

An aerial photograph showing a large, dense forest in the center, surrounded by green fields and a small village with red-roofed houses. The forest appears to be a mix of coniferous and deciduous trees. The text is overlaid on the forest area.

Fichten und Buchen im Rein- und Mischbestand unter 5-jährigem Trockenstress

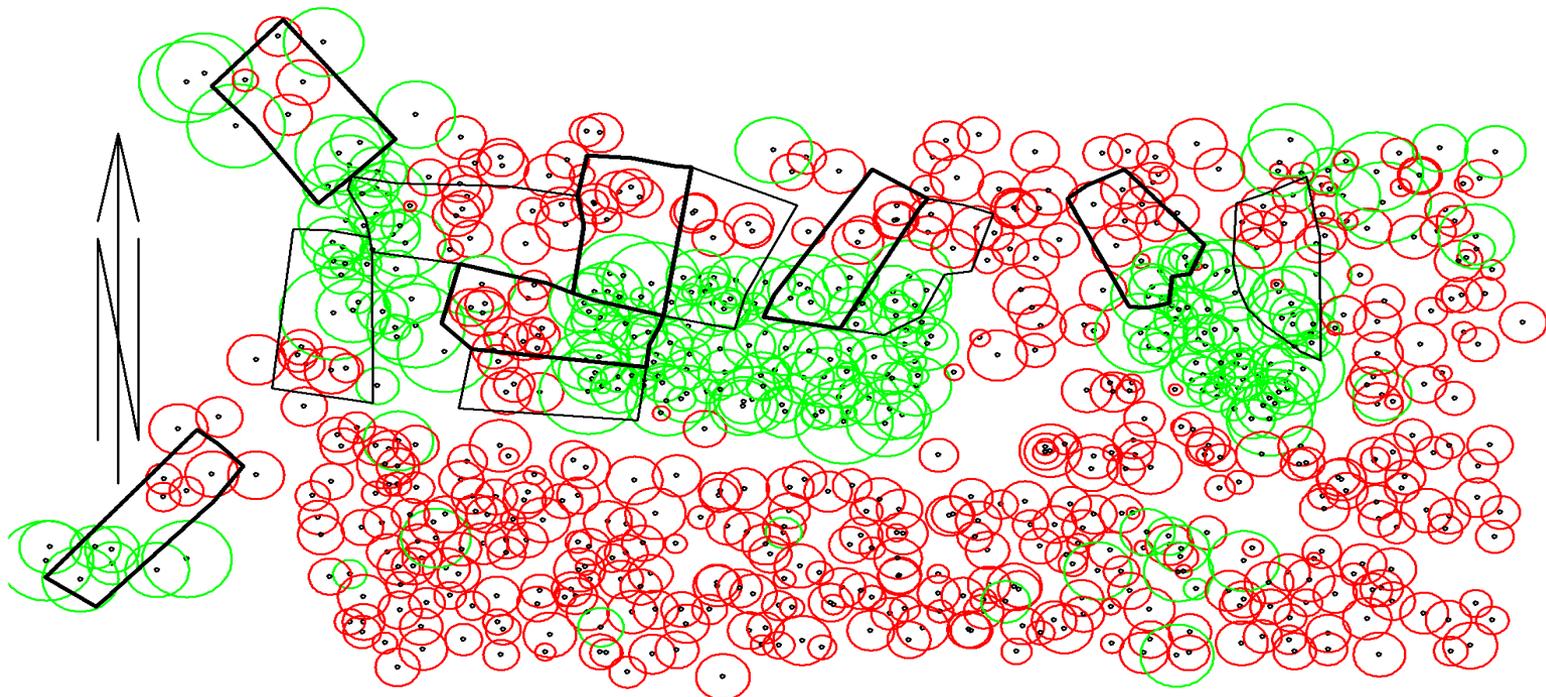
Ergebnisse des Austrocknungsexperiments k.roof

**Hans Pretzsch, Thomas Rötzer
Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Technische Universität München**

<http://www.wwk.forst.wzw.tum.de/info/presentations/>

Bäume des Gesamtbestands und des Austrocknungsexperiments

Kranzberger Forst: Stammverteilungsplan mit Kronengrößen 2014



Fichte
Buche



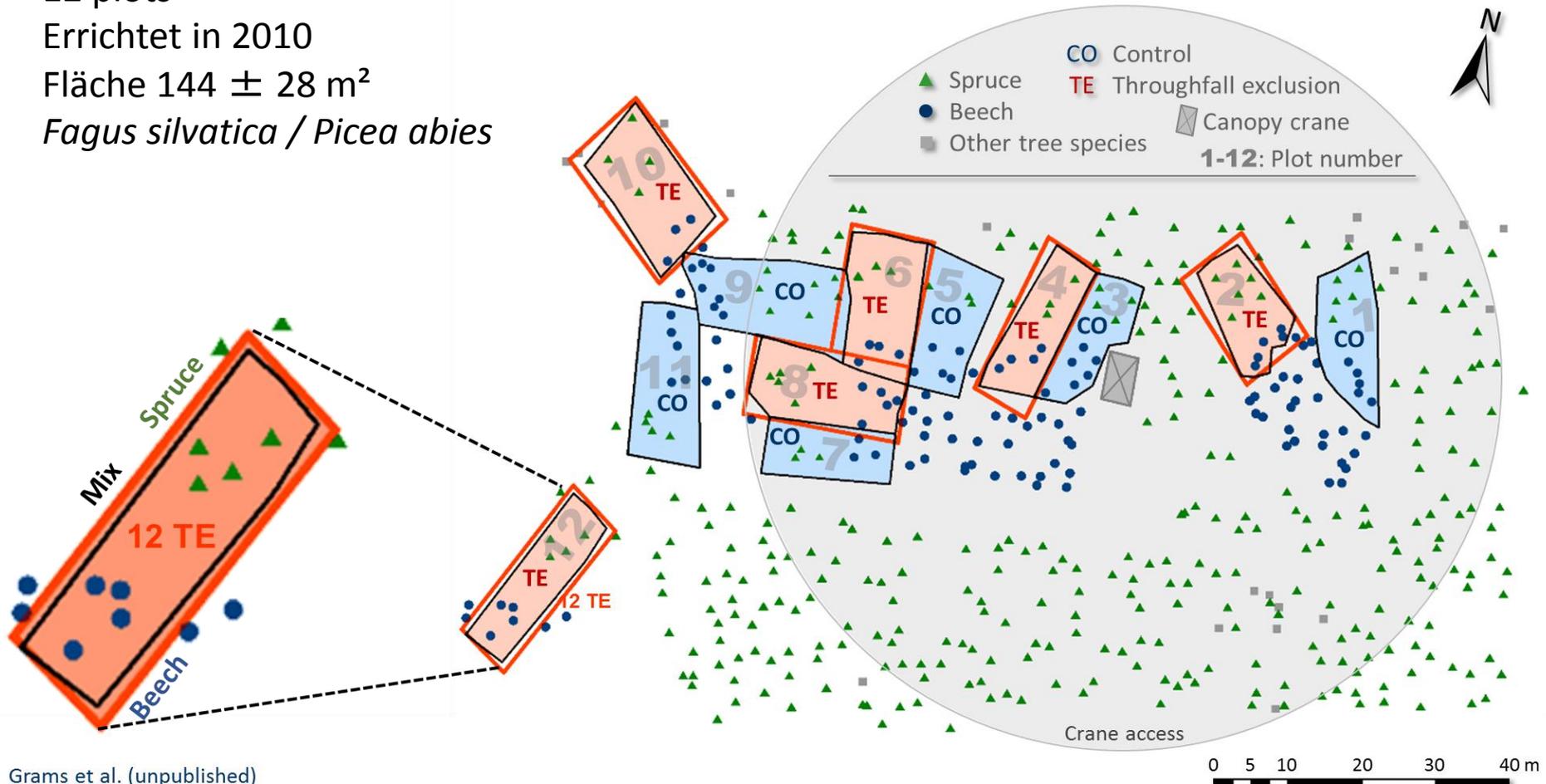
Kranzberg Roof Experiment (k.roof)

12 plots

Errichtet in 2010

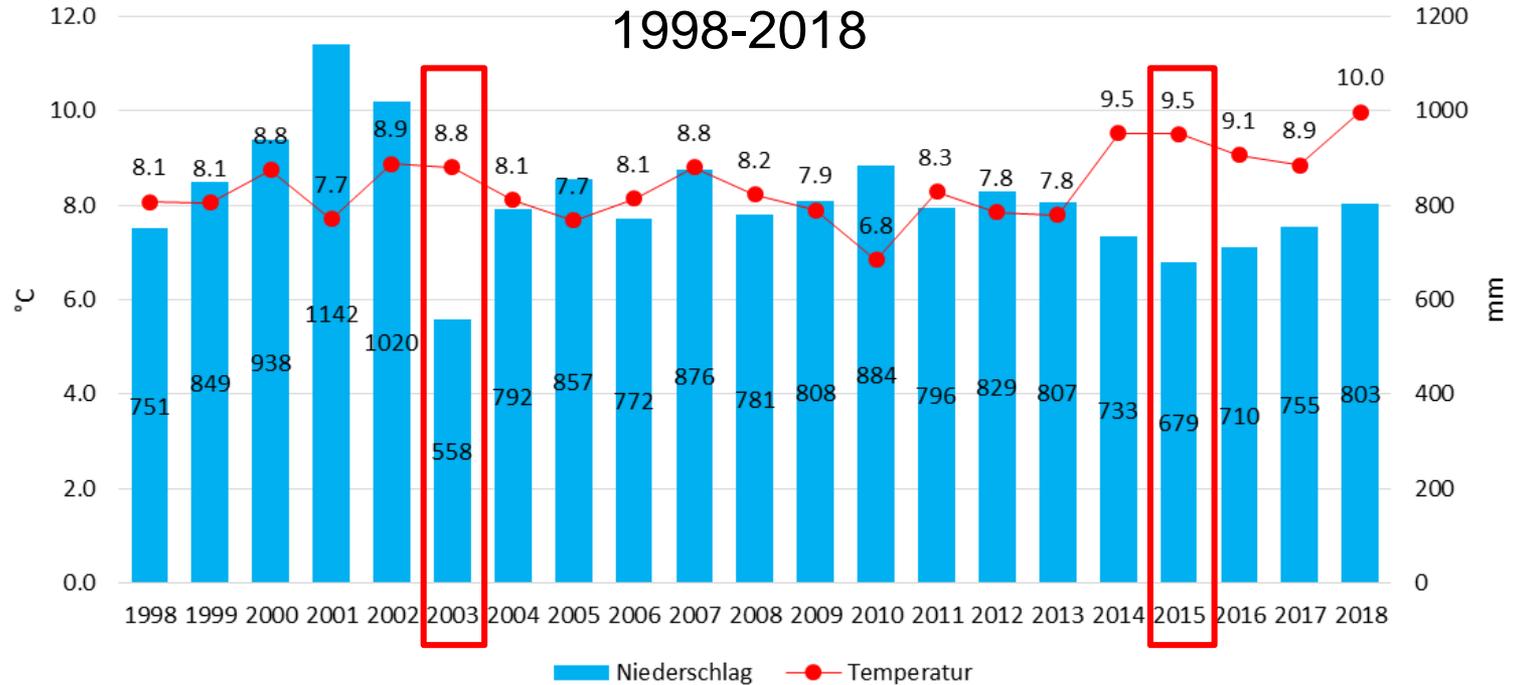
Fläche $144 \pm 28 \text{ m}^2$

Fagus silvatica / *Picea abies*

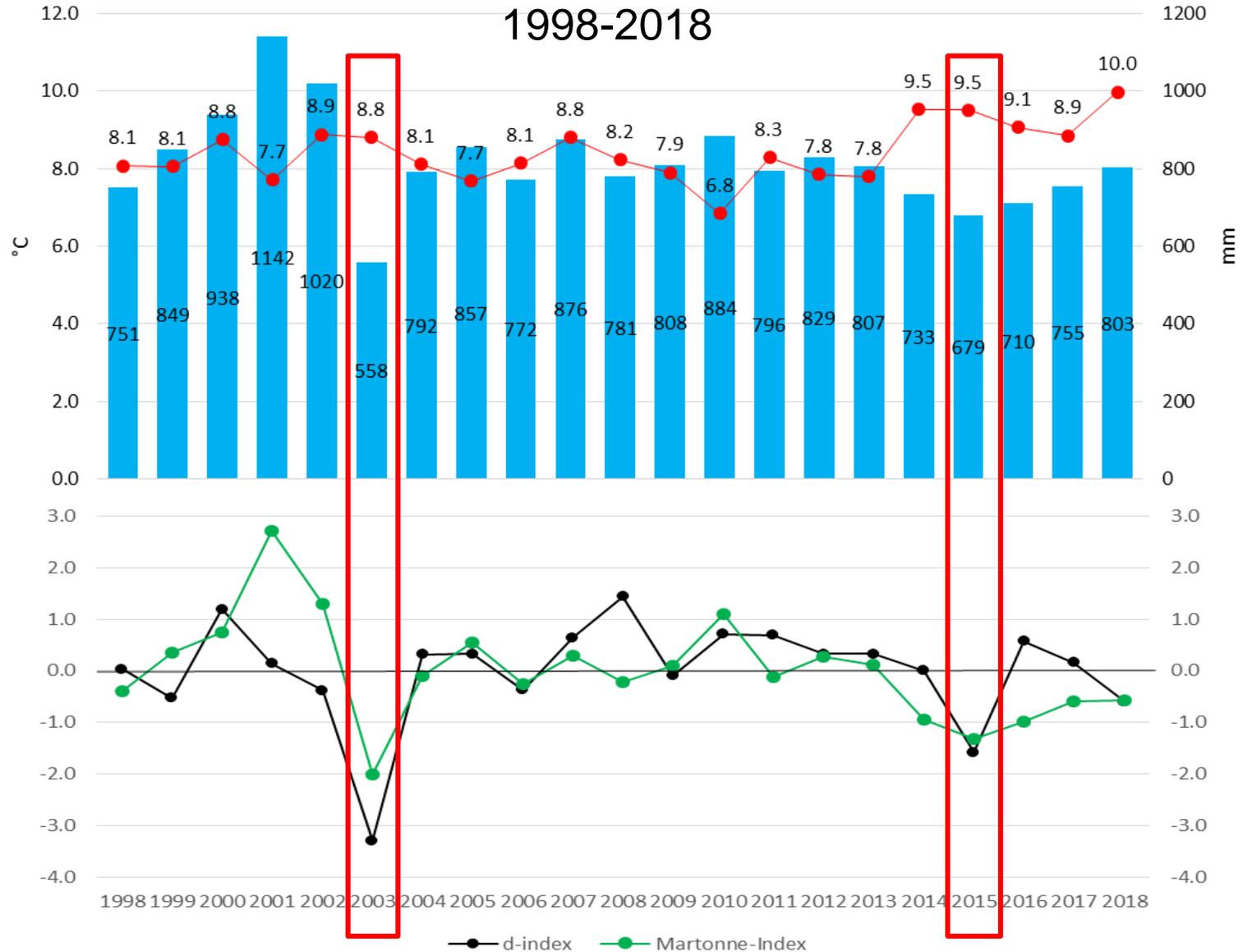


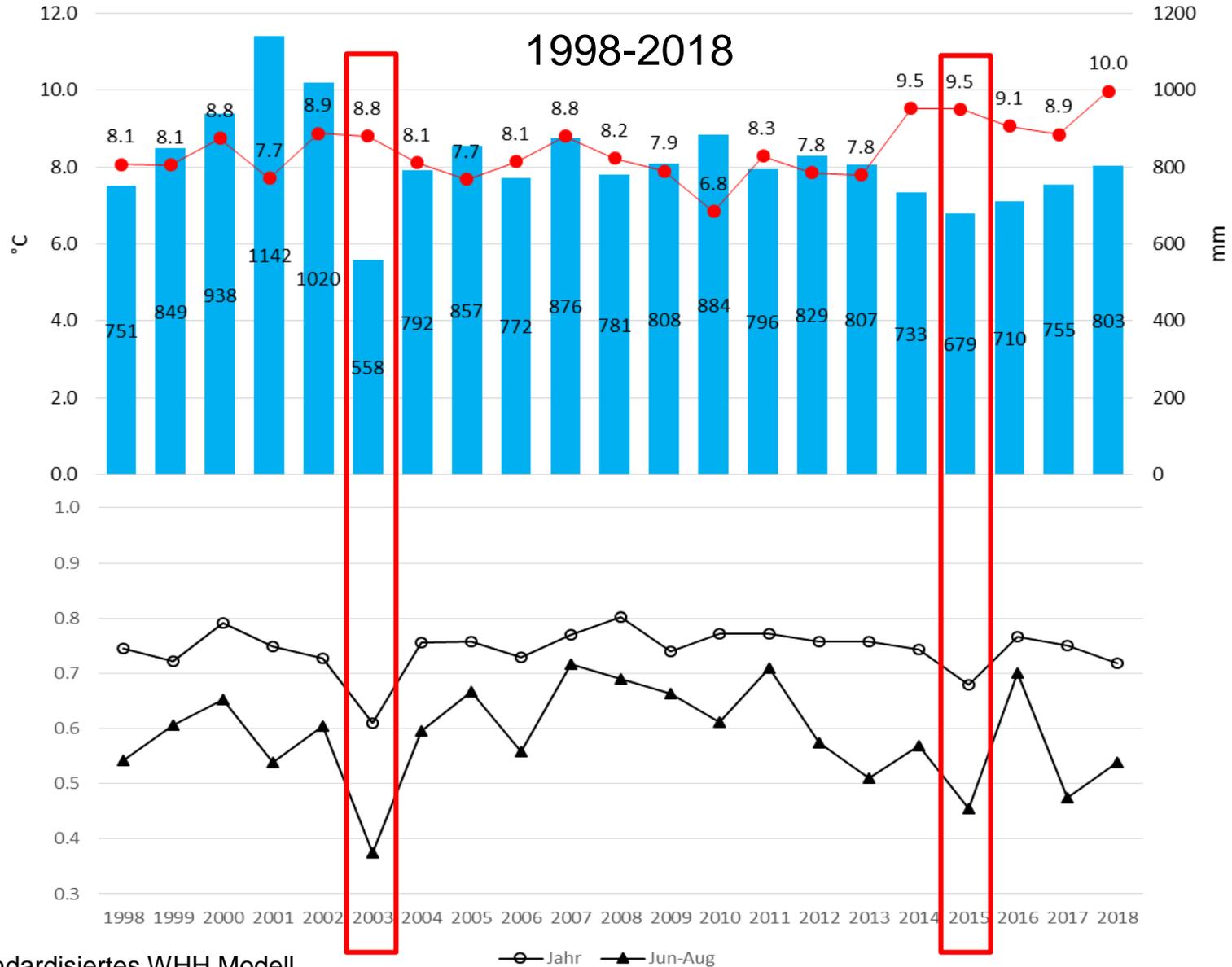






	Jahr	Vegetationszeit
Temperatur	8,3 °C	14,4 °C
Niederschlag	826 mm	488 mm







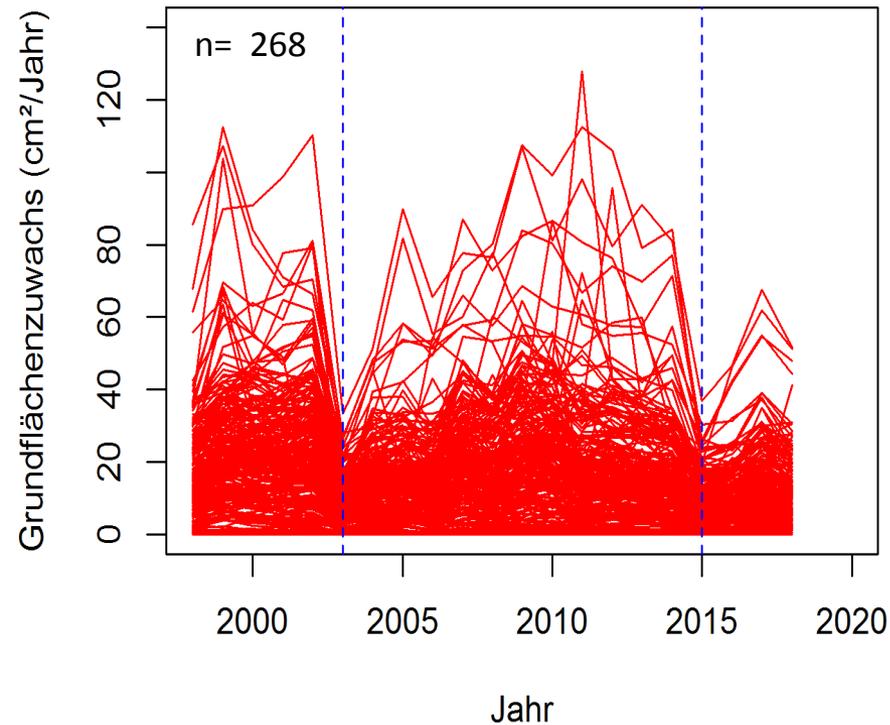
Nicht berühren

ZUWACHSKONTROLLE

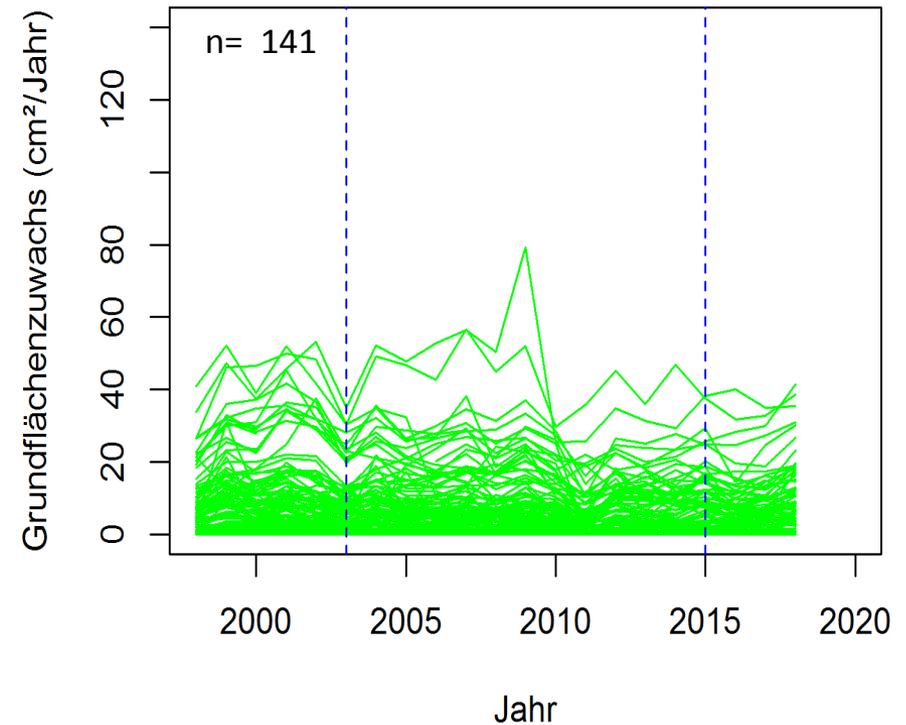
2 3 4

Grundflächenzuwachs aller unbehandelten Bäume (1998 – 2018)

Fichte

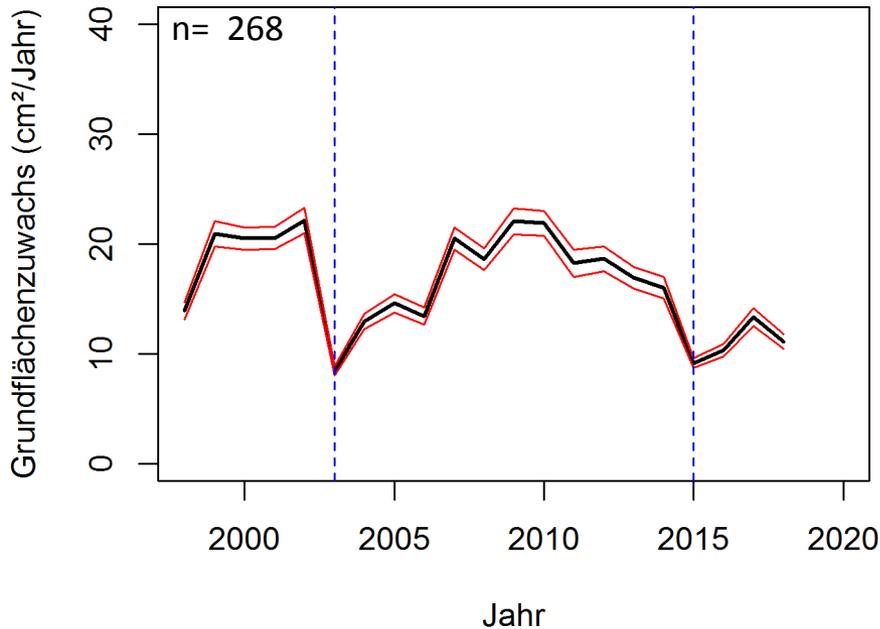


Buche

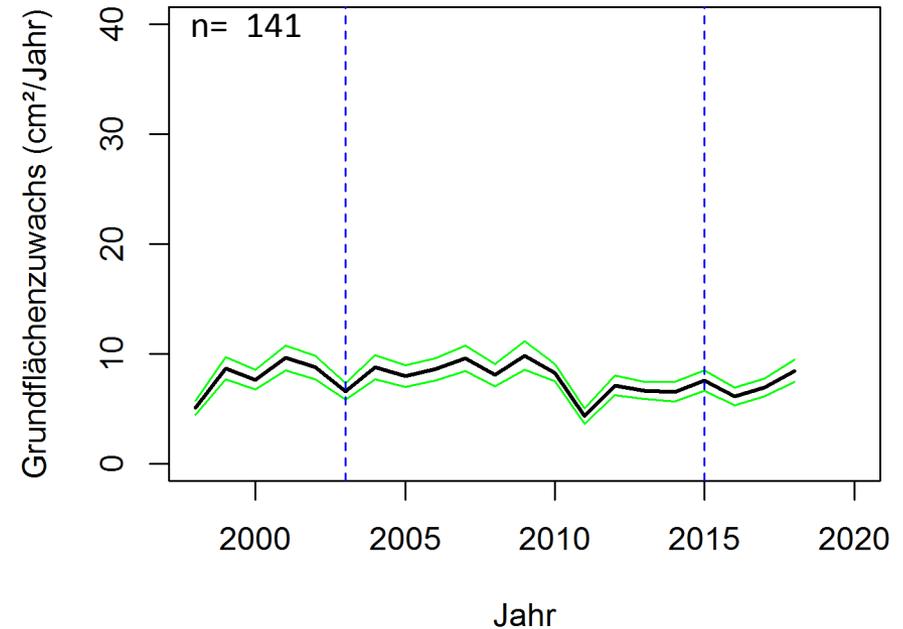


Grundflächenzuwachs aller unbehandelten Bäume (1998 – 2018)

Fichte



Buche



Starke Einbrüche bei Fichte in Trockenjahren (2003: bis 50%)

Weniger starker Rückgang bei Buche (2003: bis 20%)

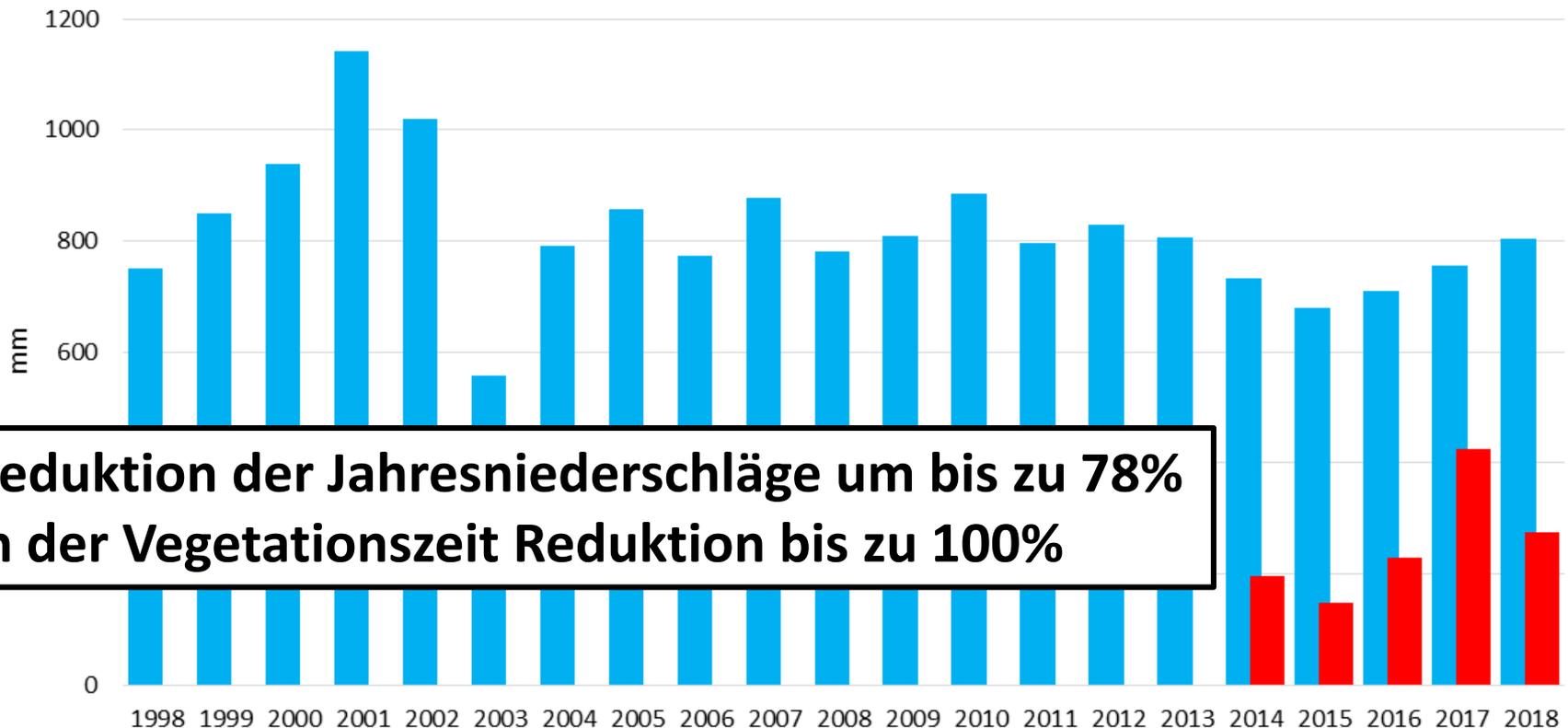
Fichte in Mischung mit Buche bricht weniger stark ein

Bei Buche keine Unterschiede zwischen rein und misch

Grundflächenzuwachs aller unbehandelten Bäume (2003 und 2015)

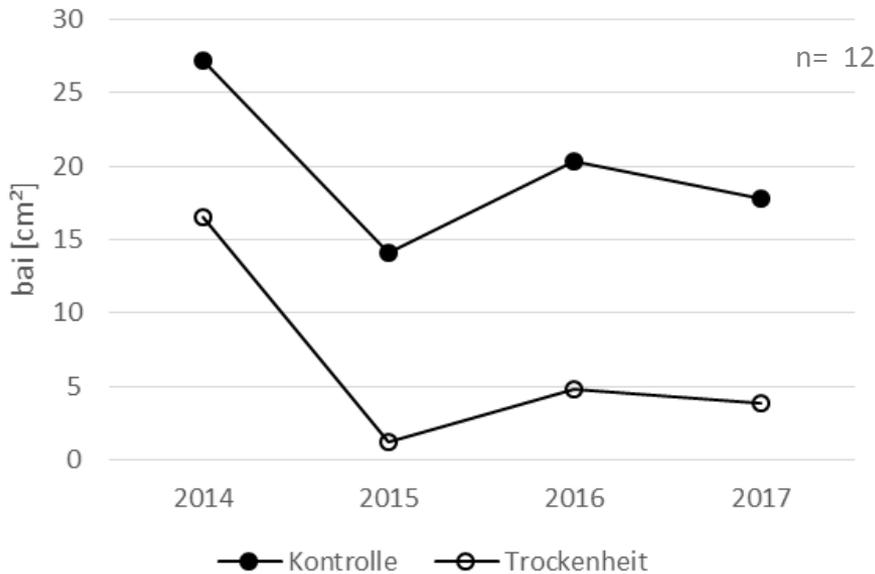
Jahr	Gruppe	n	Mittel ± SE	d ₂₀₀₂ cm	h ₂₀₀₂ m	SDI ₂₀₀₂ ha ⁻¹	ZG ₂₀₀₀₋₂₀₀₂ cm ² Jahr ⁻¹	ZG ₂₀₀₃ cm ² Jahr ⁻¹	ZG ₂₀₀₄₋₂₀₀₆ cm ² Jahr ⁻¹
2003									
	Fichte	268	Mittel ± SE	28,12 0,56	26,79 0,26	860 18	21,19 1,01	8,60 0,40	13,64 0,71
	Buche	141	Mittel ± SE	22,76 0,69	24,59 0,37	805 20	8,95 0,96	6,84 0,70	8,58 0,93
Jahr	Gruppe	n		d ₂₀₁₄ cm	h ₂₀₁₄ m	SDI ₂₀₁₄ ha ⁻¹	ZG ₂₀₁₂₋₂₀₁₄ cm ² Jahr ⁻¹	ZG ₂₀₁₅ cm ² Jahr ⁻¹	ZG ₂₀₁₆₋₂₀₁₈ cm ² Jahr ⁻¹
2015									
	Fichte	214	Mittel ± SE	34,26 0,61	32,00 0,29	1009 22	16,84 0,97	8,58 0,44	11,02 0,65
	Buche	108	Mittel ± SE	27,00 0,84	21,10 0,45	898 24	6,53 0,75	7,03 0,80	6,75 0,74

Jahressummen der Freilandniederschläge und Niederschläge während des Austrocknungsexperiment

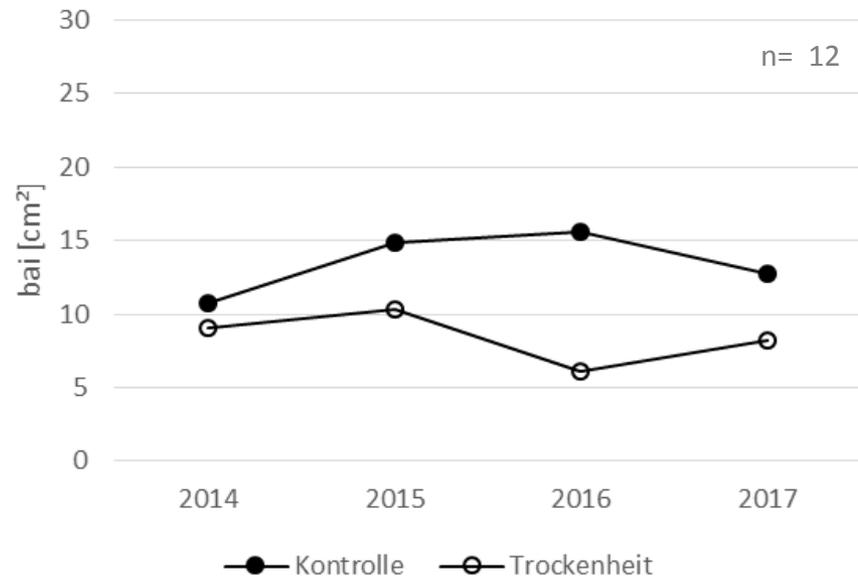


Grundflächenzuwachs der Intensivmessbäume (Dendrometer 2014 – 2017)

Fichte



Buche



Wachstum im Vergleich zur Kontrolle

59% 10% 25% 25%

36%

82% 67% 47% 57%

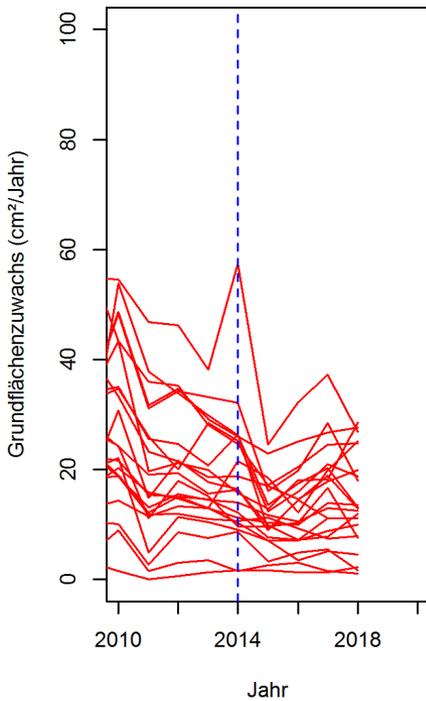
58%

Grundflächenzuwachs aller k.roof - Bäume (2011 – 2018)

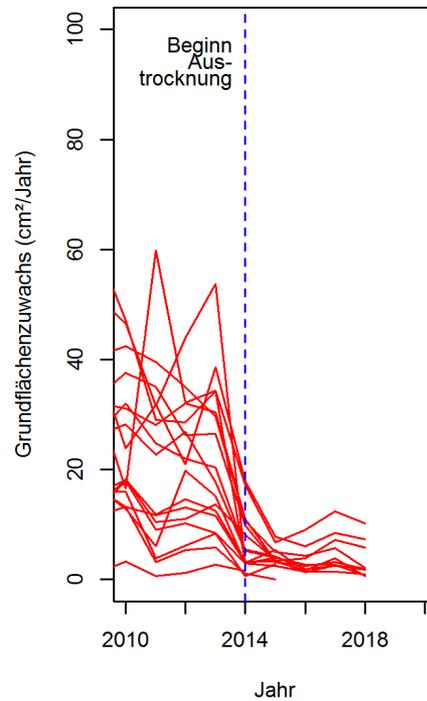
Fichte

Buche

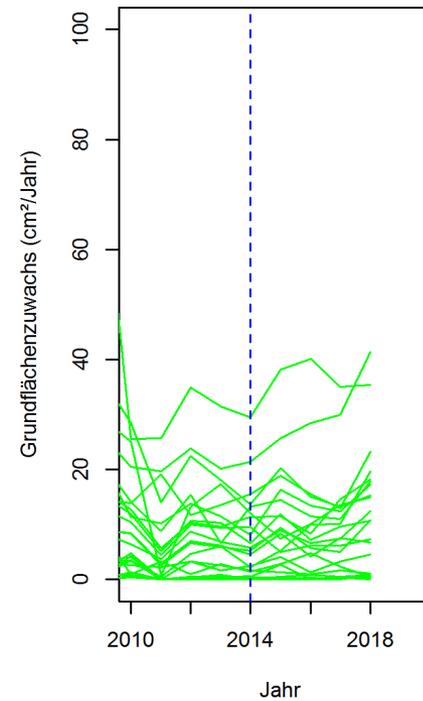
Kontrolle



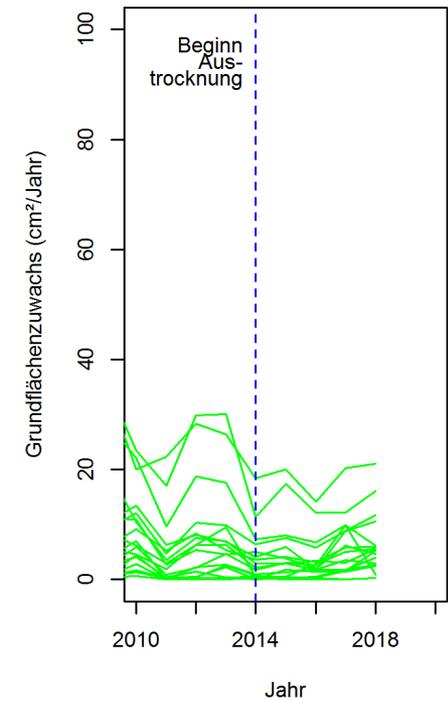
Austrocknung



Kontrolle



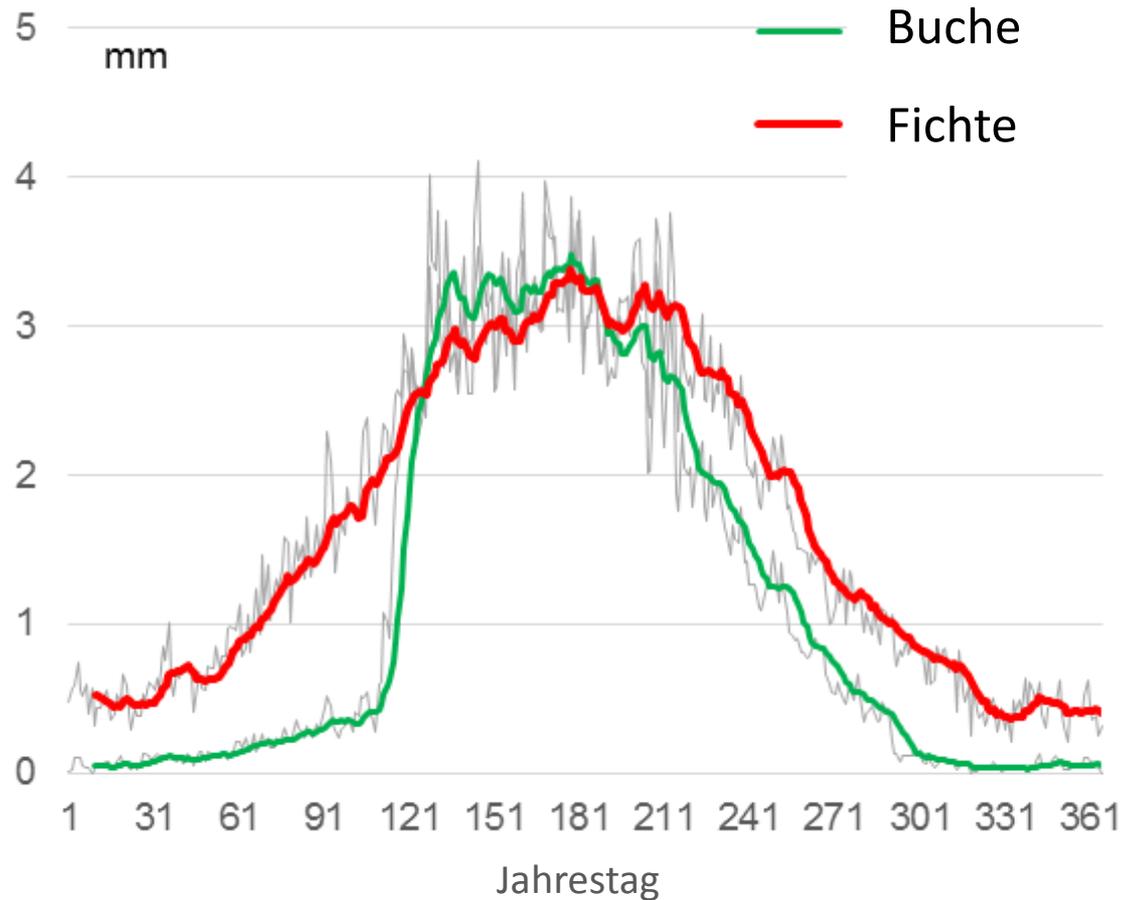
Austrocknung



Grundflächenzuwachs aller k.roof - Bäume (2011 – 2018)

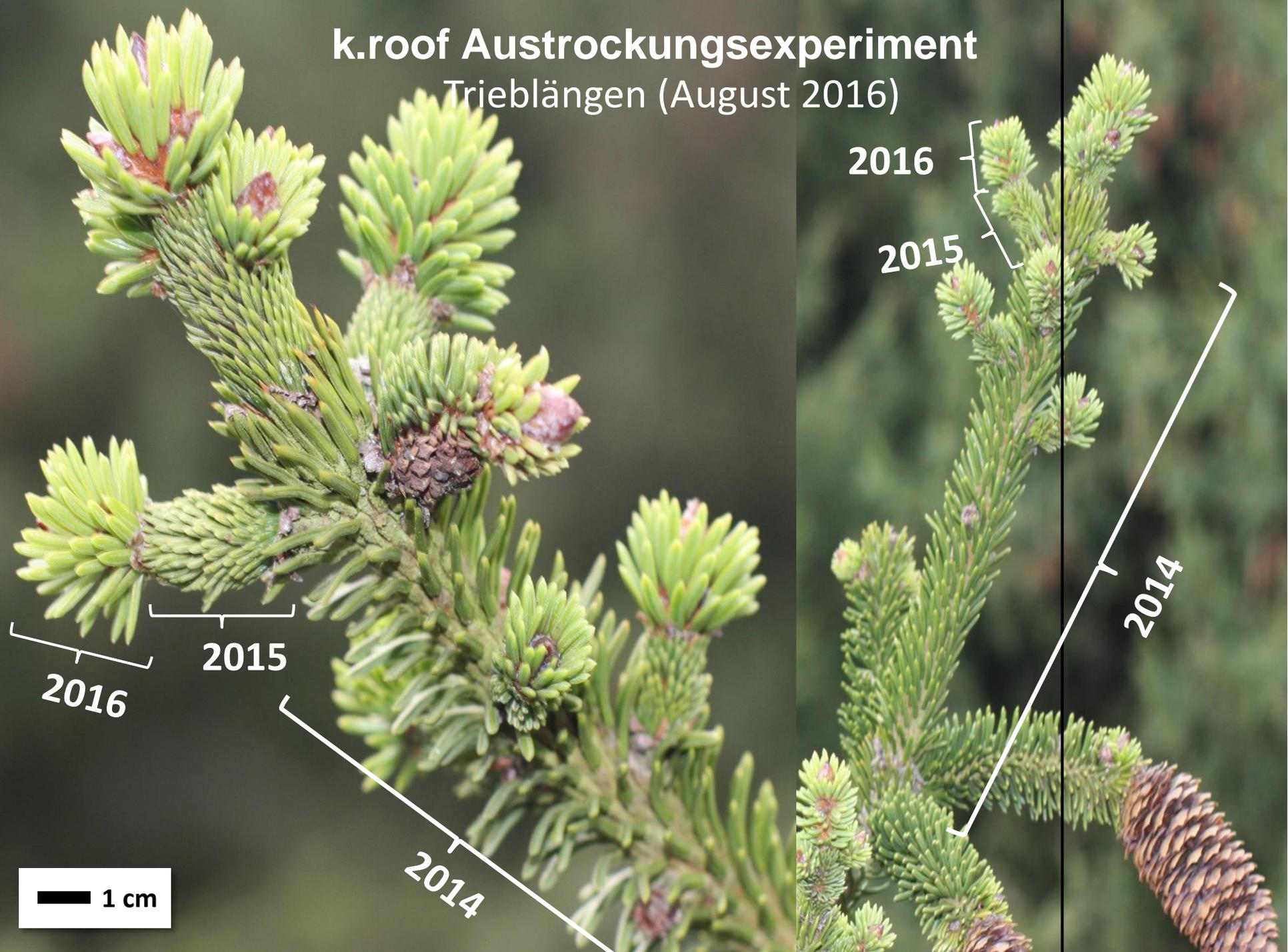
Aus- trocknung	Gruppe	n		d ₂₀₁₃ cm	h ₂₀₁₃ m	SDI ₂₀₁₃ ha ⁻¹	Zg ₂₀₁₁₋₂₀₁₃ cm ² Jahr ⁻¹	Zg ₂₀₁₄₋₂₀₁₈ cm ² Jahr ⁻¹
FICHTE	Kontrolle	25	Mittel	35,80	31,80	777	17,4	13,4
			± SE	1,56	0,37	73	1,3	0,8
	Austrocknung	26	Mittel	35,00	32,00	816	19,9	4,6
			± SE	1,80	0,42	35	1,7	0,4
							+14%	-66%
	BUCHE	Kontrolle	25	Mittel	28,20	28,30	851	6,8
			± SE	1,80	0,68	44	0,9	0,9
Austrocknung		26	Mittel	28,80	27,90	823	7,1	4,9
			± SE	1,80	0,65	43	1,1	0,5
							+4%	-42%

Verlauf der realen Evapotranspiration Kranzberger Forst (1998-2013)



k.roof Austrocknungsexperiment

Trieb­längen (August 2016)

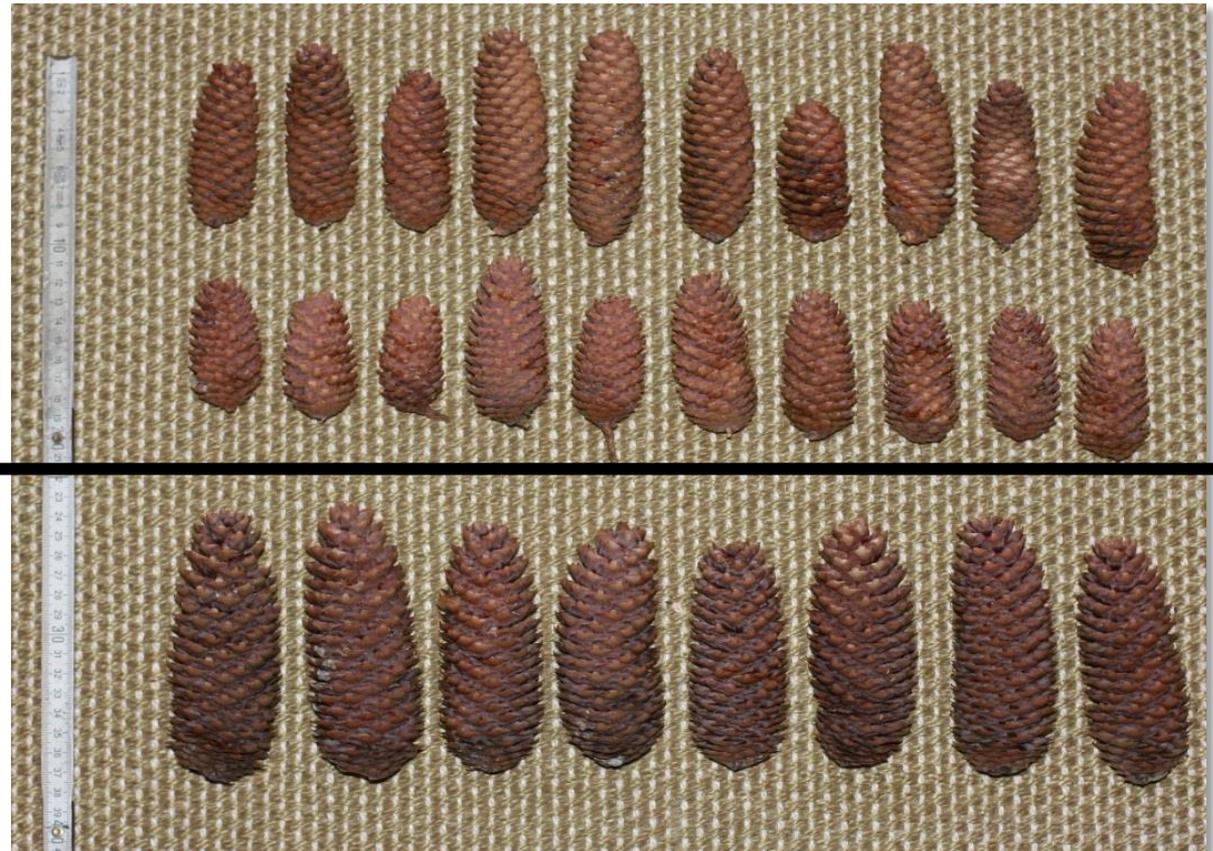


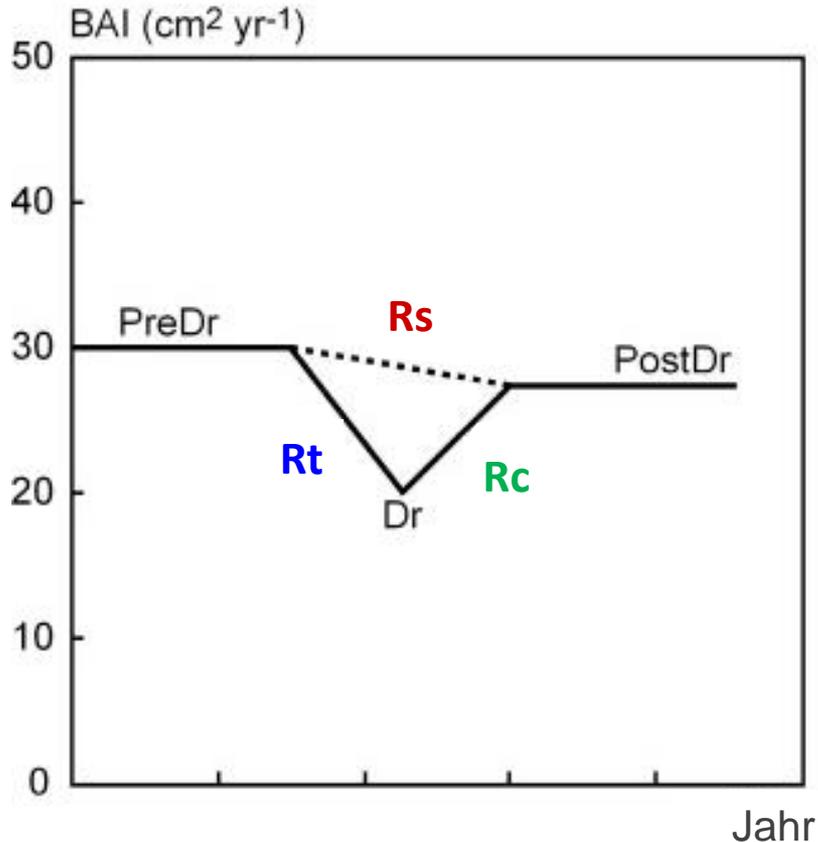
Zapfengröße (August 2016)

**Austrocknung
Baum 242**

**Austrocknung
Baum 241**

**Kontrolle
Baum 296**





Resistenz $R_t = Dr / PreDr$
(1 = Optimum)

Erholung $R_c = PostDr / Dr$
(1 = Verharren auf Stressniveau > 1 Erholung)

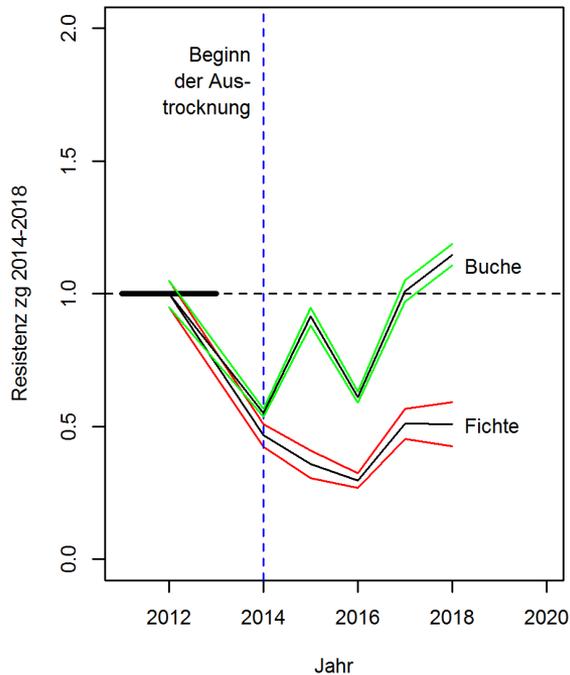
Resilienz $R_s = PostDr / PreDr$
(1 = volle Erholung)

PreDr = Grundflächenzuwachs der Vorperiode
Dr = Grundflächenzuwachs des Trockenjahres
PostDr = Grundflächenzuwachs der Folgeperiode

Austrocknungsexperiment 2014 – 2018

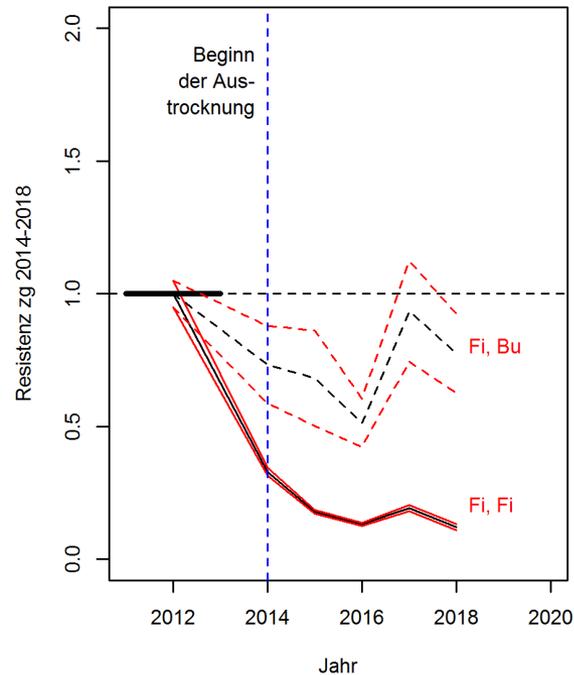
Resistenz $R_t = D_r / \text{Pre}D_r$ (1 = Optimum)

Fichte und Buche



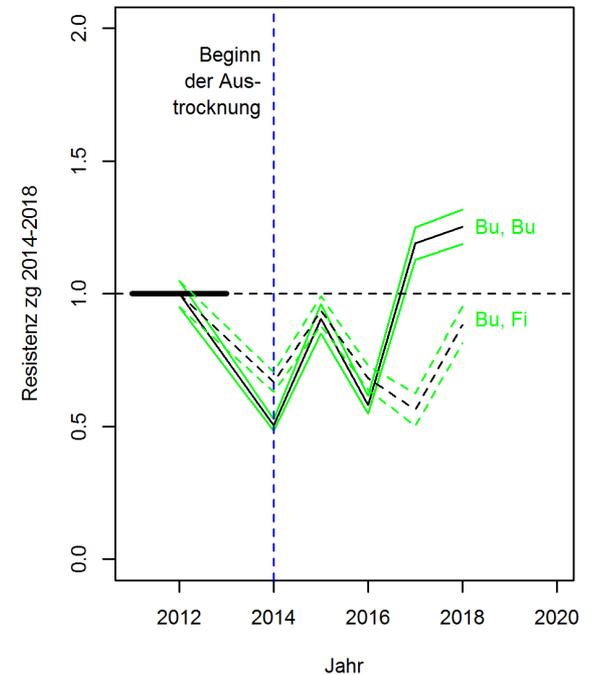
Fichte: steiler Abfall, langsame Erholung
Buche: Rückgang, schnelle Erholung

Fichte: rein vs. misch



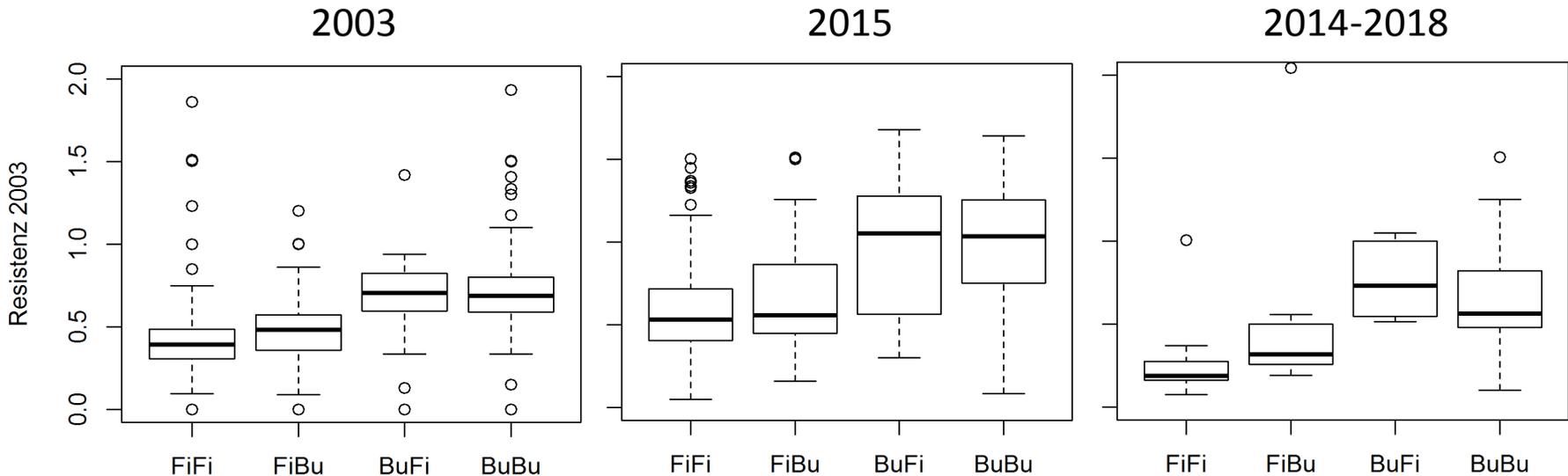
In Nachbarschaft zu Buche um bis 30% geringerer Wachstumsrückgang und auch schnellere Erholung als Fichte unter Fichte

Buche: rein vs. misch



In Nachbarschaft zu Buche zunächst stärkerer Rückgang, danach aber auch schnellere Erholung

Resistenz $R_t = D_r / \text{Pre}D_r$ (1 = Optimum)



- **Höchste Resistenzen zeigen Buche in inter-spezifischer Nachbarschaft (besonders bei lang anhaltender Trockenheit)**
- **Gefolgt von Buche bei intra-spezifischer Nachbarschaft**
- **Fichte in intra-spezifischer Nachbarschaft ist am wenigsten resistent**

- In den Trockenjahren 2003 und 2015 sank der Zuwachs von Fichte deutlich auf circa 50 % ab und erholte sich nur langsam, der Zuwachs der Buche ging weniger stark zurück und erholte sich schnell
- Wenn Fichten in der Nachbarschaft von Buchen wachsen war ihre Zuwachsreduktion im Vergleich zu intra-spezifischer Umgebung um 20-30 % geringer.
- Buchen in inter-spezifischer Umgebung gingen im Zuwachs zunächst stärker zurück als in gleich-artiger Umgebung, ihre Erholungsreaktion ist im Vergleich zum intra-spezifischer Umgebung langsamer.
- Umso größer die Bäume und höher ihre Konkurrenz, desto deutlicher war der Trockenstress und Zuwachsverlust (nicht gezeigt)
- Das Austrocknungsexperiment über die Jahre 2014-2018 erbrachte in den ersten Jahren einen Zuwachseinbruch wie bei episodischer Trockenheit.
- In den Folgejahren akklimatisieren sich beide Arten; der Zuwachseinbruch lässt bei Buche deutlicher nach als bei Fichte.
- Höchste Resistenzen findet man bei Buchen in inter-spezifischer Nachbarschaft, insbesondere bei lang anhaltender Trockenheit, während Fichten in intra-spezifischer Nachbarschaft ist am wenigsten resistent sind

Die für den Mischbestand gezeigte Resilienz und Akklimatisierung an Trockenheit sollte in die Entwicklung von ressourceneffizienten und produktiven Koniferen-Laubholz-Mischbeständen angesichts künftiger Wasserverknappung in der Vegetationszeit Eingang finden

Danksagung für die Förderung an:

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Bayerische Staatsforsten BaySF

Deutsche Forschungsgemeinschaft

Europäische Union COST Programm

<http://www.wwk.forst.wzw.tum.de/info/presentations/>