

Langfristige Versuchsflächen in Wäldern. Aktuelle Ergebnisse und Perspektiven

Hans Pretzsch

Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Technische Universität München
<http://waldwachstum.wzw.tum.de/index.php?id=presentations>

- 1 Langfristige Versuche für die nachhaltige Holzproduktion
- 2 Beitrag langfristiger Versuche zum Biomonitoring
- 3 Versuchsflächen für die Wissensintegration und Relevanzprüfung
- 4 Versuchsflächen zur Erweiterung des Nachhaltigkeitskonzeptes
- 5 Mischbestandsversuche

Durchforstungsversuch Fabrikschleichach

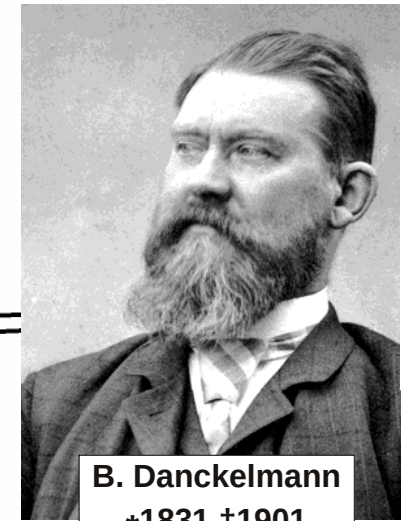
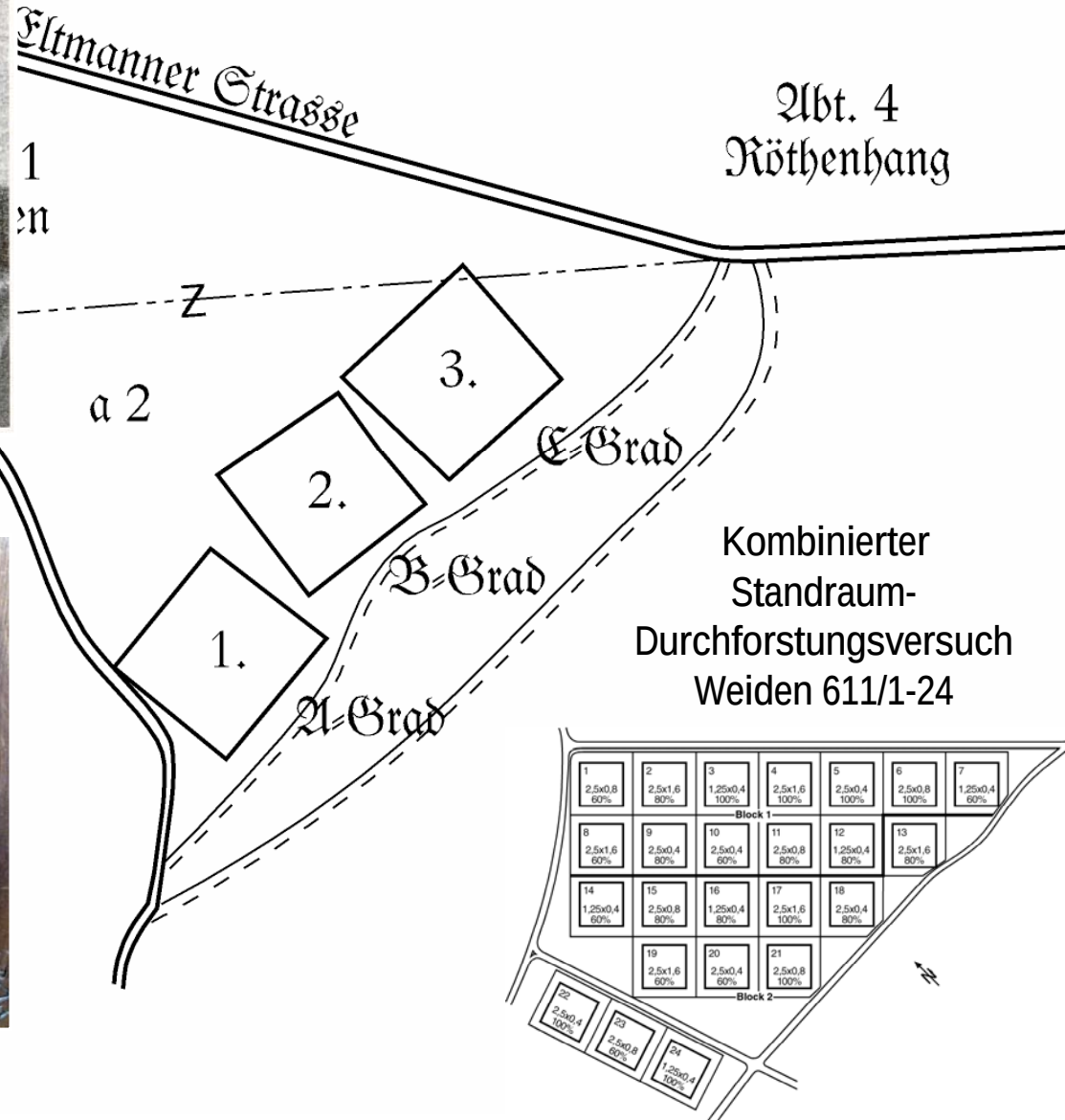
Situationsplan 1870



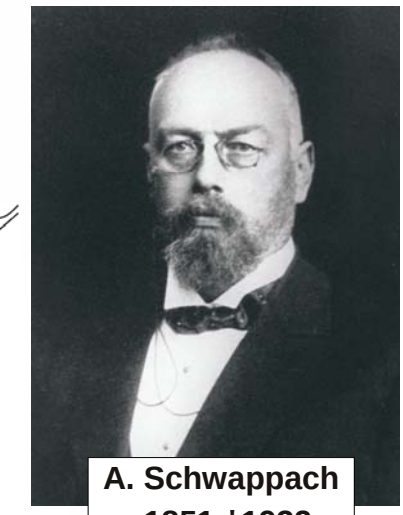
C. v. Carlowitz
*1645 †1714



W. L. Pfeil
*1783 †1859

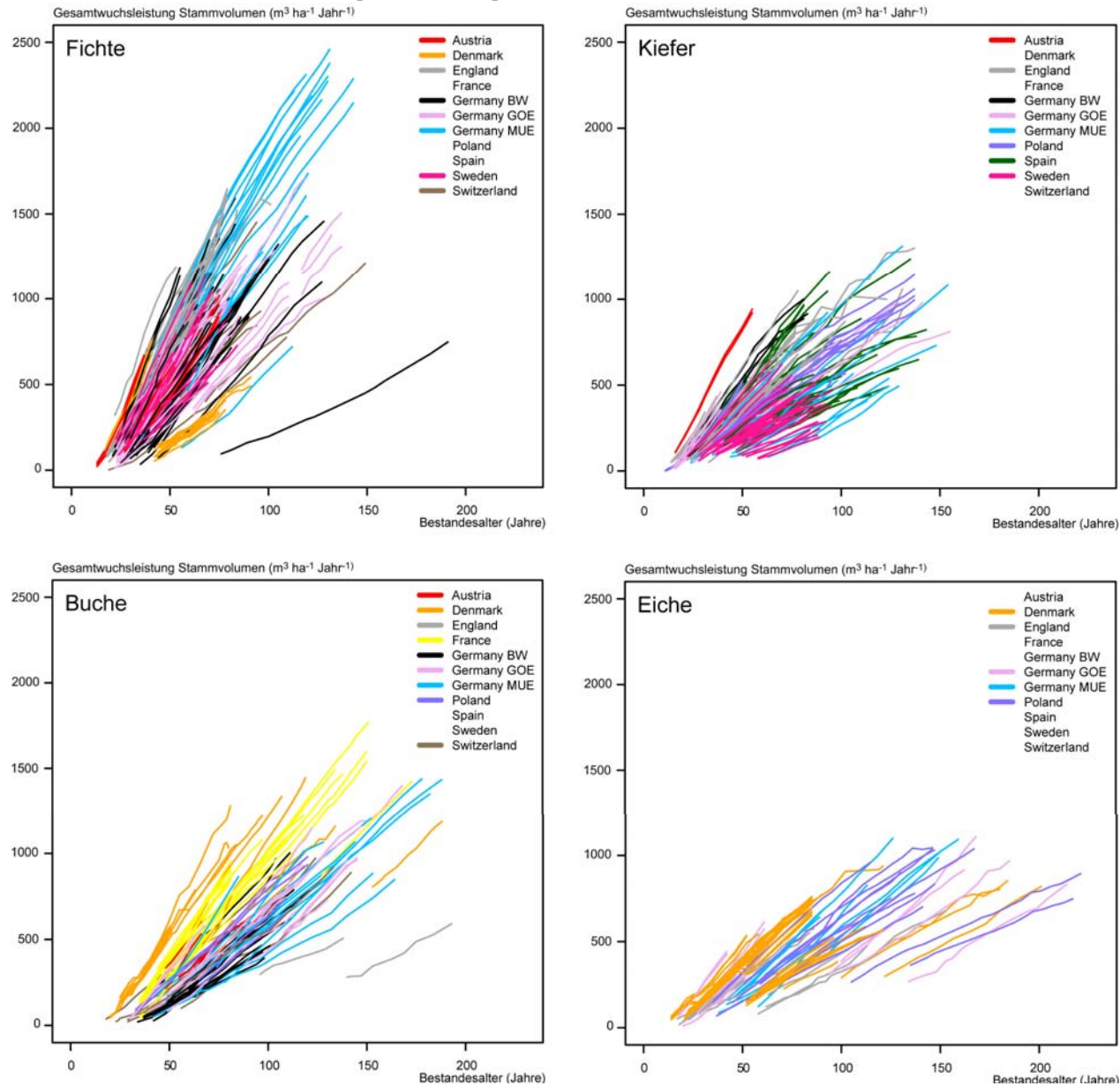


B. Danckelmann
*1831 †1901



A. Schwappach
*1851 †1932

GWL auf den langfristigen Versuchsflächen in Europa

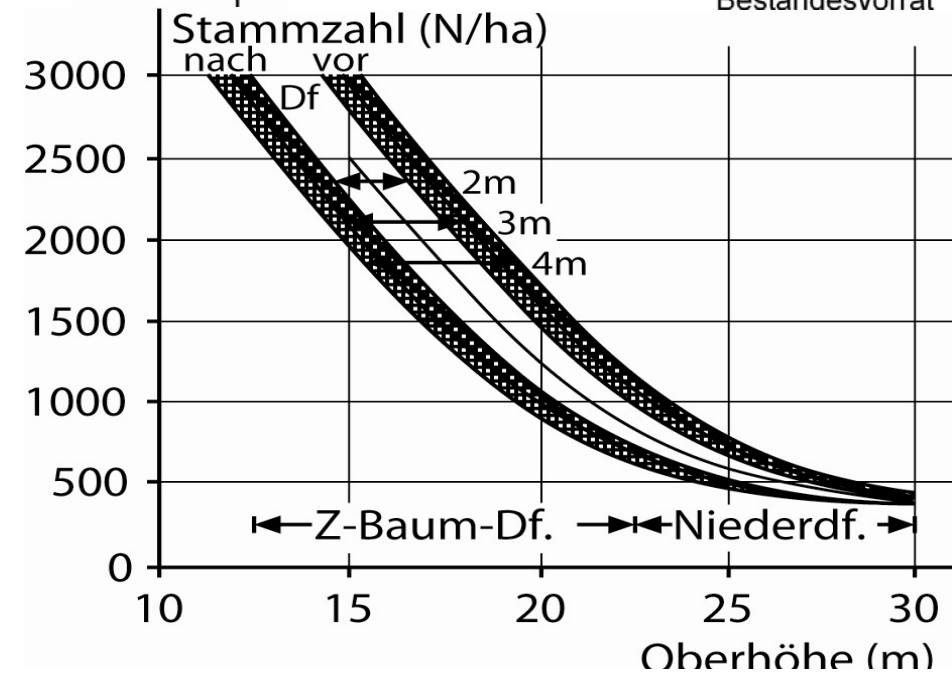
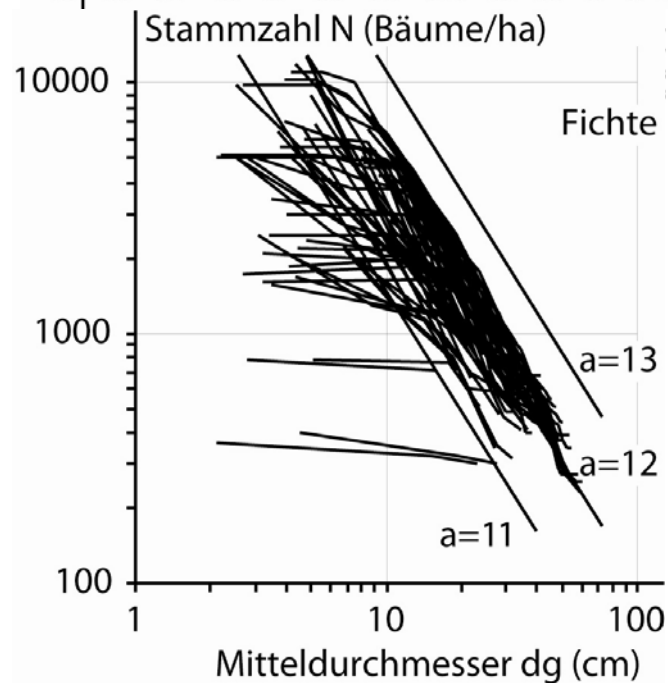
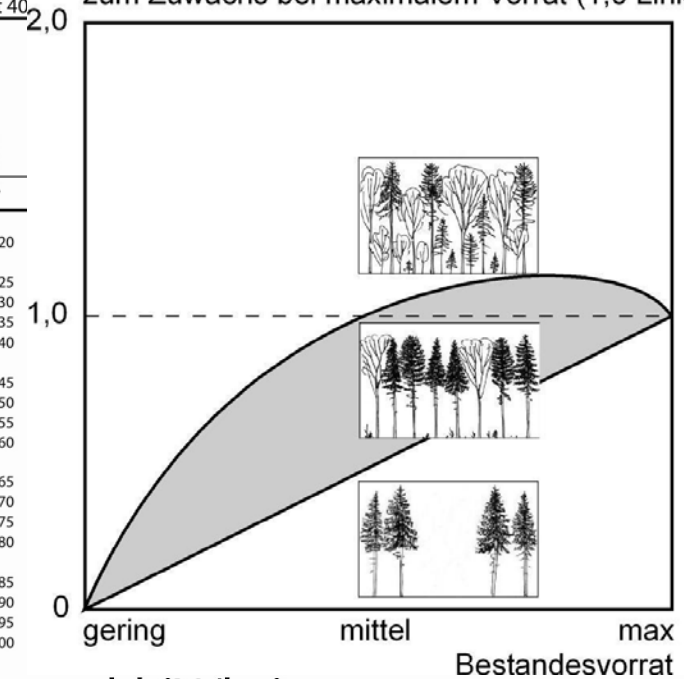


Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern
Mittleres Ertragsniveau — ASSMANN-FRANZ 1963

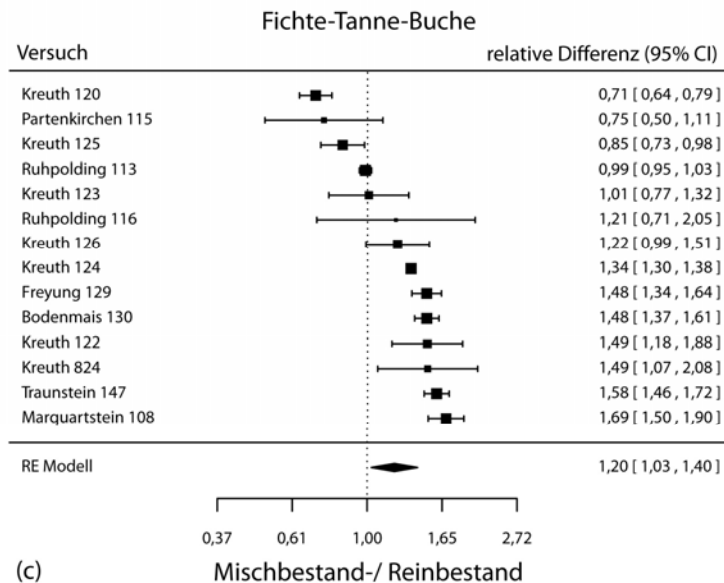
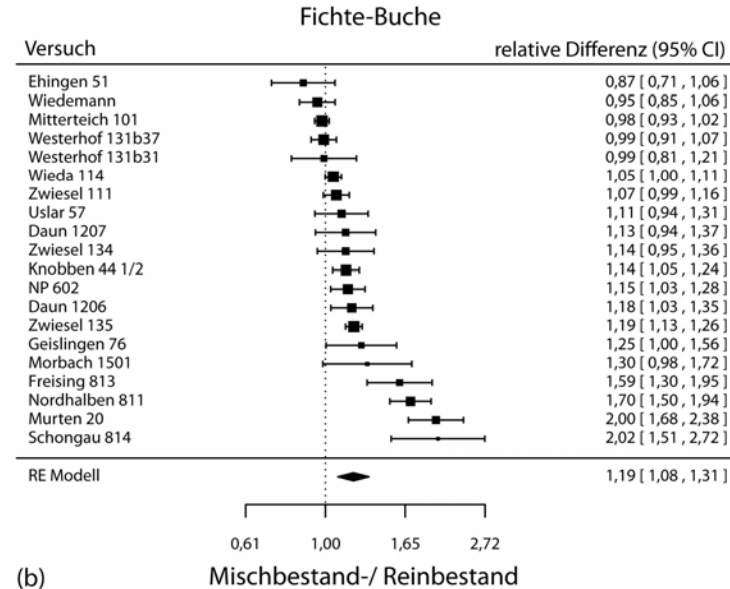
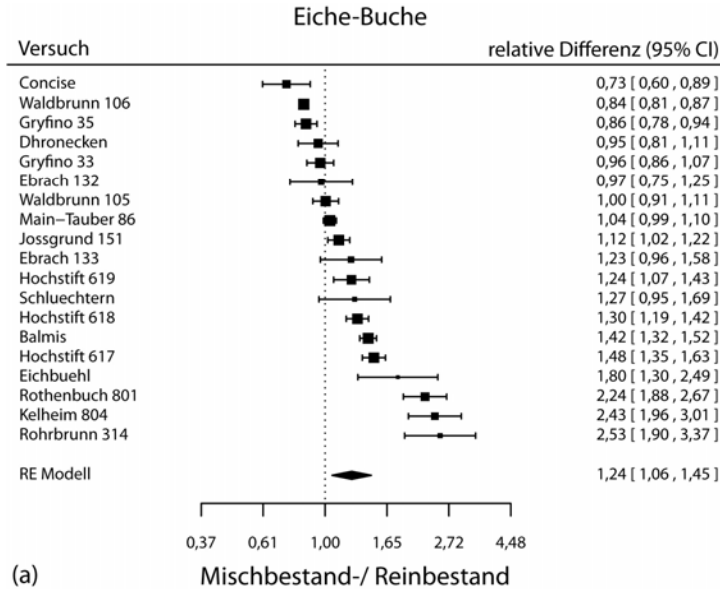
Oberhöhenbonität 40

Alter	Oberhöhe	verbleibender Bestand								ausscheidender Bestand			Gesamtbestand				Reduzierte Tafelwerte					Alter
		Mittelhöhe	Stammzahl	mittlerer Durchmesser	optimale Grundfläche	kritische Grundfläche	mittlere Schaftformzahl	Schaftholzvorrat	Derbholzvorrat	Stammzahl	Schaftholzmasse	Summe der Durchforstung	Vornutzung-Anteil Schaftholz	Gesamtleistung Schaftholz	lfd. jährl. Schaft-holzzuwachs	durchschn. Gesamtzuwachs Schaftholz	Derbholzmasse des verbl. Best.	Derbholzmasse des aussch. Bestandes	Gesamtleistung Derbholz	lfd. jährl. Derb-holzzuwachs	dGZ Derbholz	
A	h _o	h _m	N	d _m	Gopt.	Gkrit.	F _S	V _S	V _D	N	V _S	V _S	VN%	GWL _{VS}	LZ _{VS}	d _{GZ}	Efm o. R.	Efm o. R.	Efm o. R.	Efm o. R.	Efm o. R.	A
20	9.6	7.6	4100	8.6	23.6	—	0.567	101	80	1101	30	18	15.3	119	18.0	5.9	65	16	65	13.9	3.3	20
25	12.8	10.6	2999	11.0	28.3	—	0.539	160	146	680	40	48	23.0	208	23.1	8.3	118	29	134	17.0	5.4	25
30	16.0	13.5	2319	13.4	32.4	—	0.521	226	216	446	46	88	28.0	314	23.4	10.5	175	35	219	18.8	7.3	30
35	18.9	16.2	1873	15.7	36.2	—	0.508	297	288	308	49	134	31.1	431	24.6	12.3	233	39	314	19.8	9.0	35
40	21.6	18.8	1565	18.0	39.7	34.6	0.497	370	362	225	40	183	33.2	553	24.9	13.8	293	39	412	20.1	10.3	40
45	24.1	21.3	1340	20.3	43.0	37.5	0.488	445	438	170	49	233	34.5	678	24.8	15.1	355	39	513	20.0	11.4	45
50	26.3	23.5	1170	22.5	46.2	40	0.480	519	513	134	48	282	35.3	801	24.3	16.0	416	38	613	19.6	12.3	50
55	28.4	25.5	1036	24.6	49.1	42.7	0.474	592	587	109	46	330	35.8	922	23.5	16.8	476	37	711	19.0	12.9	55
60	30.3	27.4	927	26.7	51.9	45.2	0.469	664	659	91	44	376	36.2	1040	22.6	17.3	534	36	806	18.2	13.4	60
65	32.0	29.1	836	28.8	54.4	47.5	0.464	732	727	77	43	420	36.5	1152	21.5	17.7	589	35	897	17.4	13.8	65
70	33.5	30.6	759	30.9	56.7	49.2	0.460	797	792	66	42	463	36.8	1260	20.5	18.0	642	34	984	16.5	14.1	70
75	34.9	32.1	693	32.9	58.7	51.1	0.456	857	852	58	41	505	37.1	1362	19.4	18.2	690	33	1066	15.6	14.2	75
80	36.2	33.3	635	34.9	60.5	52.8	0.453	912	908	52	40	546	37.5	1458	18.3	18.2	736	33	1145	14.8	14.3	80
85	37.3	34.5	583	36.9	62.1	54.0	0.450	963	959	45	40	586	37.9	1549	17.2	18.2	777	32	1218	13.9	14.3	85
90	38.3	35.6	538	38.8	63.5	55.3	0.448	1009	1005	41	40	626	38.4	1635	16.2	18.2	814	32	1288	13.1	14.3	90
95	39.2	36.5	497	40.8	64.7	56.4	0.445	1050	1046	37	39	666	38.9	1716	15.2	18.1	847	32	1353	12.3	14.3	95
100	40.0	37.4	460	42.7	65.8	57.4	0.443	1087	1083	33	39	705	39.4	1792	14.3	17.9	877	32	1415	11.5	14.2	100

Volumenzuwachs des Bestandes in Relation zum Zuwachs bei maximalem Vorrat (1,0 Linie)



Produktivität von Misch- vs. Reinbeständen



Pretzsch, Forrester, Bauhus (2017)
 Mixed-species forests.
 Ecology and management, Springer,
 Berlin, 653 p

Versammlung des Vereins Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten im September 1891 in der Schweiz



Versammlung des Vereins Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten im September 1891 in der Schweiz mit internationaler Beteiligung (nach A. Milnik 1999, S. 123).

sitzende v. l.: F von Baur, B. Danckelmann, K. Schuberg, Joseph Friedrich, C. Ney, A. Schwappach, B. Bleuler
stehend v. l.: C. Heck, C. Lorey, R. Meß, Kast, P. Danckelmann, Bühler, Boppe, Flury, Zschokke

Versammlung des Vereins Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten im September 1891 in der Schweiz

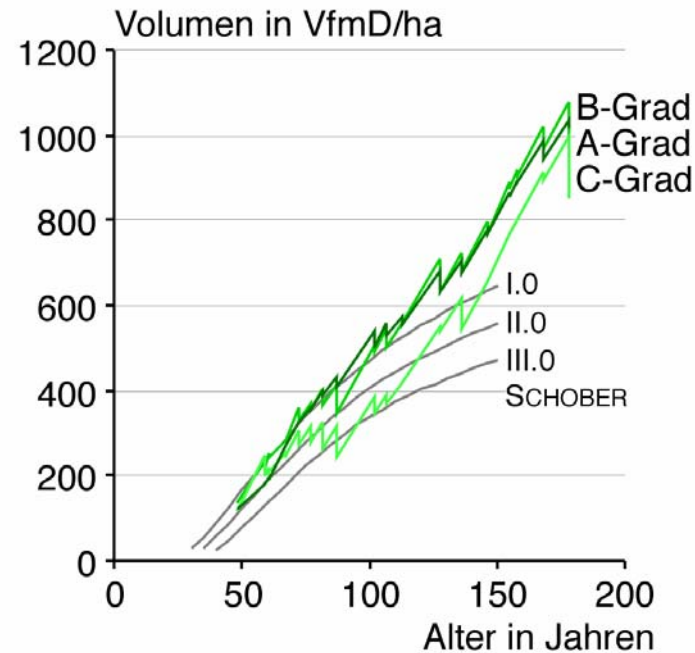


- Langfristige ertragskundliche Versuchsflächen:
- bilden den Beginn systematischer Forstwissenschaft
 - waren zunächst auf den Holzertrag ausgerichtet
 - liefern Fakten, Gesetze, Modelle, Pflegerichtlinien

Versammlung des Vereins Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten im September 1891 in der Schweiz mit internationaler Beteiligung (nach A. Milnik 1999, S. 123).

sitzende v. l.: F von Baur, B. Danckelmann, K. Schuberg, Joseph Friedrich, C. Ney, A. Schwappach, B. Bleuler
stehend v. l.: C. Heck, C. Lorey, R. Meß, Kast, P. Danckelmann, Bühler, Boppe, Flury, Zschokke

Beitrag zum Biomonitoring: Buchenversuchsfläche Fabrikschleichach, unter Beobachtung seit 1860



A. v. Ganghofer
 *1827-†1900



F. v. Baur
 1878-1897



R. Weber
 1897-1905



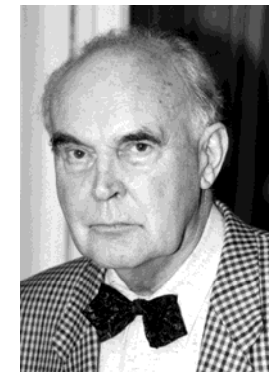
V. Schüpfer
 1905-1937



K. Vanselow
 1937-1951

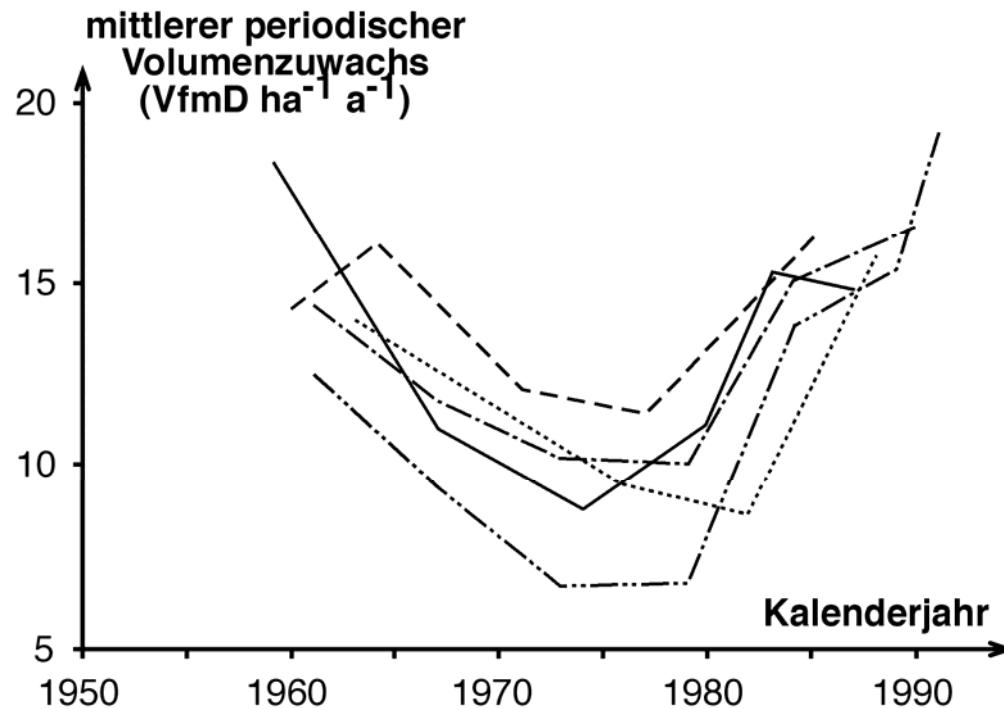


E. Assmann
 1951-1972

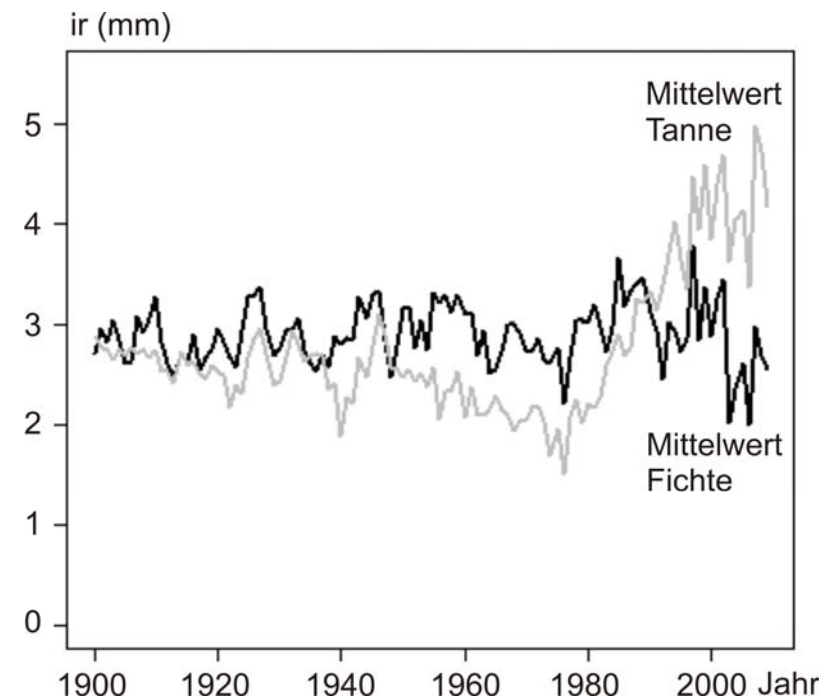


F. Franz
 1972-1993

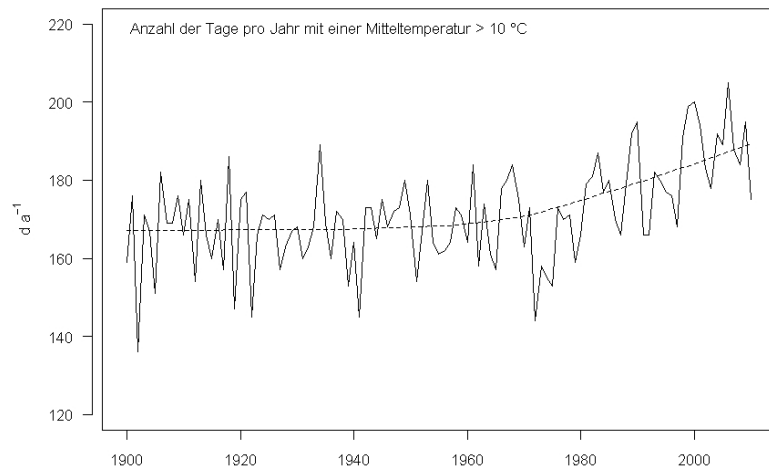
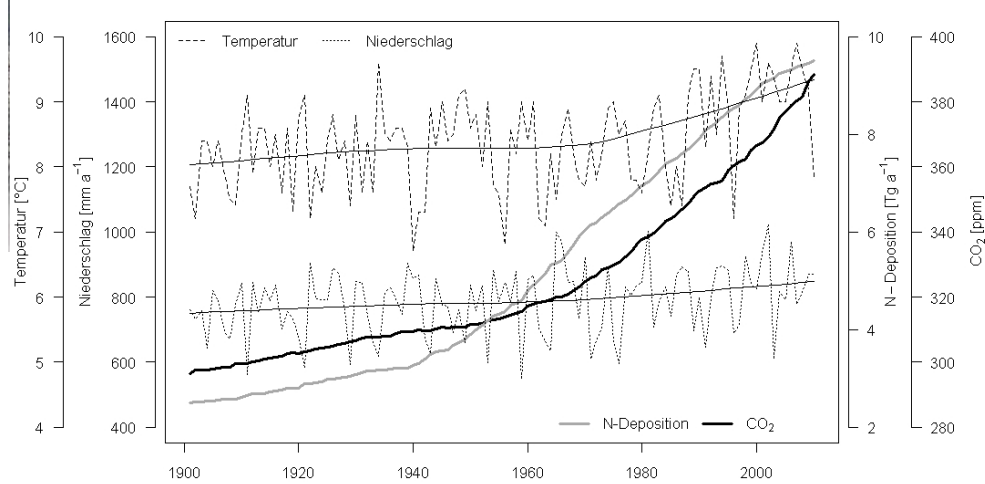
Zuwachsgang der Tanne im Schwarzwald (links) und der Tanne und Fichte im Bayerischen Wald (rechts)



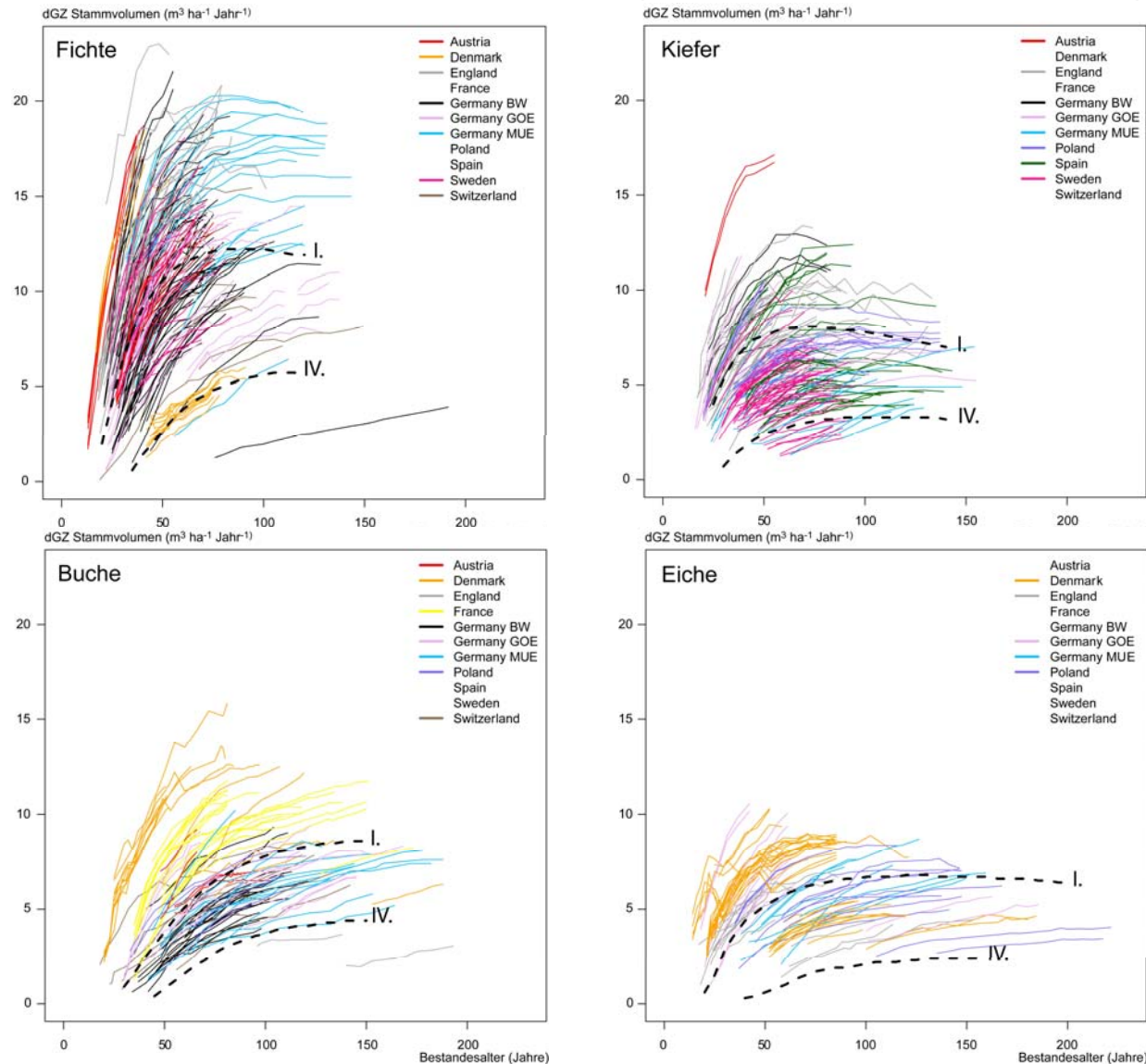
Kenk G et al. 1991



Uhl E et al. 2013

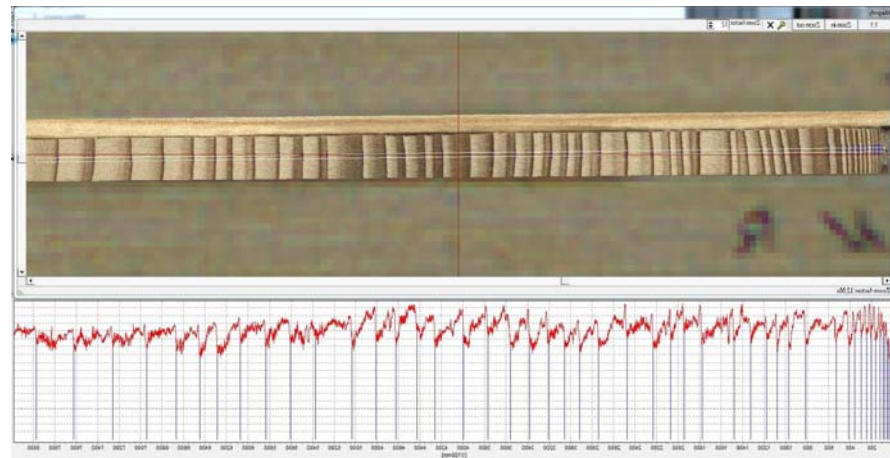
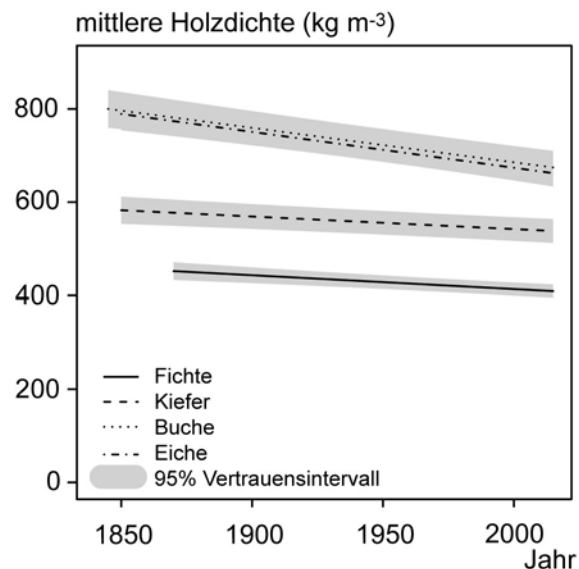


Niveau und Trend des durchschnittlichen Gesamtzuwachses im Vergleich zu den Ertragtafeln



Beschleunigung des Zuwachs – Reduktion der Holzdichte

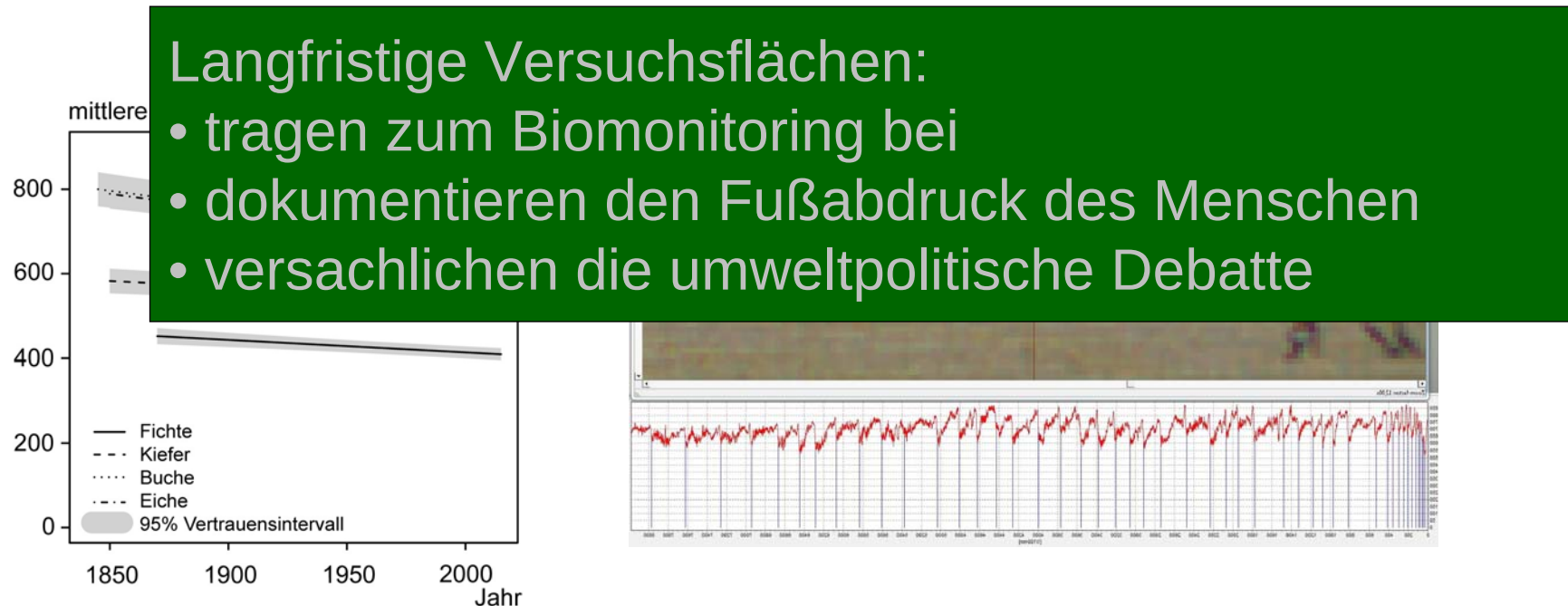
Baumart	Fichte	Kiefer	Eiche	Buche	Mittel
Erhöhung ($\pm$ SE) in %	10 ($\pm$ 9)	33 ($\pm$ 7)	18 ($\pm$ 5)	30 ($\pm$ 17)	20
Korrekturfaktor	1,10	1,30	1,10	1,20	1,20



Holzdichte hat von 1900 bis 2015 bei der Fichte um 8 % abgenommen, bei Kie, Bu, Ei um 5, 11 bzw. 12 %; im Spätholz mehr als im Frühholz

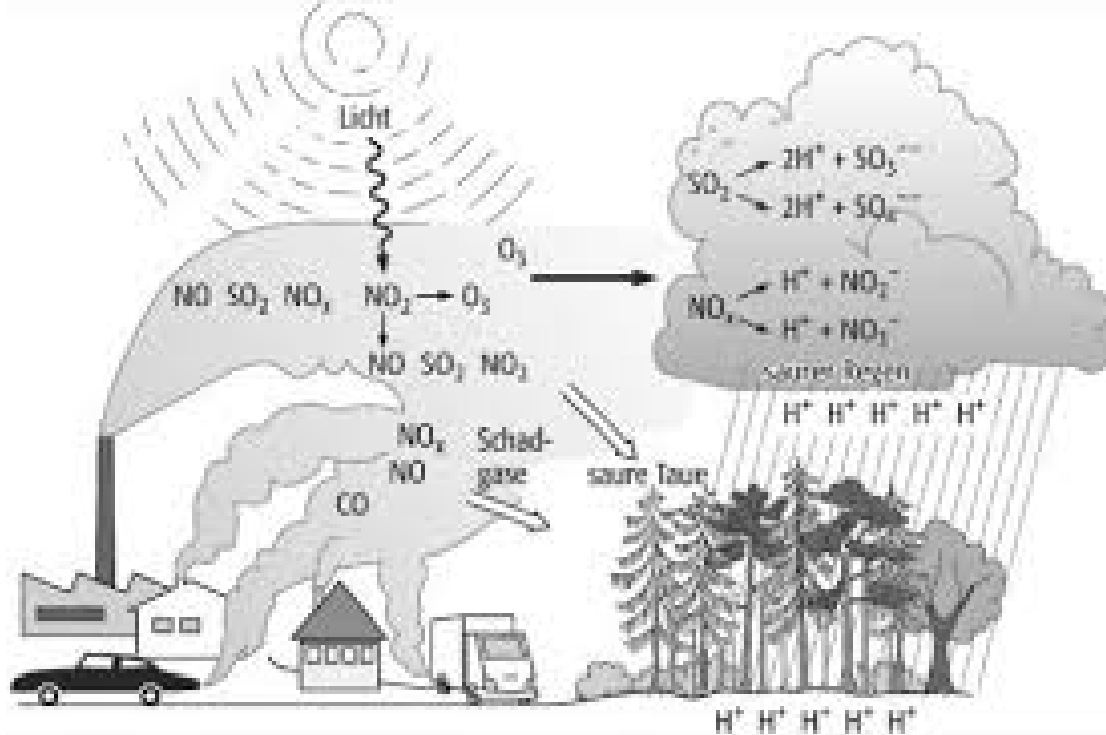
Beschleunigung des Zuwachs – Reduktion der Holzdichte

Baumart	Fichte	Kiefer	Eiche	Buche	Mittel
Erhöhung ($\pm$ SE) in %	10 ($\pm$ 9)	33 ($\pm$ 7)	18 ($\pm$ 5)	30 ($\pm$ 17)	20
Korrekturfaktor	1,10	1,30	1,10	1,20	1,20

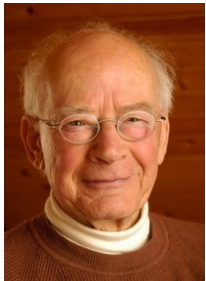


Holzdichte hat von 1900 bis 2015 bei der Fichte um 8 % abgenommen, bei Kie, Bu, Ei um 5, 11 bzw. 12 %; im Spätholz mehr als im Frühholz

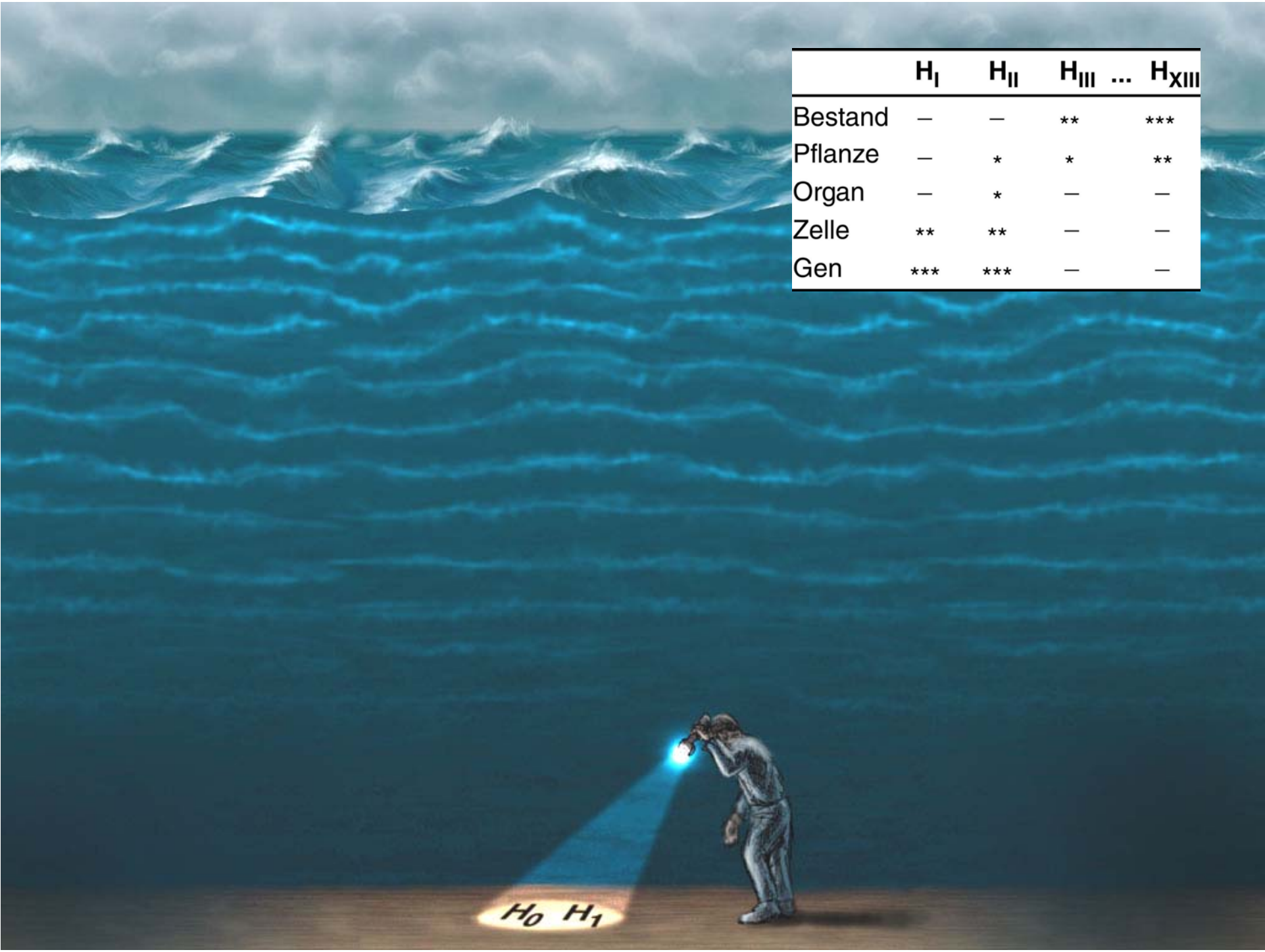




Prozesse und Muster in Ökosystemen auf unterschiedlichen Ebenen Reduktionismus versus Holismus



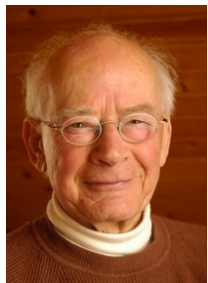
	Prozess	Prozessdauer	Kompartiment	Muster
+4	Evolution	Jahrtausende	Kontinente	Arten und Genotypen
+3	Sukzession	Jahrhundert(e)	Landschaft	Waldgesellschaften
+2	Systemerneuerung	Jahrhundert(e)	Ökosystem	Verjüngungsstruktur
+1	Bestandesentwicklung	Jahrzehnte	Bestand	Wachstumsgang
0	Stoffkreislauf	Jahr	Bestandesausschnitt	Stoffbilanz
-1	Organbildung	Monate	Baum und Bodenflora	Belaubung Verzweigung
-1	Populationsdynamik	Wochen	Bodenhorizont	Humusform
-2	Assimilation u. Stoffaufnahme	Tage-Wochen	Blatt Wurzel	Kohlenstoff- und Ionenallokation
-2	Mineralisierung	Stunden	Bodenaggregat	Bodenlösungsschemie
-3	Biochemische Reaktionen	Minuten	Zelle	biochemische Muster
-3	Bodenchemische Reaktionen	Sekunden	Mineraloberfläche	Pufferbereich



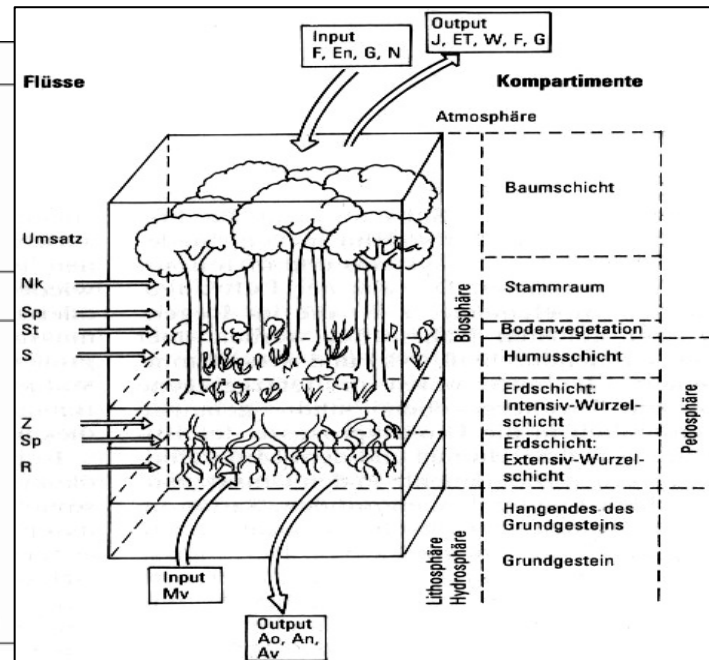
	H_I	H_{II}	H_{III}	...	H_{XIII}
Bestand	—	—	**		***
Pflanze	—	*	*		**
Organ	—	*	—		—
Zelle	**	**	—		—
Gen	***	***	—		—

Prozesse und Muster in Ökosystemen auf unterschiedlichen Ebenen

Reduktionismus versus Holismus

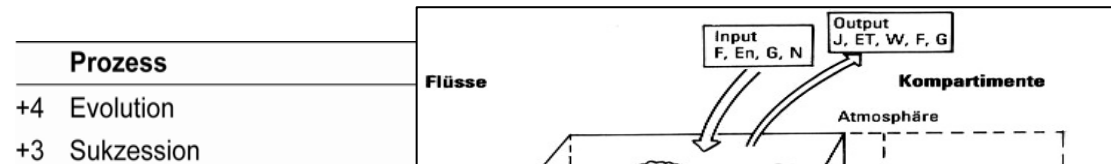


Prozess
+4 Evolution
+3 Sukzession
+2 Systemerneuerung
+1 Bestandesentwicklung
0 Stoffkreislauf
-1 Organbildung
-1 Populationsdynamik
-2 Assimilation u. Stoffaufnahme
-2 Mineralisierung
-3 Biochemische Reaktionen
-3 Bodenchemische Reaktionen



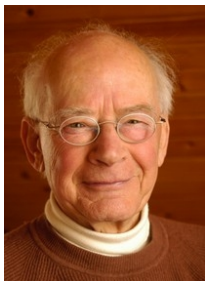
Prozesse und Muster in Ökosystemen auf unterschiedlichen Ebenen

Reduktionismus versus Holismus

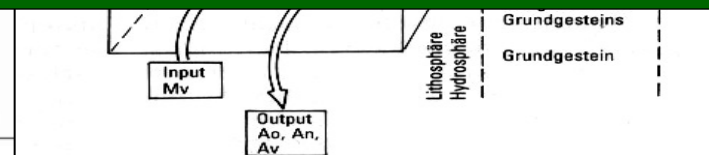


Langfristige Versuchsflächen

- integrieren Ökosystemwissen
- skalieren auf die Einheitsfläche Hektar
- Legen die Relevanz evidenter Befunde offen



- | |
|------------------------------|
| -2 Mineralisierung |
| -3 Biochemische Reaktionen |
| -3 Bodenchemische Reaktionen |



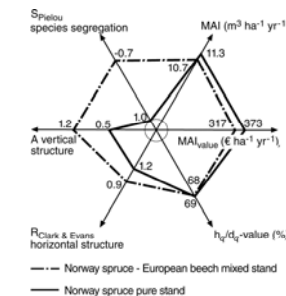
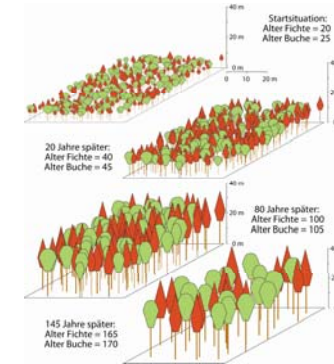
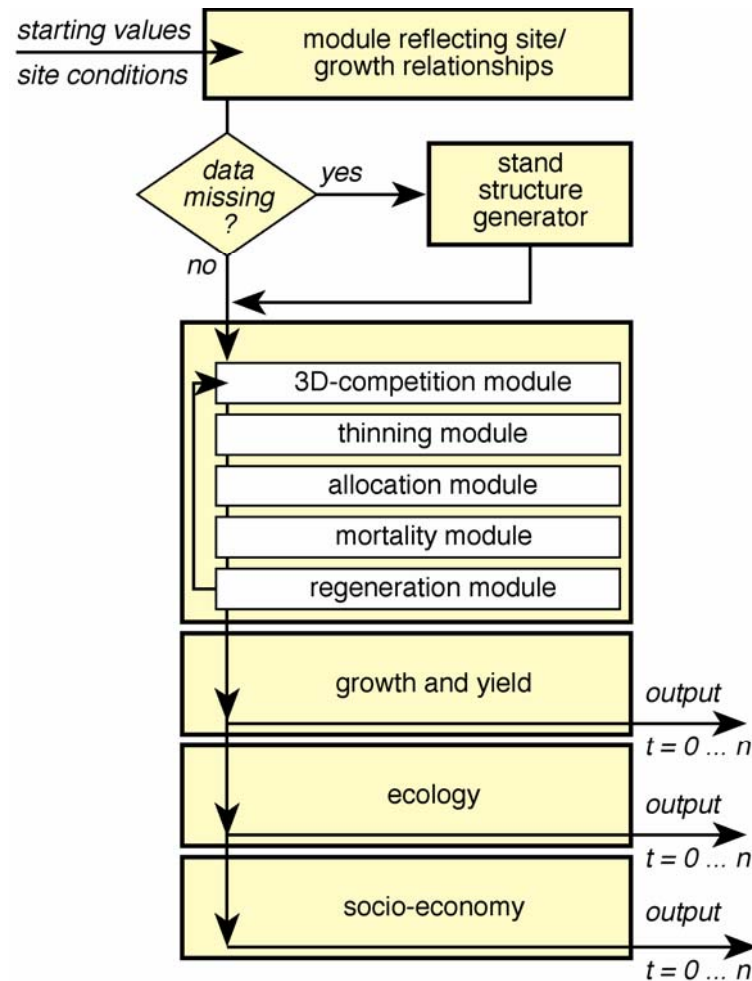


Gro H Brundtland

Gesamteuropäische Kriterien 1-6 und Indikatoren für die nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern

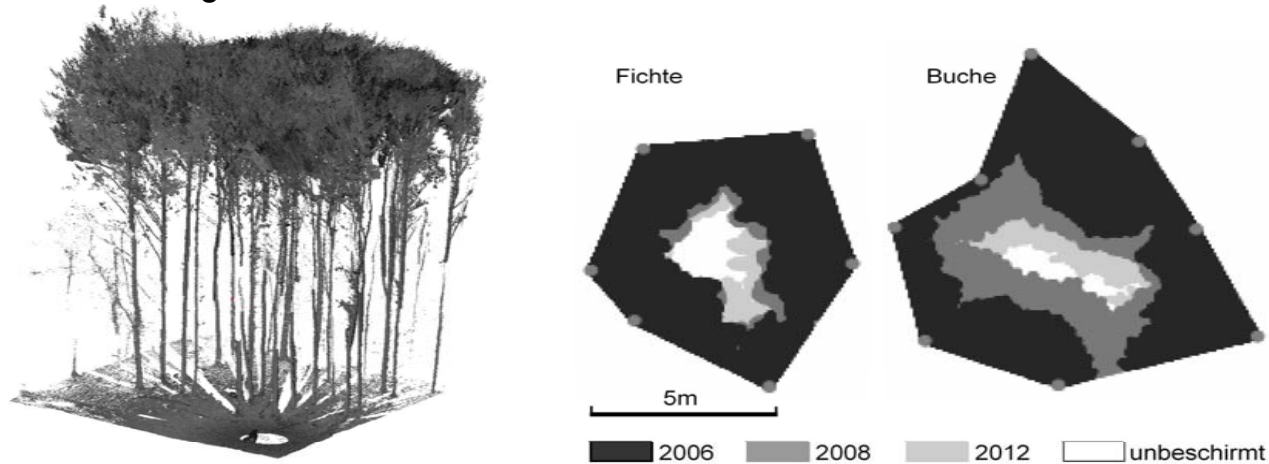
Kriterien	Indikatoren (beispielhaft)
1 Forstliche Ressourcen	Waldfläche, Kohlenstoffvorrat, Alters- und Durchmesserstruktur, ...
2 Gesundheit und Vitalität	chem. Bodenzustand, Nadel- und Blattverluste, Deposition, ...
3 Produktionsfunktionen	Zuwachs, Hiebsatz, Nichtholzprodukte, ...
4 Biologische Diversität	Baumartenvielfalt, Naturnähe, Totholzvorrat, Landschaftsdiversität, ...
5 Schutzfunktionen	Anteil Schutzwälder für Klima, Boden, Wasser, ...
6 Sozio-ökonomische Funktionen	Waldreinertrag, Anzahl der Beschäftigten, Landschaftsbild, ...

Modelle, Planung, Entscheidung schließen ertragskundliche, ökologische und soziale Aspekte mit ein

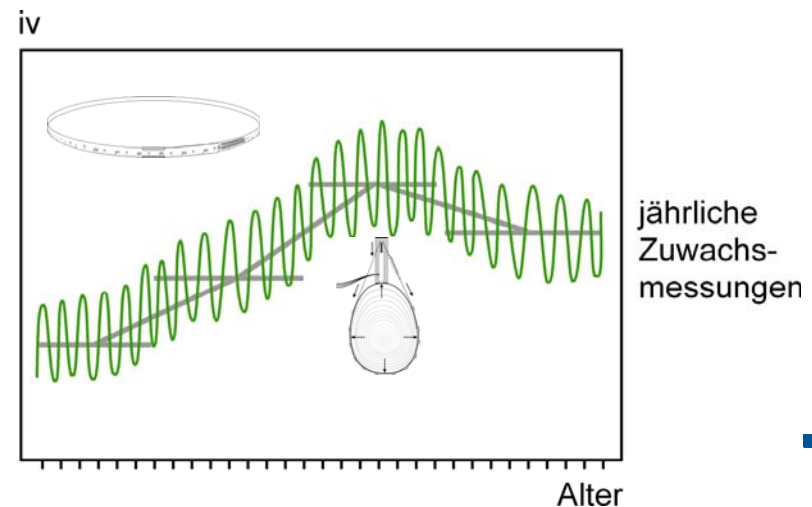
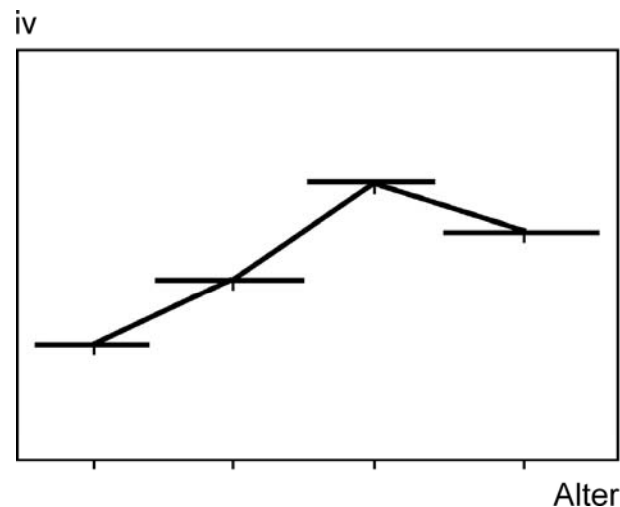


Erhöhung der räumlichen und zeitlichen Auflösung

Wiederholungsaufnahmen mit TLidar

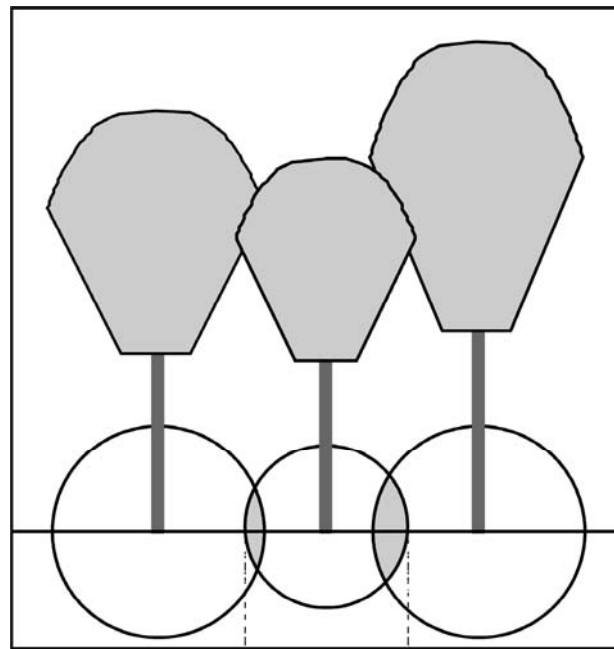


von periodischen zu jährlichen Größenmessungen

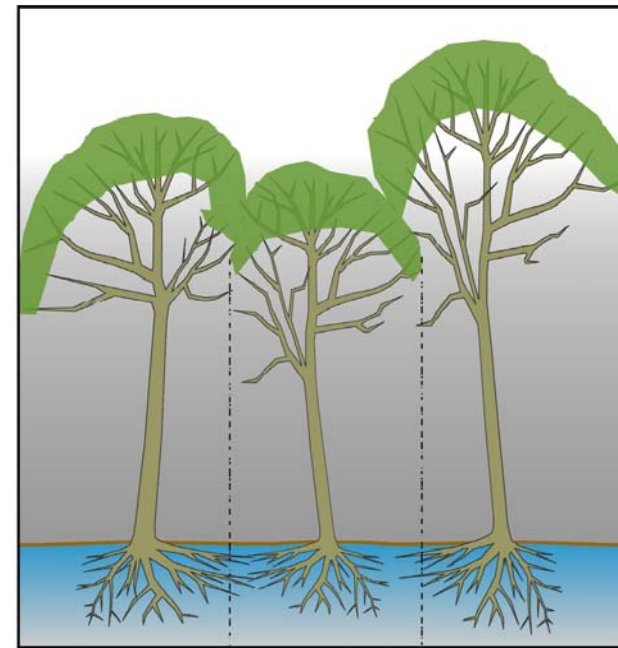


Erweiterung des Satzes an Messgrößen bei der Versuchsaufnahme

Vom Standflächenkonzept zur Erfassung der Ressource



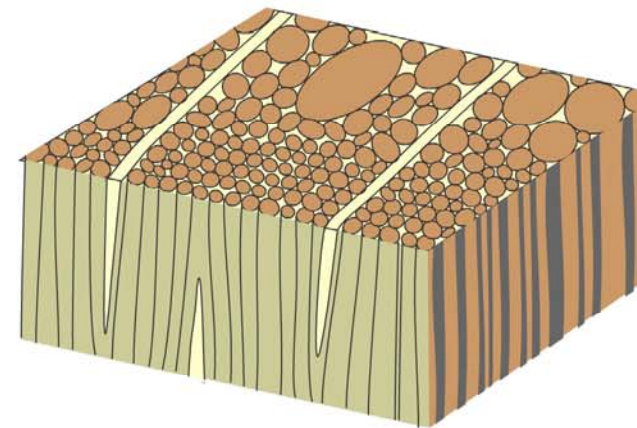
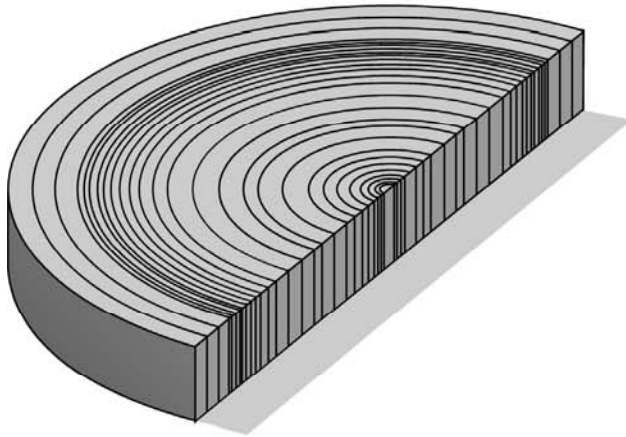
Standfläche



Licht
Wasser
Nährstoffe

Erweiterung des Satzes an Messgrößen bei der Versuchsaufnahme

Von der Jahrringbreite zum Feinaufbau, Früh-/Spätholz und Nährelementgehalt



Früh-/Spätholz
Gehalt an
C, N, Ca, Mg usw.

Erweiterung des Satzes an Messgrößen bei der Versuchsaufnahme

Von der Jahrringbreite zum Feinaufbau, Früh-/Spätholz und Nährelementgehalt



Weiterentwicklung langfristiger Versuchsflächen

- räumliche Auflösung
- zeitliche Auflösung
- Erweiterung des Satzes von Messgrößen



Übergang von Rein- zu Mischbeständen

ungleich-
altrig



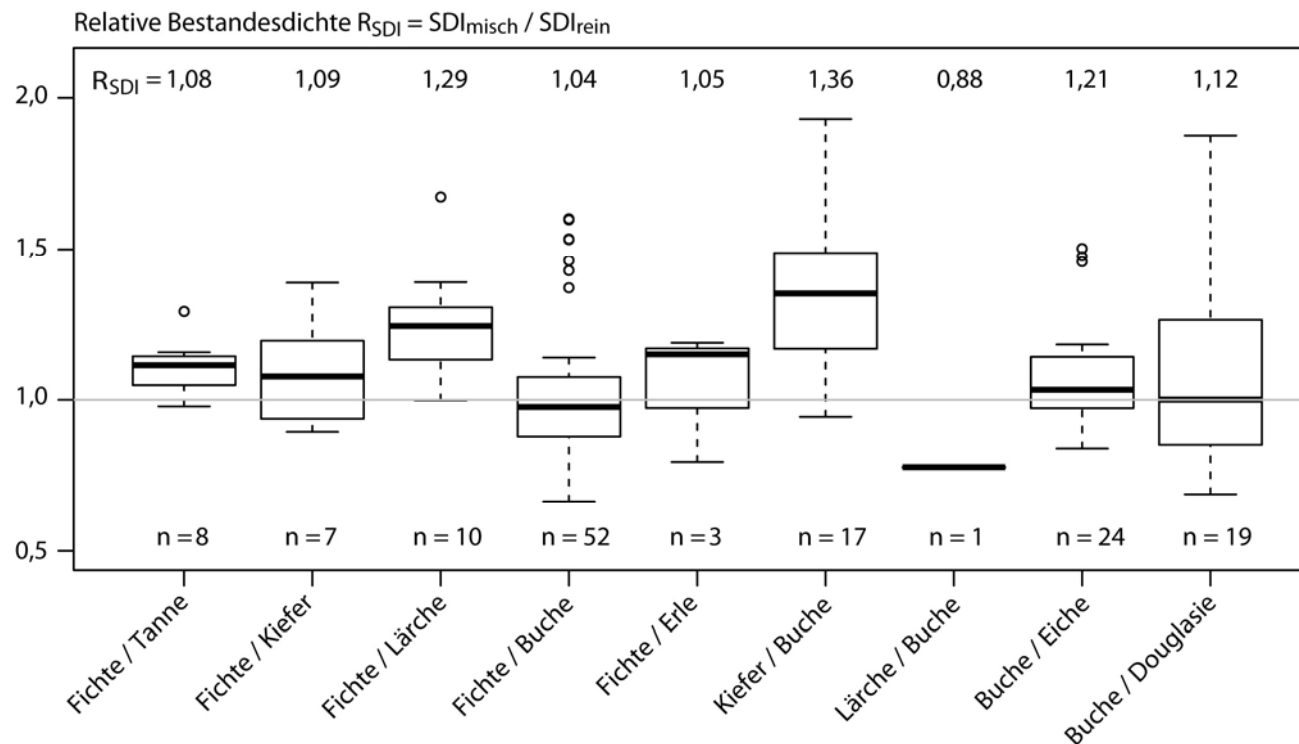
gleich-
altrig

rein

misch

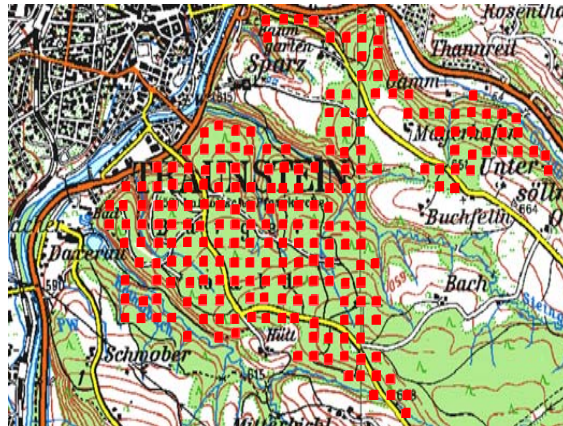
Untersuchungsergebnisse zu Mischungseffekten

Baumarten- kombination	Fichte/ Buche	Kiefer/ Buche	Eiche/ Buche	Buche/ Dougl.	Kiefer/ Fichte	Lärche/ Fichte	Fichte/ Tanne	Mittel
Erhöhung ($\pm$ SE) in %	21 ($\pm$ 3)	30 ($\pm$ 9)	20 ($\pm$ 3)	11 ($\pm$ 8)	21 ($\pm$ 11)	25 ($\pm$ 6)	13 ($\pm$ 6)	
Korrektur- faktor	1.10	1.20	1.10	1.10	1.20	1.20	1.10	1.10

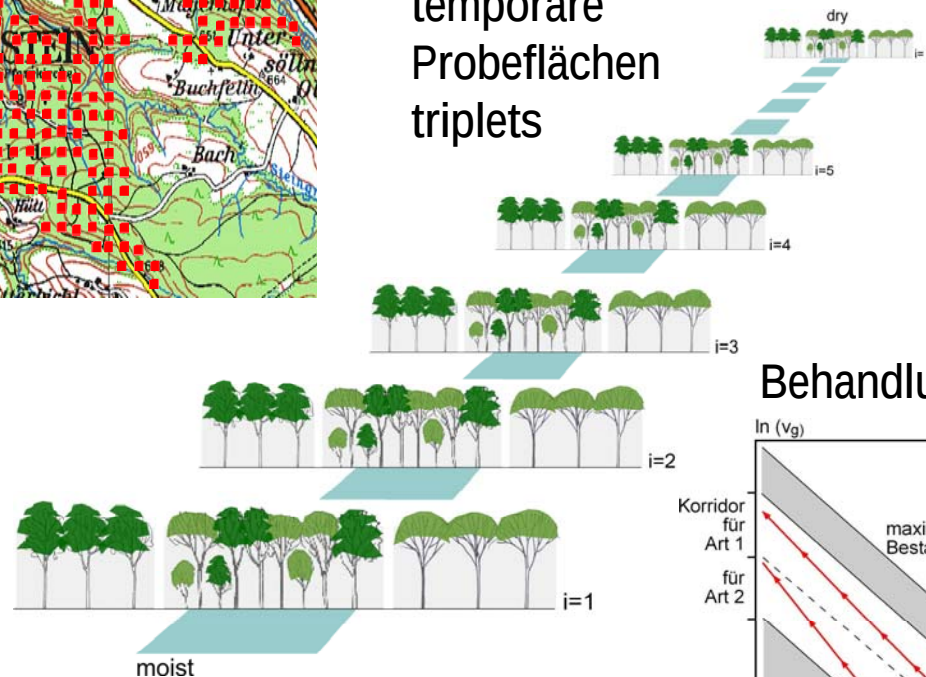


Informationen aus Inventuren und Probeflächen. Behandlungsmodelle erfordern langfristige Versuchsflächen

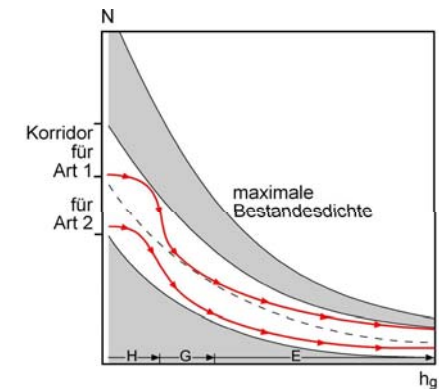
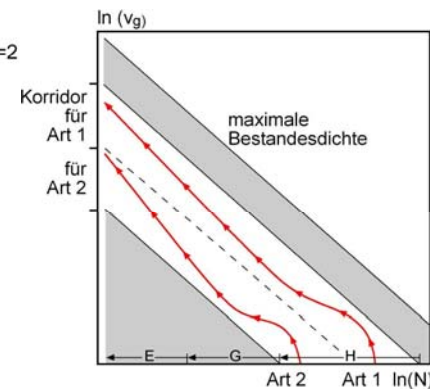
Forstinventuren



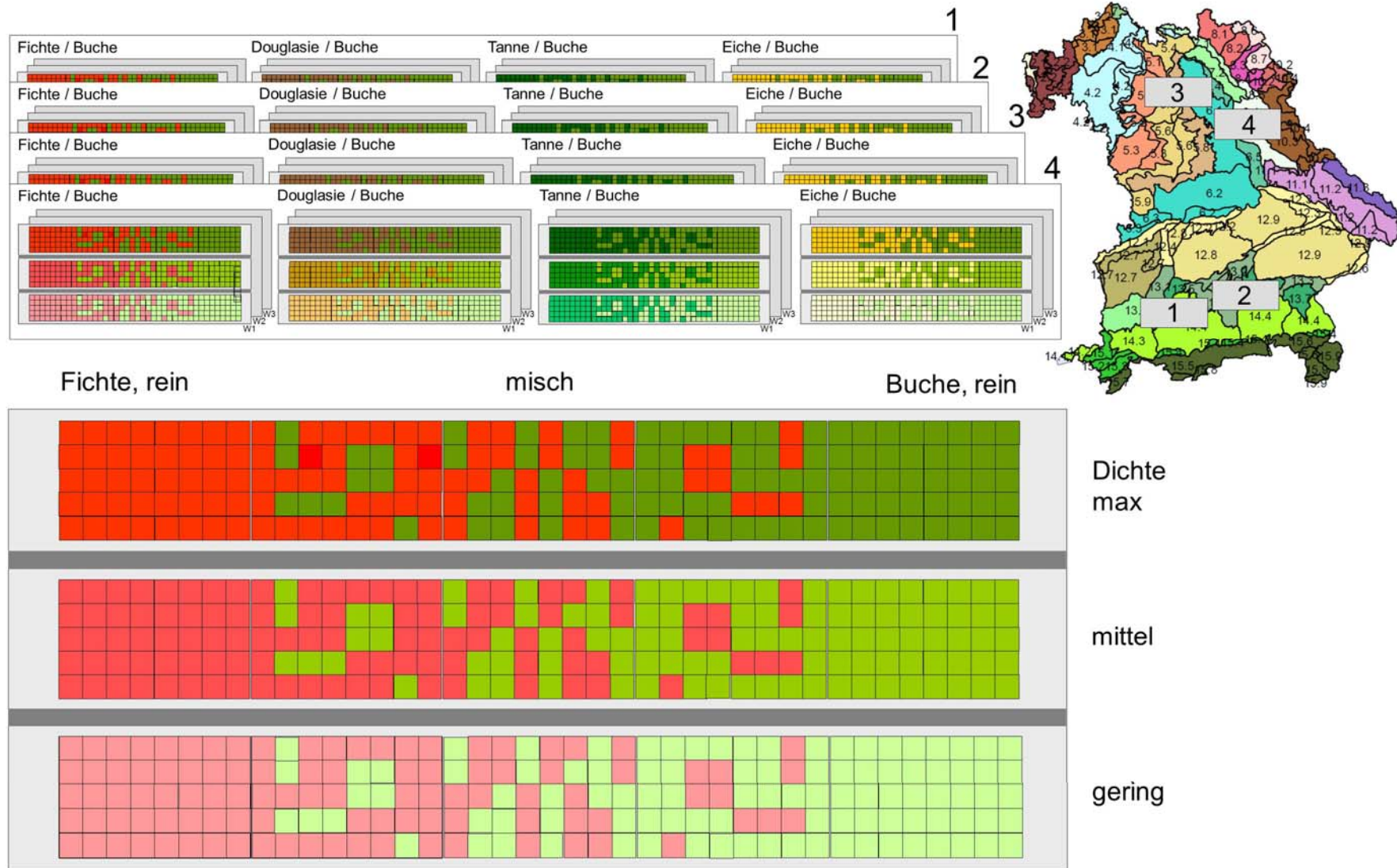
temporäre
Probeflächen
triplets



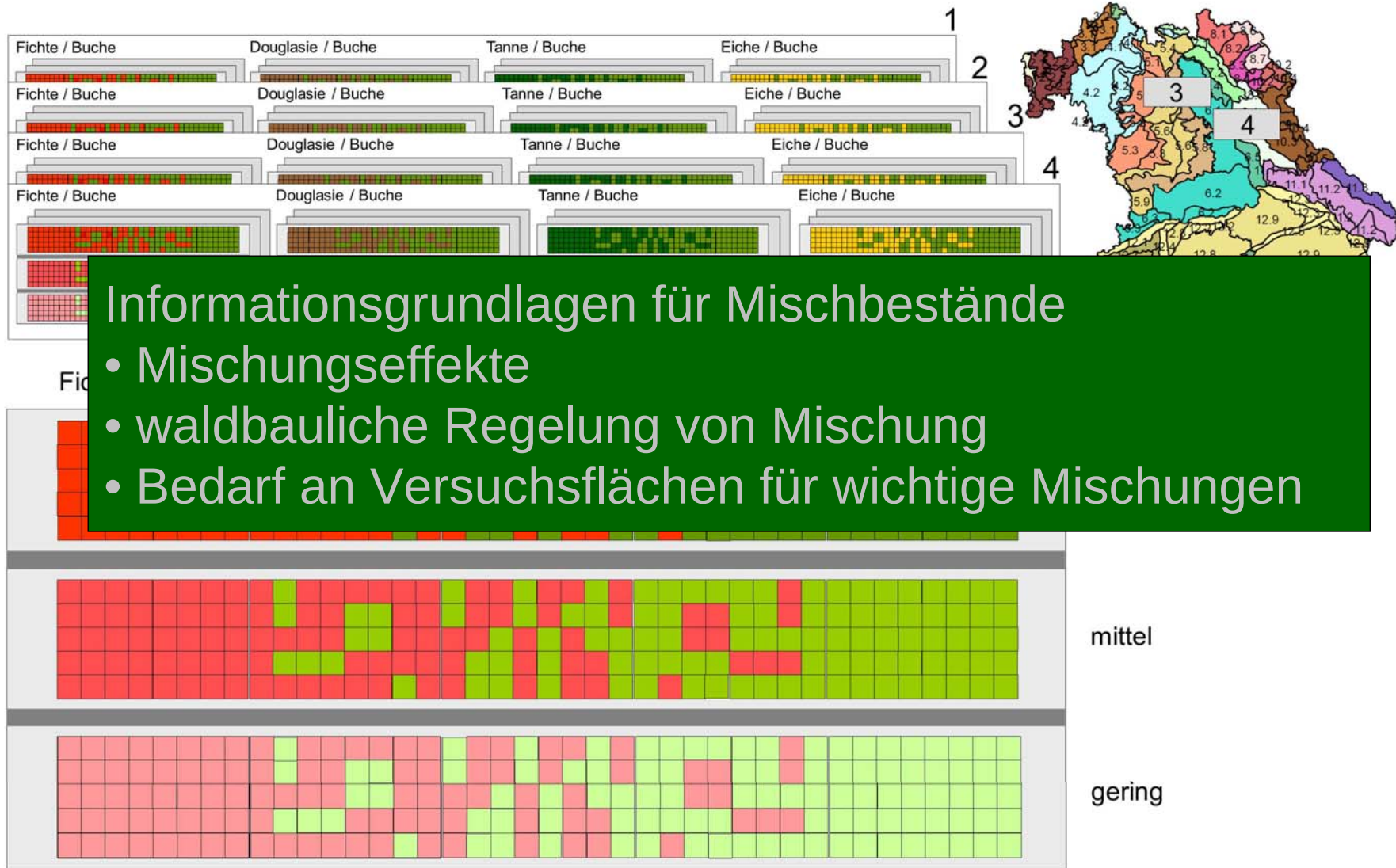
Behandlungsmodelle, Pflegerichtlinien



Perspektiven: Langfristige Mischbestandsversuche 2100



Perspektiven: Langfristige Mischbestandsversuche 2100



Langfristige Versuchsflächen in Wäldern. Aktuelle Ergebnisse und Perspektiven

Hans Pretzsch

Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Technische Universität München

<http://waldwachstum.wzw.tum.de/index.php?id=presentations>

- 1 Langfristige Versuche für die nachhaltige Holzproduktion
- 2 Beitrag langfristiger Versuche zum Biomonitoring
- 3 Versuchsflächen für die Wissensintegration und Relevanzprüfung
- 4 Versuchsflächen zur Erweiterung des Nachhaltigkeitskonzeptes
- 5 Mischbestandsversuche

