten die im Reichsgebiet errichteten Heeresstanklager, die Eigentum des Reiches blieben und von der Wifo weiterhin treuhänderisch gegen Erstattung der Kosten verwaltet wurden. Die Organisation der Wifo wies nach dieser Umstellung eine straffere Gliederung auf. Die Gesellschaft wurde von einem fünfköpfigen Direktorium geleitet. Der Geschäftsführung waren fünf Hauptabteilungen (Hauptverwaltung, Mineralöl, Bau, Fabriken und Transporte) direkt unterstellt.

Bis Kriegsende richtete die Wifo im Reichsgebiet zweiundzwanzig Großtank- und Heeresnachsuhblager für Mineralölprodukte ein. Eines dieser Großtanklager befand sich im Kohnstein bei Niedersachswerfen. Die Bauarbeiten begannen am 16. Juli 1936. Die Initiative hierfür ging vom Ammoniakwerk Merseburg aus. Seit 1917 unterhielt das Ammoniakwerk Merseburg ein Gipswerk in Niedersachswerfen. Dieser mit erheblichen Investitionen errichtete Gipssteinbruch war um 1934/35 infolge Absatzschwierigkeiten des auf schwefelsaurer Kalkbasis erzeugten Düngers unrentabel gewor-

den. Aus diesem Grund erwog das Ammoniakwerk Merseburg die Stilllegung des Werkes. Um dies zu verhindern, wandte sich das Ammoniakwerk Merseburg mit dem Vorschlag an das Reichswirtschaftsministerium, mit seiner Belegschaft auf Staatskosten im Kohnstein bei Niedersachswerfen ein Treibstofflager zu errichten. *„Die Tatsache, daß zur Zeit in Deutschland Einrichtungen für die Lagerung größerer Mengen von Benzin geschaffen werden, veranlaßt uns, Ihnen den Vorschlag zu machen, eine solche Lagerstelle im Innern des Anhydritvorkommens in der Nähe von Niedersachswerfen im Südharz ins Auge zu fassen.“*

Am 17. Juni 1936 fand zwischen dem Direktor der Wifo, Baurat Wehling, den Direktoren des bauausführenden Gipswerkes Niedersachswerfen, Grimmel und Dr. Guillaume sowie Dr. Dieckmann von den IG Farben eine Besprechung über die mögliche Realisierung der Anlage statt. Der Projektvorschlag des Ammoniakwerkes Merseburg sah die Errichtung einer 100.000 t fassende Benzinkammeranlage mit Großtankbehältern vor. Zu diesem Zweck sollten zwölf Lagerkammern in den Kohnstein getrieben werden, eine Kammer für Gebindereinigung und Faßreparatur, zwei Hilfskammern sowie eine Maschinenkammer. Zusätzlich sollten zwei Fahrstollen in Nord-Süd-Richtung errichtet werden. Jede Kammer sollte eine Breite von neun Meter, eine Höhe von sechs Meter und eine Einzellänge von etwa 166 Meter aufweisen. Die Wifo entschloß sich nach eingehender Prüfung im Einvernehmen mit dem Reichswirtschaftsministerium, mangels vorliegender Erfahrung vorläufig von einer Treibstofflagerung in Großtanks abzusehen und die zu schaffenden Hohlräume ausschließlich für Öllagerung in zweihundert Liter Faßgebinden vorzusehen.

Am 16. Juni 1936 nahmen 231 Arbeiter und 27 Angestellte die Ausbrucharbeiten für die Tunnelanlage im Kohnstein bei Niedersachswerfen auf. Den endgültigen Bauvertrag unterzeichnete die Wifo ein Jahr später, am 9. August 1937, und das Ammoniakwerk Merseburg am 20. August 1937. Der Vertrag, der zwischen der Wifo und dem Ammoniakwerk geschlossen wurde, fixiert die Rechtslage wie folgt: *„Die Wifo errichtet einen stollenartigen Lagerraum bei Niedersachswerfen. Bauherr der Anlage ist die Wirtschaftliche Forschungsge-*

*sellschaft. Die bergmännischen Arbeiten werden als der wesentliche Teil der Gesamtanlage vom Ammoniakwerk Merseburg durchgeführt.“* Das Ammoniakwerk war Generalauftragnehmer und übernahm als solcher die gesamte Bauausführung einschließlich der Vergabe von Unteraufträgen. Die Abrechnung zwischen dem Ammoniakwerk Merseburg und der Wifo erfolgte nach dem Prinzip der Kostenerstattung auf der Grundlage von vereinbarten Leistungsgruppen. Das Baubüro des Gipswerkes koordinierte die einzelnen Bauarbeiten. Auch die Wifo richtete in Niedersachswerfen zur Kontrolle der Bauausführung durch das Ammoniakwerk und zur Durchführung der nicht dem Ammoniakwerk obliegenden Installationsarbeiten eine örtliche Bauleitung ein. Nach der am 26. Februar 1940 ausgefertigten Endabrechnung des ersten Bauvertrages für die Zeit vom 16. Juli 1936 bis 15. Juli 1939 mußte die Wifo für Ausbrucharbeiten an das Ammoniakwerk 2.934.670,76 RM, abzüglich Vergütung für gewonnenen Anhydrit in Höhe von 852.620,25 RM, insgesamt also 2.082.050,51 RM zahlen. Allerdings machten die Ausbruchkosten in etwa nur die Hälfte der Gesamtkosten für diese Wifo-Anlage I aus. Einschließlich Pflasterung und Betonierungsarbeiten, die andere Firmen im Auftrag der Wifo ausführten, beliefen sich die Gesamtbaukosten auf etwa vier Millionen Reichsmark.

Am 17. Februar 1938, kurz vor Abschluß der ersten, aus zwölf Kammern bestehenden Ausbaustufe, machte das Ammoniakwerk Merseburg der Wifo den Vorschlag, die bisherige Anlage um dreißig weitere Kammern zu erweitern. Die Wifo stimmte unter dem Vorbehalt zu, daß, *„wenn aus irgendwelchen Gründen das Interesse der Wifo bei dem Bau aufhöre, die Wifo berechtigt sein müsse, den Weiterbau einzustellen“*. Am 2. April 1938 folgte eine schriftliche Bestätigung des mündlich erteilten Erweiterungsauftrages. Im Gegensatz zur ersten Anlage sollte keine Faßeinlagerung, sondern der Einbau stationärer, achtzig Meter langer Tanks erfolgen. Zur Bedienung der Lagertanks, von denen jeweils zwei in einer Kammer aufgestellt werden sollten, wurde ab Stollen 17 in der Mitte, parallel zu den Fahrstollen A und B, ein etwa fünf Meter breiter „Bedienstollen“ angelegt. Im Jahr 1940 arbeiteten durchschnittlich

siebenhundert Personen in der unterirdischen Anlage der Wifo im Kohnstein. Der Vertrag zwischen der Wifo und dem Ammoniakwerk über die Erweiterung der Stollenanlage wurde am 21. Juli und 24. August 1939 unterzeichnet. In § 3 des Vertrages heißt es: „Das Ammoniakwerk verpflichtet sich, die Erweiterungsanlage (rund 670.000 m<sup>3</sup>) bis spätestens 1. Oktober 1941 in dem vereinbarten Zustande zu übergeben“. Dieser Termin konnte nicht eingehalten werden. Im November 1942, also ein Jahr nach dem vertraglich vereinbarten Übergabetermin, waren die Arbeiten noch im Gange. Von den vorgesehenen dreißig Querstollen des Wifo-Bauabschnittes II konnten nur 26 in voller Länge fertiggestellt werden, da in Höhe der Kammer 42 im Mai 1939 Einbruchstellen auftraten. Die Stollen 43 bis 46 konnten daher nur in Handarbeit ausgebrochen werden.

Im Herbst 1943 waren 45 Hallen der unterirdischen Anlage und die Fahrstollen A und B fertiggestellt. Zu diesem Zeitpunkt nutzte die Wifo den nördlichen Teil des Stollens als Faßlager für Schmierstoffe und als Reparaturwerkstatt für beschädigte Fässer. Ferner verfügte die Anlage über einundzwanzig Tanks zur Aufnahme von Wasserstoffperoxid (Querstollen 27), das die Firma Otto Schickert in Bad Lauterberg produzierte. Am 6. September 1943 erhielt das Ammoniakwerk Merseburg den Auftrag über eine weitere Vergrößerung der Anlage im Kohnstein. Diese Erweiterung sah den Vortrieb eines dritten C-Stollens in Nord-Süd-Richtung parallel zu den vorhandenen Fahrstollen sowie entsprechende Querstollen etwa im Ausmaß der Wifo I Anlage vor (16 Hallen). Die Erweiterungsanlage „C“ sollte bis spätestens 1. Juli 1946 fertiggestellt sein. Anfang September 1943 mußten die Arbeiten am Treibstofflager und der Wifo-Erweiterung „C“ eingestellt werden, die Einrichtungen des Wifo-Faßlagers ausgebaut und die Stollen zugunsten der Mittelwerk GmbH vollständig geräumt werden.

### Die Verlagerung der A4-Produktion in den Kohnstein

Die deutsche Luftabwehr war ab 1943 immer weniger in der Lage, einen störungsfreien Produktionsablauf der Industrie sicherzustellen. Im Rahmen der

Aktion „crossbow campaign“ griffen ab Juni 1943 alliierte Bomber alle wichtigen Produktionsstätten der V2 gezielt an. Der erste Angriff am 13. Juni 1943 galt den Zeppelin-Werken in Friedrichshafen. Am 13. August 1943 waren die Rax-Werke bei Wien und in der Nacht vom 17. auf den 18. August 1943 die Heeresversuchsanstalt Peenemünde Ziel von Angriffen. Hektische Aktivitäten in der deutschen Führung waren die Folge. Noch am 18. August 1943 flog Speer nach

Peenemünde, um sich über das Ausmaß der Schäden zu informieren. Am darauffolgenden Tag, am 19. August 1943, fand sich Himmler im Führerhauptquartier ein und machte Hitler den Vorschlag, die Fertigung der V2 in SS-Regie zu übernehmen.

Die Ergebnisse dieser Gespräche faßt ein Erlaß Hitlers vom 20. August 1943 zusammen: „Der Führer ordnet auf Grund eines Vorschlages an, daß alle Maßnahmen ergriffen werden, um gemeinsam mit dem Reichsführer SS unter starker Einschaltung seiner Kräfte aus den Konzentrationslagern den Bau der entsprechenden Fertigungsanlagen und die Fertigung von A4 erneut voranzutreiben. Der Führer entscheidet dabei, daß die bisherigen Anlagen lediglich als Übergangsanlagen solange mit Nachdruck weiter errichtet werden und darin gefertigt wird, bis eine endgültige Fertigung an gesicherten Orten und gesicherter Form unter möglichst starker Heranziehen von Höhlen und sonst geeigneten Bunkerstellungen gewährleistet ist. Das endgültige Entwicklungswerk soll gemäß des Vorschlags des Reichsführers dabei im Zusammenhang mit dem dem Reichsführer gehörenden Truppenübungsplatz im Generalgouvernement errichtet werden.“ Damit war der SS eine Schlüsselrolle bei der Durchführung der V2-Produktion zugefallen. Am 21. August 1943 dokumentierte Himmler seinen Führungsanspruch gegenüber Speer: „Mit diesem



Abb. 1: Häftlinge vor der Heimkehle auf dem Weg zur Arbeit (Januar 1945)

*Brief teile ich Ihnen mit, daß ich als Reichsführer-SS verantwortlich die Fertigung des A4-Gerätes gemäß unserer gestrigen Absprache übernehme. (...) Ich habe die Aufgabe SS-Obergruppenführer Pohl übertragen und ihm als verantwortlichen Leiter SS-Brigadeführer Dr. Kammler eingesetzt.“*

Am 25. August 1943 forderte der Sonderausschuß A4 „schnellstens die Bereitstellung geeigneter Höhlen“ Einen Tag später, am 26. August 1943, fand zwischen Speer, Kammler, Dornberger, Degenkolb und Saur eine Besprechung über „Einzelmaßnahmen und die Wahl der Herstellungsorte“ für das Raketenprogramm statt. Dabei beschlossen sie, die Serienfertigung vollständig von der Entwicklung zu trennen. Zu diesem Zweck sollte in Ebensee in Oberösterreich ein neues unterirdisches Entwicklungswerk mit dem Tarnnamen „Zement“ entstehen. Trotz Fertigstellung der unterirdischen Stollen fand eine Verlagerung der Forschungsstelle Peenemünde nach Ebensee nicht statt. Die dortige Anlage diente stattdessen als eine unterirdische Ölraffinerie („Ofen XXII bis XXX“ und „Dachs II“) und für eine Produktion der Firma Steyr-Daimler-Puch, die dort Panzerteile herstellte. Als Standort für die unterirdische Verlagerung der V2-Produktion bestimmte man die Stollenanlage der Wifo im Kohnstein bei Niedersachsen, die vermutlich schon lange vor diesem Termin dafür ausgewählt wor-

den war. Am 28. August 1943 verließ der erste Transport mit 107 Häftlingen das Konzentrationslager Buchenwald in Richtung Niedersachswerfen, wo er gegen Nachmittag eintraf.

Der Häftlingsarzt Dr. Groeneveld berichtet über den Transport und seine Ankunft in Niedersachswerfen: *„Eines Tages erhielt ich den Befehl, mich als Mediziner für einen Transport fertigzumachen. Wir waren 107 Gefangene, wie ich mich erinnere. Am Ende haben nur 7 davon überlebt. Der Bestimmungsort war unbekannt. Auf unsere Fragen gab es keine Antworten. Nach unserer Ankunft sahen wir, daß ein neues Lager entstanden war. Es befand sich eine große kahle Fläche vor einem Berg. In diesem Berg gab es einen Tunnel. (...) Man ließ uns in einer Stacheldrahtumzäunung auf dieser Fläche zurück. (...) Ein Zelt war draußen für den Arzt aufgeschlagen worden. (...) Wir schliefen und arbeiteten in dem Stollen.“*

Innerhalb kürzester Zeit stieg die Zahl der Häftlinge des Lagers Dora, das organisatorisch dem Konzentrationslager Buchenwald unterstand, rapide an. Da für die Häftlinge keinerlei Unterkünfte vorhanden waren, brachte man sie notdürftig in den Querstollen 39 bis 43 unter. In einem Bericht des ehemaligen Häftlings Josef Thykal heißt es über die Bedingungen im Stollen: *„Angekleidet, so wie wir waren, legten wir uns auf die (...) Strohsäcke. Von der Decke und den Wänden tropfte Wasser auf uns. Bevor wir einschliefen, mußten wir solch eine Lage finden, um nicht in ei-*

*ner Pfütze zu liegen.“* Auch Jaroslav Piroutek hat ähnliche Erfahrungen gemacht: *„Wir mußten zuerst die Steine wegräumen, um für die Strohsäcke Platz zu machen. Auf diese legten wir die Decken, Schachteln und Eßschalen legten wir unter den Strohsack.“* Eine Besserung der Zustände trat erst nach der Errichtung von Schlafstellen für die Häftlinge ein, mit deren Bau im September 1943 begonnen wurde. In den kreisrunden Stollen wurden in einer Höhe von drei Metern Böden mit den Schlafstellen eingezogen. *„Auf den Pritschen lagen mit Holzwolle gefüllte Strohsäcke, je zwei für drei Personen.“* Als Latrinen dienten einige vor den Schlafstelleneingängen aufgestellte Karbidfässer, über die man Holzbretter gelegt hatte. *„Sanitäre Einrichtungen gab es nicht, (nur) halbe Karbidfässer für die Notdurft der Häftlinge.“* Die Leerung der Latrinen mußte von den Häftlingen übernommen werden. Viele der Häftlinge arbeiteten monatelang ohne Tageslicht, frischer Luft und unzureichender Bekleidung in dem unterirdischen Stollen. Josef Thykal erinnert sich: *„Viele Häftlinge hatten überhaupt keine Schuhe mehr. Sie gingen im Dreck mit Zementsäcken, die sie mit einem Strick an den Beinen befestigten. Am Nachmittag war das Papier der Säcke durch die Feuchtigkeit im Tunnel und die scharfen Steine bereits zerrissen. Die Armseligen gingen mit wunden Füßen, hungrig zum Appell, fielen erschöpft infolge Sauerstoffmangel zu Boden. Am schlechtesten vertrugen dies die Franzosen.“*

Die im Stollen eingesetzten Häftlinge führten überwiegend Betonierungs-, Begradigungs- und Umbauarbeiten aus. So mußten sie die Hallen 25 bis 42 mit Gesteinsschotter auffüllen, die Hallen 29, 33, 38, 40 und 41 vertiefen sowie Luftschächte bohren. Ferner erweiterten sie die Stollen 43 bis 46 und trieben den Fahrstollen A zur Südseite voran. Ein ehemaliger deutscher Arbeiter der Wifo erinnert sich: *„Tausend Menschen wurden in die Kammer getrieben, damit sie in 72 Stunden fertig werde. Nach fünf, sechs Stunden fiel ein Drittel vor Entkräftung um. Kaum die Hälfte hatte Werkzeug zum Arbeiten und, wenn die Posten durchkamen und es stand jemand ohne zu arbeiten, gab es Hiebe. Darum wurde um den Besitz von Schaufeln und Hacken erbitterte Kämpfe ausgefochten.“* Die Häftlinge waren in Arbeitskommandos aufgeteilt, die direkt den ausführenden Firmen unterstanden. Bislang sind acht dieser Arbeitskommandos nachgewiesen: „Sawatzki“, „Kabelleger“, „Wifo Maurer“, „Siemens“, „AEG Elektriker“, „Hochtief“, „Schachtbau“ und „Straßenbau“. Der ehemalige Häftling Josef Thykal sagte nach Kriegsende aus: *„Und wiederum stellte man uns zu je 100 auf, befragte uns nach den Berufen. Die Kommandos stellte man unter verschiedenen Namen zusammen. So z. B. „Wifo“, was „Wirtschaftliche Forschungsgesellschaft“ bedeutet. Das Kommando lud Steine auf Loren, das „Kabellegerkommando“ grub Schächte für zu verlegende Kabel. Das Kommando „Sawatzki“ arbeitete beim Tunnelbau.“*



**Abb. 3: Gesamtansicht des Lagers „Waldschlößchen“, in dem russische Zwangsarbeiter der Firma Stock & Co. untergebracht waren (1944).**

Im Frühjahr 1944 kam mit dem Einsetzen der Raketenproduktion ein immer größer werdender Teil der Häftlinge in der Montage zum Einsatz. In der Zeit zwischen Dezember 1943 und Mai 1944 stieg die Anzahl der von der Mittelwerk GmbH eingesetzten Häftlinge von 2856 auf 4401 an. Albin Sawatzki, Leiter der Planungsabteilung der Mittelwerk GmbH, führte am 6. Mai 1944 aus, daß für die zukünftige Einhaltung des Programms die Bereitstellung von weiteren Arbeitskräften entscheidend sei. Zu diesem Zweck wurden „bei Gruppenführer Kammler noch (weitere) 1800 Häftlinge angefordert“. Der zusätzliche Bedarf von 1800 Häftlingen beruht auf einer Berechnung Sawatzkis vom 19. April 1944 über den Fertigungsumfang und -aufwand der V2. Laut dieser Aufstellung waren für die monatliche Montage von 900 Raketen im unterirdischen Fertigungswerk der Mittelwerk GmbH im Kohnstein neben der deutschen Belegschaft auch sechstausend Häftlinge erforderlich. Während für die Aufbauphase der Stollenanlage keine qualifizierten Arbeitskräfte notwendig waren, benötigte man für die Produktion der V2 überwiegend Facharbeiter und angelernte Kräfte. Die Häftlinge konnten somit nicht ohne weiteres durch neue Transporte ersetzt werden, ohne damit eine Störung bei der Serienfertigung zu verursachen. Nach einer Besichtigung des Mittelwerkes im Dezember 1943 erläuterte Speer die Situation wie folgt: „Dort wurde über die außerordentlich große Sterblichkeit geklagt, die innerhalb des Werkes wäre. (...) Wir sahen darin eine Gefährdung des ganzen Projektes, denn die Arbeitskräfte wurden ja von dem Fachpersonal angelernt, an den einzelnen Maschinen ihre Arbeit zu verrichten. Wir hatten also ein vordringliches Interesse daran, daß die Arbeitskräfte dort blieben und nicht immer wieder ersetzt werden mußten.“

Zur Verdeckung der Sterblichkeitsrate des Lagers Dora schob man im Frühjahr 1944 mehrere tausend erschöpfte und erkrankte Häftlinge nach Lublin und Bergen-Belsen ab. Am 6. Januar 1944 verließ der erste „Liquidierungstransport“ mit tausend Häftlingen das Lager Dora. Bereits wenige Tage später, am 11. Januar 1944, wurden achthundert weitere Häftlinge für einen Transport in Richtung „Osten“ zusammengestellt. Am 17. Januar, 6. und



Abb. 3: Franzosenlager der Firma Stock & Co.

19. Februar 1944 folgten drei weitere Transporte nach Lublin. Ende März 1944 trafen tausend meist tuberkulöse Häftlinge des Lagers Dora in Bergen-Belsen ein. Laut Transportlisten hatte dieser das Lager Mittelbau-Dora am 27. März 1944 verlassen. Nach der Ankunft in Bergen-Belsen mußten die Dora-Häftlinge tagelang in leeren Baracken hausen, ohne Decken, ohne Strohsäcke, ohne warmes Wasser. Die Sterblichkeit unter den kranken und erschöpften Menschen war daher unvorstellbar hoch. Von den tausend Häftlingen dieses Transports aus Dora erlebten nur 52 das Kriegsende. Im November 1943, vor Einbruch des Winters, konnten die ersten Häftlinge aus dem unterirdischen Stollen in das oberirdische Lager, das sich in unmittelbarer Nähe der Stolleneingänge befand, umziehen. Im Mai 1944 befanden sich noch etwa tausend Häftlinge in den Stollenunterkünften. Im Juli 1944 zogen die letzten Häftlinge in das Barackenlager um.

### Die Verlagerungsprojekte des Jäger- und Geilenbergstabes im „Mittelraum“

Nachdem die Luftwaffe die Lufthoheit über Deutschland verloren hatte, griffen im Frühsommer 1943 erstmals alliierte Verbände im Rahmen der „combined bomber offensive“ Betriebe der Flugzeug- und Flugmotorenproduktion gezielt an. Im Oktober 1943 forderte Göring von Speer „schnellstens bombensichere Produktionsstätten, minde-

stens für die Motorenerzeugung und besondere Engpaßteile zu erstellen“. Der Chef des Höhlenstabes im Reichsluftfahrtministerium, Bilfinger, hatte sich Anfang November 1943 für den weiteren Ausbau des „Mittelwerkes“ als rasche und kostengünstige Variante der Gewinnung neuer unterirdischer Räume ausgesprochen. Am 11. Dezember 1943 entschied Speer, „daß das Anhydritmassiv bei Niedersachswerfen für die Schaffung eines weiteren bombensicheren Ausweichbetriebes ausgenutzt wird, und zwar soll zugunsten der Firma Junkers künftig eine Untertageanlage von zunächst 80.000 qm geschaffen werden, die eine Erweiterungsmöglichkeit auf die 3-fache Fläche bieten soll. Der Hauptausschuß Bau hat zusammen mit der Firma Junkers einen Vorentwurf aufgestellt, er schätzt die Bauzeit für den Ausbruch auf 1 Jahr.“ In Anbetracht der hohen Kosten wurden diese Verlagerungsprojekte allerdings vorerst nicht verwirklicht.

Am 20. Februar 1944 starteten die Alliierten eine neue Großoffensive gegen die deutsche Flugzeugindustrie. Innerhalb von fünf Tagen griffen sie 23 Flugzeugzellenwerke und drei Flugmotorenfabriken an. In der als „big week“ bezeichneten Aktion warfen die Alliierten etwa gleich viele Bomben auf Industrieziele ab wie in der gesamten „combined bomber offensive“ des Jahres 1943. Ende Februar 1944 waren in drei Vierteln aller Werke der Flugzeugindustrie die Gebäude bis zu 75 Prozent, die Maschinen und die Ausstattung bis zu

drei­zig Prozent be­schädigt. Zur Bewäl­ti­gung dieser Krise wurde am 1. März 1944 der Jägerstab ge­grün­det, der alle an Planung, Pro­duk­tion und Jägerfer­ti­gung be­tei­lig­ten Stellen wie ein „Miniatur­mi­nis­te­rium“ zu­sam­men­faßte. Dem Jägerstab ge­hör­ten Fach­leute aus dem Rüs­tungs­mi­nis­te­rium, dem Reichs­luft­fahrt­mi­nis­te­rium und der In­dus­trie an. Dem Lei­ter des Tech­ni­schen Amtes im Rüs­tungs­mi­nis­te­rium, Karl Otto Saur, über­trug man die Füh­rung des Stabes. Hans Kammler er­nannte man zum Be­auf­tragten für „Son­der­bau­ten“ des Jägerstabes.

Aufgabe des Jägerstabes war die Steigerung der Pro­duk­tion von Jagd­flug­zeu­gen, die zur Bekämp­fung der alliierten Luftüberlegenheit dringend be­nö­tigt wurden. Dies sollte primär durch die De­zen­tra­li­sie­rung und die un­ter­irdische Ver­la­ge­rung der Flug­zeu­g­in­dus­trie ge­schehen. Speers Er­laß vom 1. März 1944 fixiert die Auf­ga­ben des Jägerstabes näher: *„Zur Sicher­stel­lung des Jägerprogramms wird beim Reichs­mi­nis­ter für Rüs­tung und Kriegs­pro­duk­tion mit so­fortiger Wirkung der Jägerstab vorläufig auf die Dauer von 6 Monaten gebildet. Er hat die Auf­gabe, die bürokratischen Hemmungen durch un­mit­telbare Befehlsgebung zu überwinden und die In­stand­set­zung be­schädigter Werke oder deren Ver­le­gung durchzuführen.“* Am 5. März 1944 for­derte Hitler den Bau oberirdischer Betonbunker mit einem Mindestumfang von 600.000 qm. Die eingeleiteten Maß­nahmen sollten keinesfalls Über­gangs­maß­nahmen darstellen, sondern *„der Auftakt zu einer groß­zügigen und endgültigen Ver­la­ge­rung der gesamten deutschen Industriewerke unter die Erde sein“*. Ab März 1944 faßte der Jägerstab die bisher be­gonnenen Untertage­projekte unter Kammlers Regie zu­sam­men und vergab diese zum Teil an neue Firmen. Neben Höhlen und Stollen waren es vor allem Bergwerke, die zur Aufnahme auszulagernder Betriebe vor­be­reitet wurden und Decknamen erhielten. Die Bauvorhaben Kammlers waren nach Art des Baues in A- und B-Projek­te gegliedert. Die A-Projekte sahen den so­fortigen Ausbau bereits vorhandener un­ter­irdischer Räume mit einer Gesamt­fläche von 240.000 qm vor. Im Rahmen der B-Projekte sollten völlig neue Stollenanlagen errichtet werden. Mit jedem B-Projekt sollten mindestens Zwanzig- bis Vierzigtausend Quadratmeter Pro-

duk­tions­fläche entstehen. Der Südharz mit seinen zahl­rei­chen Gipsstollen und Steinbrüchen bot hierfür hervorragen­de Voraussetzungen.

Zur Sicher­stel­lung der Pro­duk­tion des Junkers-Werkes Schönebeck be­schlag­nahmte der Jägerstab im März 1944 die Heimkehle, eine Naturhöhle in der Nähe der Ortschaft Rottleberode (Projekt „A 5“). Am 13. März 1944 ver­ließ der erste Transport mit zwei­hun­dert Bauhäftlingen das Konzentra­tions­lager Buchenwald in Richtung Rottleberode. Zur Unterbringung der Häftlinge hatte das Reichs­luft­fahrt­mi­nis­te­rium die Gebäude der Porzellanfabrik Max Schuck am Ortsausgang von Rottleberode in Richtung Stolberg be­schlag­nahmt. Im Erdgeschoß des Gebäudes waren Küche, Wasch- und Abstellräume un­ter­gebracht. In den beiden oberen Stockwerken be­fan­den sich die Un­ter­kün­fte der Häftlinge. Das sich auf der gegenüberliegenden Stra­ßenseite be­fin­dliche Barackenlager gehörte nicht, wie des öfteren an­ge­nommen, zum KZ-Kommando Rottleberode. In diesem Lager waren russische Zwangsarbeiter der Firma Stock & Co un­ter­gebracht, die Panzersprenggranaten her­stellte.

Die Häftlinge der „ersten Genera­tion“ des Außenkommandos Rottleberode setzte man als Bauhäftlinge in der Heimkehle ein, wo diese Betonierungs- und Stollenarbeiten durch­führen mußten. Die Bauarbeiten wurden im Juli 1944 ab­ge­schlossen. Nach Fertigstellung und dem Einbau der Pro­duk­tions­anlage schob man die entkräfteten Bau­häftlinge aus der Heimkehle auf die Baustelle des Projektes B 4 nach Stempeda ab, wo für die Firma Junkers ein weiteres Stollensystem zur Unterbringung eines Preßwerkes errichtet werden sollte. Die dort eingesetzten Häftlinge waren bis Ende des Jahres 1944 ebenfalls im Lager „Heinrich“ in Rottleberode un­ter­gebracht. Im Januar 1945 richtete man für diese Häftlinge ein eigenständiges Barackenlager ein, welches sich in unmittelbarer Nähe zur Baustelle in Stempeda befand. Am 30. Oktober 1944 waren 845 Häftlinge im Außenkommando Rottleberode un­ter­gebracht. Wieviele von ihnen auf der Baustelle in Stempeda bzw. in der Heimkehle eingesetzt waren, läßt sich nicht eruieren. Bis Ende des Jahres 1944 blieb die Zahl mit 903 Häftlingen annähernd konstant. Eine Aufstellung vom 2. April 1945 nennt eine Zahl von 1354 Häftlin-

gen, die sich vermutlich aber auf beide Lager bezieht.

Mitte Juli 1944 nahm Junkers unter der Tarnbezeichnung „Thyra-Werk“ die Pro­duk­tion von Flugzeugfahrge­stel­len in der Heimkehle auf. Am 26. Juli 1944 for­derte die Werksleitung die ersten Häftlinge für die Fertigung an, deren Zahl in der Folge stetig anstieg. Neben ausländischen Zwangsarbeitern, die man im Festsaal von Uftrungen un­ter­brachte, waren etwa sechshundert Häftlinge in zwei Schichten in der Heimkehle eingesetzt. Hierbei handelte es sich fast ausschließlich um Fachkräfte, die nicht ohne Probleme und ohne größere Störung des Pro­duk­tions­flusses ausgetauscht werden konnten. Diese Abhängigkeit führte dazu, daß die Arbeits- und Lebensbedingungen in der Heimkehle im Vergleich zum Bau­kommando in Stempeda erheblich besser waren. *„Im Lager der ‚Spezialisten‘ gab es auch Opfer, aber von geringerer Bedeutung. Einige starben an Erschöpfung, an Mangel an Schlaf oder an Lungenentzündungen, als Folge der endlosen Appelle. Sehr wenige sind (...) an Schlägen gestorben. Der Grund dafür war (...) die Tatsache, daß wir alle qualifizierte Arbeiter waren, die schwerer zu ersetzen waren (...). Außerdem kamen wir nur im Lager und während des Transportes vom Lager zum Tunnel mit den SS-Leuten (...) in Berührung“*.

Der französische Häftling André Carré, der seit Oktober 1944 im Lager Rottleberode un­ter­gebracht und in der Heimkehle eingesetzt war, führt weiter aus: *„Im Kommando der Erdarbeiter Stempeda war das Leben unerträglich. (...) Ständig unter der Aufsicht der SS und ihrer Hunde, der Kapos (...) war ihr Leben eine Hölle. Bei gleicher Nahrung waren sie zu wesentlich größerer körperlichen Anstrengung gezwungen als wir. Jedesmal wenn einer von ihnen vor Erschöpfung umfiel, stürzten sich die Kapos wild auf ihn, bis er tot war. Abends sahen wir oft diese bedauernswerte Kolonne, wie sie erschöpft, vor Müdigkeit sich nur wie durch ein Wunder aufrecht haltend, ihre Toten des Tages in Zementtrögen, die auf Rädern montiert waren, in das Lager brachten. Dort wurden sie nachlässig in einen Schuppen geworfen, bis der Lastwagen von Dora sie zum Krematorium brachte“*. Die Sonderstellung der Facharbeiter verhinderte aber nicht, daß es auch in der Heimkehle zu Mißhandlungen

der Häftlinge kam. Der belgische Fremdarbeiter Jean D'Hoker erinnert sich: „Ein deutscher Kapo lief regelmäßig dort herum, einen riesigen Knüppel in der Hand und beaufsichtigte die Häftlinge. Wenn ihm irgend etwas nicht paßte, schlug er ohne Erbarmen zu. Im Vergleich zu den anderen Gefangenen, die sehr abgemagert waren, sah er wohlgenährt aus“.

In der zweiten Märzhälfte des Jahres 1944 wurde beschlossen, der Firma Junkers weiteren bombensicheren Raum im Nordhäuser Anhydritmassiv zur Verfügung zu stellen. In dem Protokoll der Speer-Konferenz heißt es: „Der Führer verlangt trotz der außerordentlichen Angespanntheit der Gesamtlage, daß mit aller Energie die beiden von ihm geforderten Großwerke von je mindestens 600.000 Quadratmeter errichtet werden. Er ist damit einverstanden, daß eines dieser Werke nicht als Betonwerk, sondern nach unserem Vorschlag in Erweiterung und unmittelbarer Nachbarschaft des jetzigen Mittelwerkes als sog. Mittelbau errichtet wird und daß dieses Werk unter Führung der Junkers-Werke kommt.“ In diesem Zusammenhang wird zum ersten Mal der Begriff Mittelbau als Bezeichnung für die Gesamtheit der im Raum Nordhausen für die Junkers-Werke zu schaffenden unterirdischen Bauten gebraucht. Im April 1944 mußte der Nordteil der Anlage im Kohnstein von der Mittelwerk GmbH zugunsten einer Produktion der Junkers-Zweigwerke Köthen und Leipzig geräumt werden.

Die ersten ausgearbeiteten Pläne für die neu zu errichtenden unterirdischen Anlagen im Raum Nordhausen lagen bereits wenige Tage nach der Gründung des Jägerstabes vor. Für die Planungen zu diesen Projekten konnten die Bauexperten im Kammlerstab auf grundlegende geologische Voruntersuchungen zurückgreifen, die der Göttinger Geologe Prof. Dr. Schriel Mitte der dreißiger Jahre im Auftrag der Wifo durchgeführt hatte. Im März 1944 begannen die Arbeiten im Himmelberg (Projekt B 3 a in der Nähe von Woffleben) und ab August 1944 im Mühlberg (Projekt B 3 b in der Nähe von Appenrode), wo unter Leitung des Führungsstabes B 3 eine unterirdische Anlage für die Flugzeugproduktion der Firma Junkers entstehen sollte. Am 1. September 1944 teilte das zuständige Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld dem Reichswirtschaftsmini-

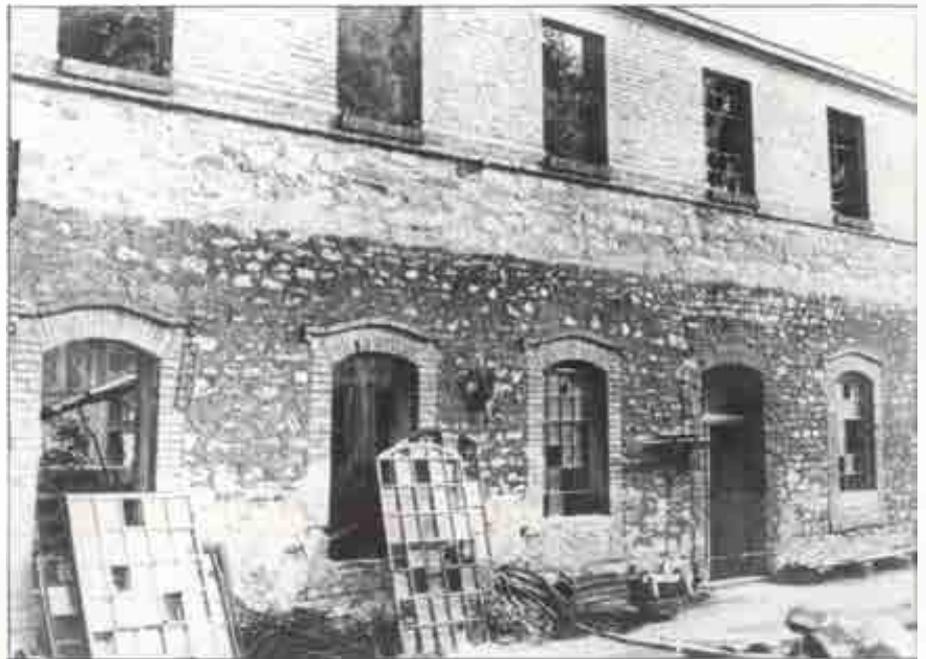


Abb. 4: Werksgebäude der ehemaligen Firma Schuck; in diesem Gebäude richtete man im März 1944 das Außenkommando Rottleberode ein (um 1950 ?)

sterium mit, daß das Projekt B 3 b „in Planung und im Anlaufen“ ist. Die Arbeiten an dem Projekt B 3 b wurden im Januar eingestellt.

Am 3. April 1944 trafen die ersten zweihundert Häftlinge auf der Baustelle B 3 a ein. Ihre Unterbringung erfolgte zunächst in einem Gebäude des Gutes Bischofferode. Dieses provisorische Lager „Anna“ löste man aber am 9. Mai 1944 schon wieder auf und verlegte die Insassen in die neu errichteten Lager in Ellrich und Harzungen. Die Aufteilung der Häftlinge auf mehrere Lager war nötig, weil die Häftlingszahlen des Lagers Bischofferode ab Mai 1944 sprunghaft anstiegen. Ende Juli 1944 waren mehr als zweitausend Häftlinge auf der Baustelle B 3 a eingesetzt. Im Januar 1945 stieg die Zahl der dort eingesetzten Häftlinge auf 3142 an. Bis Juli 1944 leitete die Wifo Außenstelle Niedersachsverfen die Bauarbeiten. Da die Wifo „willensmäßig nicht geneigt war“, ihre Forschungsergebnisse uneingeschränkt zur Verfügung zu stellen, setzte man den zuständigen Oberbauleiter Neu am 14. Juli 1944 kurzerhand ab. Ab August 1944, nach der vollständigen Eingliederung der Wifo Niedersachsverfen in die Mittelwerk GmbH, führte die Arbeitsgemeinschaft „Arge Woffleben“ unter Führung der Firmen Grün

& Bilfinger die Baumaßnahmen des Projektes B 3 a fort.

„Beim Ausschachten der Tunnel (...) ließ man die Häftlinge, wenn die Felsen gesprengt wurden, nicht hinaus, sondern sie mußten sich in sicherer Entfernung aufhalten, um sofort nach der Sprengung die Felsbrocken aufladen und wegschaffen zu können“, erinnert sich der ehemalige Häftling Miroslav Kojecy, der auf der Baustelle B 3 a im Himmelberg eingesetzt war. „Weil diese Tunnel keine Entlüftung hatten, blieben nach der Explosion alle Gase und der Staub im Tunnel und die Häftlinge mußten in der verseuchten Umgebung arbeiten. Das Ergebnis war dann, daß die Häftlinge nach einem Monat abnorm geschwächt waren, wie bei einer Gelbsucht gelb wurden und durch eine allmähliche Gasvergiftung sehr schnell und völlig entkräftet starben. So blieben z. B. von einem Transport 600 französischer Häftlinge, die vorwiegend beim Tunnelbau waren, nach einem Monat nur 50 übrig. Beim Bau der Tunnel starben die meisten der Franzosen und Belgier.“ Entgegen der anfänglichen Planungen, im Projekt B 3 eine Produktionsanlage zur Fertigung von Flugzeugmotoren der Firma Junkers unterzubringen, vergab der Arbeitsstab Dornberger das unterirdische Stollen-

system B 3 a neu. Am 15. März 1945 erhielten die Firmen Donag, AEG und Walter den Zuschlag. Die Stollen sollten „frühestens in 8-10 Wochen“ bezugsfertig sein. Nach einer erneuten Planungsänderung wies man der Firma Henschel einen Teil der bereits fertiggestellten Stollen zu. Eine Verlagerung fand aber nicht mehr statt.

Nach den schweren Bombardierungen der Deutschen Raffinerieanlagen und Hydrierwerke wurde Edmund Geilenberg, der bis zu diesem Zeitpunkt den Hauptausschuß „Munition“ im Technischen Amtes geleitet hatte, am 30. Mai 1944 von Hitler als Generalkommissar für die Sofortmaßnahmen beim Reichsminister für Rüstungs- und Kriegsproduktion bestellt. Anfänglich konzentrierte sich die Arbeit des Stabes auf den Wiederaufbau der beschädigten und zerstörten Werke der Mineralölindustrie. Ende Juni 1944 wurde auf Initiative von Carl Krauch, der im Jahr 1940 zum Aufsichtsratsvorsitzenden der IG Farben avancierte, die unterirdische Verlagerung von gefährdeten Raffinerien und Hydrieranlagen eingeleitet. In einem Schreiben Krauchs an das Reichsministerium für Rüstungs- und Kriegsproduktion vom 29. Juni 1944 heißt es: „Abgesehen von dem durch Herrn Geilenberg eingeleiteten Wiederaufbau der durch Luftangriffe beschädigten Werke habe ich (...) nach Lösungen gesucht, die geeignet sind, eine wirklich grundlegende Sicherung (...) für einen Teil der wichtigsten Treibstoffversorgung zu bieten. (...) Der völlige Schutz vor Luftangriffen würde sich durch den Einbau in vorhandene (und) natürlich geschützte Räume (Höhlen, Schluchten, Steinbrüche) erreichen lassen.“

In der Folgezeit wählte das Reichsamt für Bodenforschung für eine mögliche Verlagerung geeignete Standorte aus. Die Ergebnisse flossen in eine Besprechung ein, die am 11. Juli 1944 zwischen den beteiligten Dienststellen in Berlin stattfand. Dabei wurde als möglicher Standort für die Verlagerung diverser Mineralölanlagen das Mittelwerk bei Niedersachswerfen genannt. In dem am 12. Juli 1944 angefertigten Sitzungsprotokoll heißt es: „Es wird vorgeschlagen, (...) das „Projekt Dachs“ unter Ausnutzung z. B. vorhandener französischer oder in Deutschland umzusetzender Raffinerieteile bombensicher in vorhandene Räume des Mittelwerkes einzubauen. (...) Um auch einen wesentli-

chen Teil der Versorgung der Jagdwaffe mit Flugtreibstoff völlig sicherzustellen, wird vorgeschlagen, das „Projekt Kuckuck“ (...) ebenfalls in vorhandenen Räumen einzurichten.“ In dem überarbeiteten Sitzungsprotokoll vom 13. Juli 1944 heißt es ergänzend über die Bedeutung des Mittelwerkes für die unterirdische Verlagerung von Mineralölanlagen: „Das „Projekt Kuckuck“ soll mit doppelten Umfang für 40.000 moto (= Monatstonnen) projektiert werden. (...) Der Einbau wird zweckmäßig ebenfalls in vorhandener Höhle, z. B. Mittelwerk, erfolgen.“ Aus Gründen der Dringlichkeit stellte man dagegen die Schaffung neuer Höhlen zurück. „Die Durchführung aller Projekte ist eine Frage der Auffindung geeigneter bombensicherer Höhlen bzw. Freistellung von vorhandenen Räumen im Mittelwerk.“

Zwei Wochen später hieß es einschränkend, das Projekt Kuckuck gehe in zum Teil vorhandene, „jedoch noch auszubauende Räume des Mittelwerkes hinein.“ Ende Juli 1944 beschloß man, das Hydrierwerk „Kuckuck“ in einem Teil des Stollensystems auf der Nordostseite des Kohnsteins unterzubringen. Dieses im Mai 1944 begonnene Projekt mit der Bezeichnung B 11 zwischen dem alten Stollensystem der Wifo und dem Tagebau des Gipswerkes Niedersachswerfen war anfänglich für eine Produktion der Firma Junkers vorgesehen. Das Hydrierwerk „Kuckuck“ sollte ab März 1945 monatlich etwa 20.000 t Flugbenzin produzieren. Am 1. August 1944 erhielt das Ammoniakwerk Merseburg vom Arbeitsstab Geilenberg den Auftrag, gemeinschaftlich mit der Mineralölbaugesellschaft die unterirdische „Benzin-Veredelungs-Anlage“ zu errichten. Die Projektierungsarbeiten führte die Mineralölbaugesellschaft in Luckenwalde, die aus Geheimhaltungsgründen unter dem Decknamen „Julius Schmitt GmbH“ tätig war, durch.

Entsprechend dem ersten Entwurf sollten dort etwa fünfhunderttausend Tonnen Treibstoff pro Jahr erzeugt werden. Im Laufe der Projektierung warf man diese Planung jedoch um, da die vorhandenen Schwerbenzinmengen für eine Anlage in dieser Größe nicht mehr ausreichten, so daß schließlich dreihunderttausend Tonnen Treibstoff pro Jahr produziert werden sollten. Die für dieses Bauvorhaben erforderlichen Einrichtungen beschlagnahmte der Geilenbergstab in den vorhandenen Hydrier-

werken und lagerte sie in Herzberg am Harz vorübergehend zwischen. Im März 1945 waren etwa 75 % des Projektes „Kuckuck I“ fertiggestellt. Bei Kriegsende beschlagnahmten die Amerikaner das Stollensystem. Als dann die Sowjets den Komplex übernahmen, ließen sie die Übergabe der Maschinen an die Leuna-Werke in Merseburg zwar zu, knüpften sie aber an Bedingungen. In einem Schreiben des Gipswerkes an die Leuna-Werke vom 31. August 1945 heißt es: „Heute macht man die Herausführung von Materialien, Apparaten, Maschinen u. a. von einer Art Kompensation abhängig. Bei unserer gestern stattgefundenen Verhandlung mit dem Bevollmächtigten des Landrats (...) bat dieser, ihm die Abwicklung unserer Wünsche dadurch zu erleichtern, daß im gewissen Umfang Produkte der Leuna Werke für die Bedürfnisse der Stadt Nordhausen (...) abgegeben würden.“

Am 27. Oktober 1944 wurde der verbleibende Teil der oben genannten Anlage (Projekt B 11) für die Errichtung eines Großbetriebes zur Erzeugung von flüssigem Sauerstoff (Tarnname „Eber“) freigegeben. Im November 1944 beauftragte das Oberkommando des Heeres die Mittelwerk GmbH mit ihrer Errichtung. In dem Schreiben des Oberkommandos des Heeres an den Generaldirektor der Mittelwerk GmbH, Georg Rickhey, vom 6. November 1944 heißt es: „Gemäß Anweisung (...) wird Ihnen hierdurch nach Klärung der Planungsgrundlagen der Auftrag erteilt, auf dem Gelände Zinnstein, das für diesen Zweck vom Reichsminister für Rüstungs- und Kriegsproduktion freigegeben worden ist, eine Anlage zur Erzeugung von flüssigem Sauerstoff (...) als unterirdische Anlage zu errichten.“ Die Durchführung der Bauarbeiten wurde der Waffen-SS übertragen. Nach ihrer Fertigstellung sollte die unterirdische Fabrik von der Mittelwerk GmbH übernommen werden. Die gesamte Finanzierung des Projektes lag in der Hand der Mittelwerk GmbH. Der erste Maschinenstollen sollte am 20. Februar 1945 in Betrieb gehen. Der gesamte Komplex sollte bis Ende April 1945 fertiggestellt sein. Diese Forderungen konnten bis Kriegsende nicht verwirklicht werden. Im April 1945 nutzte die Mittelwerk GmbH einen Teil als Materiallager für Teile der A4-Rakete.

Die Zahl der im Projekt B11 eingesetzten Häftlinge war mit einigen Hun-

dert zunächst vergleichsweise gering, stieg nach dem Baubeginn des Hydrierwerkes "Kuckuck I" steil an. Im Juli 1944 waren tausend Häftlinge aus den Lagern Dora, Harzungen, Ellrich und der Boelcke-Kaserne auf der Baustelle B11 eingesetzt; im Januar 1945 verdoppelte sich die Zahl und stieg auf über zweitausend. Die Häftlinge, die dem Bauprojekt B11 zugewiesen waren, zog man zu Betonierungs-, Transport- und Schachtarbeiten heran. Etwa ein Drittel der Häftlinge war mit der Verarbeitung des beim Stollenvortrieb anfallenden Anhydritgesteins beschäftigt. Der ehemalige Häftling Karl Oismaa berichtet über die Bedingungen beim Vortrieb des Stollensystems B11: „Im Tunnel wurde überhaupt nicht für Arbeitsschutz gesorgt. Unglücksfälle, sogar Sterbefälle waren ein gewohntes Bild. Die Oberlage war schlecht gesäubert und Steinklumpen fielen auf uns herunter. Einmal brachten wir (...) an einem Tag 20 Leichen auf Karren und Tragbahnen ins Lager (Harzungen). Auch bei Sprengungen wurde nicht immer dafür gesorgt, daß alle Gefangenen für diese Zeit in eine gesicherte Stelle gebracht wurden.“

Ab August 1944 errichtete das Ammoniakwerk im Kammerforst bei Ellrich (Projekt B 17) eine Verladerrampe (Tarnname „Kuckuck II“) für die im Kohnstein geplante Hydrieranlage „Kuckuck I“. Diese sollte aus Sicherheitsgründen nicht in unmittelbarer Nähe des Hydrierwerks stehen. Nach der Fertigstellung sollte es durch unterirdische Rohrleitungen mit dem Projekt „Kuckuck I“ verbunden werden. Außerdem sollten die Tunnel eine kleine Anlage für katalytisches Kracken aufnehmen. Das Ammoniakwerk Merseburg setzte etwa dreihundert Häftlinge auf der Baustelle des Projektes „Kuckuck II“ ein. Die Häftlinge kamen aus dem nur wenige hundert Meter entfernten Lager Ellrich.

Bei der Planung des Projektes „Dachs IV“ kam es zu Kompetenzstreitigkeiten zwischen dem Geilenberg- und dem Jägerstab. Am 3. und 4. August 1944 fand bei der Mineralölbaugesellschaft in Luckenwalde unter Vorsitz von Edmund Geilenberg eine Besprechung über die geplanten Verlagerungsprojekte der Mineralölindustrie statt. Aus dem Besprechungsprotokoll geht hervor, daß in der Heimkehle bei Rottleberode eine unterirdische Raffinerieanlage mit dem Tarnnamen „Dachs IV“ untergebracht werden sollte. Dort

Ort und SS-Führungsstab	Tarnbezeichnung a) für den Raum b) für die Firma	Bestimmung des Projektes	a) Baubeginn b) Beginn der Produktion	Häftlingseinsatz
Heimkehle bei Rottleberode (A5)	a) Heller b) Thyra-Werk	Junkers (Flugzeug-fahrwerke)	a) März 1944 b) Juli 1944	530 (11/1944) Lager Rottleberode
Woffleben Himmelberg (B3 a)	a) Anhydrit b) Hydra	Junkers; später AEG, Donag u. Walter; ab 4/1945 Henschel	a) März 1944	3142 (1/1945) Lager Harzungen, Ellrich und Bischofferode (aufgelöst am 9. Mai 1944)
Appenrode Mühlberg (B3 b)	a) Anhydrit b) Hydra	Junkers	a) Herbst 1944	Lager Harzungen
Rottleberode/Stempeda (B4)	a) Lava	Junkers	b) Aug. 1944	Lager Rottleberode, später Stempeda
Niedersachswerfen Steinbruch (B11)	a) Zinnstein b) Kuckuck I	Junkers; später Ammoniakwerk Merseburg (Hydrieranlage)	a) Mai 1944 a) Kuckuck I im Juli 1944	2122 (1/1945) mit „Eber“; Lager Dora, Harzungen u. Boelcke-Kaserne
Niedersachswerfen Steinbruch (B11)	a) Zinnstein b) Eber	Junkers; später Mittelwerk GmbH (Sauerstoffanlage)	a) Mai 1944 a) Eber im Oktober 1944	siehe Projekt Kuckuck I
Woffleben (B12)	a) Kaolin b) Hydra-Werk	Junkers	a) Mai 1944 b) Frühjahr 1945 (Teilbelegung)	1393 (1/1945), Lager Ellrich und Woffleben
Ellrich (B17)	a) Gneis b) Kuckuck II	Ammoniakwerk Merseburg	a) Aug. 1944	300 (1/1945), Lager Ellrich
Osterode	b) Dachs IV	Rhenania-Ossag AG (Ölraffinerie)	a) Okt. 1944	72 (12/1944), 85 (1/1945), 665 (2/1945) Lager Osterode-Petershütte

Tab. 1: Verlagerungsprojekte im Südharz 1944 – 1945

\* Zu dieser Thematik ebenfalls vom Autor erschienen:

- *Geheime Rüstungsprojekte in Südniedersachsen und Thüringen während der NS-Zeit, Duderstadt 1995.*

- *Rüstungsprojekte in der Region Nordhausen, Worbis und Heiligenstadt während der NS-Zeit. Der Großeinsatz von Fremdarbeitern, Kriegsgefangenen und KZ-Häftlingen in der deutschen Kriegswirtschaft unter Berücksichtigung der Untertageverlagerung in der Endphase des NS-Regimes, Duderstadt 1998.*

*Ergänzung der Redaktion:*

*Die heutige gute Industrieausstattung der Region ist unmittelbar auf die im Artikel beschriebene Forcierung der Rüstungswirtschaft zurückzuführen. Folge: fast 60% der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Landkreis Osterode am Harz sind heute in der industriellen Produktion tätig, ein für Niedersachsen außerordentlich hoher Wert. Unter Berücksichtigung der ökonomischen Entwicklung der DDR trifft dies auch auf den Landkreis Nordhausen zu.*

aber hatte der SS-Führungsstab „A5“ im Auftrag des Jägerstabes bereits im März 1944 mit dem Einbau des Fertigungswerkes der Firma Junkers („Thyra-Werk“) begonnen. Daraufhin suchte der Geilenbergstab Ende August 1944 einen neuen Standort für die Raffinerie „Dachs IV“. Anfänglich sollte die Anlage nordwestlich von Osterode in einem Gipsbruch bei „Schwarze Hütte-Katzenstein“ kommen.

Am 7. Oktober 1944 fand eine Besprechung über das geplante Verlagerungsprojekt „Dachs IV“ in Osterode statt. In dieser Besprechung stellte sich allerdings der Gipsbruch vor dem Sedanturm aufgrund der geographischen Bedingungen als besserer Standort heraus. Der Geilenbergstab hatte vorgesehen, die Stollen bis zum 28. Januar 1945

fertigzustellen und ab Februar 1945 die erforderliche Technik zu montieren. Ab 1. Mai 1945 sollte dann die Hamburger Firma Rhenania-Ossag AG die Raffinerie betreiben. Bis Kriegsende konnten allerdings nur etwa zwanzig Prozent der unterirdischen Stollenfläche fertiggestellt werden. Die Gesamtausführung der Bauarbeiten oblag der Organisation Todt, Einsatzgruppe IV Kyffhäuser. Das Büro der Bauleitung befand sich in der Knabenvolksschule in der Jakobitorstraße.

Am 15. Oktober 1944 trafen die ersten zweihundert abkommandierten Bergleute auf der Baustelle der Deutschen Schachtbau GmbH in Osterode ein. Anfang November wies man dem Projekt „Dachs IV“ weitere 350 Arbeitskräfte zu. Hierbei handelte es sich um

„Mischlinge ersten Grades“ und Männer, die mit jüdischen Frauen verheiratet waren. Diese von den Nationalsozialisten als „Halbjuden“ und „jüdisch Versippte“ bezeichneten Arbeitskräfte deutscher Nationalität kamen überwiegend aus Sachsen-Anhalt. Als „Sonderdienstverpflichtete“ waren sie in dem von der Organisation Todt eingerichteten Barackenlager in der Petershütter Allee, in der Gastwirtschaft „Linde“, in der Turnhalle am Kurpark und im Saal der Gastwirtschaft „Stadt Osterode“ untergebracht. Im Lokal „Zum Sösetal“ wurde eine provisorische Krankenabteilung eingerichtet. In regelmäßigen Abständen von acht bis vierzehn Tagen kontrollierten Beamten der Gestapo Hildesheim die Unterkünfte. Den „Sonderdienstverpflichteten“ war es strengstens untersagt, diese eigenmächtig zu verlassen. Nur ein geringer Prozentsatz der Arbeitskräfte hatte die Möglichkeit, in dem erlernten Beruf weiterzuarbeiten. Der überwiegende Teil mußte schwere körperliche und berufsfremde Arbeit im Stollen verrichten. Die Arbeitszeit schwankte zwischen zehn und zwölf Stunden.

Ein Zeitzeuge, der im Lager der Organisation Todt untergebracht war, erinnert sich: *„Unsere Baracke war zwar nicht umzäunt, jedoch wurden wir von einer sogenannten Lagerwache (...) ständig kontrolliert. In der RAD-Baracke lagen wir insgesamt mit 60 Mann. Wir hatten Betten mit Strohsäcken und pro Mann eine Decke. Wir haben täglich über 12 Stunden arbeiten müssen. Auch am Sonntag wurde gearbeitet. Am Heiligen Abend des Jahres 1944 durften wir um 15.00 Uhr Feierabend machen. (...) Beide Weihnachtsfeiertage und am Neujahrstag habe ich arbeiten müssen. Wir Sonderdienstverpflichteten hatten eine eigene Küche, die sich in der damaligen Gastwirtschaft Martens in Petershütte befand. Wir empfangen unser Essen in einem Eßgeschirr (...) an der Küche und aßen in unserer Baracke. Wir hatten nur 30 Minuten Mittagsruhe.“* Diese Lager wurden ab Mai 1945 von der Militärregierung aufgelöst und die Insassen in ihre Heimat entlassen.

Aus dem Monatsbericht der Bauleitung für den Monat Dezember 1944 geht hervor, daß im Berichtszeitraum insgesamt 430 deutsche und ausländische Arbeitskräfte sowie 72 Häftlinge aus dem Konzentrationslager Mittelbau-Dora auf der Baustelle „Dachs IV“

in Osterode eingesetzt waren. Die vorliegenden Quellen machen keine genauen Angaben, wann das Außenkommando „Dachs IV“ eingerichtet wurde. In der Literatur wird der 25. November 1944 als Gründungsdatum genannt. Das Außenkommando „Dachs IV“ befand sich im Sösegrund in unmittelbarer Nähe des Lagers der Organisation Todt und war Teil eines größeren Sperrgebiets, das die Baustelle weiträumig umschloß. Im Januar 1945 waren insgesamt 85 Häftlinge auf der Baustelle „Dachs IV“ eingesetzt. Im Februar 1945 bestand das Lager aus sechs Baracken und war mit einem hohen Stacheldrahtzaun umgeben. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich noch drei weitere Baracken im Bauzustand. Mitte Februar 1945, nach fast vollständiger Fertigstellung des Lagers, wurden weitere Häftlinge aus dem Konzentrationslager Mittelbau-Dora, bewacht von siebzig SS-Männern, nach Osterode überstellt. Ende Februar 1945 waren 665 Häftlinge auf der Baustelle des Projektes „Dachs IV“ tätig. Nach Auskunft des Lagerkommandanten, der im Februar 1945 nach Osterode versetzt wurde, waren zu diesem Zeitpunkt mehr als neunhundert Personen in dem Außenkommando „Dachs IV“ im Sösegrund untergebracht.

Er sagte nach Kriegsende aus: *„Das KZ in Osterode ist im Herbst 1944 von meinem Vorgänger eingerichtet worden. (...) Das Lager war in jeder Beziehung dem KZ-Lager Niedersachswerfen unterstellt. Von Niedersachswerfen kamen sämtliche Weisungen. Der Zustand des Lagers war im allgemeinen sehr schlecht. Es war überbelegt. (...) Dieses Lager (war) bis Februar 1945 mit nur 70 Mann belegt. Dann kam plötzlich ein Transport mit 900 Mann. Es war klar, daß die Baracken nun nicht mehr zur ordnungsgemäßen Unterbringung der Häftlinge ausreichten. Die Häftlinge trugen die übliche KZ-Bekleidung mit den verschiedenen Winkeln.“* Die aus Deutschland, Frankreich, der Sowjetunion und den Niederlanden stammenden Häftlinge wurden vor allem zu Arbeiten im Stollen herangezogen. Nach achtstündiger Schwerstarbeit auf der Baustelle des Verlagerungsprojektes setzte man sie weitere zwei Stunden beim Aufbau des Lagers ein. Auch am Wochenende waren die Häftlinge im Stollen eingesetzt. Das Außenkommando „Dachs IV“ wurde am 21. März 1945 aufgelöst und die Häftlinge ins Haupt-

lager Mittelbau-Dora zurücktransportiert. Wenige Tage später erfolgte die Einweisung von tausend sowjetischen Kriegsgefangenen in das geräumte Außenkommando „Dachs IV“.

Ende Februar 1945 wurden dem Projekt „Dachs IV“ dreihundert weitere „Sonderdienstverpflichtete“ aus Prag zugewiesen. Auch bei diesem Transport handelte es sich ausschließlich um sogenannte „Halbjuden“ und um Männer, die mit jüdischen Frauen verheiratet waren. Zur Unterbringung dieser Arbeitskräfte richtete die zuständige Bauleitung der Organisation Todt auf dem Gelände „Am roten Ufer“ in unmittelbarer Nähe des Sportplatzes ein Barackenlager ein. Die Arbeitskräfte dieses Lagers wurden schwerpunktmäßig im Stollen eingesetzt, wo sie den beim Bau anfallenden Schutt aus dem Stollen schaffen mußten. In einer Postkarte eines „Sonderdienstverpflichteten“ an seine in Prag wohnhafte Frau vom 5. März 1945 heißt es über die Bedingungen im Lager: *„Die erste Arbeitswoche haben wir gut überstanden. Meine Gruppe arbeitet von 7-7 mit ½ stündiger Mittagspause, Samstag bis ½ 2, Sonntag bis 12. Im Freien leiden wir sehr unter dem Pantschwetter. Vor allem Schuhe und Handschuhe werden nie trocken. Verpflegung haben wir mittig warm, abend kalt, 350 g. Brot täglich. (...) Zulässig ist ein Paket monatlich – doch wissen wir nicht, wie lange der Postlauf ist.“* Die in diesem Lager untergebrachten „Sonderdienstverpflichteten“ wurden bereits im März 1945 wieder in ihre Heimat zurückgeschickt.

In der Petershütter Allee und im Lager „An der Bremke“ bestanden zwei weitere Lager für „Ostarbeiter“, die ebenfalls dem Projekt „Dachs IV“ zugeordnet werden können. Über die genaue Anzahl der dort untergebrachten Arbeitskräfte liegen keinerlei Angaben vor. Im Februar 1945 waren insgesamt über dreitausend Arbeitskräfte auf der Baustelle des Projektes „Dachs IV“ in Osterode tätig. Neben 1848 deutschen Arbeitskräften, wozu auch die „Sonderdienstverpflichteten“ zählten, waren dort 588 Ausländer und 665 KZ-Häftlinge aus dem Lager Mittelbau-Dora eingesetzt.

Nach Kriegsende nutzte die Stadt Osterode die geräumten Unterkünfte als Durchgangslager für Ostflüchtlinge. In dem Protokoll der Sitzung des Stadtbeirats der Stadt Osterode vom 8. Ok-



**Abb. 5: Maschinenhalle von Junkers in der Heimkehle (1944)**

tober 1945 heißt es über das Flüchtlingslager: „Zur Aufnahme und zur Durchführung des Weitertransports der Flüchtlinge aus dem Osten wird in Osterode ein Durchgangslager für Ostflüchtlinge eingerichtet. (...) Dieses wird zur Aufnahme von 2000 Ostflüchtlingen eingerichtet und zwar in 19 Baracken in der Petershütter-Allee und im Sösegrund.“ Am 12. Oktober 1945 trafen die ersten Flüchtlinge in Osterode ein. Im Jahr 1968 wurden die letzten Baracken im Sösegrund geräumt und abgebrochen.

Im Mai 1944 nahm der SS-Führungsstab B12 im Auftrag des Jägerstabes die Bauarbeiten an der Erweiterungsanlage „C“ im Kohnstein, die die Wifo im September 1943 hatte einstellen müssen, wieder auf. Dort sollte eines der geplanten Flugzeugwerke der Firma Junkers mit der Tarnbezeichnung „Hydrawerk“ entstehen. Durch Teilbelegung einiger

Stollen konnte die Firma Junkers Anfang 1945 die Produktion von Strahltriebwerken aufnehmen. Die für Junkers arbeitenden Häftlinge waren zunächst ausschließlich im Lager Ellrich untergebracht, ab Januar 1945 auch im neu errichteten Lager B 12 bei Woffleben. Ihre Zahl betrug im Juni 1944 etwa achthundert, im Januar 1945 knapp 1400 Häftlinge. Am 30. September 1944 ordnete das SS-Wirtschaftsverwaltungshauptamt die Verselbständigung des Arbeitslagers Dora an, das bis zu diesem Zeitpunkt organisatorisch dem Konzentrationslager Buchenwald unterstand. Die offizielle Selbständigkeitserklärung erfolgte am 28. Oktober 1944. Gleichzeitig unterstellte man dem neu gegründeten Konzentrationslager Mittelbau-Dora die im „Mittelraum“ gelegenen Kommandos von Buchenwald. Hierzu zählten beispielsweise die

Außenkommandos A 5, B 3a, B 3b, B 4, B 11, B 12, B 15 und B 17. Die Unterstellung erfolgte augenscheinlich nach dem Territorialprinzip, das aber nicht konsequent eingehalten wurde. So blieben beispielsweise die Außenkommandos Mühlhausen („Martha“, Verlagerungsbetrieb von Junkers), Duderstadt (Rüstungsbetrieb Polte) und Niederorschel („Langenwerke AG“, Verlagerungsbetrieb von Junkers) unberücksichtigt. Ab November 1944 bildete das Konzentrationslager Mittelbau-Dora mindestens weitere achtzehn Außenkommandos, wozu auch das Lager „Dachs IV“ in Osterode zählte.

#### **Anschrift des Verfassers**

Frank Baranowski  
Am Kornberg 43, App. 52  
57076 Siegen

# Veröffentlichungen aus der NNA

## Mitteilungen aus der NNA\*

### 1. Jahrgang (1990)

- Heft 3: Themenschwerpunkte
- Landschaftswacht: Aufgaben, Vollzugsprobleme und Lösungsansätze
  - Naturschutzpädagogik
  - Belastung der Lüneburger Heide durch manöverbefindigen Staubeintrag
  - Auftreten und Verteilung von Laufkäfern im Pietzmoor und Freyenser Moor
- Heft 4: Kunstausstellungskatalog „Integration“

### 2. Jahrgang (1991)

- Heft 3: Themenschwerpunkt
- Feststellung, Verfolgung und Verurteilung von Vergehen nach MARPOL I, II und V
  - Synthese und Alloethie bei Anatiden
  - Ökologie von Kleingewässern auf militärischen Übungsflächen
  - Untersuchungen zur Krankheitsbelastung von Möwen aus Norddeutschland
  - Ergebnisse des „Beached Bird Survey“
- Heft 7: Beiträge aus dem Fachverwaltungslehrgang Landespflege für Referendare der Fachrichtung Landespflege aus den Bundesländern vom 1. bis 5.10.1990 in Hannover

### 3. Jahrgang (1992)

- Heft 1: Beiträge aus dem Fachverwaltungslehrgang Landespflege (Fortsetzung)
- Landwirtschaft und Naturschutz
  - Ordnungswidrigkeiten und Straftaten im Naturschutz

### 4. Jahrgang (1993)

- Heft 1: Themenschwerpunkte
- Naturnahe Anlage und Pflege von Rasen- und Wiesenflächen
  - Zur Situation des Naturschutzes in der Feldmark
  - Die Zukunft des Naturschutzgebiets Lüneburger Heide

#### Sonderheft

„Eine trage des Anderen Last“ 12782 Tage Soltau-Lüneburg-Abkommen

- Heft 2: Themenschwerpunkte
- Betreuung von Schutzgebieten u. schutzwürdigen Biotopen
  - Aus der laufenden Projektarbeit an der NNA
  - Tritt- und Ruderalgesellschaften auf Hof Möhr
  - Eulen im Siedlungsgebiet der Lüneburger Heide
  - Bibliographie Säugetierkunde

- Heft 3: Themenschwerpunkte
- Vollzug der Eingriffsregelung
  - Naturschutz in der Umweltverträglichkeitsprüfung
  - Bauleitplanung und Naturschutz

- Heft 4: Themenschwerpunkte
- Naturschutz bei Planung, Bau u. Unterhaltung von Straßen
  - Modelle der Kooperation zwischen Naturschutz und Landwirtschaft
  - Naturschutz in der Landwirtschaft

- Heft 5: Themenschwerpunkte
- Naturschutz in der Forstwirtschaft
  - Biologie und Schutz der Fledermäuse im Wald

- Heft 6: Themenschwerpunkte
- Positiv- und Erlaubnislisten - neue Wege im Artenschutz
  - Normen und Naturschutz
  - Standortbestimmung im Naturschutz
  - Aus der laufenden Projektarbeit an der NNA
  - Die Pflanzenkläranlage der NNA - Betrieb und Untersuchungsergebnisse

### 5. Jahrgang (1994)

- Heft 1: Themenschwerpunkte
- Naturschutz als Aufgabe der Politik
  - Gentechnik und Naturschutz
- Heft 2: Themenschwerpunkte
- Naturschutzstationen in Niedersachsen
  - Maßnahmen zum Schutz von Hornissen, Hummeln und Wespen
  - Aktuelle Themen im Naturschutz und in der Landschaftspflege
- Heft 3: Themenschwerpunkte
- Naturschutz am ehemaligen innerdeutschen Grenzstreifen
  - Militärische Übungsflächen und Naturschutz
  - Naturschutz in einer Zeit des Umbruchs
  - Naturschutz im Baugenehmigungsverfahren
- Heft 4: Themenschwerpunkte
- Perspektiven und Strategien der Fließgewässer-Revitalisierung
  - Die Anwendung von GIS im Naturschutz
  - Aus der laufenden Projektarbeit an der NNA
  - Untersuchungen zur Fauna des Bauerngartens von Hof Möhr

### 6. Jahrgang (1995)

- Heft 1: Themenschwerpunkte
- Zur Situation der Naturgüter Boden und Wasser in Niedersachsen
  - Projekte zum Schutz und zur Sanierung von Gewässerlandschaften in Norddeutschland
  - Nachwachsende Rohstoffe - letzter Ausweg oder letztes Gefecht
- Heft 2: Themenschwerpunkte
- Bauleitplanung und Naturschutz
  - Situation der unteren Naturschutzbehörden
  - Aktuelle Fragen zum Schutz von Wallhecken
- Heft 3: Themenschwerpunkte
- Fördermaßnahmen der EU und Naturschutz
  - Strahlen und Türme - Mobilfunk und Naturschutz
  - Alleen - Verkehrshindernisse oder kulturelles Erbe
- Sonderheft
3. Landesausstellung - Natur im Städtebau, Duderstadt '94
- Themenschwerpunkte
- Umweltbildung in Schule und Lehrerbildung
  - Landschaftspflege mit der Landwirtschaft
  - Ökologisch orientierte Grünpflege an Straßenrändern

### 7. Jahrgang (1996)

- Heft 1: Themenschwerpunkte
- Kooperation im Natur- und Umweltschutz zwischen Schule und öffentlichen Einrichtungen
  - Umwelt- und Naturschutzbildung im Wattenmeer
- Heft 2: Themenschwerpunkte
- Flurbereinigung und Naturschutz
  - Bioindikatoren in der Luftreinhaltung

### 8. Jahrgang (1997)

- Heft 1: Themenschwerpunkte
- Natur- und Landschaftserleben - Methodische Ansätze zur Inwertsetzung und Zielformulierung in der Landschaftsplanung
  - Ökologische Ethik
- Heft 2: Themenschwerpunkte
- Quo Vadis Eingriffsregelung
  - Vögel in der Landschaftsplanung
- Heft 3: Themenschwerpunkte
- Umsetzung von Naturschutzzielen im Ackerbau
  - Naturschutz in Kleingärten

\* Bezug über die NNA; erfolgt auf Einzelanforderung. Alle Hefte werden gegen eine Schutzgebühr abgegeben (je nach Umfang zwischen 5,- DM und 20,- DM).

---

NNA-Berichte\*

---

**Band 2 (1989)**

Heft 2: 1. Adventskolloquium der NNA · 56 Seiten

**Band 3 (1990)**

Heft 1: Obstbäume in der Landschaft / Alte Haustierrassen im norddeutschen Raum · 50 Seiten

Heft 3: Naturschutzforschung in Deutschland · 176 Seiten

**Band 5 (1992)**

Heft 1: Ziele des Naturschutzes - Veränderte Rahmenbedingungen erfordern weiterführende Konzepte · 88 Seiten

Heft 2: Naturschutzkonzepte für das Europareservat Dümmer - aktueller Forschungsstand und Perspektive · 72 Seiten

Heft 3: Naturorientierte Abwasserbehandlung · 66 Seiten

**Band 6 (1993)**

Heft 1: Landschaftsästhetik - eine Aufgabe für den Naturschutz? · 48 Seiten

Heft 2: „Ranger“ in Schutzgebieten - Ehrenamt oder staatliche Aufgabe? · 114 Seiten

Heft 3: Methoden und aktuelle Probleme der Heidepflege · 80 Seiten

**Band 7 (1994)**

Heft 1: Qualität und Stellenwert biologischer Beiträge zu Umweltverträglichkeitsprüfung und Landschaftsplanung · 114 Seiten

Heft 2: Entwicklung der Moore · 104 Seiten

Heft 3: Bedeutung historisch alter Wälder für den Naturschutz · 159 Seiten

Heft 4: Ökosponsoring - Werbestrategie oder Selbstverpflichtung · 80 Seiten

**Band 8 (1995)**

Heft 1: Abwasserentsorgung im ländlichen Raum · 68 Seiten

Heft 2: Regeneration und Schutz von Feuchtgrünland · 129 Seiten

**Band 9 (1996)**

Heft 1: Leitart Birkhuhn - Naturschutz auf militärischen Übungsflächen · 130 Seiten

Heft 2: Flächenstilllegung und Extensivierung in der Agrarlandschaft - Auswirkungen auf die Agrarbiozönose · 73 Seiten

Heft 3: Standortplanung von Windenergieanlagen unter Berücksichtigung von Naturschutzaspekten · 54 Seiten

**Band 10 (1997)**

Heft 1: Perspektiven im Naturschutz · 71 Seiten

Heft 2: Forstliche Generhaltung und Naturschutz · 57 Seiten

Heft 3: Bewerten im Naturschutz · 124 Seiten

Heft 4: Stickstoffminderungsprogramm · 52 Seiten

Heft 5: Feuereinsatz im Naturschutz · 181 Seiten

---

*\* Bezug über die NNA; erfolgt auf Einzelanforderung. Alle Hefte werden gegen eine Schutzgebühr abgegeben (je nach Umfang zwischen 5,- DM und 20,- DM).*

