

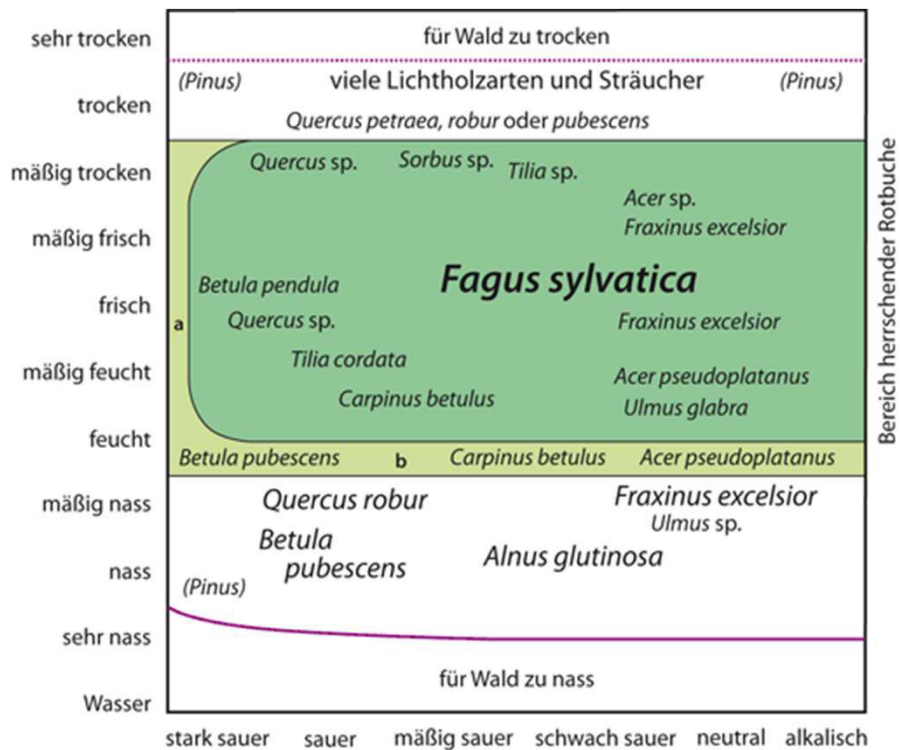
# Natürliche Waldstruktur



– mehr als dicke Bäume und Totholz –

# Fokus auf Buchenwälder

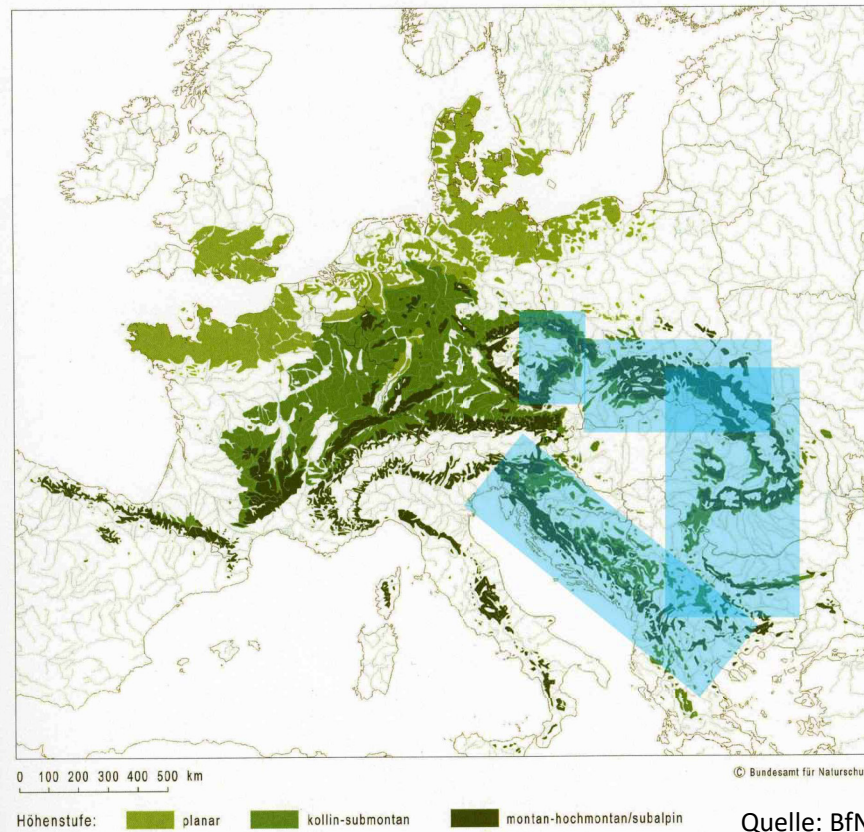
Buche hat eine sehr weite Standortamplitude



Quelle: Bartsch und Röhrig, 2016

# Fokus auf Buchenwälder

Buche hat eine sehr weite Standortamplitude  
und erreicht Dominanz in weiten Bereichen Europas



80% der Fläche Deutschlands  
(Bohn et al. 2003)

≈ 25% des weltweiten Areals

➤ Hohe Verantwortung für  
Buchenwaldökosysteme

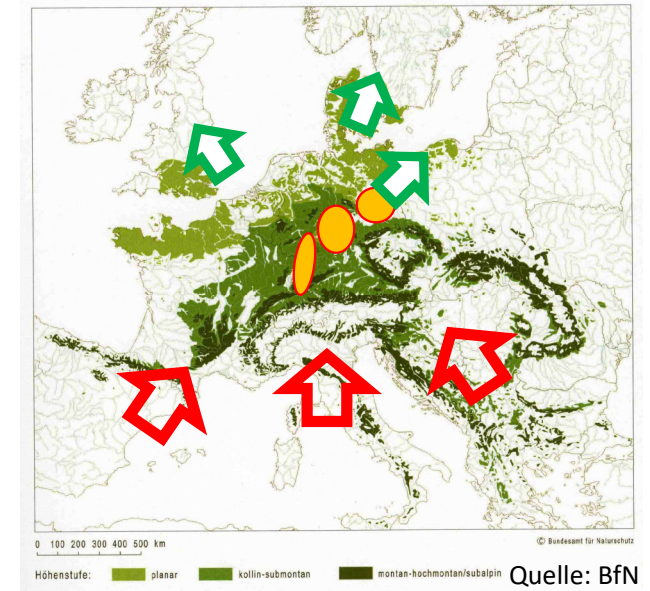
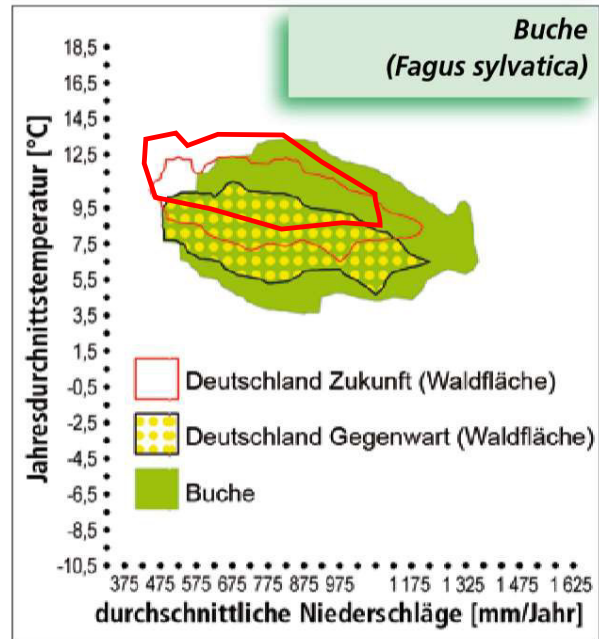
(BWI\_4: 17 % der Waldfläche;  
≈ 5,3 % der Landesfläche)

➤ Urwälder < 1%  
(keine in D)



# Buche im Klimawandel

Optimistisches Szenario...

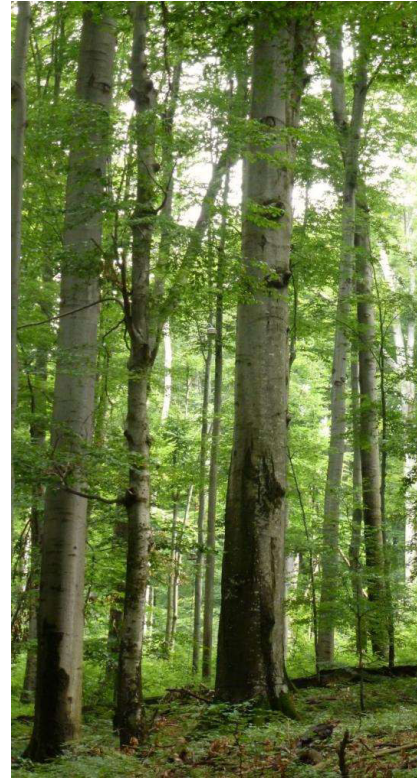


Fortbestand scheint “mittelfristig” relativ sicher...

- Auf lange Sicht zumindest in den Mittelgebirgen
- In einigen Bereichen Ausbreitung



## Was ist der Unterschied?



Keine geregelte Holzentnahme

➤ Bäume erreichen stärkere Dimensionen

≥ 70 cm BHD:    Urwälder ≈ 25 n/ha  
                         BWI\_4    = 3 n/ha

➤ Mehr Totholz

Urwälder ≈ 150 m<sup>3</sup>/ha  
BWI\_4    = 29,4 m<sup>3</sup>

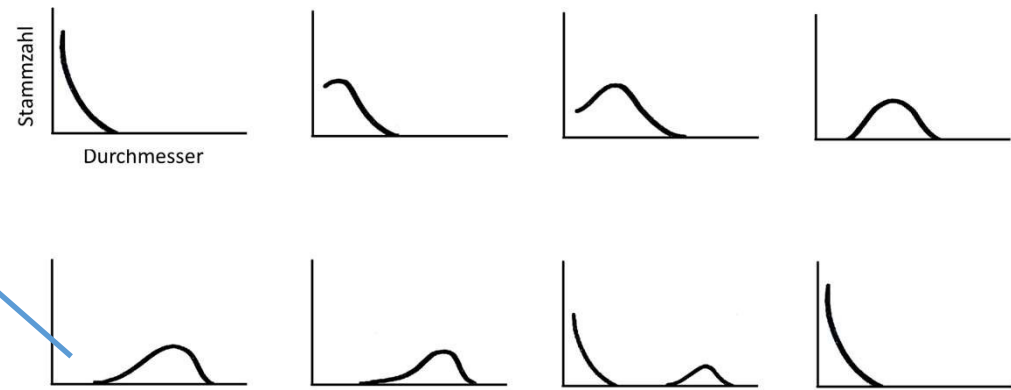
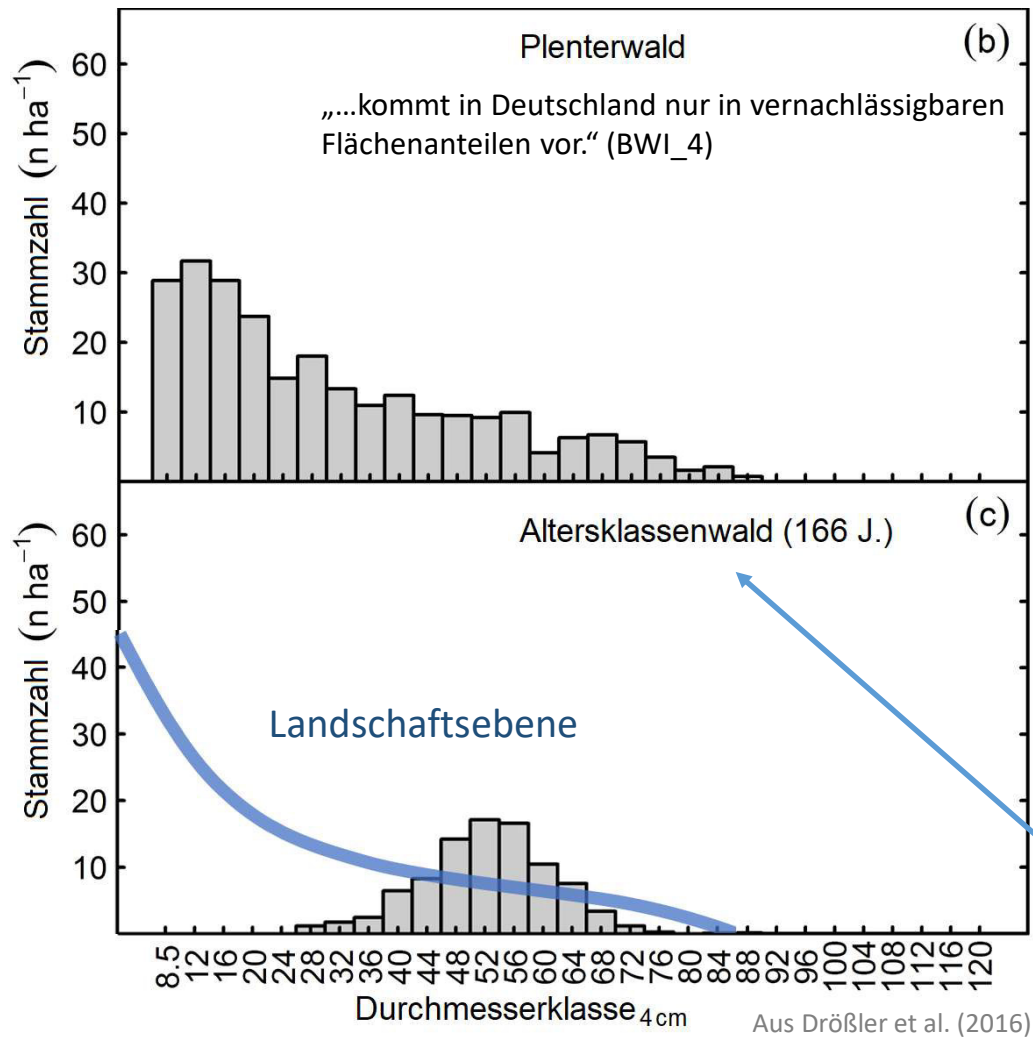
➤ Waldstruktur?



# Typische Bewirtschaftungsform: Großschirmschlag

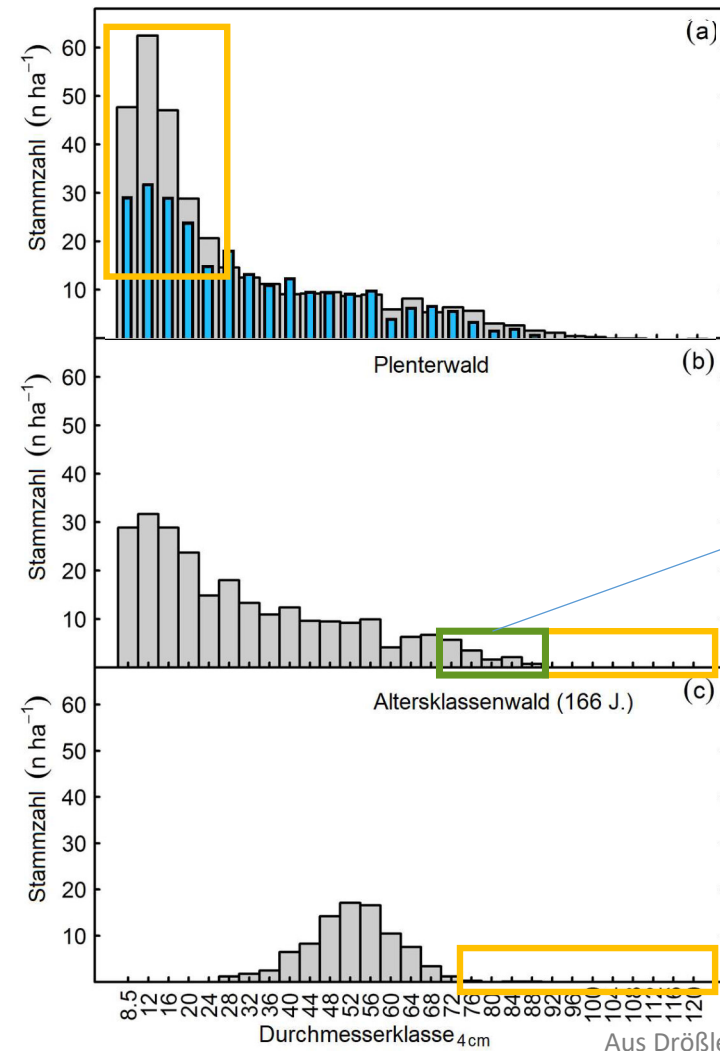


# Waldstruktur





# Waldstruktur



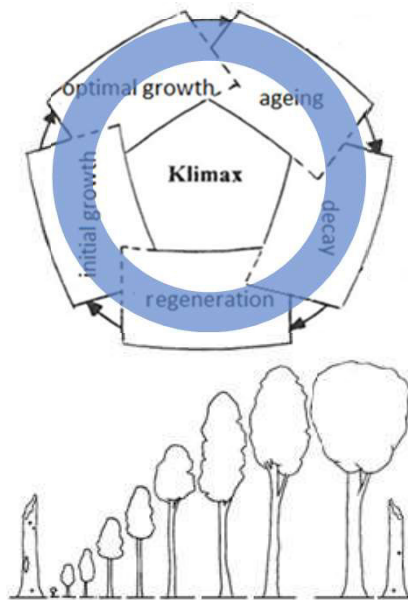
Dicke Bäume!

Anzahl starker Bäume in diesem Bestand eher ungewöhnlich hoch!

## Strukturdynamik im Buchenurwald

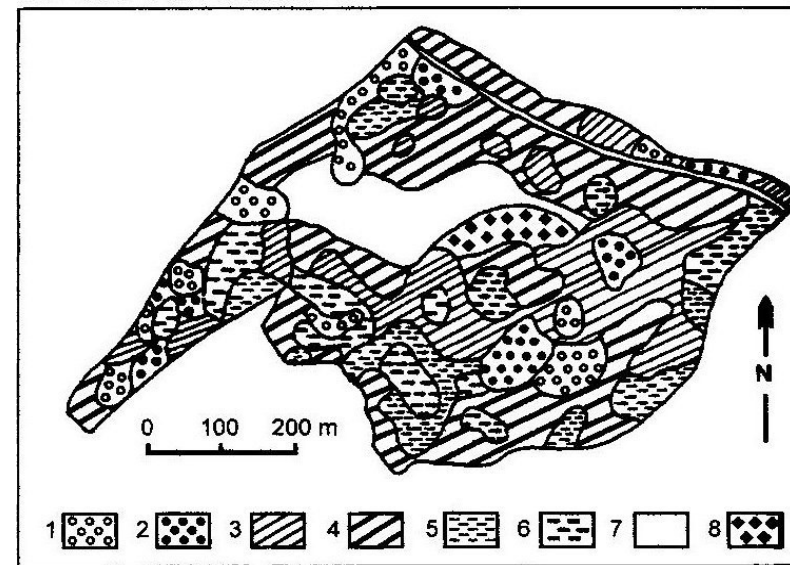
- Bis Mitte 20. Jh. weitgehend subjektive Beschreibungen (Plenter- vs. Altersklassenwald)
- Natürlicher Waldzyklus (Watt, 1947):

Der Tod von Bäumen in der Kronenschicht initiiert eine neue Baumgeneration die dort sukzessive alle Phasen des Lebenszyklus durchläuft...



Urwald von Badin

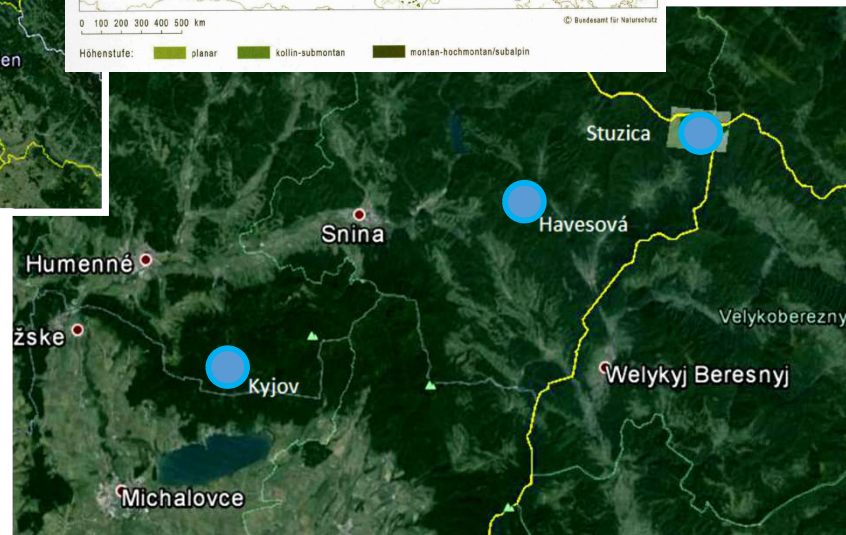
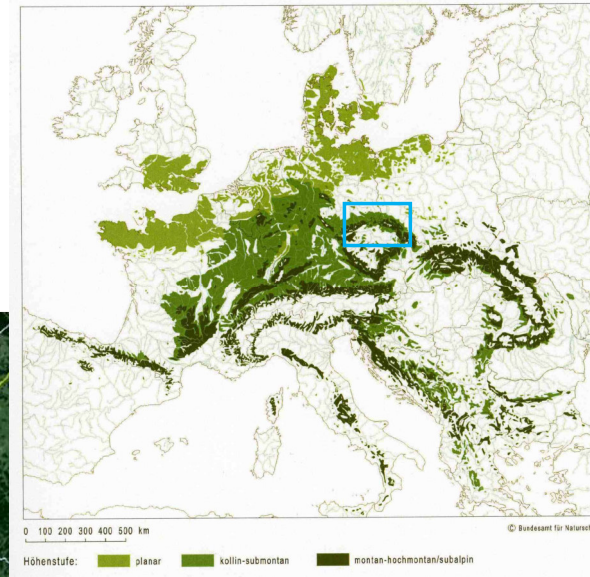
Korpel' (1995)



- Quasi wie im Altersklassenwald auf kleiner Skala
- Dynamischer Gleichgewichtszustand auf Bestandesebene (z.B. 30 ha; Korpel', 1995)

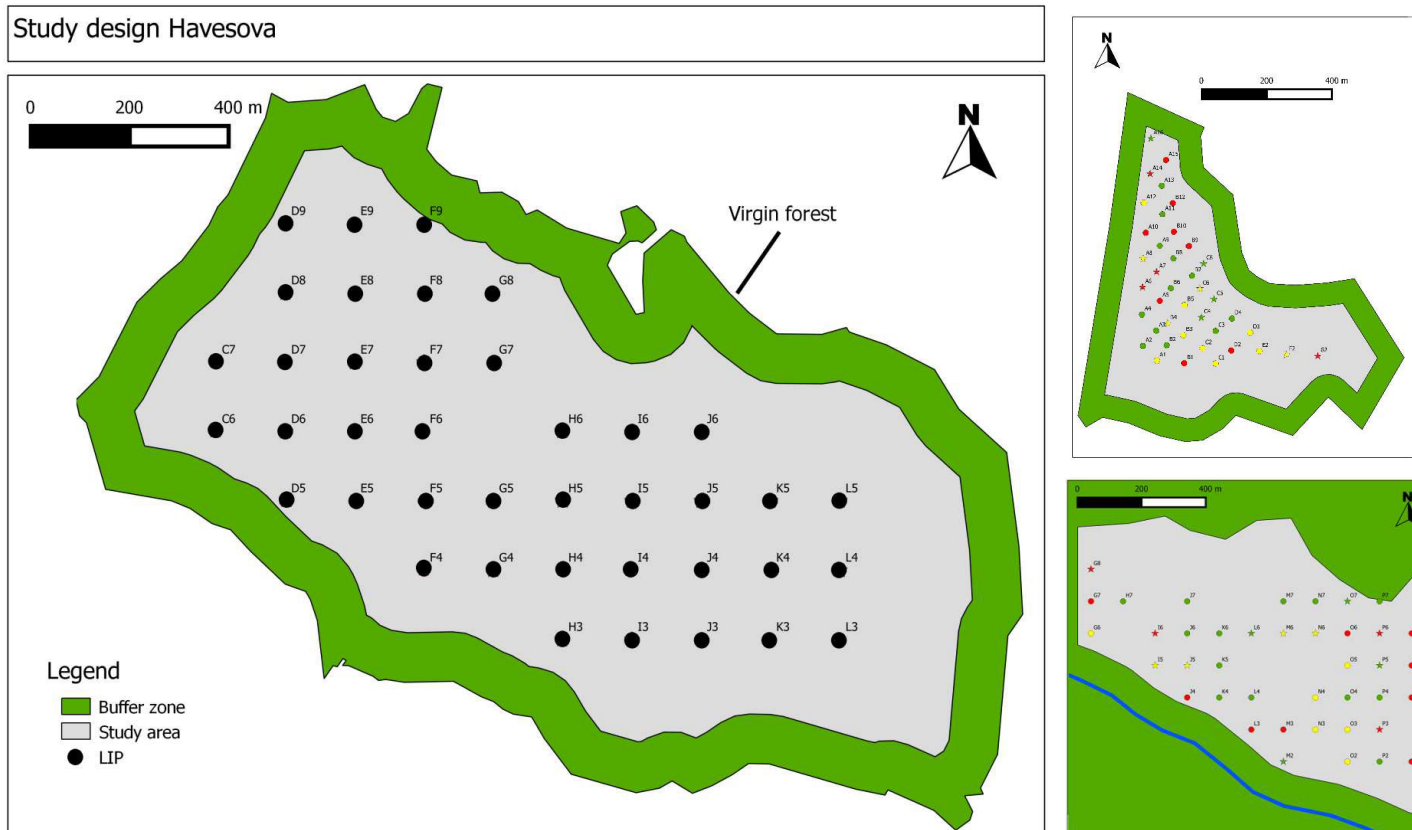
# Untersuchungsbestände

**Kyjov (KY)** = 50 ha  
**Havešová (HA)** = 171 ha  
**Stužica (ST)** = 762 ha  
(≈60 ha)





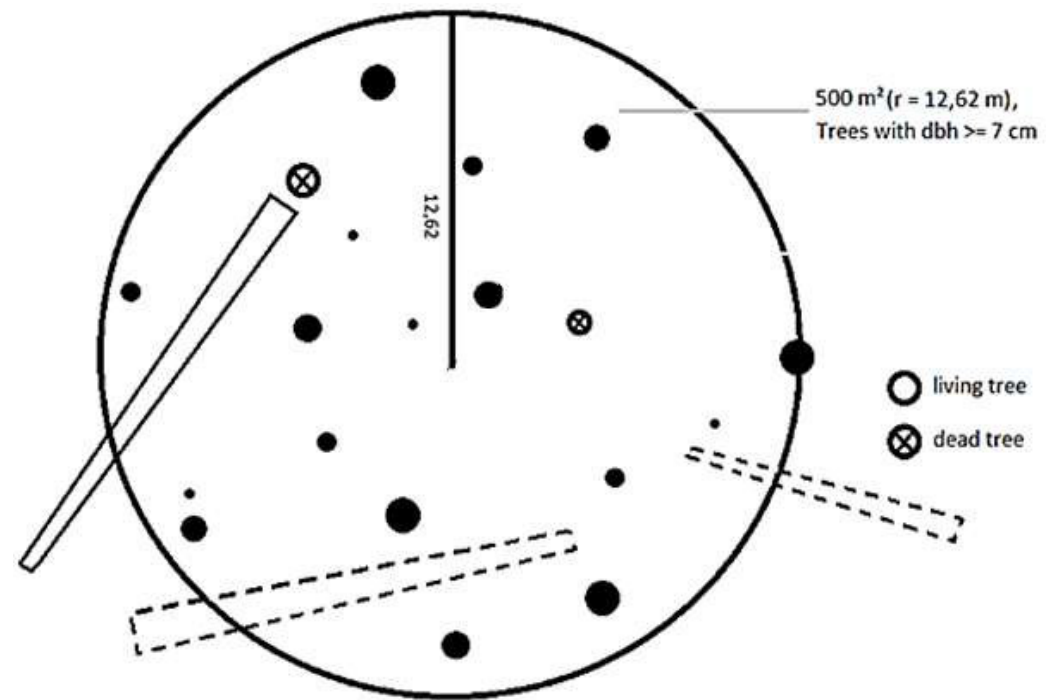
# Untersuchungsbestände



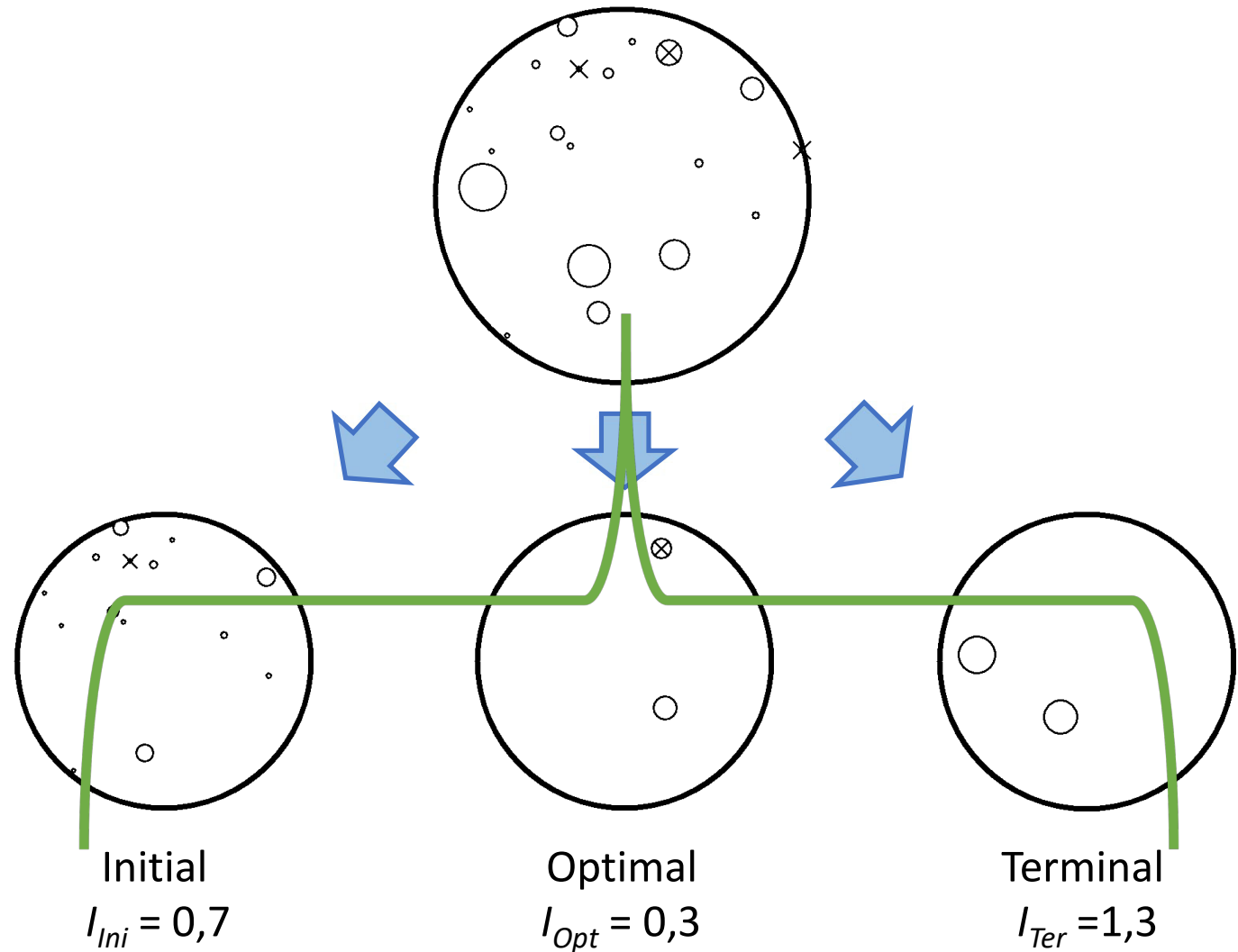
Raster mit 40 Probeflächen

(nur unter „Normalbedingungen“, d.h. keine Steilhänge, Sumpf, etc.)

# Waldstruktur



# Waldstruktur

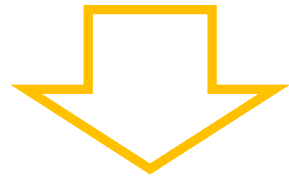


Referenzierung anhand von Flächen mit „Maximaldeckung“ (N & BA) des jeweiligen Entwicklungsstadiums

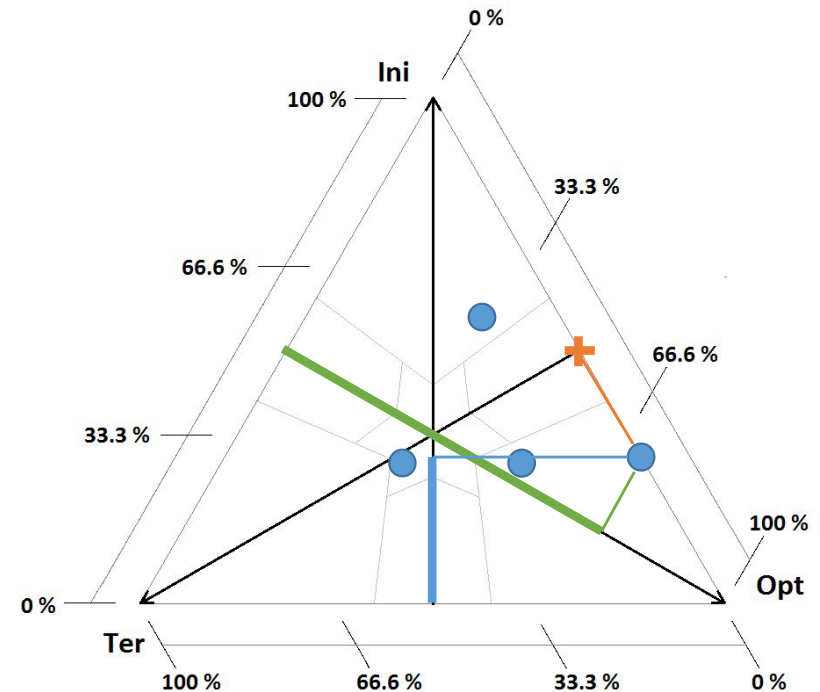


# Waldstruktur

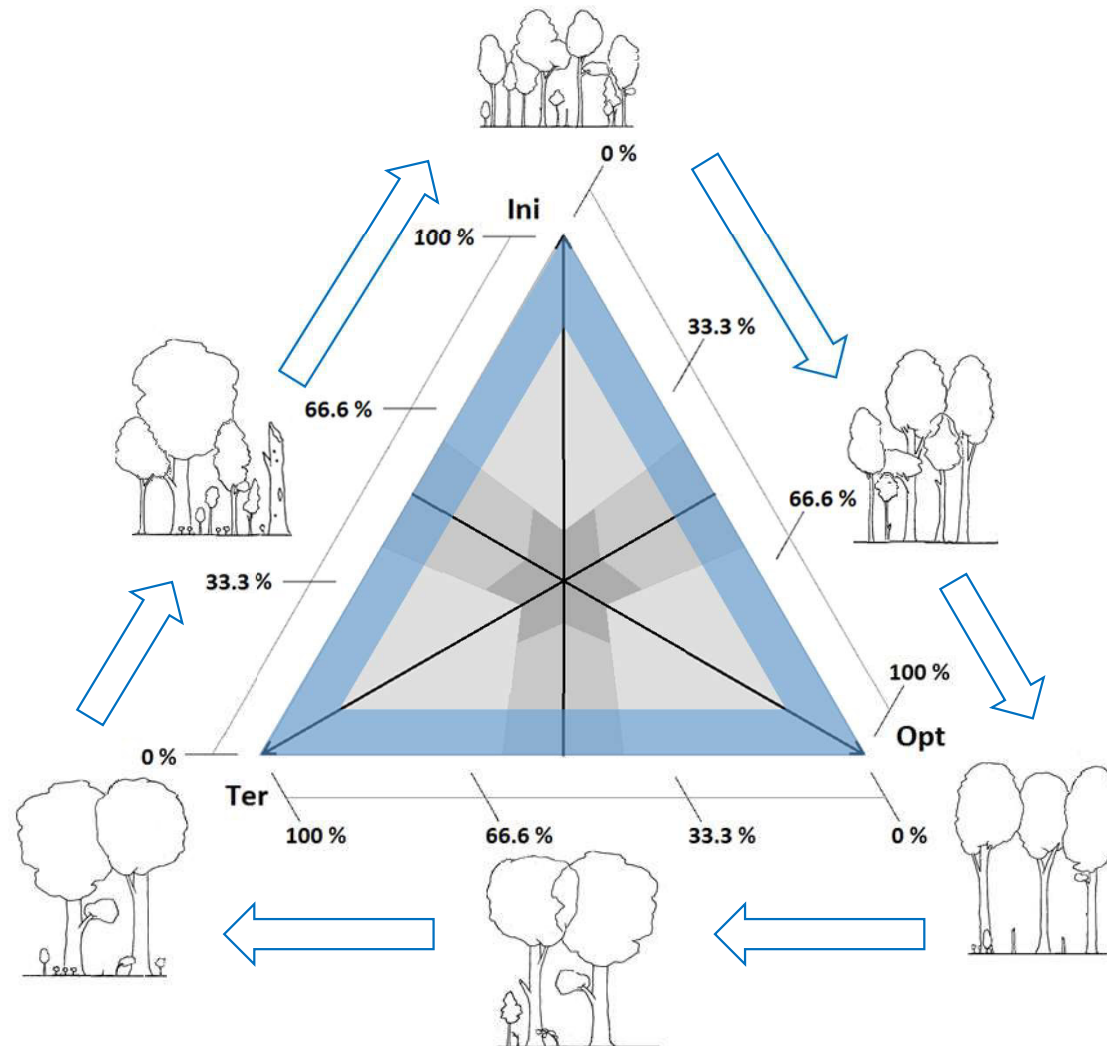
	$I_{Ini}$	$I_{Opt}$	$I_{Ter}$
Plot 1:	0,50	1,20	0,00
Plot 2:	0,47	0,81	0,41
Plot 3:	1,34	0,62	0,37
Plot 4:	0,55	0,65	0,83



	% <i>Ini</i>	% <i>Opt</i>	% <i>Ter</i>
Plot 1:	29	71	0
Plot 2:	28	48	24
Plot 3:	57	27	16
Plot 4:	27	32	41

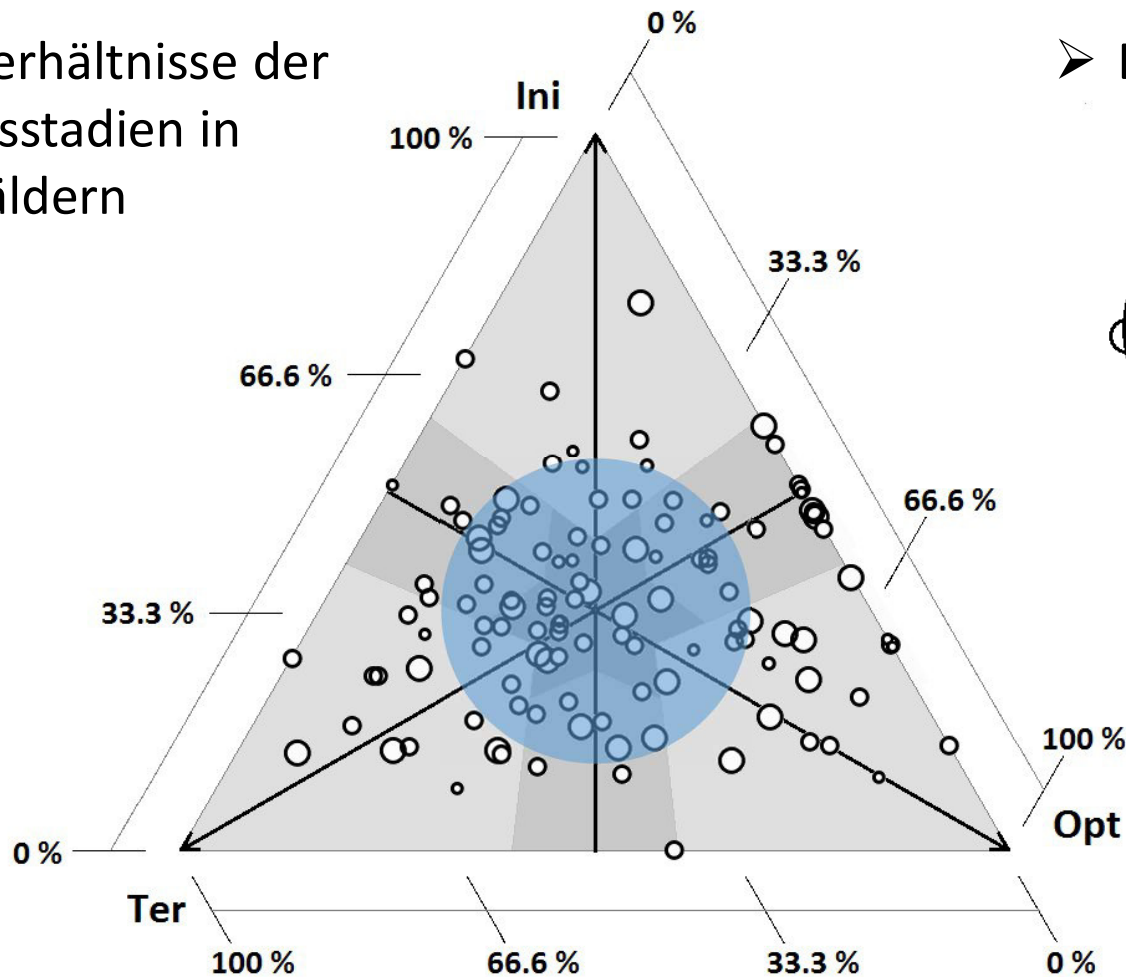


# Waldstruktur

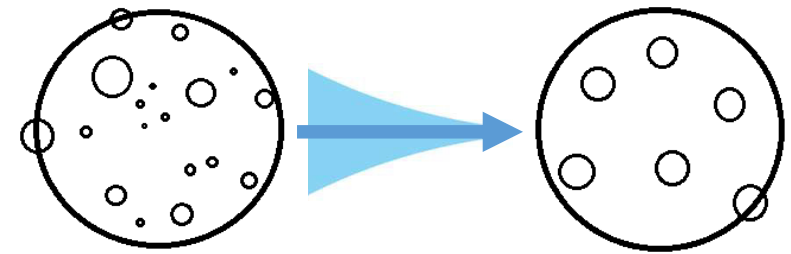


# Waldstruktur

## Mischungsverhältnisse der Entwicklungsstadien in Buchenurwäldern



➤ Es kommt quasi alles vor, außer Stadien in Reinform!

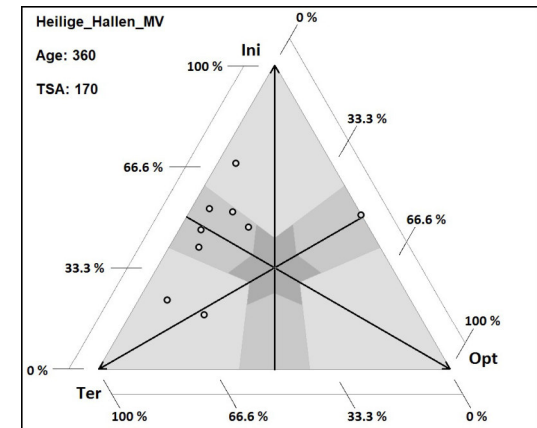
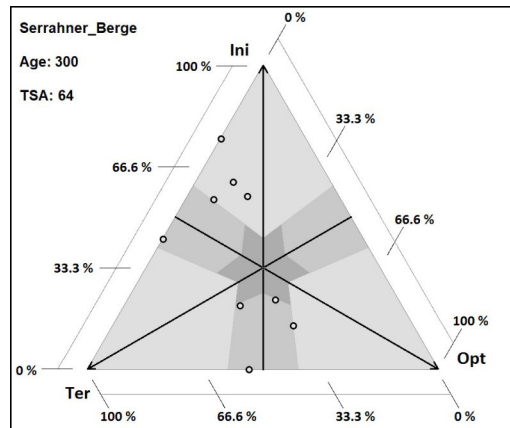
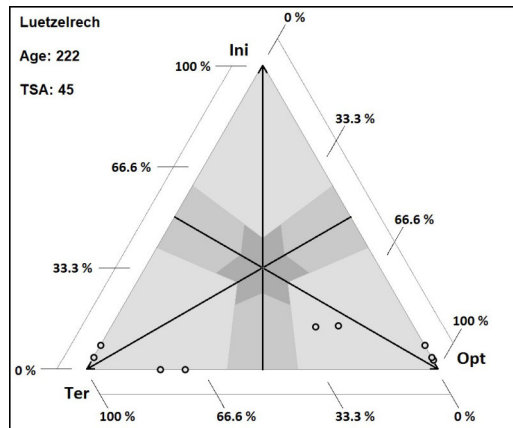
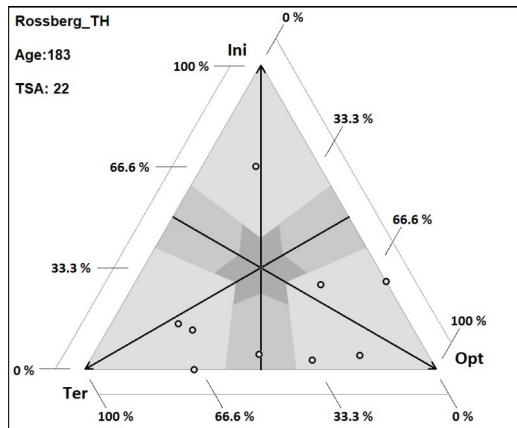
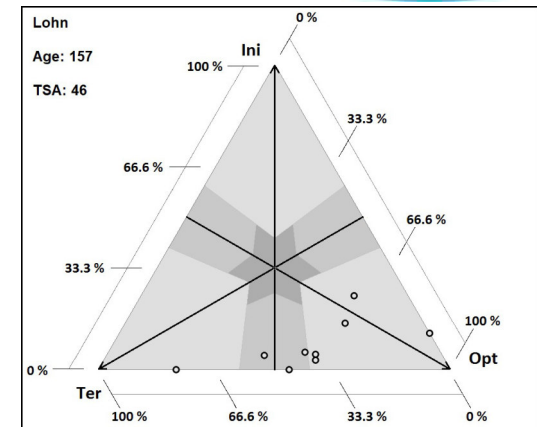
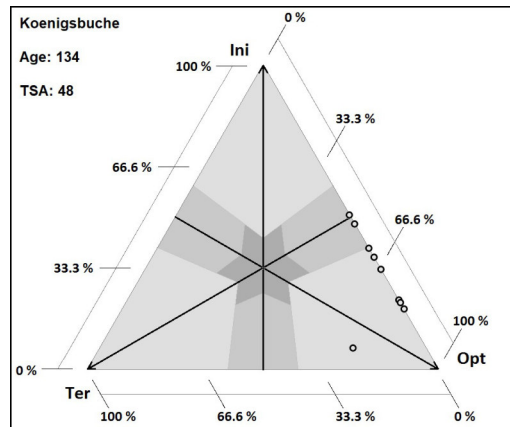
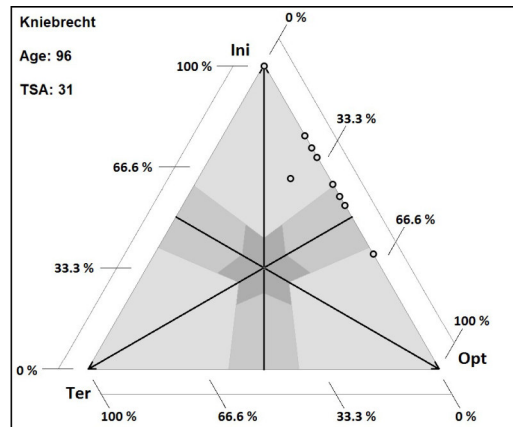
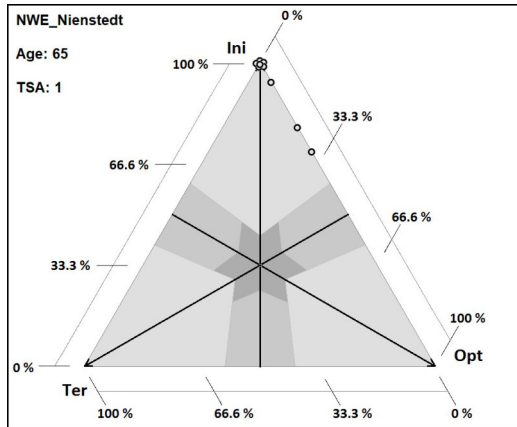


➤ Großteil mit relativ intensiver Durchmischung

Aus Feldmann et al. (2018)



# Entwicklung in Buchennaturwaldreservaten:

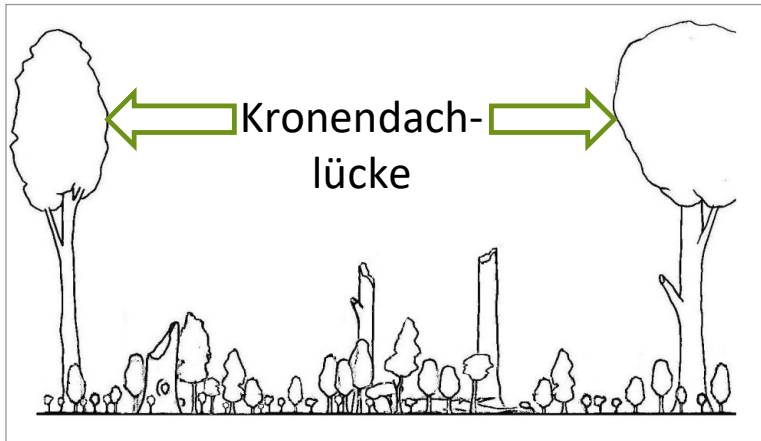


- Entwicklung einer natürlichen Strukturvielfalt scheint sehr langer Prozess!
- Hohe Zahl an „giant trees“ (36 n/ha) Fehlstelle in Populationsstruktur?

# Lückendynamik

Natürlicher Waldzyklus (Watt, 1947):

Der **Tod von Bäumen** in der Kronenschicht **initiiert** eine **neue Baumgeneration** die dort sukzessive alle Phasen des Lebenszyklus durchläuft...



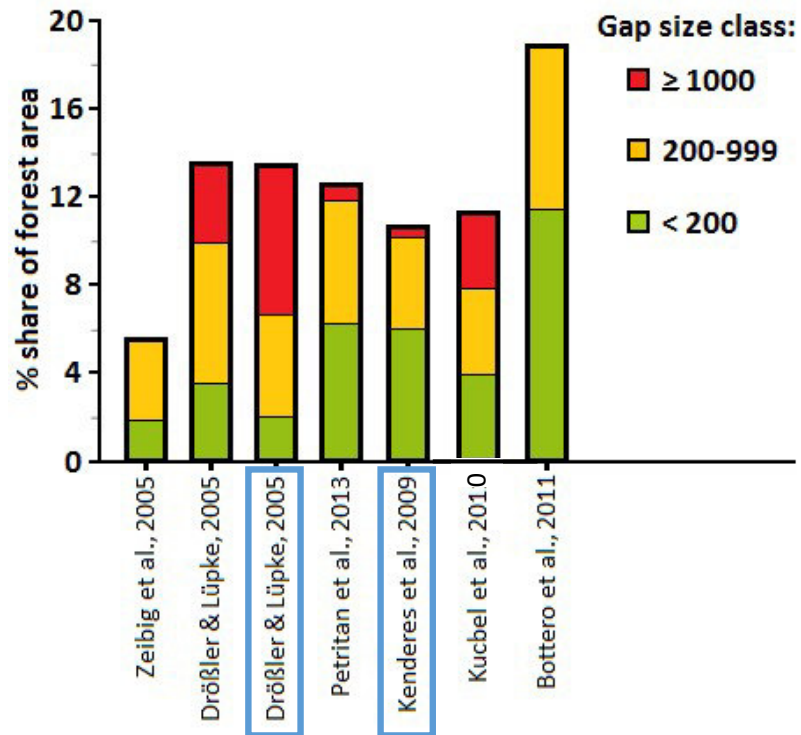
Perspektive Lückendynamik

- Größe und Flächenanteil von (Kronendach-) Lücken?
- Zeitliche Variation?
- Verjüngungsetablierung?

# Lückendynamik

Literaturangaben (Buchenurwälder):  
Lücken nehmen 3 – 19 % der Waldfläche ein.

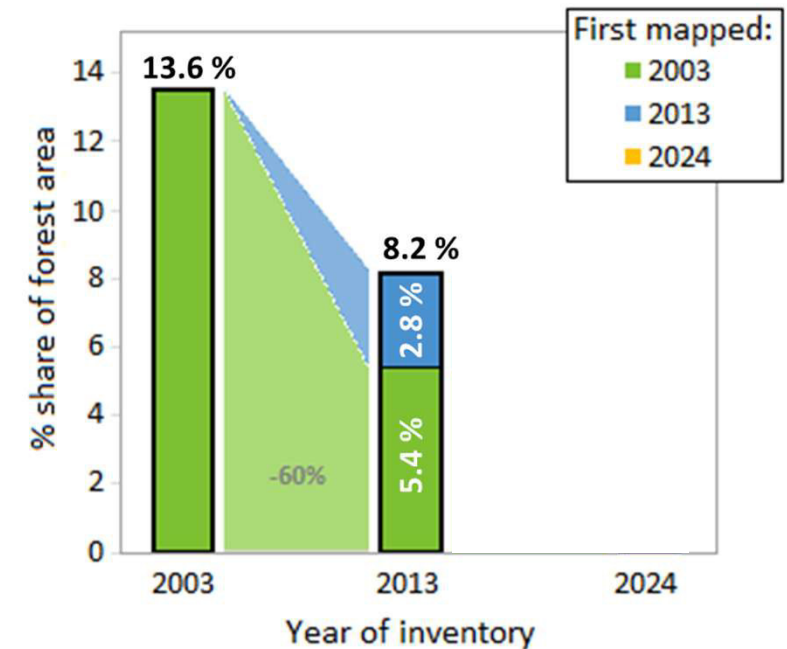
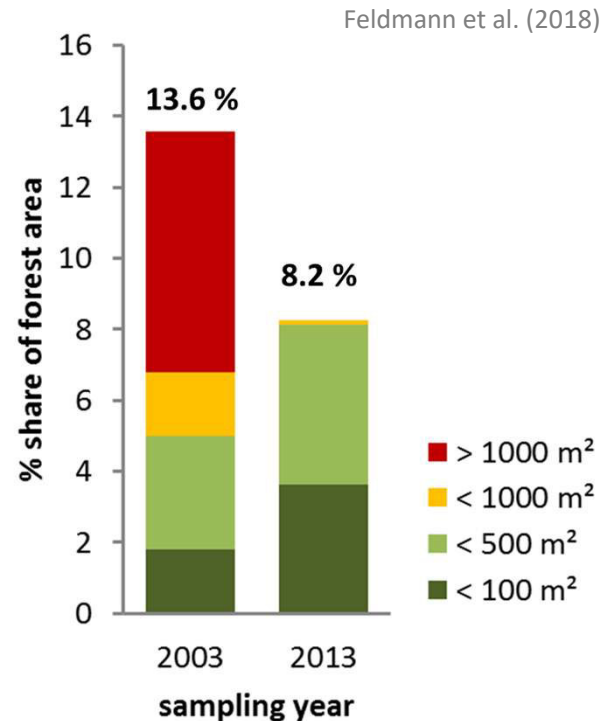
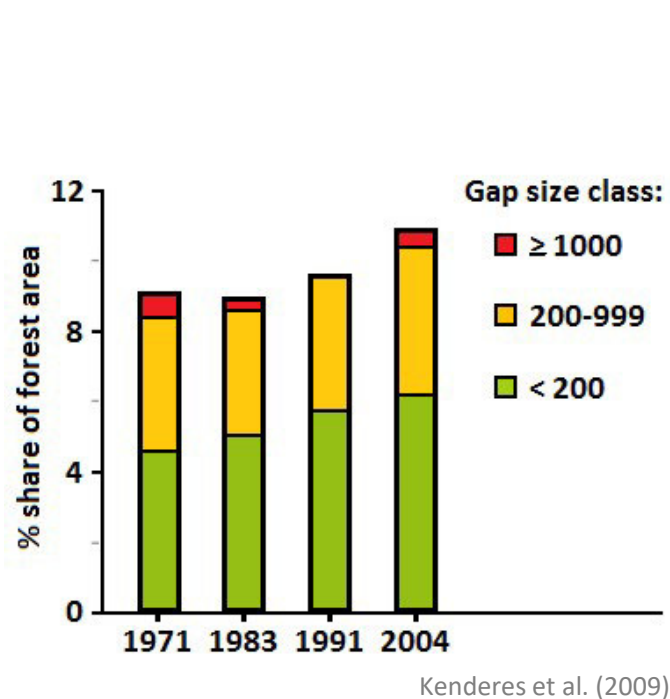
*Areal proportion of gap size classes*



- Es entstehen Lücken unterschiedlichster Größe
  - Charakteristische Anteile und Größenverteilung?
    - Momentaufnahmen...
    - Wiederholungsaufnahmen!



# Lückendynamik



- Flächenanteil und Größenverteilung zeitlich Variabel!
- Variation insbesondere durch größere Störungen geprägt

# Lückendynamik

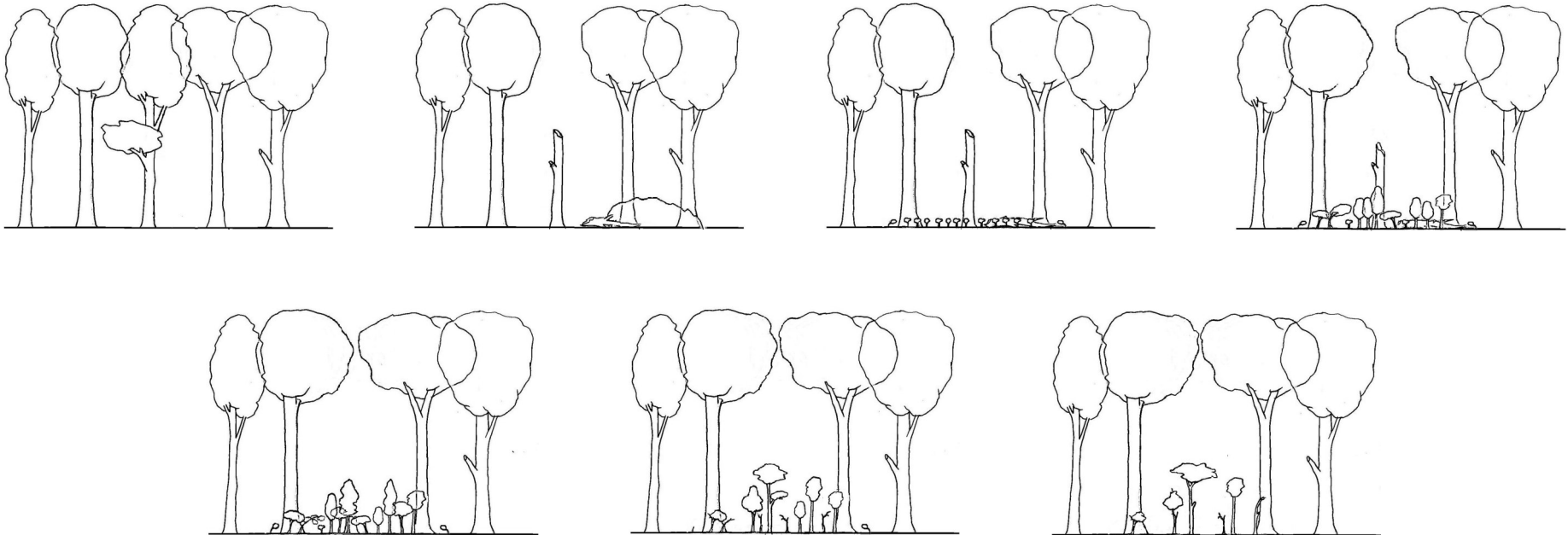
Lückentalter	Deckungsgrad (%) in Schichten			
	Alle	Mittel-	Unter-	Strauch-
< 10 Jahre	60	22	13	24
≥ 10 Jahre	62	19	27*	15

- Die meisten Lücken weisen bereits fortgeschrittene Verjüngung und unterständige Bäume auf
- Ein Wachstumstrend ist erkennbar
- Erhöhter Etablierungserfolg wurde ebenfalls nachgewiesen (Feldmann et al., 2020)



# Lückendynamik

Häufiges Auftreten kleiner (Einzelbaum-) Lücken.

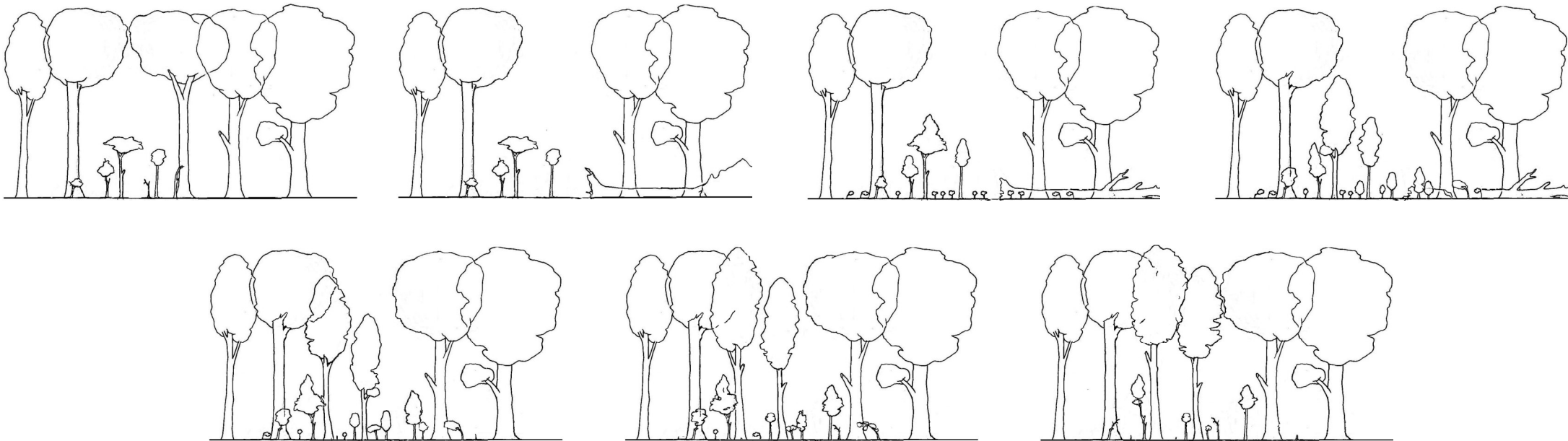


Die Verjüngung schafft es in kleinen Lücken nicht bis ins Kronendach.

Was bedeutet das für die Verjüngungsdynamik?



Vorverjüngung und unterständige Bäume der Buche überleben längere Perioden mit geringem Lichtangebot.



Diese nutzen i.d.R. den Wachstumsvorsprung, und neue Pflanzen können sich im Unterstand etablieren...

# Lückendynamik

Wachstumsgang des Einzelbaums ist abhängig von Lückengröße und Struktur des Unterstands

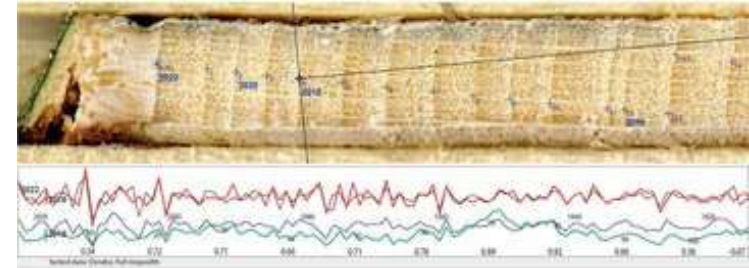
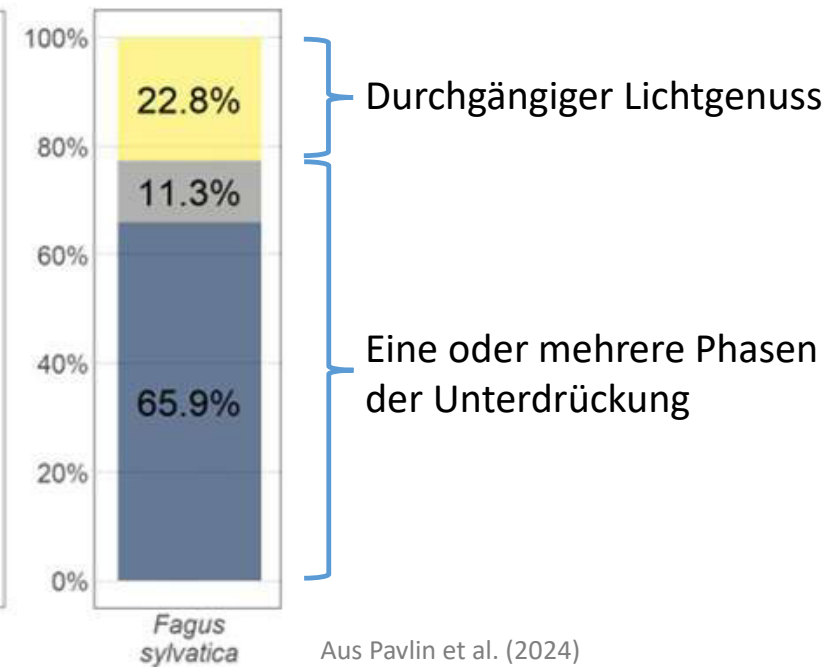
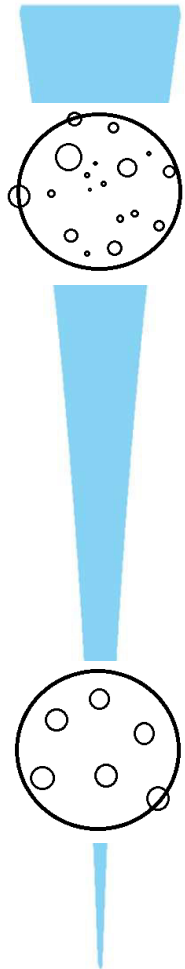


Foto: NW-FVA



# Fazit (Waldbau)



Kleine (Einzelbaum.) Lücken häufig

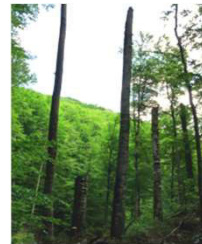
- Geringer Flächenanteil
- Kurzes Zeitfenster



- Ermöglichen Präsenz von Vorverjüngung und unterständigen Bäumen

Lücken mittlerer Größe (< 500 m<sup>2</sup>) seltener

- ...aber regelmäßig.
- Flächenanteil bedeutend
- Längeres Zeitfenster



- Ermöglichen Wachstum und ggf. das Erreichen des Kronendachs

Große Lücken (500 – mehrere tausend m<sup>2</sup>) selten

- Auftreten weitgehend zufallsgebunden (i.d.R. durch abiotische Störungen)
- Dann bedeutender Flächenanteil
- Zeitfenster in weiten Bereichen „unbegrenzt“



- Solides Wachstum bis ins Kronendach
- Etablierung und Aufwuchs lichtbedürftiger Arten

Flächige Störungen scheinen extrem selten

- ...und können extremes Ausmaß erreichen



- **Vorverjüngung und ehem. unterständige Bäume garantieren Waldkontinuität**
- Solides Wachstum bis ins Kronendach
- Etablierung und Aufwuchs lichtbedürftiger Arten



## Fazit (Biodiversität)

### Überwiegend +- geschlossenes Kronendach

- Beständiges Mikroklima (schattig, kühl, feucht)

### Totholz, „Altholz“ und Verjüngung quasi omnipräsent

- Habitatkontinuität (flächiges Basisangebot)

### Punktuell größere Störungen

- Licht und Wärme
- Hohes Totholzangebot
- Andere Baumarten und krautige Pflanzen
  - Gebundene Arten benötigen Strategie!

*Prostomis mandibularis*



www.wikipedia.de

*Ceruchus chrysomelinus*



**Grundgerüst  
der Waldstruktur**

*Rosalia alpina*



*Limoniscus violaceus*



Schaffrath, 2014

*Dorcus parallelipipedus*



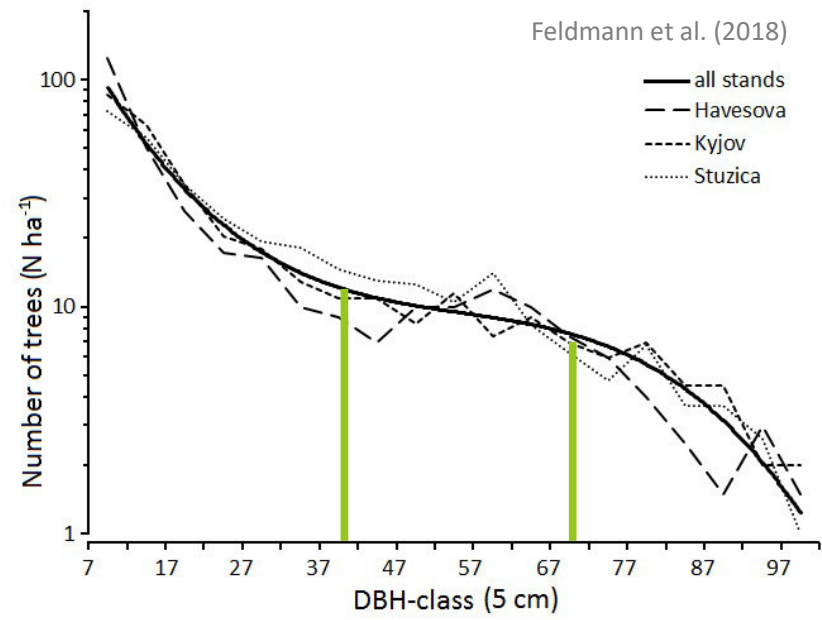
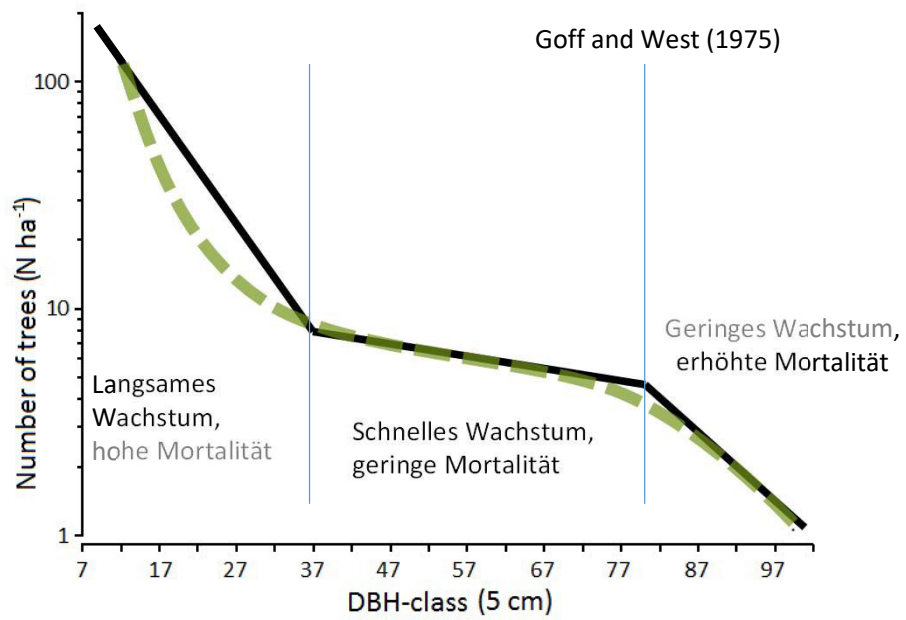
Peter Meyer  
Christoph Leuschner  
Jonas Glatthorn  
Lars Drößler  
Rouven Nagel  
Christian Ammer  
u.v.m.

# Vielen Dank!





# Anhang





# Literatur

---

- Bottero, A., Garbarino, M., Dukic, V., Govedar, Z., Lingua, E., Nagel, T. A., & Motta, R. (2011). Gap-phase dynamics in the old-growth forest of Lom, Bosnia and Herzegovina. *Silva fennica*, 45, 875-887.
- Drössler, L., & Von Lüpke, B. (2005). Canopy gaps in two virgin beech forest reserves in Slovakia. *J. For. Sci.*, 51(10), 446-457.
- Drößler, L., Feldmann, E., Glatthorn, J., Annighöfer, P., Kucbel, S., & Tabaku, V. (2016). What happens after the gap? — size distributions of patches with homogeneously sized trees in natural and managed beech forests in Europe. *Open Journal of Forestry*, 6(03), 177.
- Feldmann, E., Drößler, L., Hauck, M., Kucbel, S., Pichler, V., & Leuschner, C. (2018). Canopy gap dynamics and tree understory release in a virgin beech forest, Slovakian Carpathians. *Forest Ecology and Management*, 415, 38-46.
- Feldmann, E., Glatthorn, J., Hauck, M., & Leuschner, C. (2018). A novel empirical approach for determining the extension of forest development stages in temperate old-growth forests. *European Journal of Forest Research*, 137(3), 321-335.
- Feldmann, E., Glatthorn, J., Ammer, C., & Leuschner, C. (2020). Regeneration dynamics following the formation of understory gaps in a Slovakian beech virgin forest. *Forests*, 11(5), 585.
- Goff, F. G., & West, D. (1975). Canopy-understory interaction effects on forest population structure. *Forest Science*, 21(2), 98-108.
- Kenderes, K., Kral, K., Vrška, T., & Standovár, T. (2009). Natural gap dynamics in a Central European mixed beech—spruce—fir old-growth forest. *Ecoscience*, 16(1), 39-47.
- Kucbel, S., Jaloviar, P., Saniga, M., Vencurik, J., & Klimaš, V. (2010). Canopy gaps in an old-growth fir-beech forest remnant of Western Carpathians. *European Journal of Forest Research*, 129(3), 249-259.
- Kölling, C. (2007). Klimahüllen für 27 waldbaumarten. *AFZ-DerWald*, 23(2007), 1242-1245.
- Korpel, Š. (1995). *Die Urwälder der Westkarpaten*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Pavlin, J., Nagel, T. A., Svitok, M., Di Filippo, A., Mikac, S., Keren, S., ... & Svoboda, M. (2024). Pathways and drivers of canopy accession across primary temperate forests of Europe. *Science of the Total Environment*, 906, 167593.
- Petritan, A. M., Nuske, R. S., Petritan, I. C., & Tudose, N. C. (2013). Gap disturbance patterns in an old-growth sessile oak (*Quercus petraea* L.)–European beech (*Fagus sylvatica* L.) forest remnant in the Carpathian Mountains, Romania. *Forest ecology and management*, 308, 67-75.
- Watt, A. S. (1947). Pattern and process in the plant community. *Journal of ecology*, 35(1/2), 1-22.
- Zeibig, A., Diaci, J., & Wagner, S. (2005). Gap disturbance patterns of a *Fagus sylvatica* virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia. *Forest Snow and Landscape Research*, 79(1/2), 69-80.