

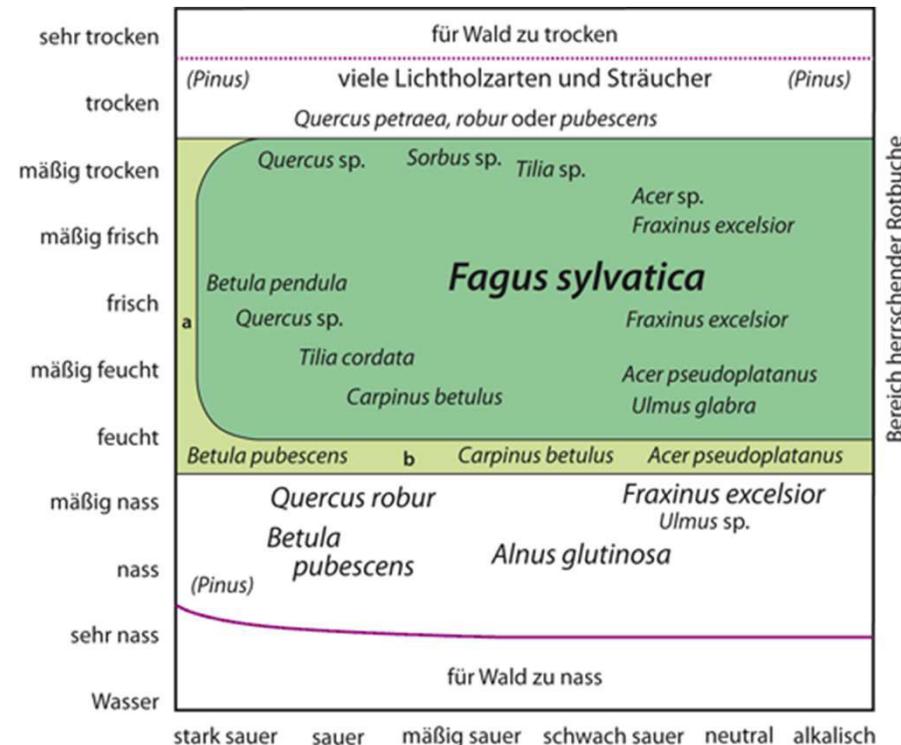
# Natürliche Waldstruktur



– mehr als dicke Bäume und Totholz –

# Fokus auf Buchenwälder

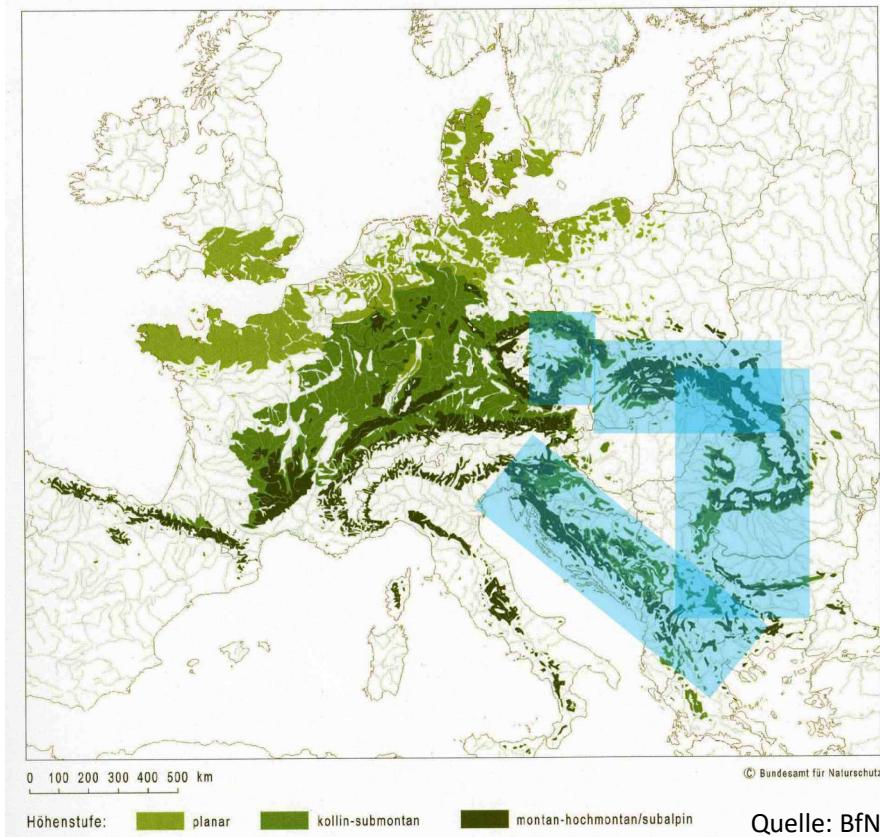
Buche hat eine sehr weite Standortamplitude



Quelle: Bartsch und Röhrlig, 2016

# Fokus auf Buchenwälder

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

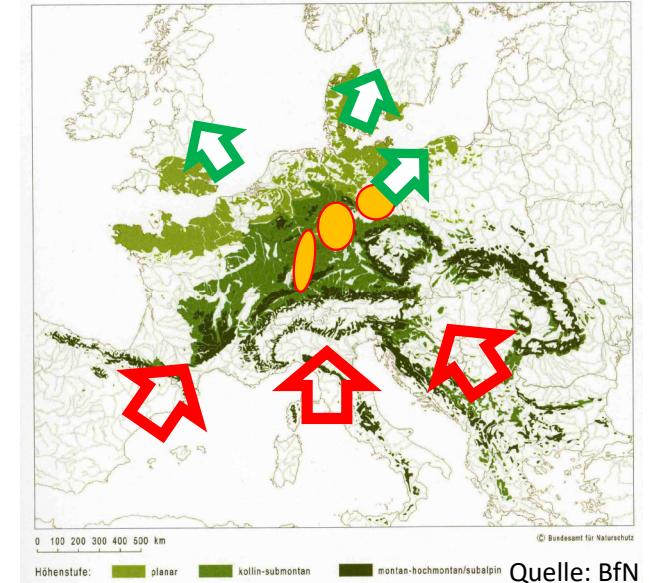
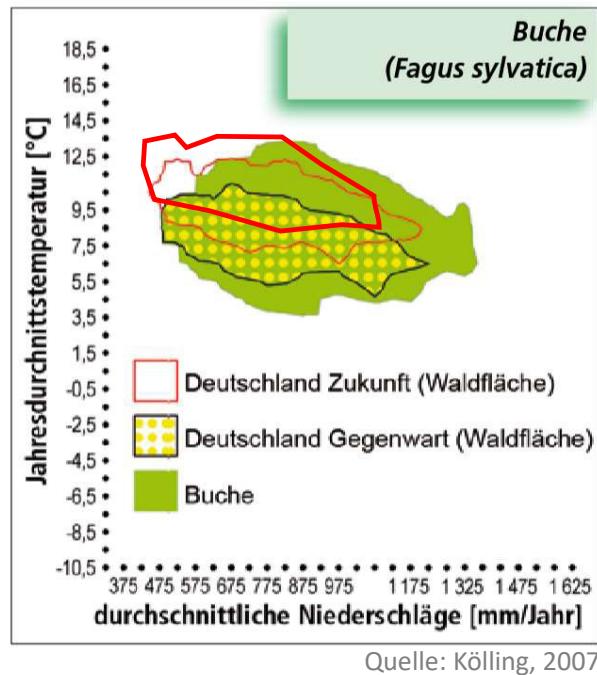


80% der Fläche Deutschlands  
(Bohn et al. 2003)  
≈ 25% des weltweiten Areals

- 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

# Urwald vs. Wirtschaftswald

---

## Was ist der Unterschied?



Keine geregelte Holzentnahme

➤ Bäume erreichen stärkere Dimensionen

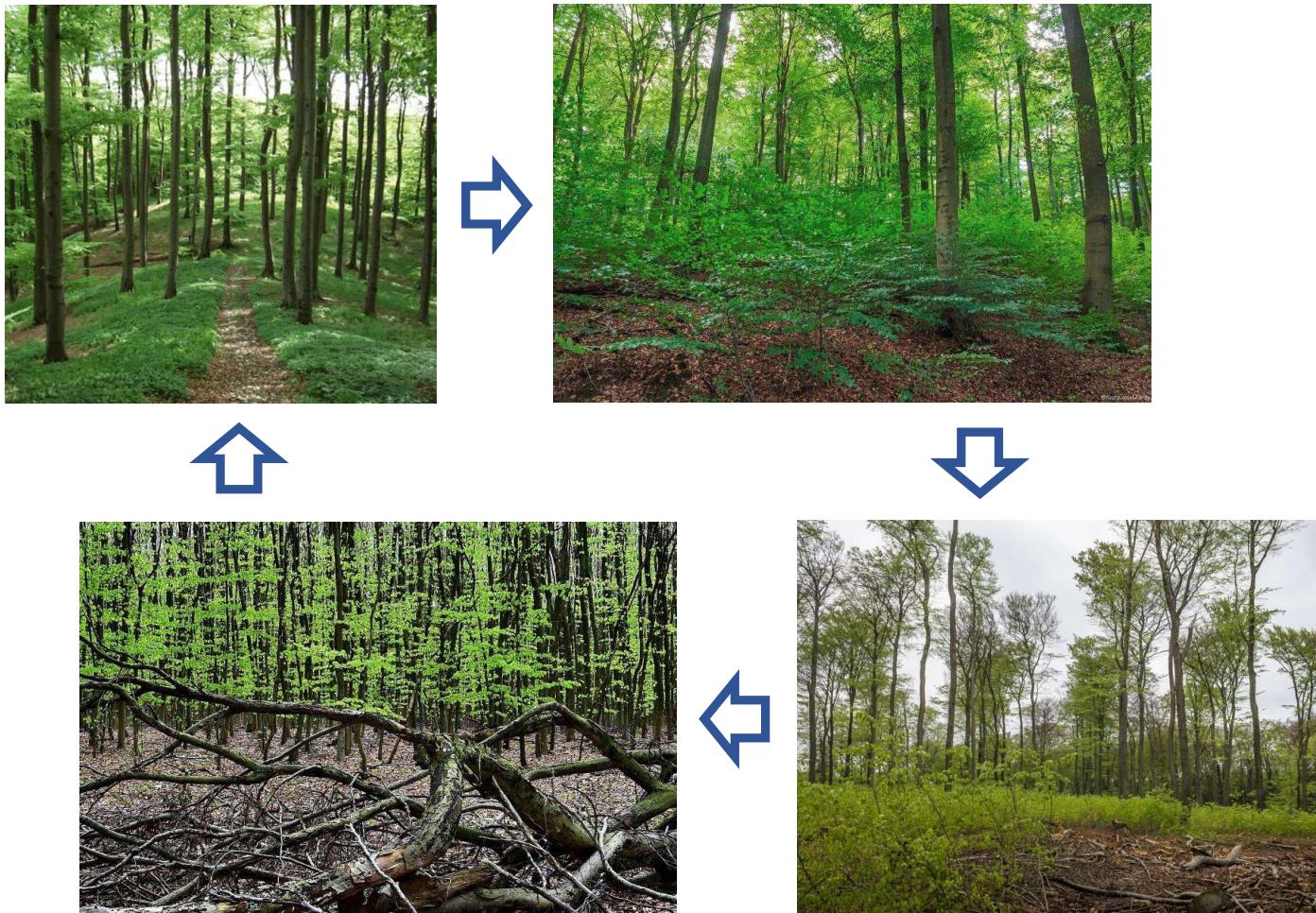
$\geq 70 \text{ cm BHD}$ : Urwälder  $\approx 25 \text{ n/ha}$   
BWI\_4 = 3 n/ha

➤ Mehr Totholz

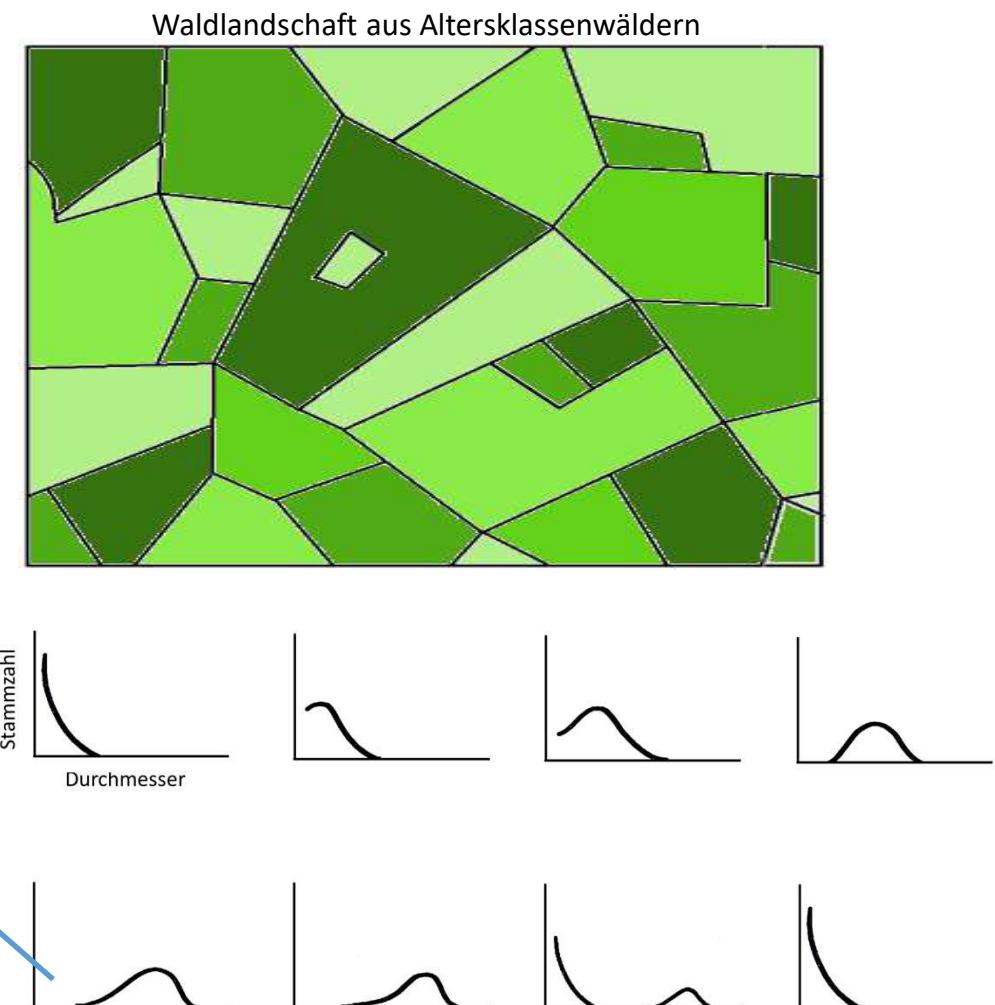
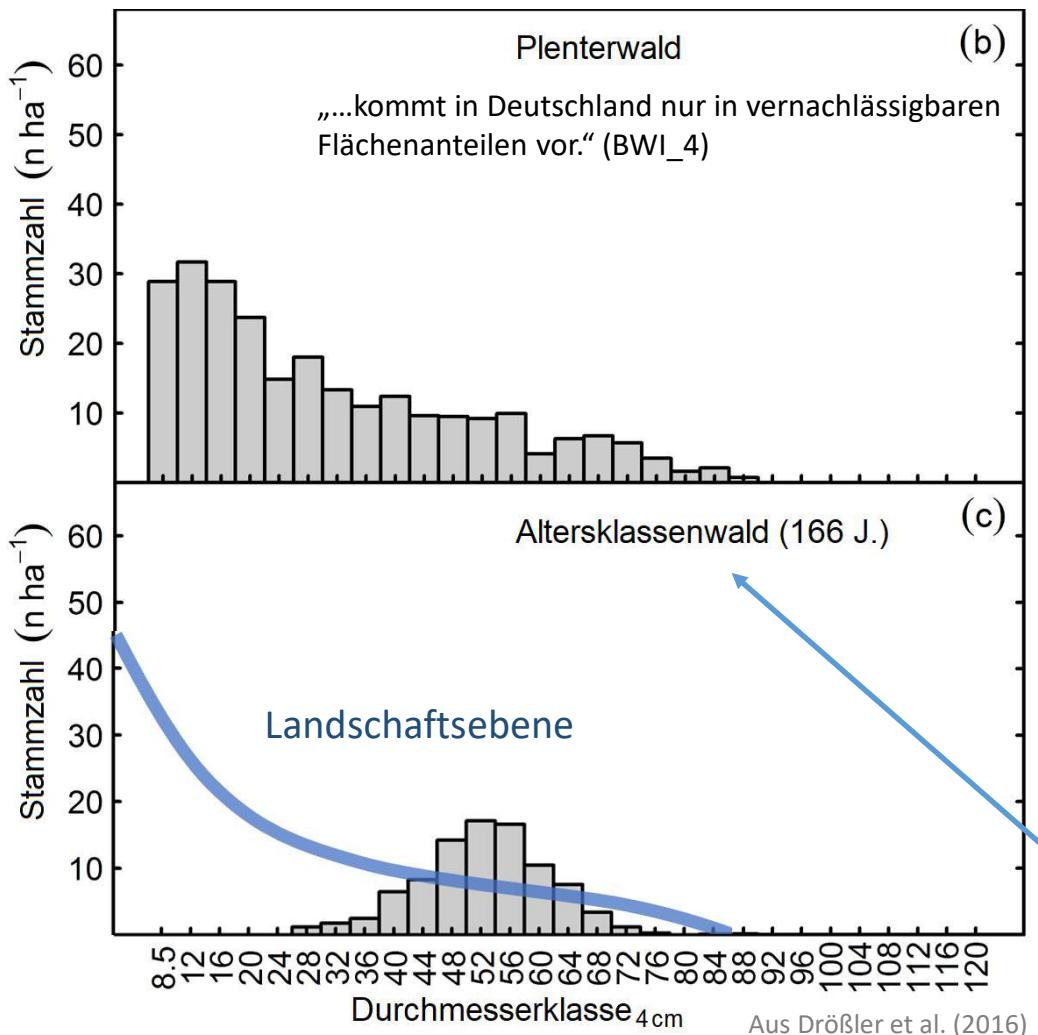
Urwälder  $\approx 150 \text{ m}^3/\text{ha}$   
BWI\_4 = 29,4 m<sup>3</sup>

➤ Waldstruktur?

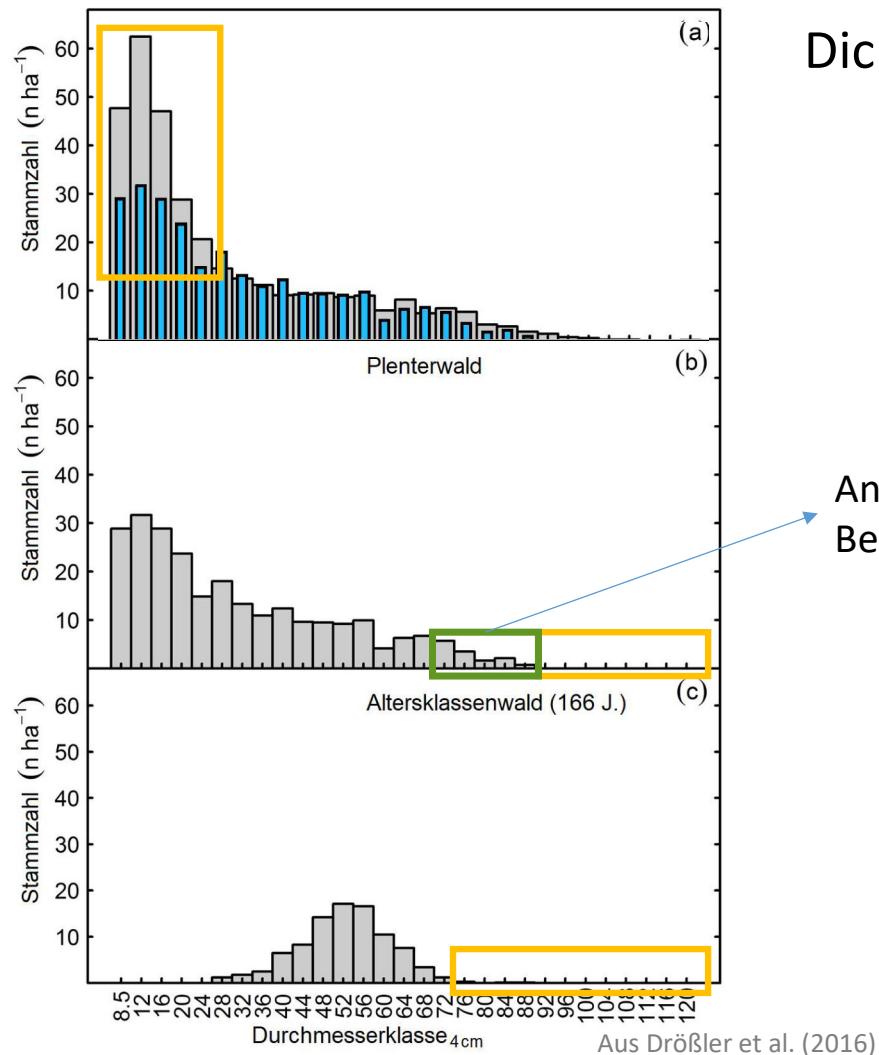
# Typische Bewirtschaftungsform: Großschirmschlag



# Waldstruktur



# Waldstruktur



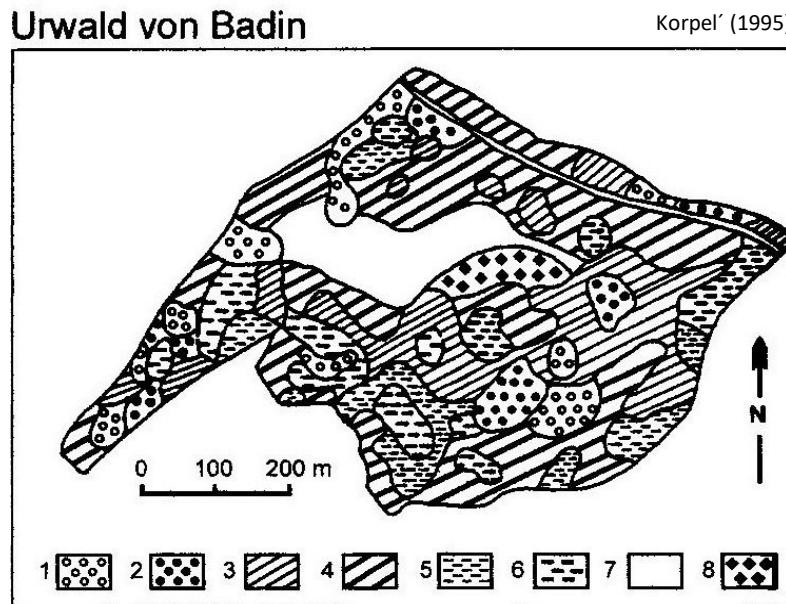
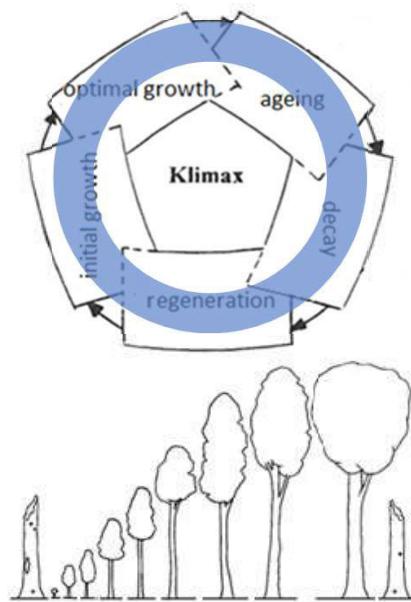
Dicke Bäume!

Anzahl starker Bäume in diesem Bestand eher ungewöhnlich hoch!

Aus Drößler et al. (2016)

## 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...



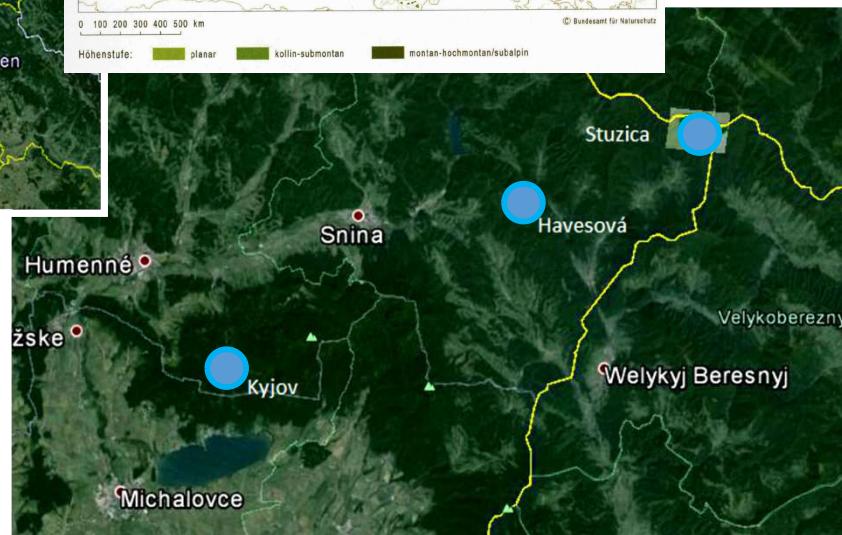
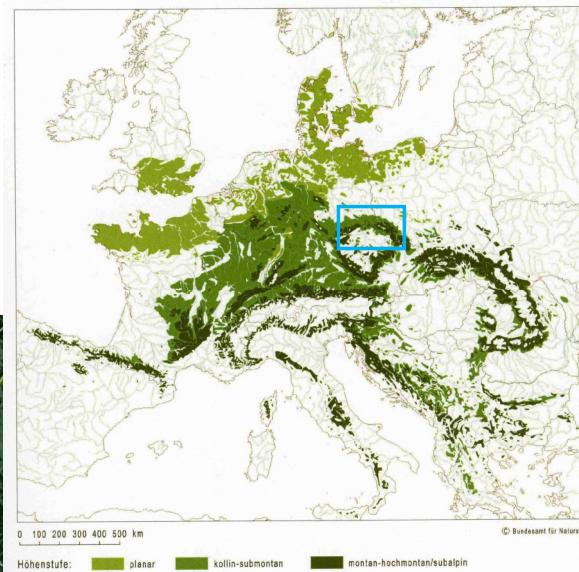
- Quasi wie im Altersklassenwald auf kleiner Skala
- Dynamischer Gleichgewichtszustand auf Bestandesebene (z.B. 30 ha; Korpel', 1995)

# Untersuchungsbestände

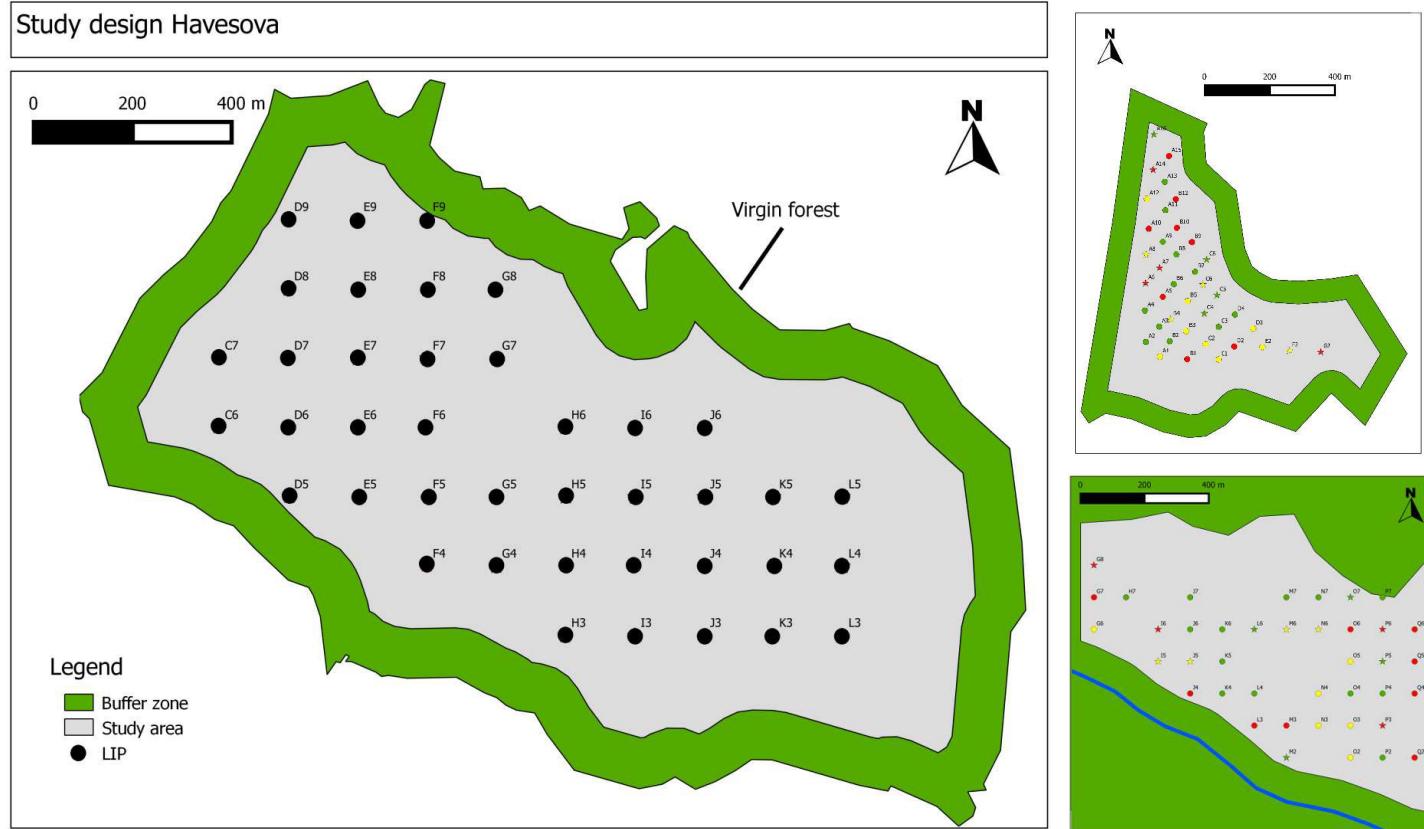
**Kyjov (KY)** = 50 ha

**Havešová (HA)** = 171 ha

**Stužica (ST)** = 762 ha  
(≈60 ha)

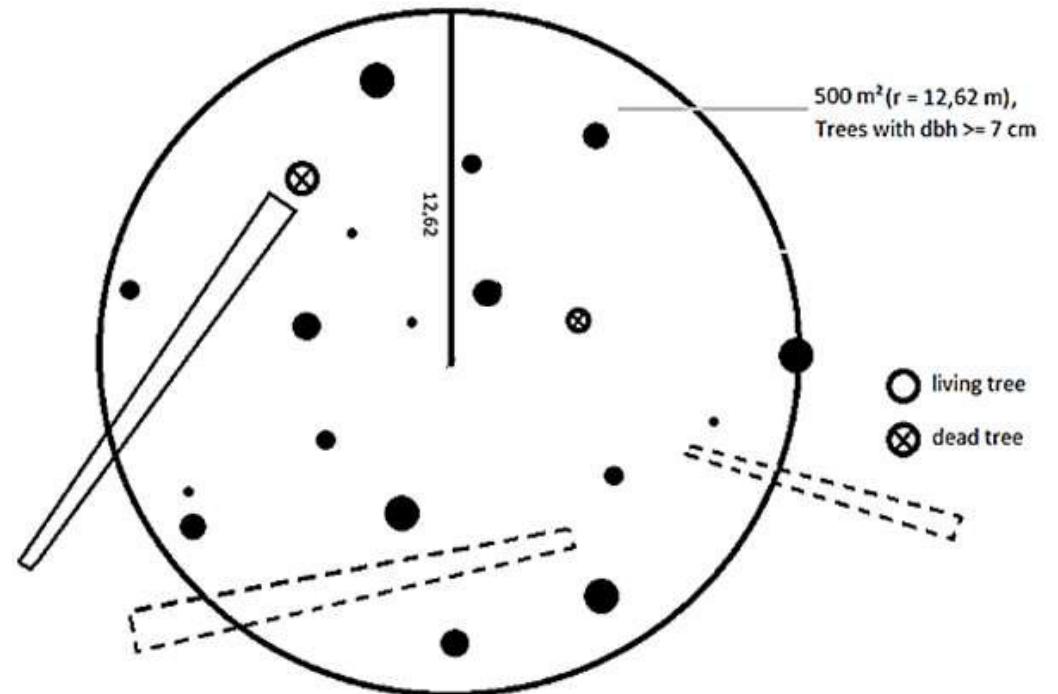


# Untersuchungsbestände

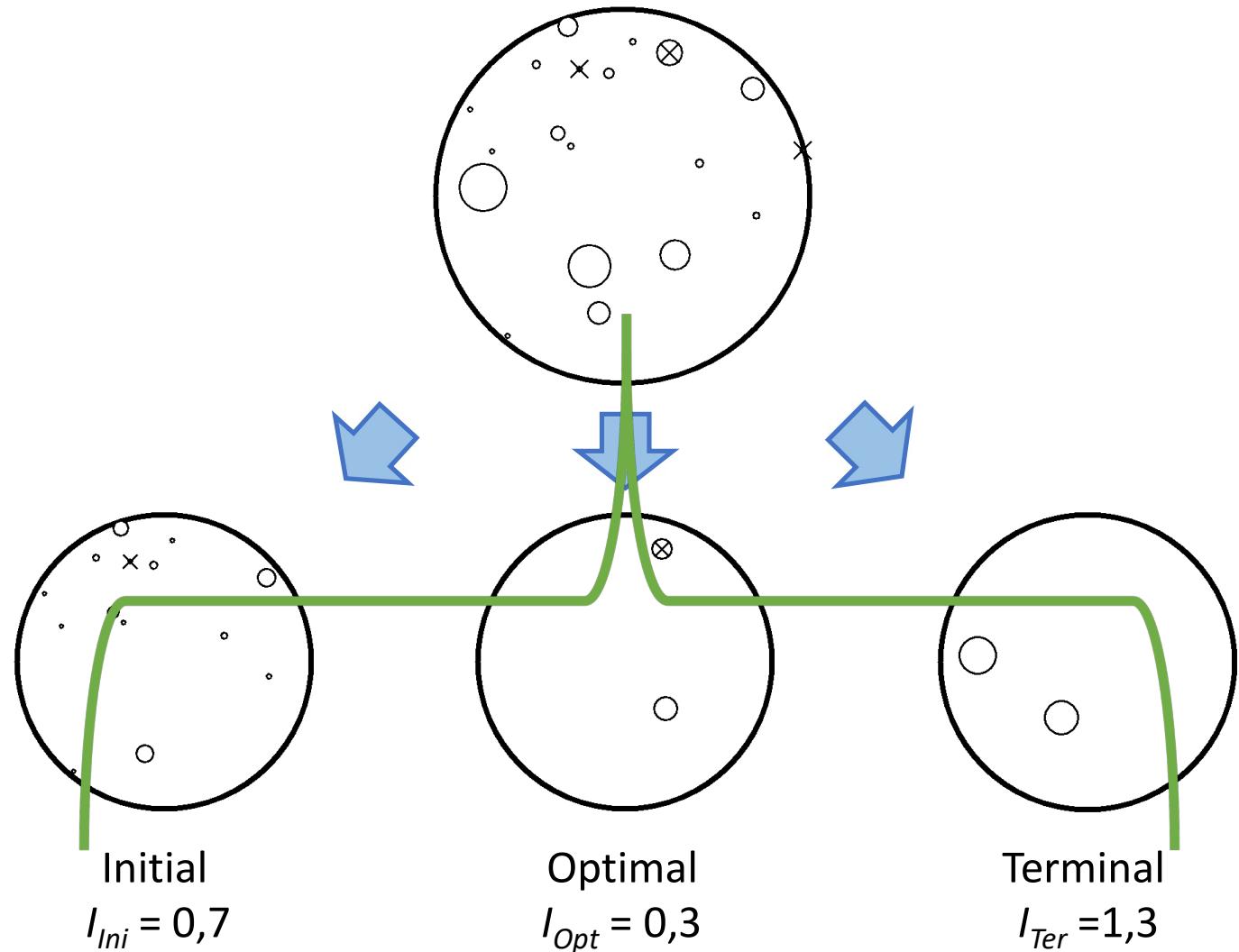
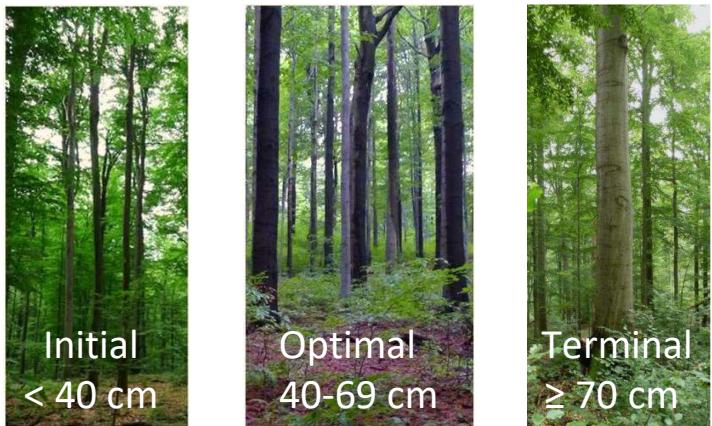


Raster mit 40 Probeflächen  
(nur unter „Normalbedingungen“, d.h. keine Steilhänge, Sumpf, etc.)

# Waldstruktur



# Waldstruktur

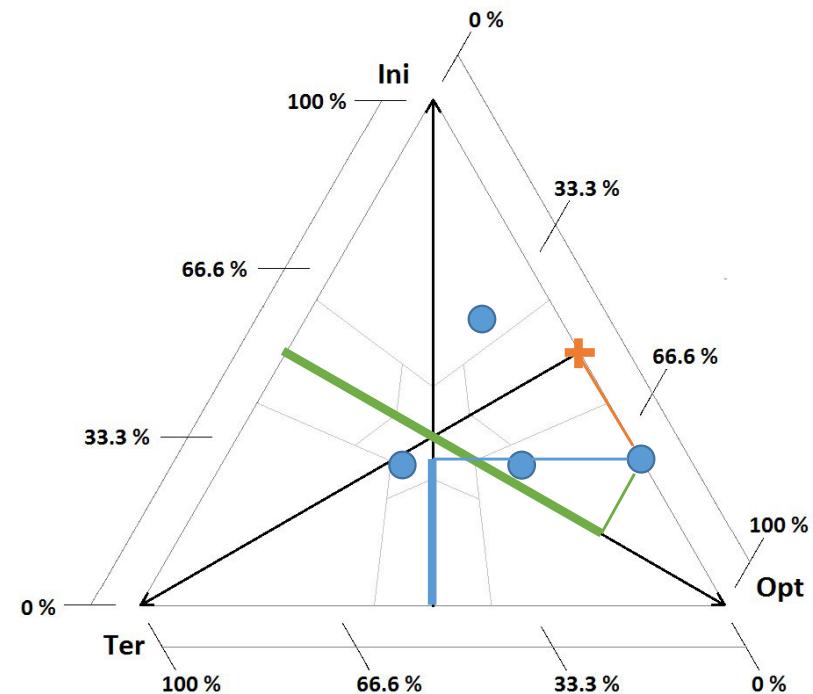


# Waldstruktur

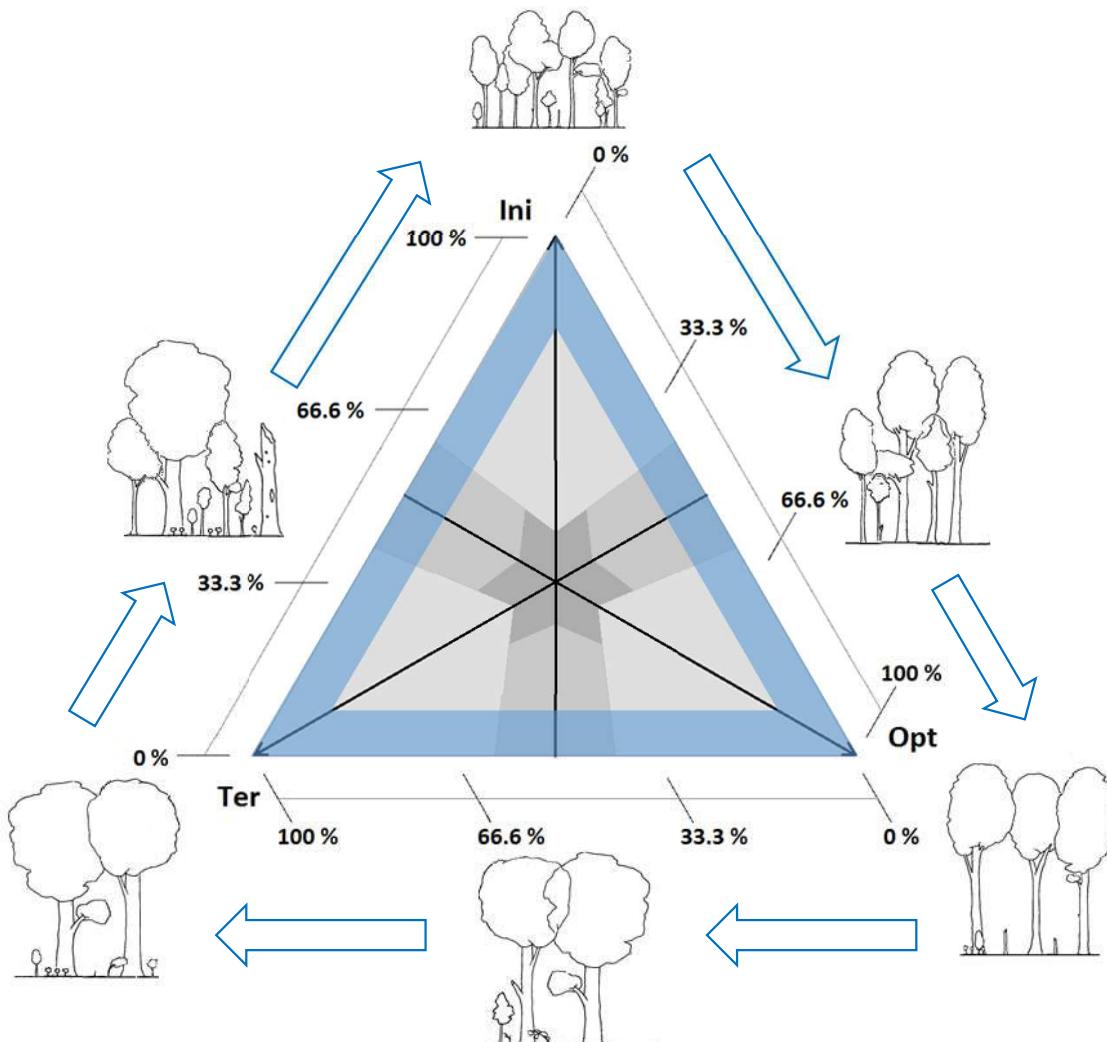
	$I_{Ini}$	$I_{Opt}$	$I_{Ter}$
Plot 1:	0,50	1,20	0,00
Plot 2:	0,47	0,81	0,41
Plot 3:	1,34	0,62	0,37
Plot 4:	0,55	0,65	0,83



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

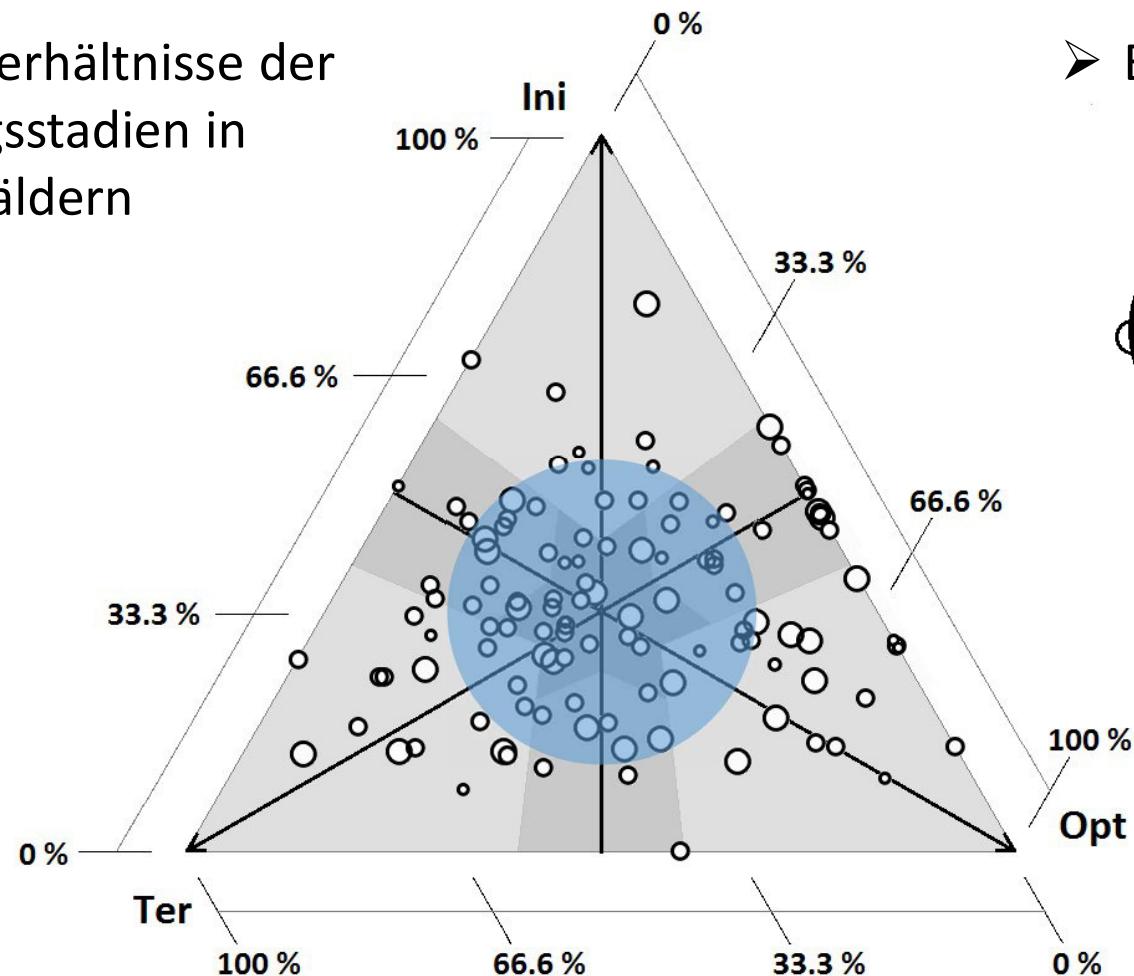


# Waldstruktur

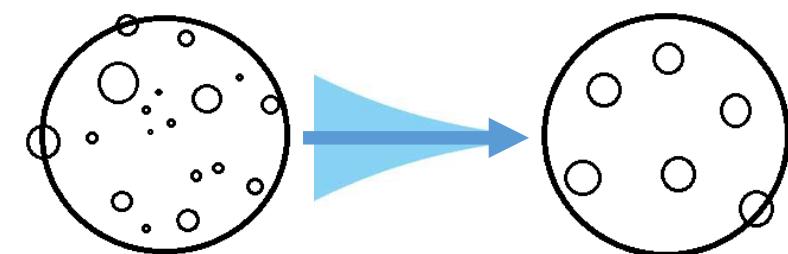


# Waldstruktur

Mischungsverhältnisse der Entwicklungsstadien in Buchenurwäldern



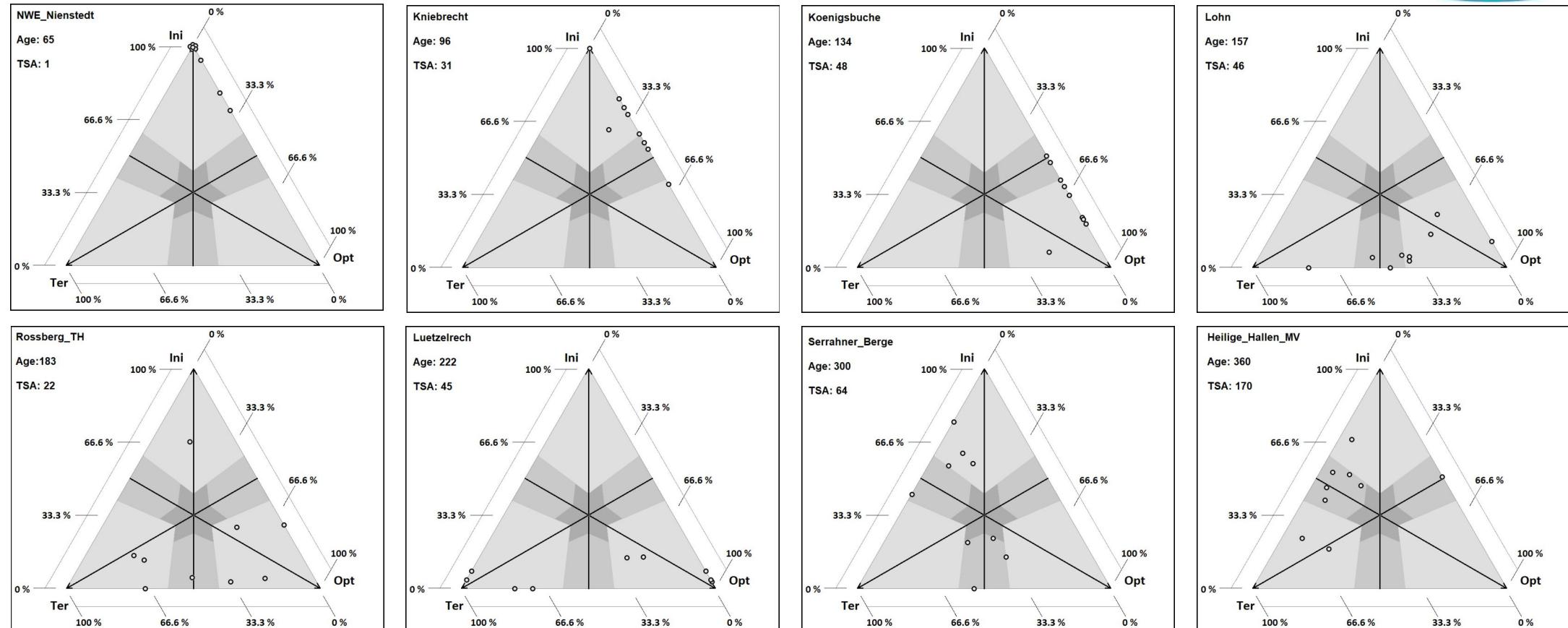
➤ Es kommt quasi alles vor, außer Stadien in Reinform!



➤ Großteil mit relativ intensiver Durchmischung

Aus Feldmann et al. (2018)

# Entwicklung in Buchennaturwaldreservaten:

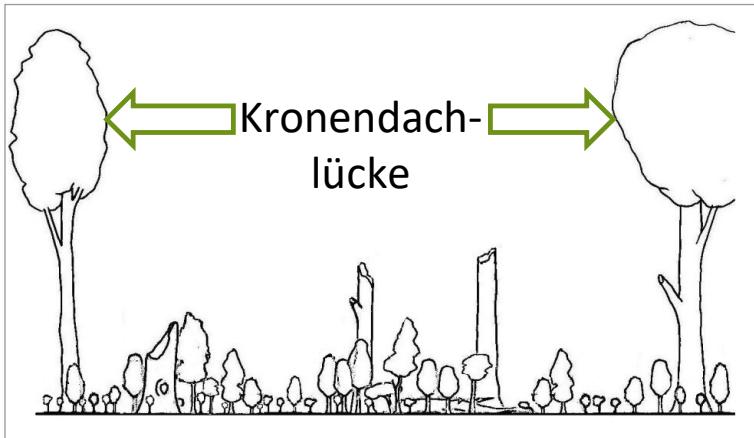


- Entwicklung einer natürlichen Strukturvielfalt scheint sehr langer Prozess!
- Hohe Zahl an „giant trees“ (36 n/ha) Fehlstelle in Populationsstruktur?

## Lückendynamik

Natürlicher Waldzyklus (Watt, 1947):

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

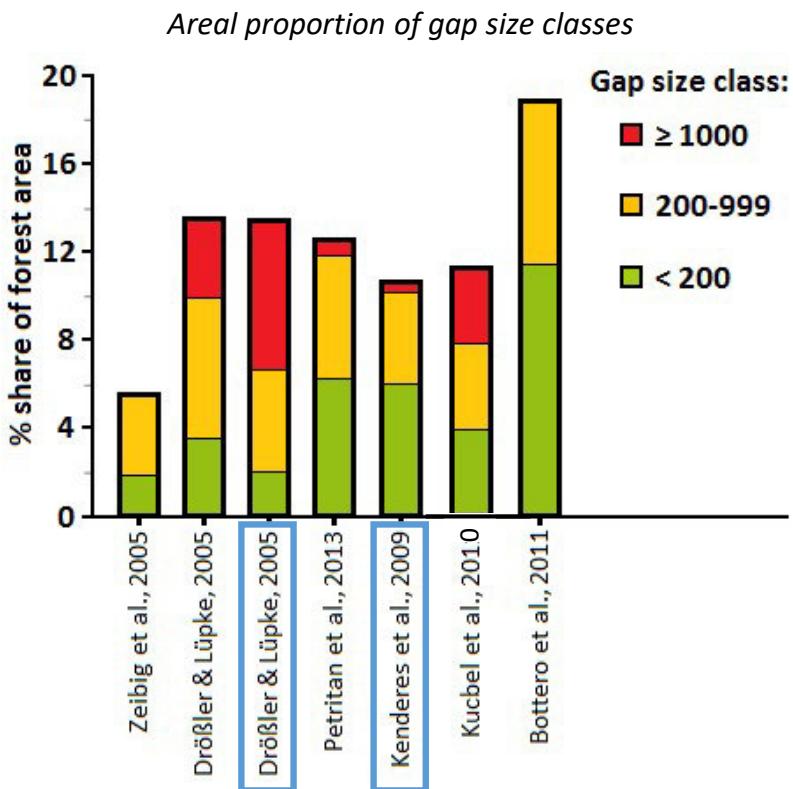


### Perspektive Lückendynamik

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

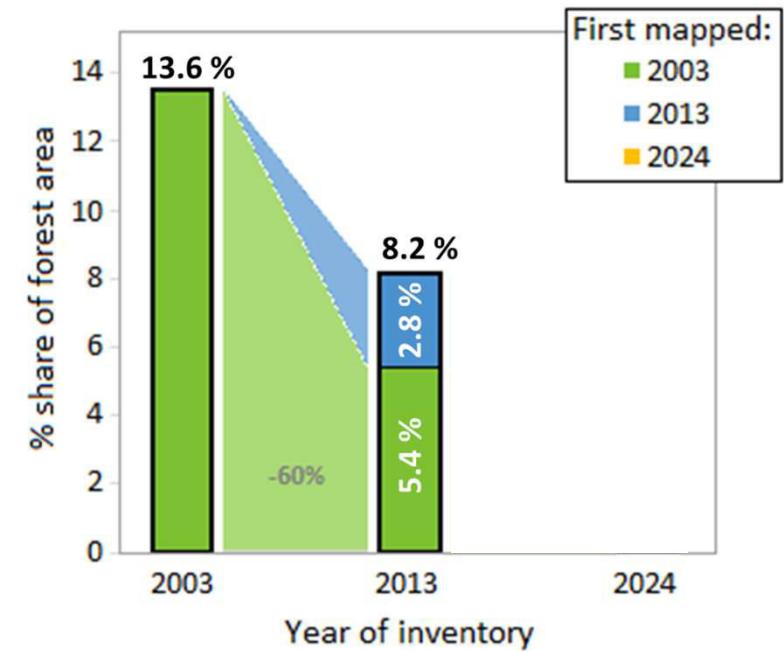
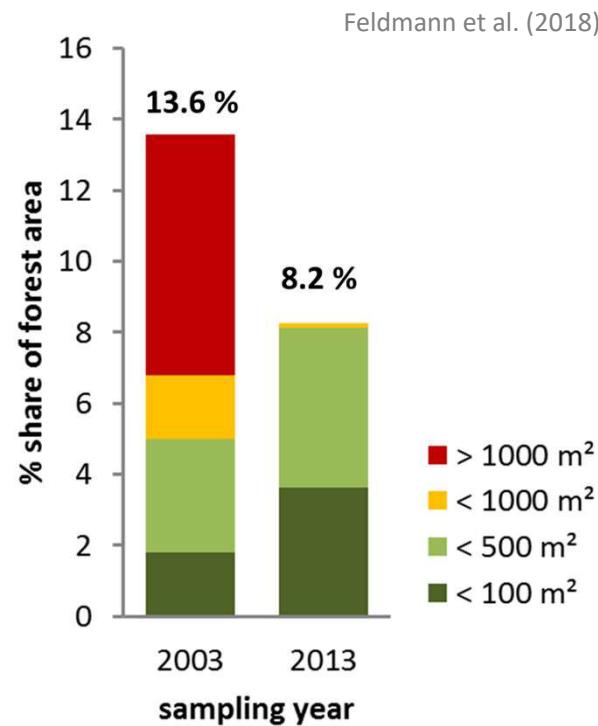
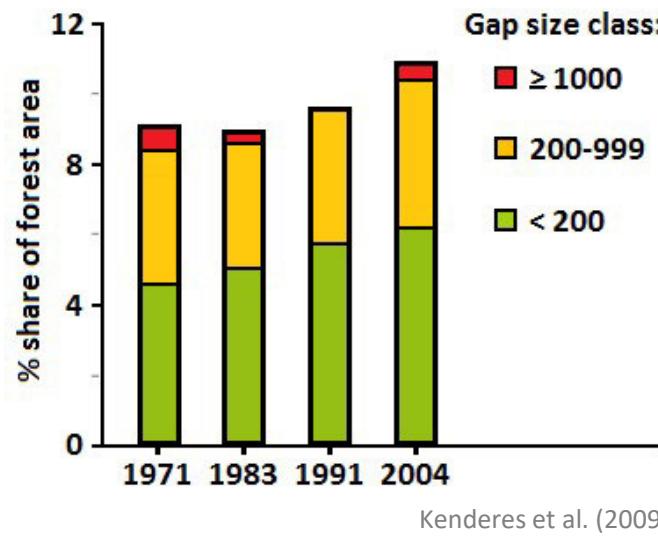
# Lückendynamik

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



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

# Lückendynamik



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

# Lückendynamik

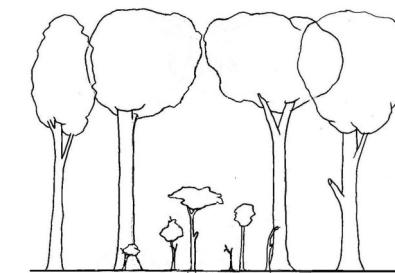
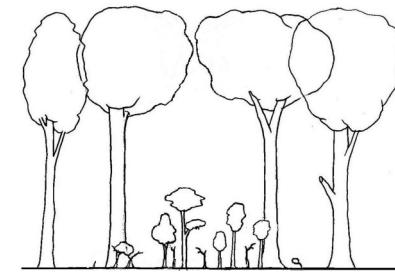
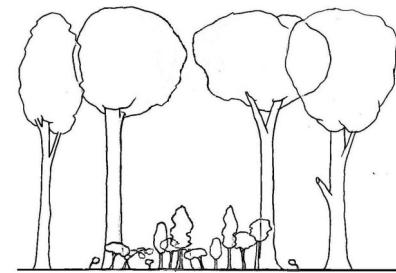
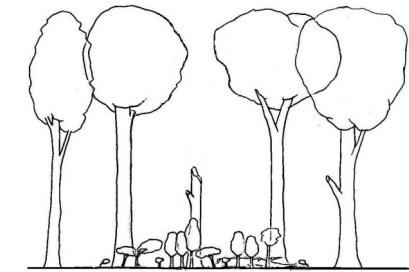
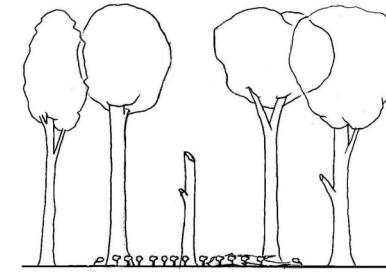
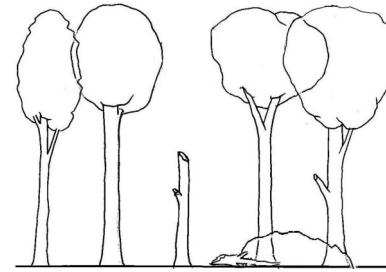
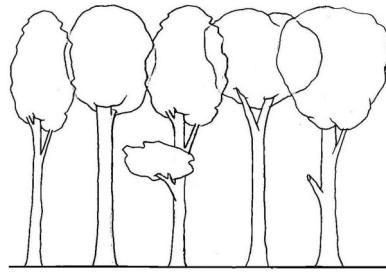
Lückenalter	Deckungsgrad (%) in Schichten			
	Alle	Mittel-	Unter-	Strauch-
< 10 Jahre	60	22	13	24
≥ 10 Jahre	62	19	27*	15



- 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.

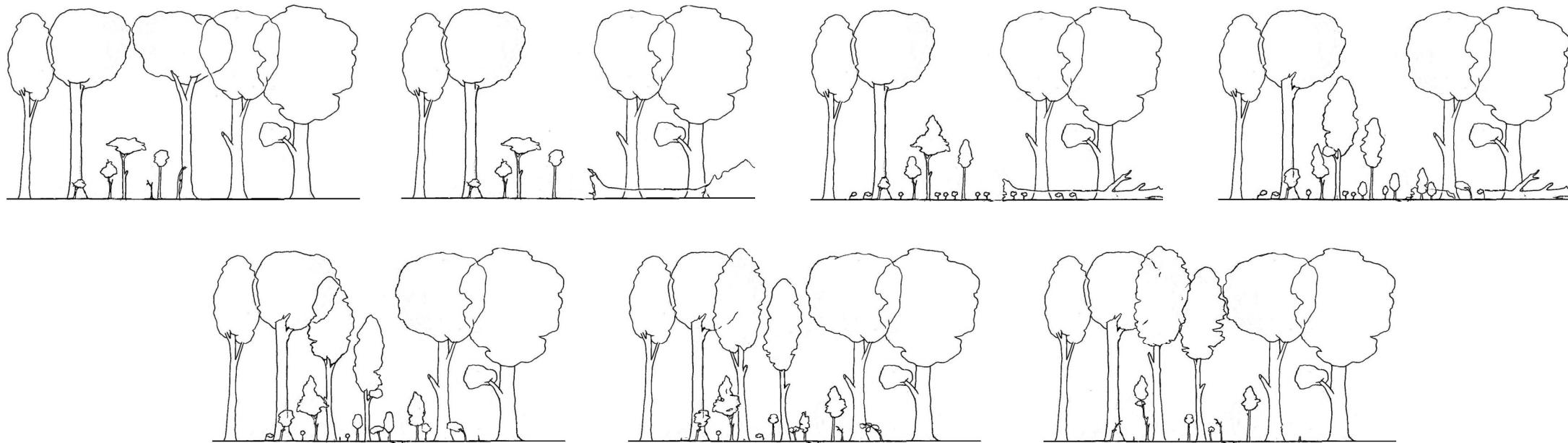


Die Verjüngung schafft es in kleinen Lücken nicht bis ins Kronendach.

Was bedeutet das für die Verjüngungsdynamik?

## Lückendynamik

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

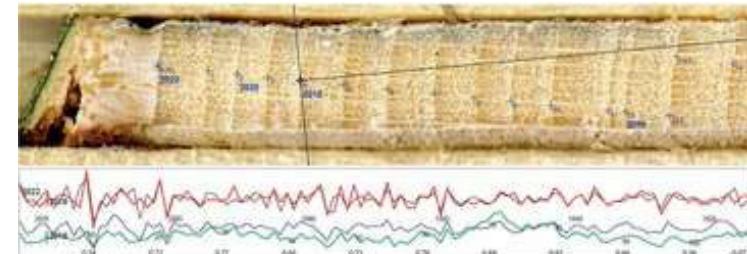
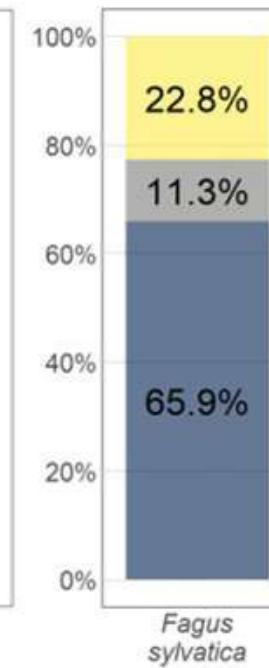


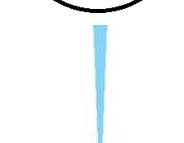
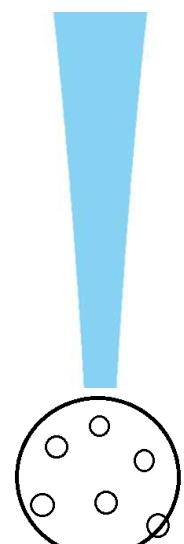
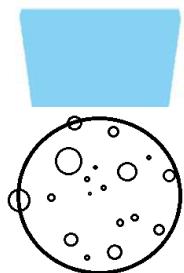
Foto: NW-FVA



Durchgängiger Lichtgenuss  
Eine oder mehrere Phasen der Unterdrückung

Aus Pavlin et al. (2024)

# Fazit (Waldbau)



Kleine (Einzelbaum.) Lücken häufig

- Geringer Flächenanteil
- Kurzes Zeitfenster



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

- ...aber regelmäßig.
- Flächenanteil bedeutend
- Längerer Zeitfenster



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“



Flächige Störungen scheinen extrem selten

- ...und können extremes Ausmaß erreichen



- Ermöglichen Präsenz von Vorverjüngung und unterständigen Bäumen

- Ermöglichen Wachstum und ggf. das Erreichen des Kronendachs

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

- **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!

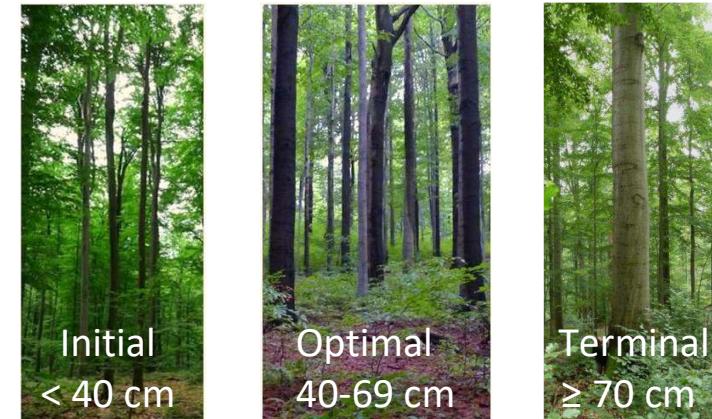
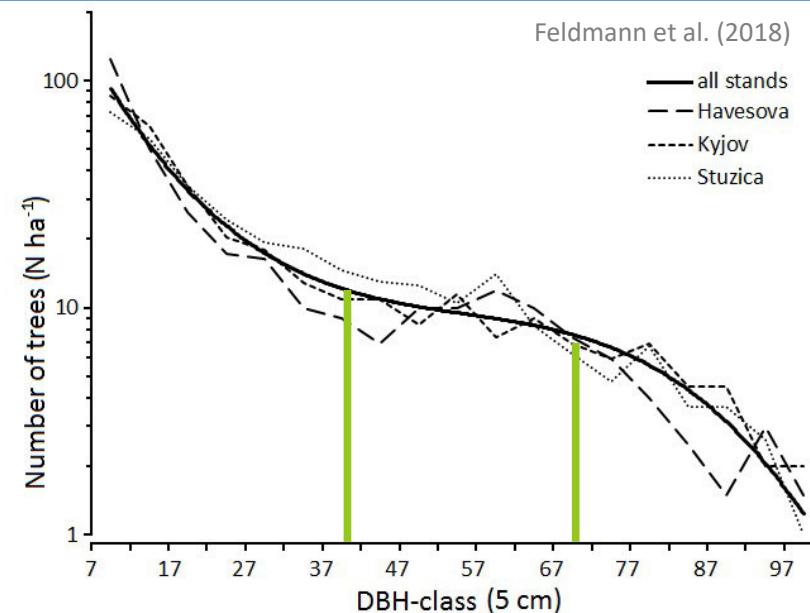
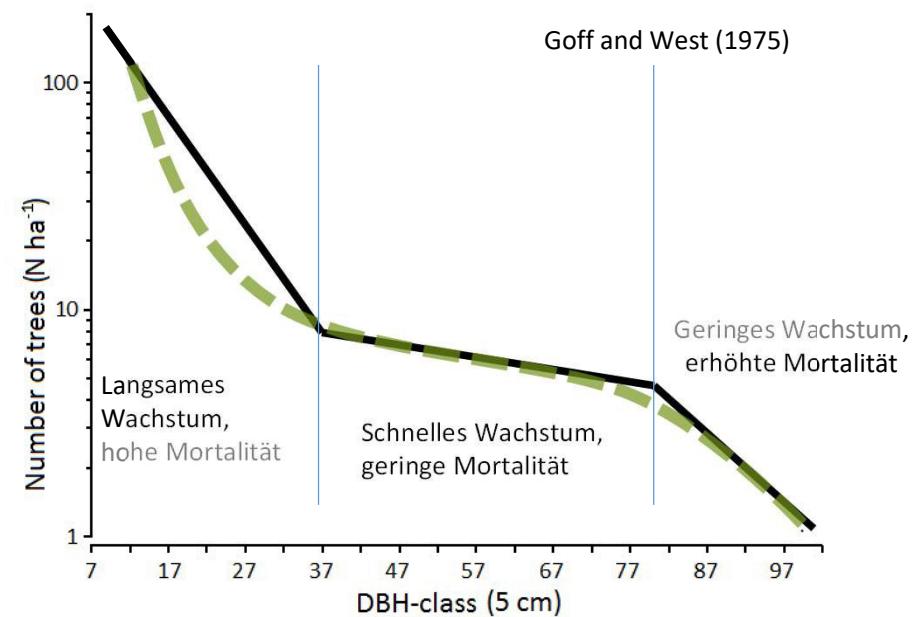


Peter Meyer  
Christoph Leuschner  
Jonas Glatthorm  
Lars Drößler  
Rouven Nagel  
Christian Ammer  
u.v.m.

# 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., Vencurík, J., & Klímaš, 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 waldbauarten. *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.