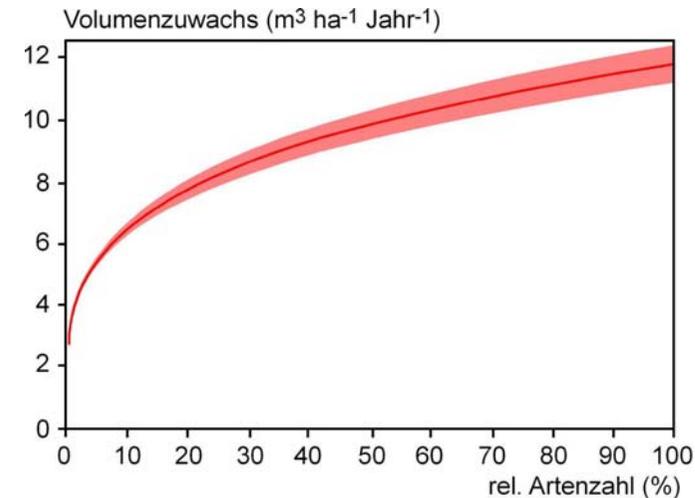
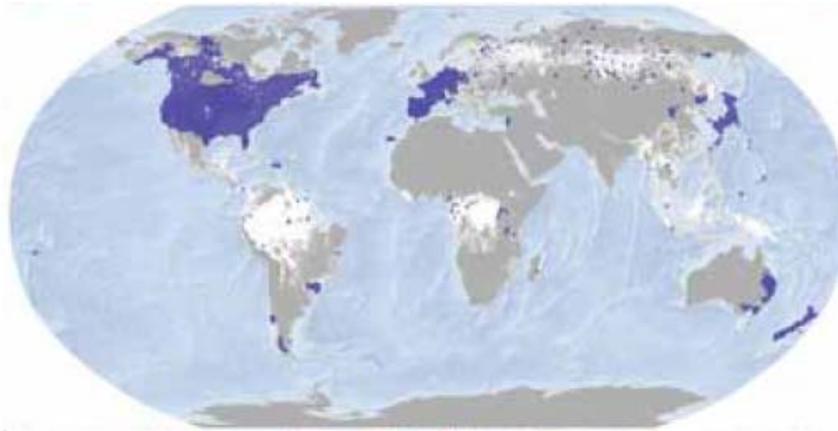


Produktivität von Mischbeständen weltweit (oben) und in Mitteleuropa (unten)

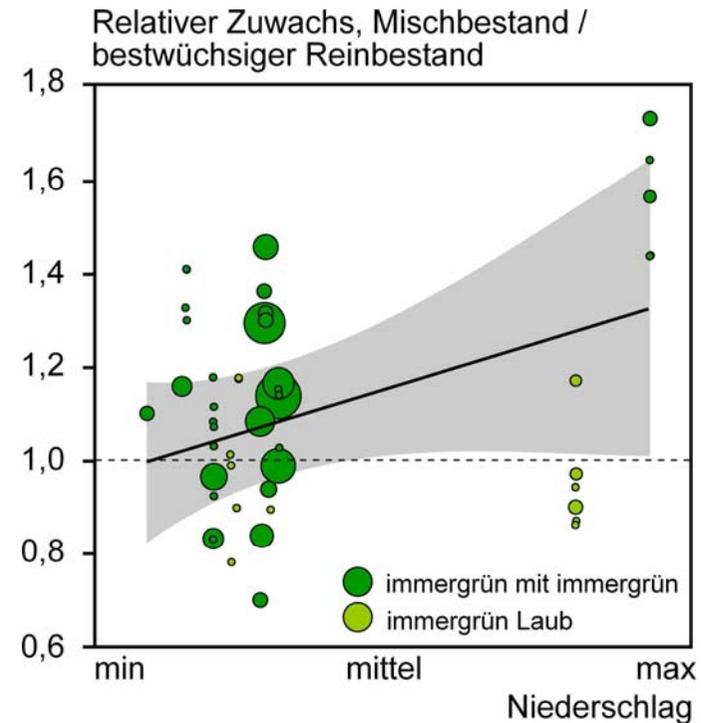
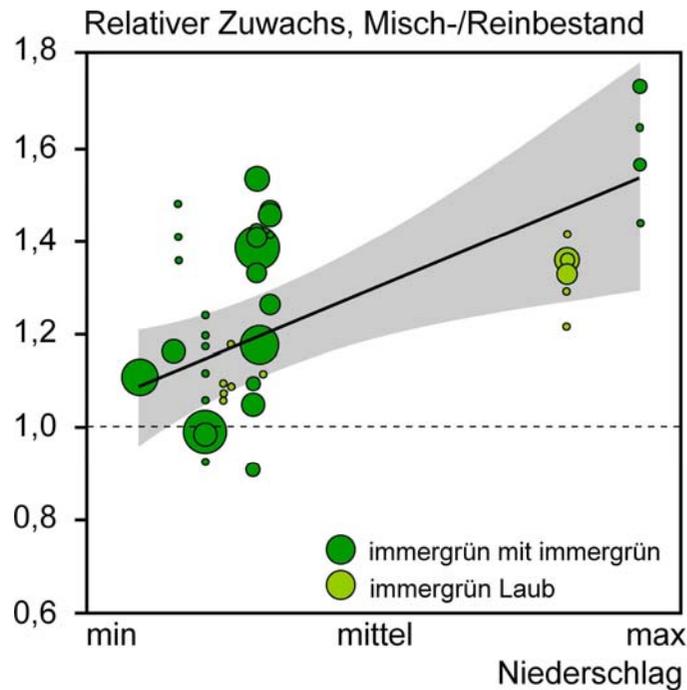


Liang, J. et al (2016) Positive Biodiversity-Productivity Relationship Predominant in Global Forests, Science, 354 aaf8957, DOI:10.1126/science.aaf8957

Baumartenkombination	Fichte/Buche	Kiefer/Buche	Eiche/Buche	Buche/Dougl.	Kiefer/Fichte	Lärche/Fichte	Fichte/Tanne	Mittel
Erhöhung (± SE) in %	21 (± 3)	30 (± 9)	20 (± 3)	11 (± 8)	21 (± 11)	25 (± 6)	13 (± 6)	
Korrekturfaktor	1,10	1,20	1,10	1,10	1,20	1,20	1,10	1,10

Pretzsch (2016) Ertragstafel-Korrekturfaktoren für Umwelt- und Mischungseffekte, AFZ Der Wald, 14/2016: 47-50

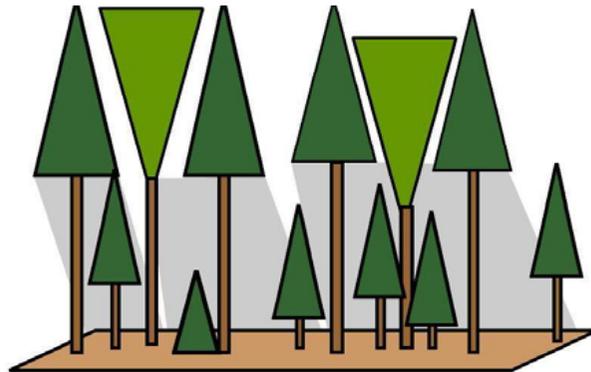
Mehrzuwächse steigen mit zunehmender Wasserversorgung



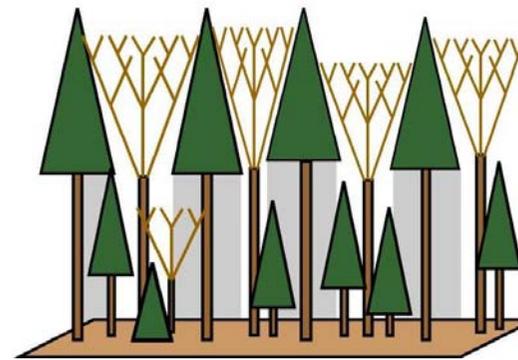
keine signifikanten Minderzuwächse

Mehrzuwächse durch räumlich und zeitlich komplementäre Lichtnutzung und Konkurrenzreduktion

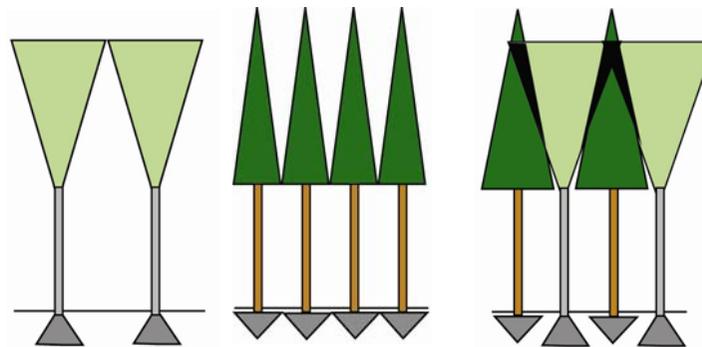
räumliche Komplementarität



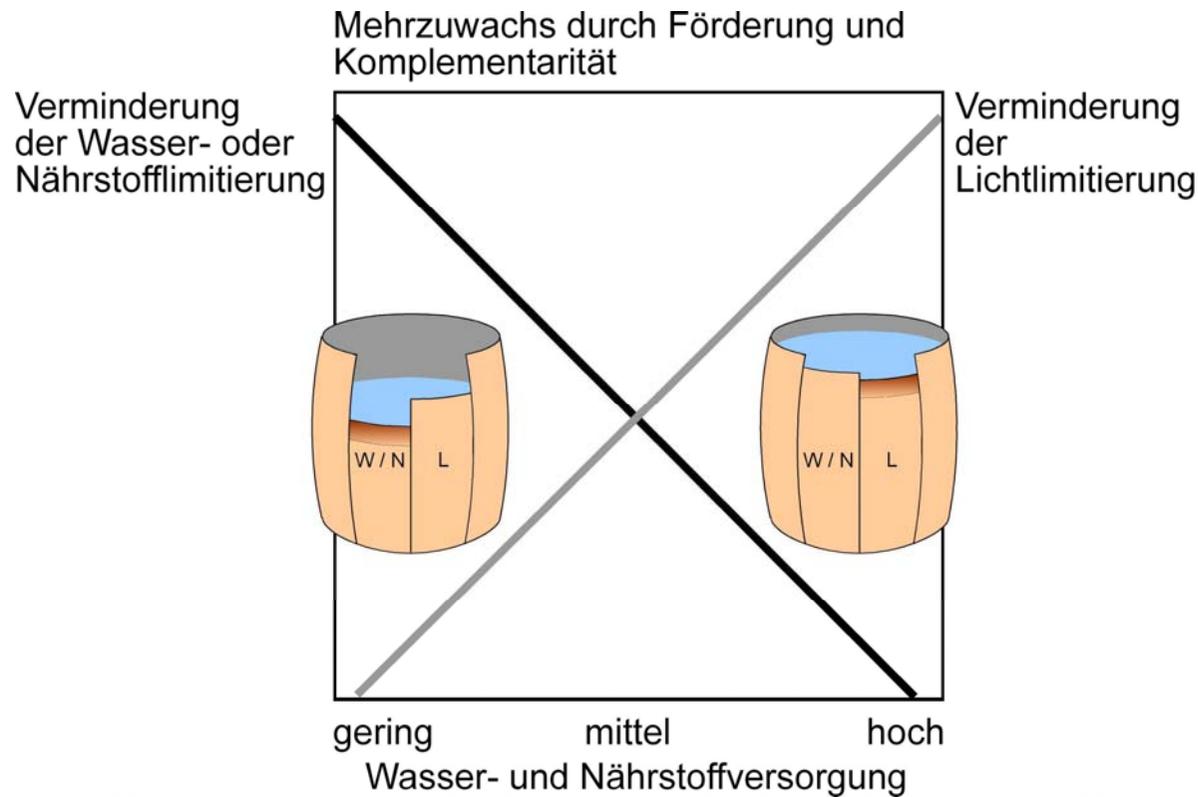
zeitliche Komplementarität



morphologische Komplementarität



Mischungseffekt in Abhängigkeit von den Standortbedingungen und der Limitierungsminderung



Forrester 2017, Pretzsch 2017

Struktur und Wachstum von Kiefer und Eiche im Rein- und Mischbestand. Analyse entlang eines ökologischen Gradienten durch Europa

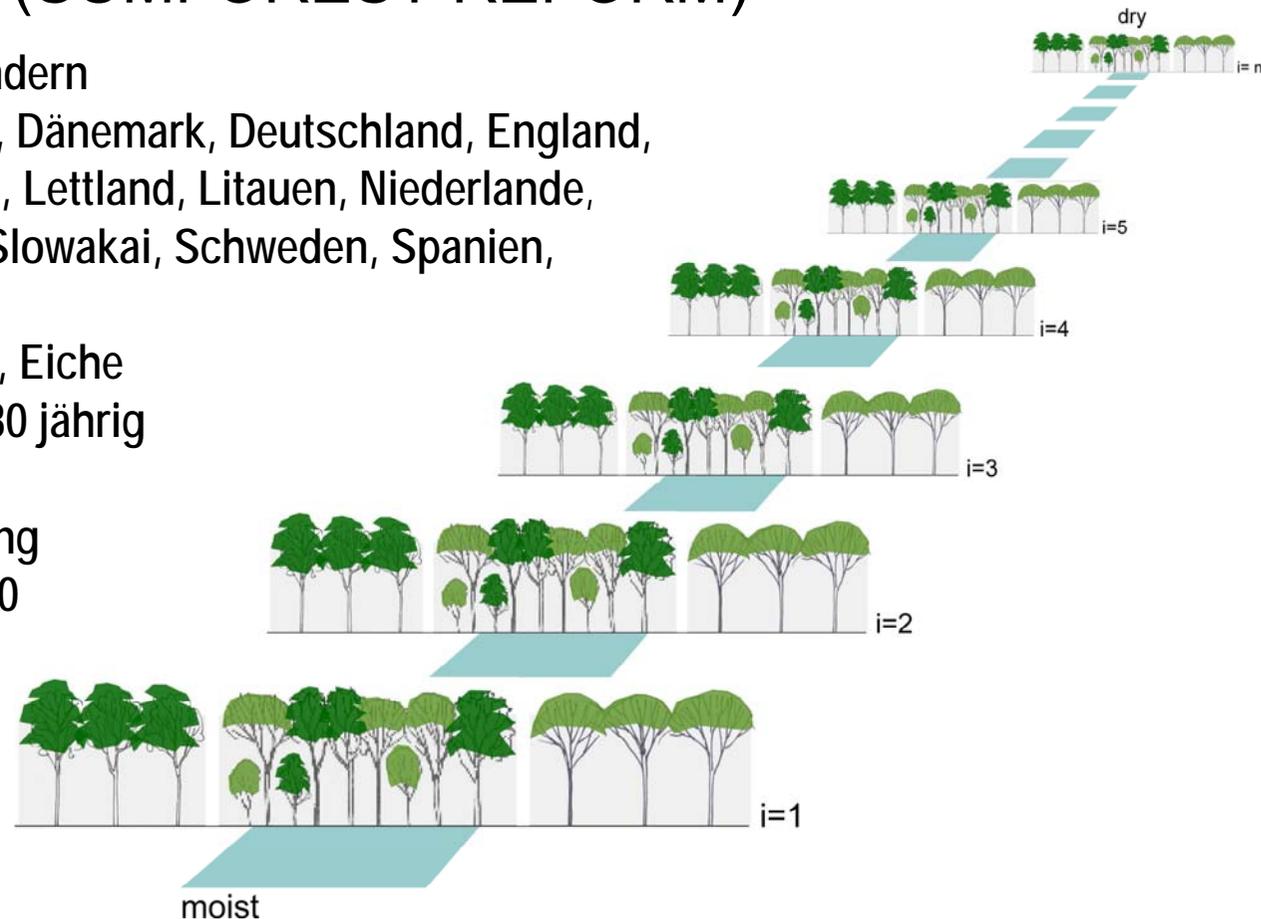
Pretzsch H ¹⁾, del Río M, Steckel M, Heym M, Bielak K, Bravo F, Brazaitis G, Coll L, Collet C, Jansons A, Löff M, Nord-Larsen Th, Pach M, Ponette Q, Sitko R, Svoboda M, Vallet P, Vospernik S, Wolff B

¹⁾ Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Technische Universität München
<http://www.forestgrowth.wzw.tum.de/presentations.html>

- 1 Bestandesmittel- und Summenwerte
- 2 Bestandeszuwächse
- 3 Mischungsreaktionen entlang des Gradienten

Datenbasis: Transekt Studie zu Kiefer und Eiche (SUMFOREST REFORM)

- 36 triplets in 16 Ländern
(Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, England, Estland, Frankreich, Lettland, Litauen, Niederlande, Österreich, Polen, Slowakai, Schweden, Spanien, Tschechien)
- Kiefer, Kiefer/Eiche, Eiche
- \pm gleichaltrig, 60 - 80 jährig
- voll bestockt,
Einzelbaummischung
- mindestens 30/60/30
Bäume/Parzelle
- obligatorische/
fakultative
Messungen



Triplets im atlantischen, kontinentalen und borealen Klima, Höhenlage: 0-785 m ü,NN,
Jahresmitteltemperatur: 6,6-11,1 °C, Jahresniederschlag: 454-846 mm J⁻¹

2 Bestandeszuwächse von Kiefer und Eiche

Variable	Einheit	Mittel min, max	Kiefer rein	Eiche rein	Kiefer+Eiche	Kiefer	Eiche
					gemischt insgesamt	in Mischung hochgerechnet auf ha	in Mischung
N	ha ⁻¹	Mittel	853	876	864	796	969
		min	423	464	432	316	360
		max	1606	2537	1805	1383	2680
d _g	cm	Mittel	26,5	25,1		27,7	23,4
		min	18,7	14,6		20,2	15,7
		max	35,5	37,6		37,8	38,3
h _g	m	Mittel	22	21,2		22,9	19,9
		min	15,2	13,7		15,4	14,4
		max	28,6	27,9		29,5	26,2
SDI	ha ⁻¹	Mittel	861	761		881	786
		min	560	480		613	447
		max	1084	1069		1283	1275
V	m ³ ha ⁻¹	Mittel	418,5	366,7	416,2	460,3	357,3
		min	284	221,8	219,9	261	181
		max	621,3	515,5	571,3	585	579,2
ZV	m ³ ha ⁻¹ yr ⁻¹	Mittel	11,46	10,06	11,45	12,25	10,81
		min	6,15	4,65	7,16	4,77	5,38
		max	16,29	14,75	17,03	19,94	14,76

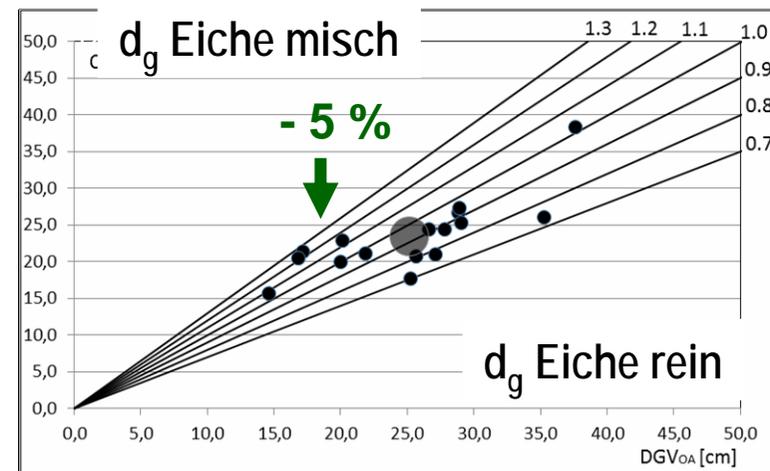
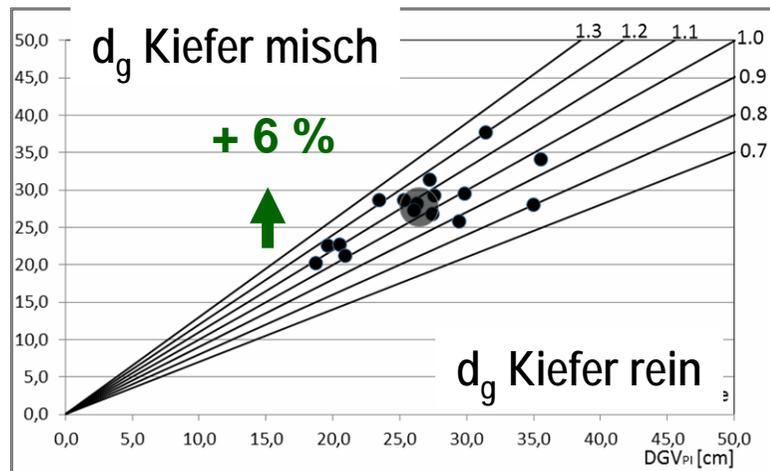
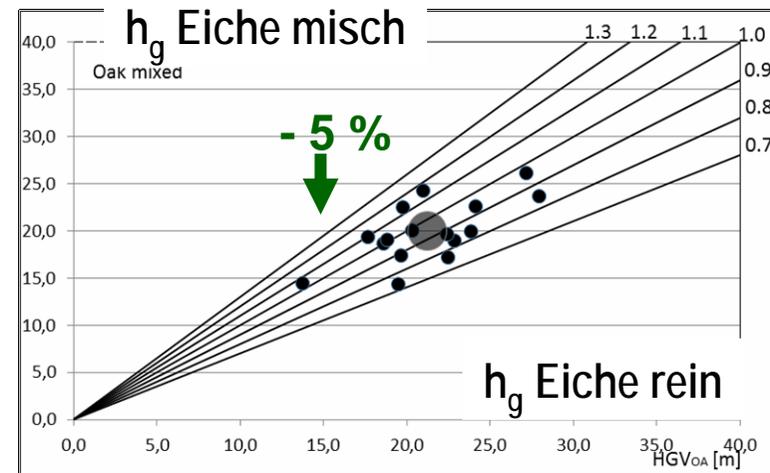
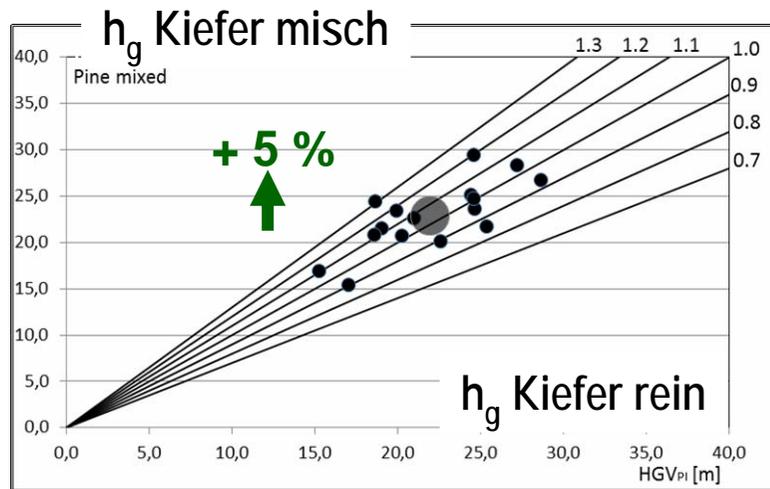
Struktur und Wachstum von Kiefer und Eiche im Rein- und Mischbestand. Analyse entlang eines ökologischen Gradienten durch Europa

Pretzsch H ¹⁾, del Río M, Steckel M, Heym M, Bielak K, Bravo F, Brazaitis G, Coll L, Collet C, Jansons A, Löff M, Nord-Larson Th, Pach M, Ponette Q, Sitko R, Stojanovic D, Svoboda M, Vallet P, Vospernik S, Wolff B

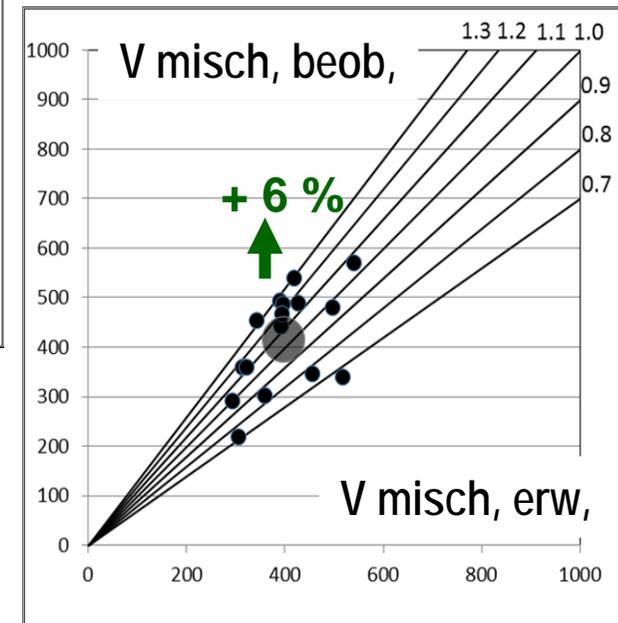
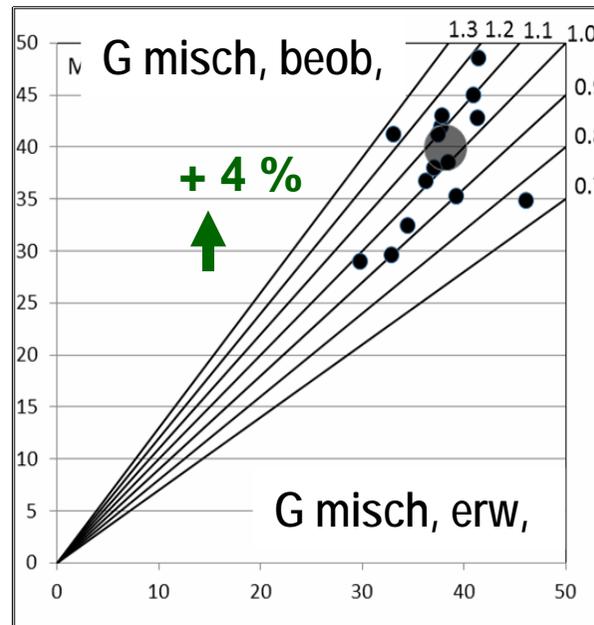
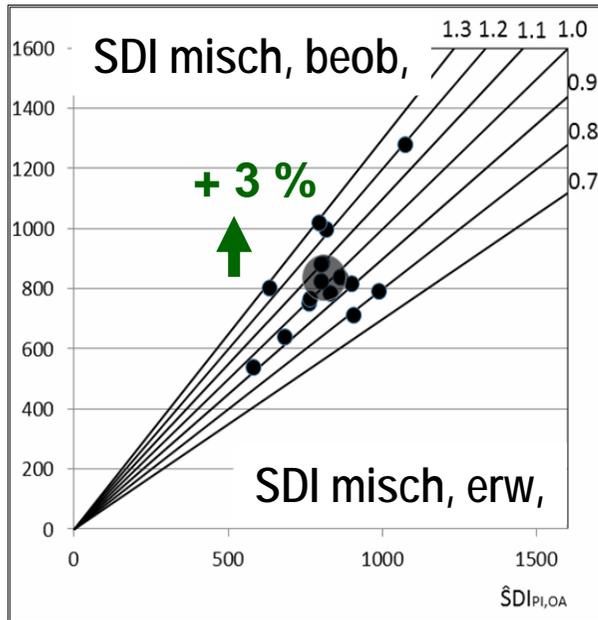
¹⁾ Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Technische Universität München
<http://www.forestgrowth,wzw,tum,de/presentations,html>

- 1 Bestandesmittel- und Summenwerte
- 2 Bestandeszuwächse
- 3 Mischungsreaktionen entlang des Gradienten

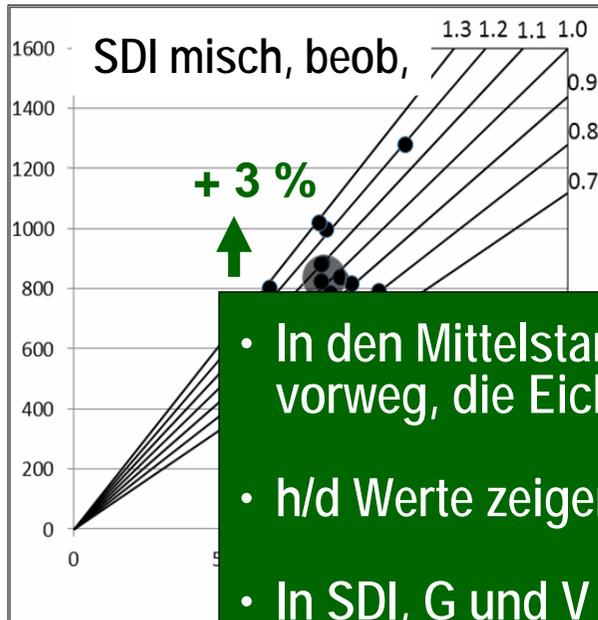
1 Bestandesmittel- und Summenwerte h_g und d_g



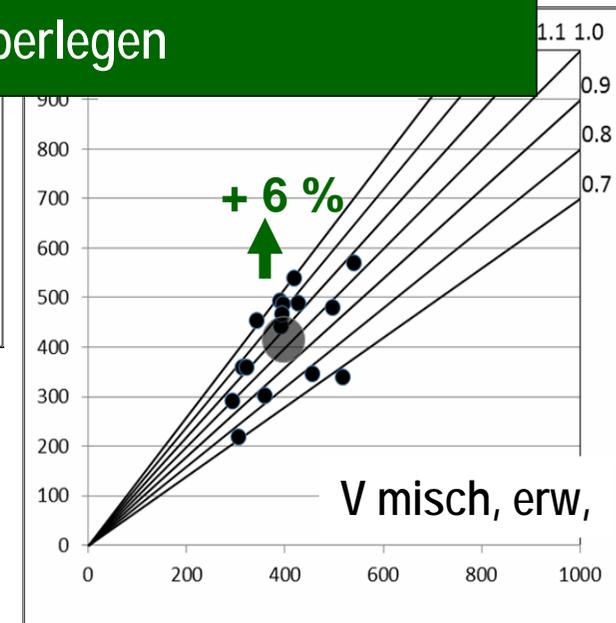
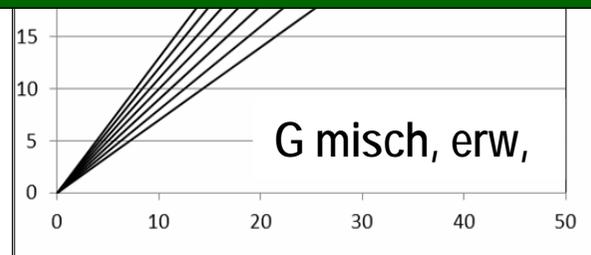
1 Bestandesmittel- und Summenwerte SDI, G, V



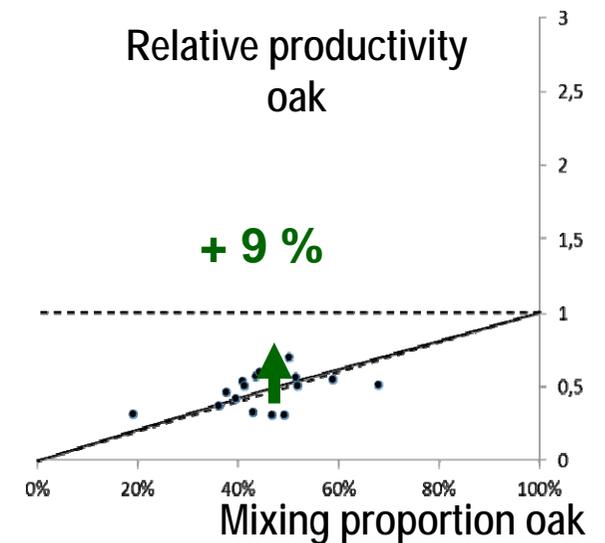
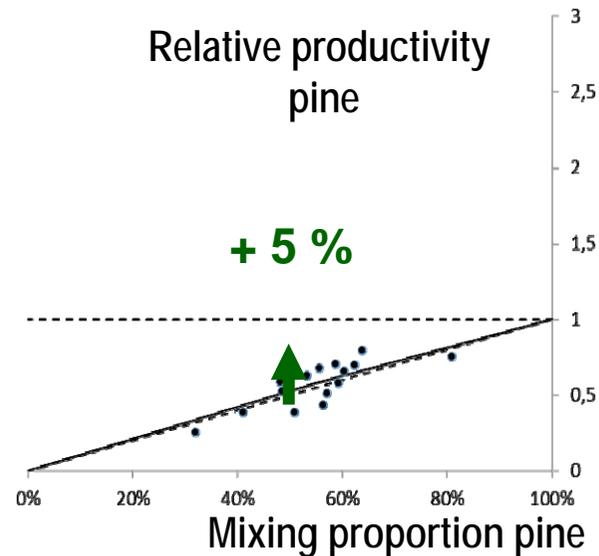
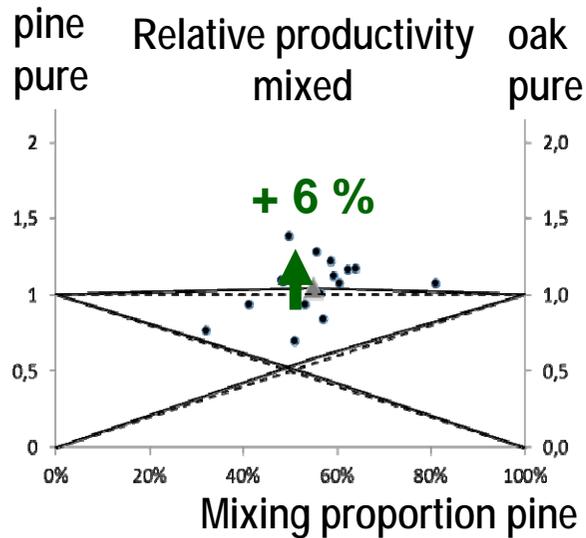
1 Bestandesmittel- und Summenwerte SDI, G, V



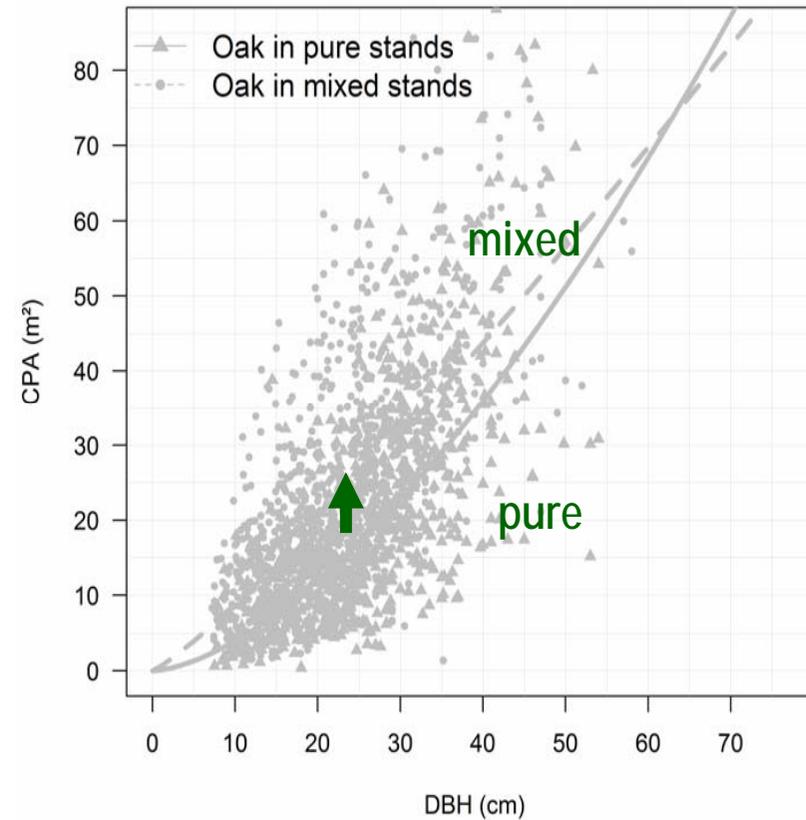
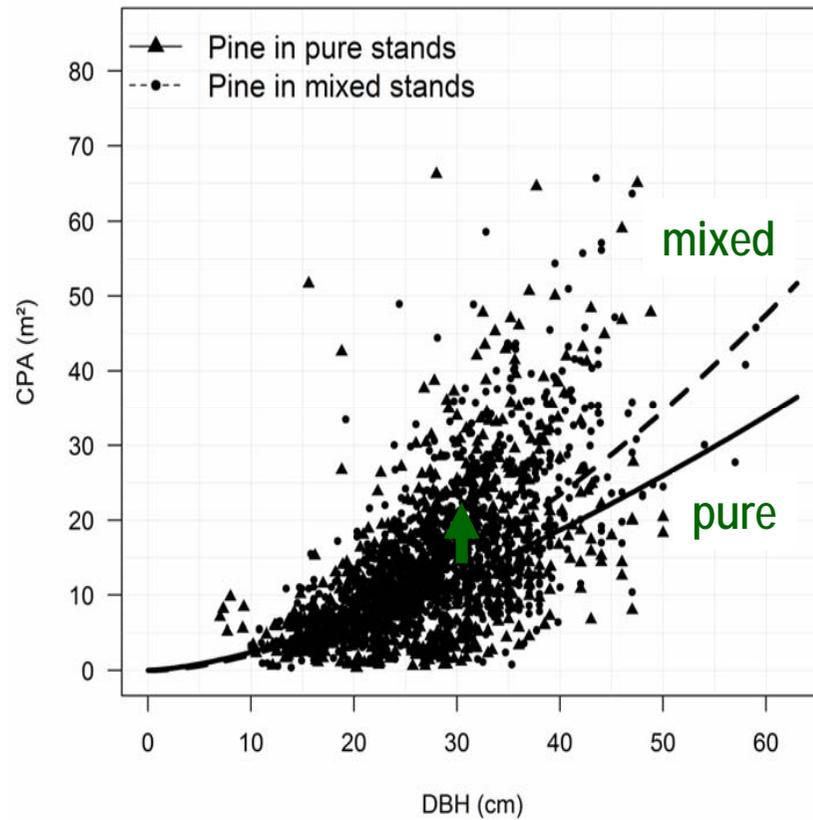
- In den Mittelstammdimensionen ist die Kiefer im Mischbestand leicht vorweg, die Eiche abgebremst
- h/d Werte zeigen größere Schlankheit im Mischbestand an
- In SDI, G und V ist der Mischbestand etwas überlegen



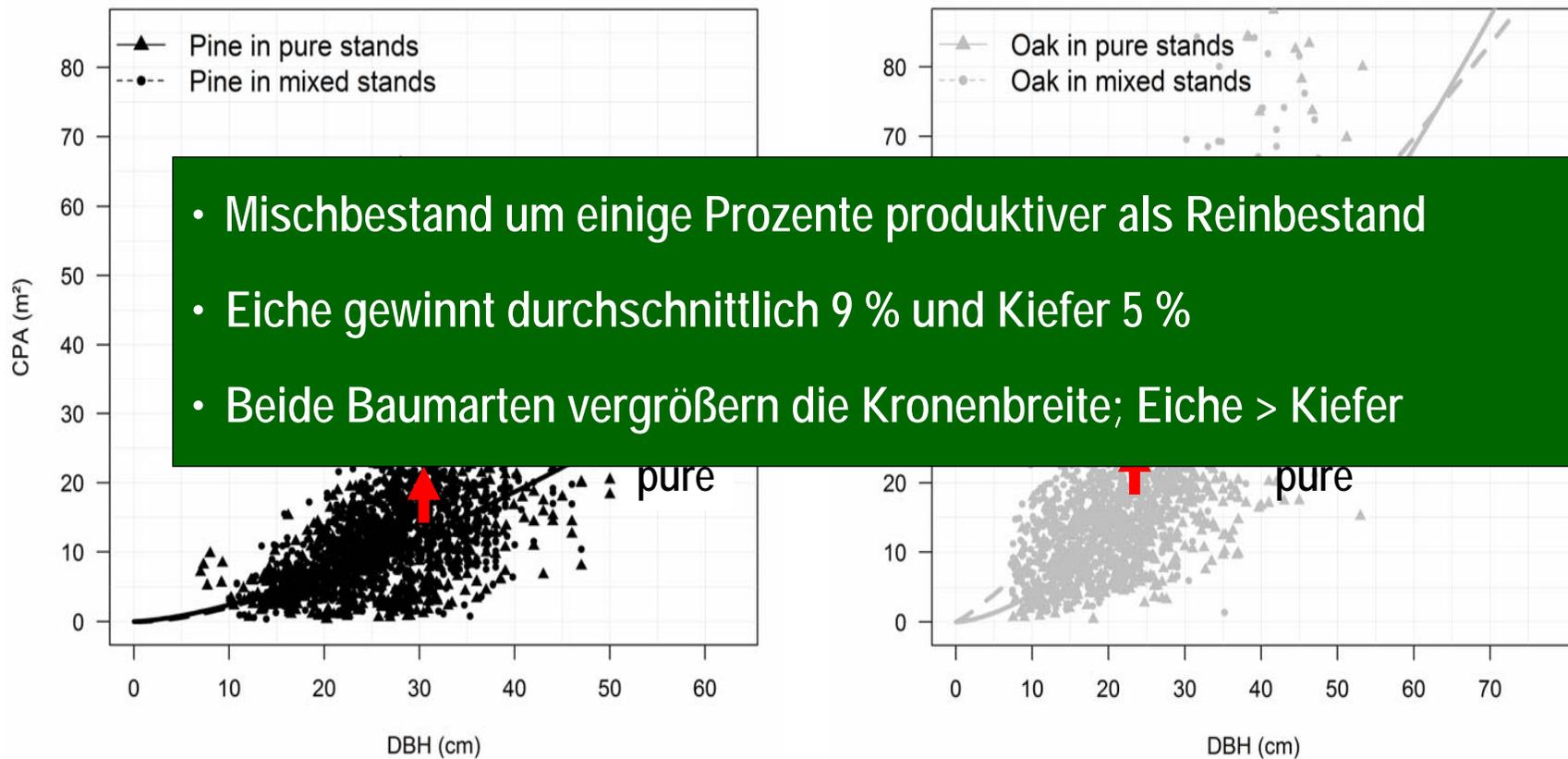
2 Bestandeszuwächse von Kiefer und Eiche



2 Bestandeszuwächse von Kiefer und Eiche

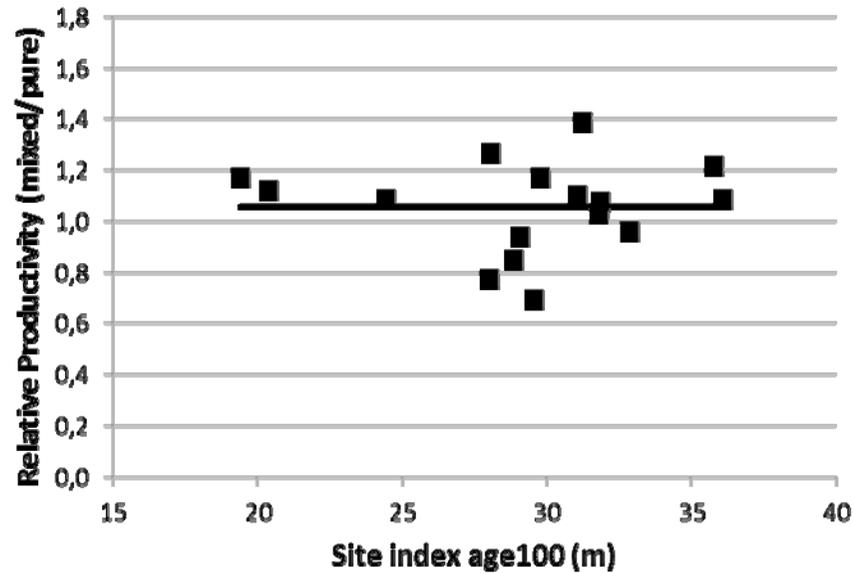


2 Bestandeszuwächse von Kiefer und Eiche



3 Mischungsreaktionen entlang des Gradienten

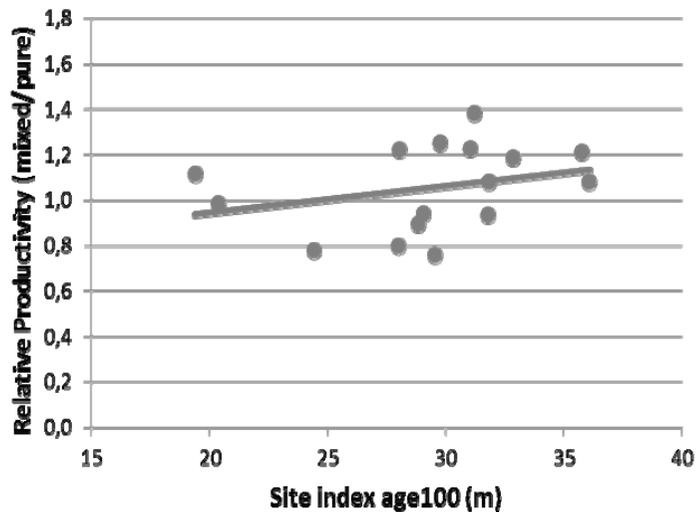
Pine-Oak



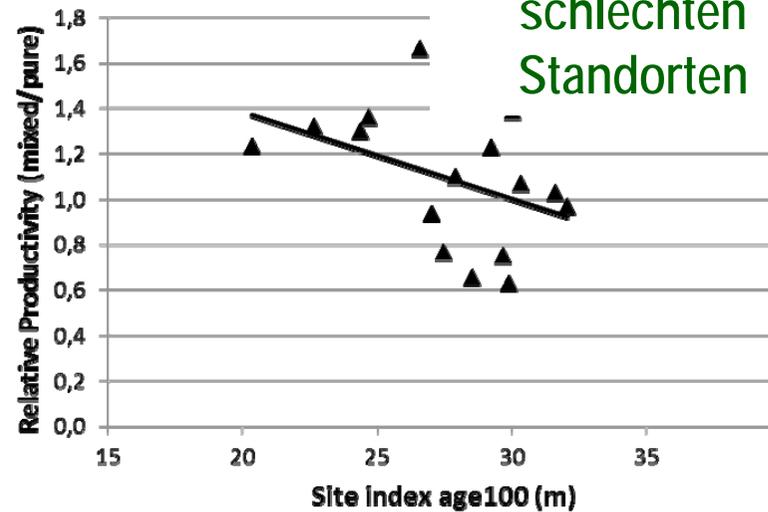
durchsch.
Mehrzuwachs

Kiefer gewinnt
auf guten,
Eiche auf
schlechten
Standorten

Pine



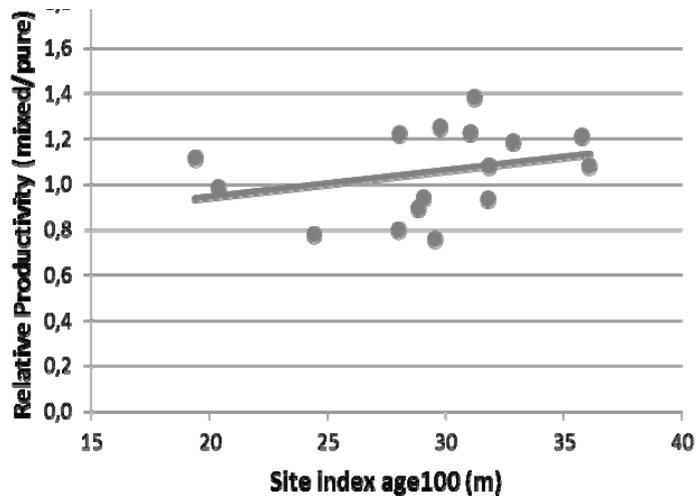
Oak



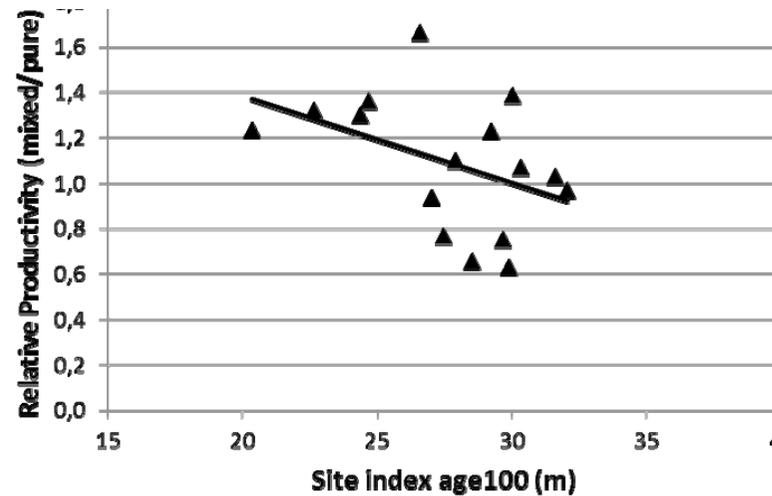
3 Mischungsreaktionen entlang des Gradienten

Mögliche Ursachen:

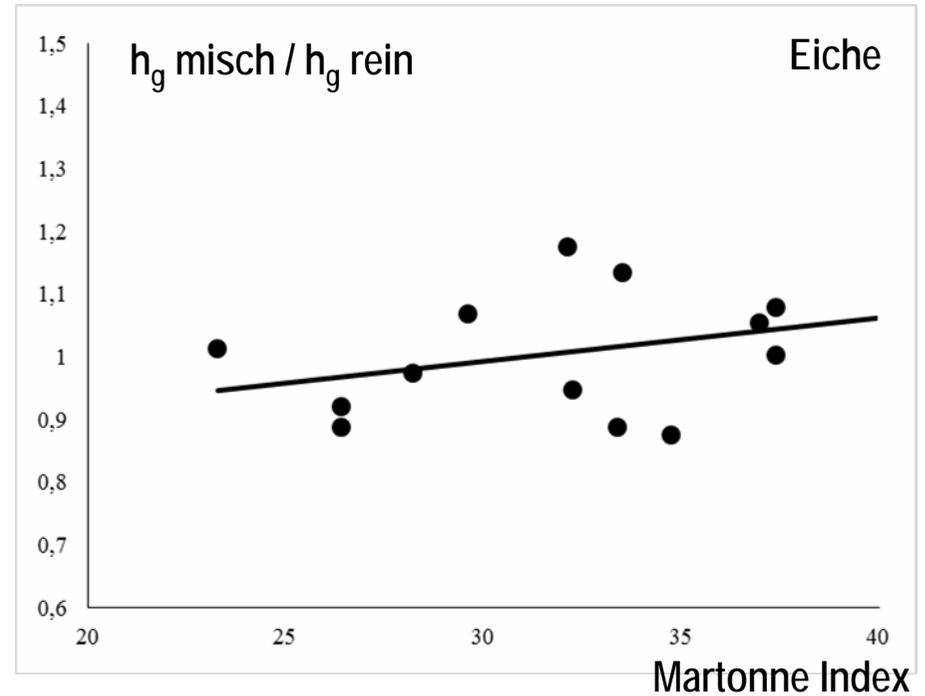
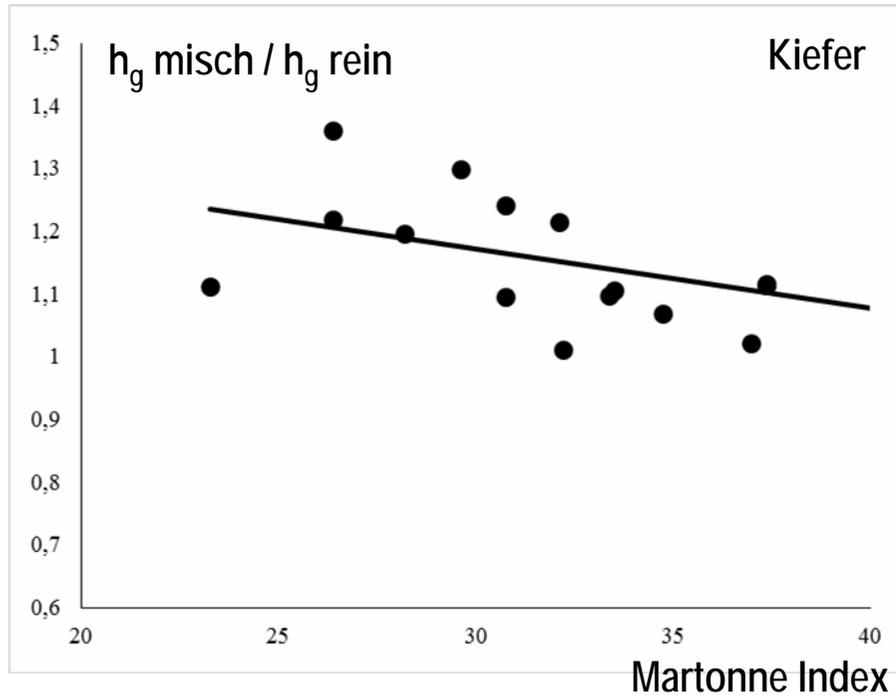
verbessertes Lichtangebot der Ki
im Frühjahr vor Laubaustrieb der Ei,
Eiche eliminiert, ersetzt ineffiziente
unterständige Kiefern



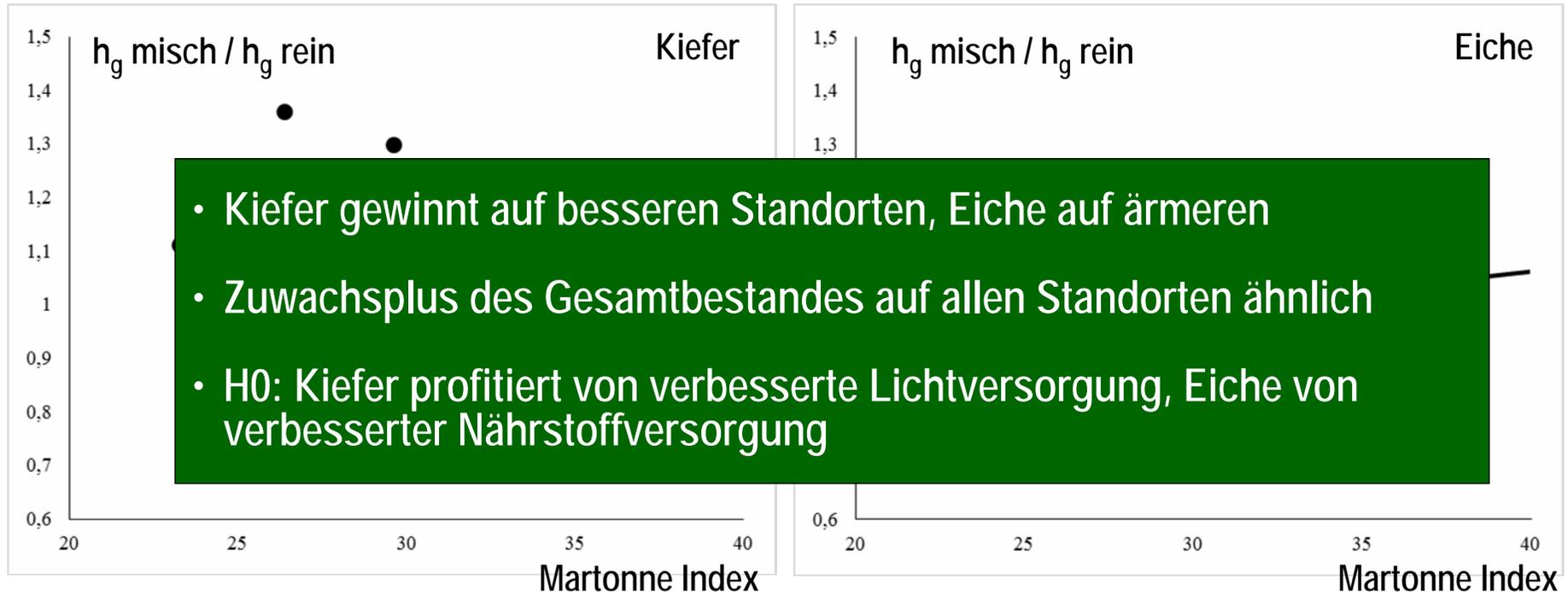
Auskämmung von düngender v. a.
Deposition durch die Kiefer,
Verbesserung von Humusszustand
und Nährstoffumsatz



3 Mischungsreaktionen entlang des Gradienten



3 Mischungsreaktionen entlang des Gradienten



Diskussion und Perspektiven

- *Bedeutung von Kiefer/Eiche in Europa*
1,3×10⁶ ha reale Fläche, durch Klimawandel zunehmend,
35×10⁶ ha potentielle Fläche
- *Mehrzuwachs von Kiefer/Eiche im Vergleich zu anderen Mischungen*
Ki/Ei (+ 6 %) weniger komplementär als z. B. Ki/Bu, Lä/Fi (+25-30 %)
- *Hypothesen für die Ursachen des Mehrzuwachses*
Kiefer profitiert von verbesserter Lichtversorgung, Effizienzsteigerung
Eiche profitiert von verbesserter Nährstoffversorgung, Deposition, Humus
- *Perspektiven*
Auswertung weiterer Ki/Ei Triplets,
Fortgesetztes Sammeln von Mischungsreaktionen für unterschiedliche
Baumartenkombinationen und Standorte zur Erkennung genereller
Reaktionsmuster



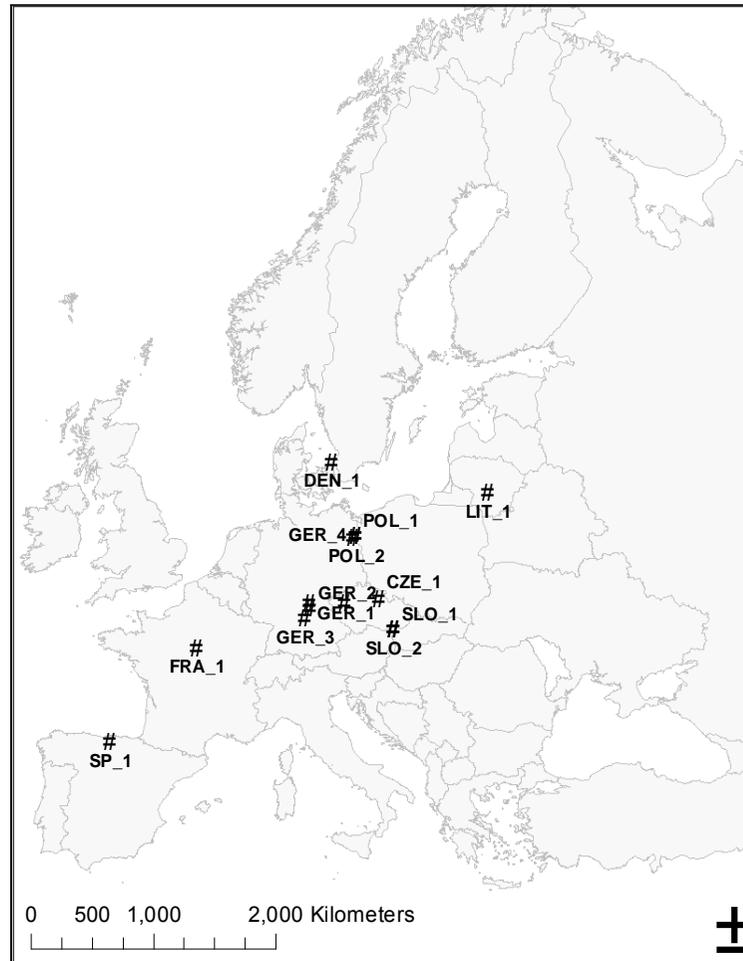
Dank für die Unterstützung der Mischbestandsforschung
am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde an

Deutsche Forschungsgemeinschaft
Europäische Union (REFORM, CLIMO, CARE4C)
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten
Bayerische Staatsforsten BaySF

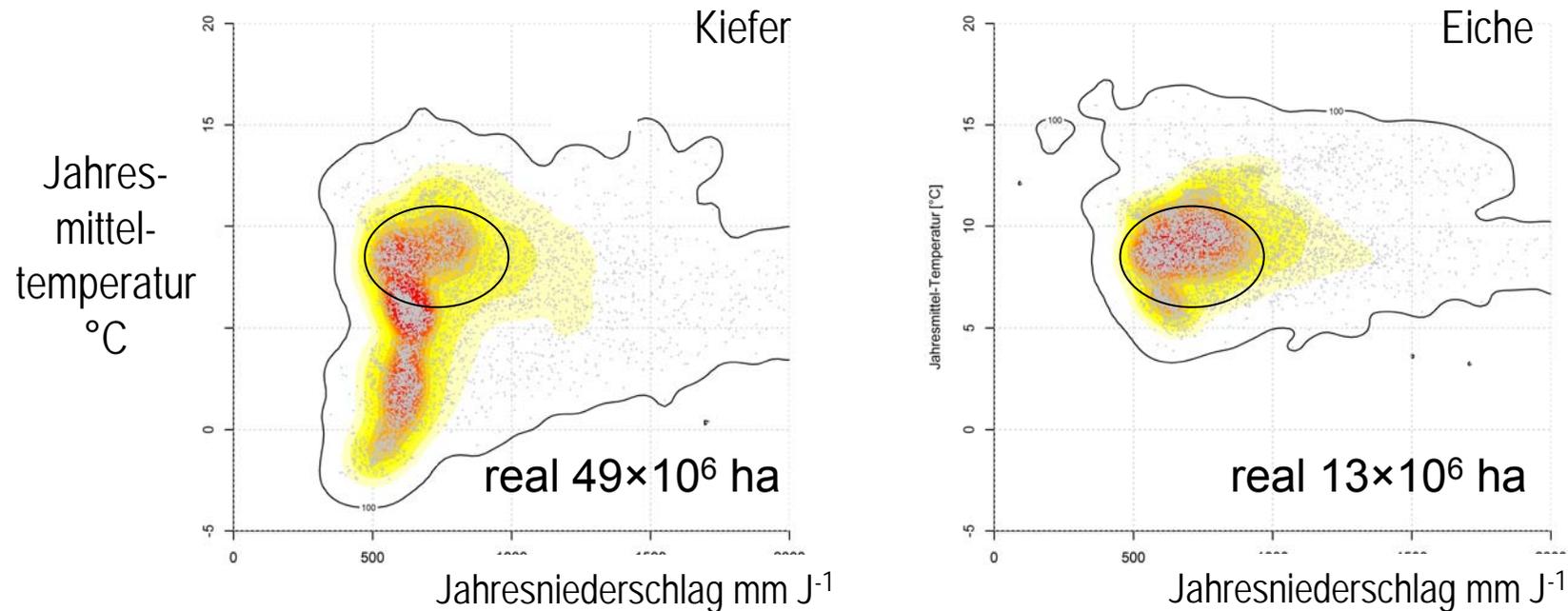
<http://waldwachstum.wzw.tum.de/index.php?id=presentations>

Übersicht über die Lage der Kiefern-Eichen-Triplets des REFORM Projektes

Overview Pine-Oak transect



Natürliche Verbreitung von Kiefer und Eiche mit Lage der Triplets



Komplementarität: Konifere/Laubbaumart

Bedeutung in EU: 1,3 × 10⁶ ha reale Fläche, 35 × 10⁶ ha potentielle Fläche

Wissenstands: Kaneko (1999), Prietzel (2004), Lehmann (2007),
Noack (2006), Schröder (2008), Schröder et al, (2009)

1 Bestandesmittel- und Summenwerte hg und dg

Bestandes- werte	Kiefer+Eiche Gesamt		Kiefer misch/rein		Eiche misch/rein	
	mittel	SE(±)	mean	SE(±)	mean	SE(±)
N (trees ha ⁻¹)	1,05	0,06	0,96	0,05	1,18	0,09
dg (cm)			1,06	0,03	0,95	0,04
do (cm)			1,07	0,03	1,01	0,03
hg (m)			1,05	0,03	0,95	0,03
ho (m)			1,05	0,03	0,96	0,03
hg/dg			1,01	0,06	1,02	0,03
ho/do			1,03	0,08	1,04	0,05
G (m ² ha ⁻¹)	1,04	0,03	1,06	0,03	1,03	0,04
V (m ³ ha ⁻¹)	1,06	0,05	1,12	0,05	1,00	0,07
SDI (ha ⁻¹)	1,03	0,04	1,03	0,04	1,03	0,04
IG (m ² ha ⁻¹ yr ⁻¹)	1,07	0,04	1,06	0,08	1,15	0,08
IV (m ³ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	1,06	0,05	1,05	0,05	1,09	0,07