



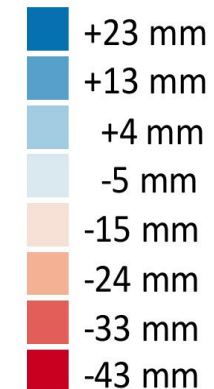
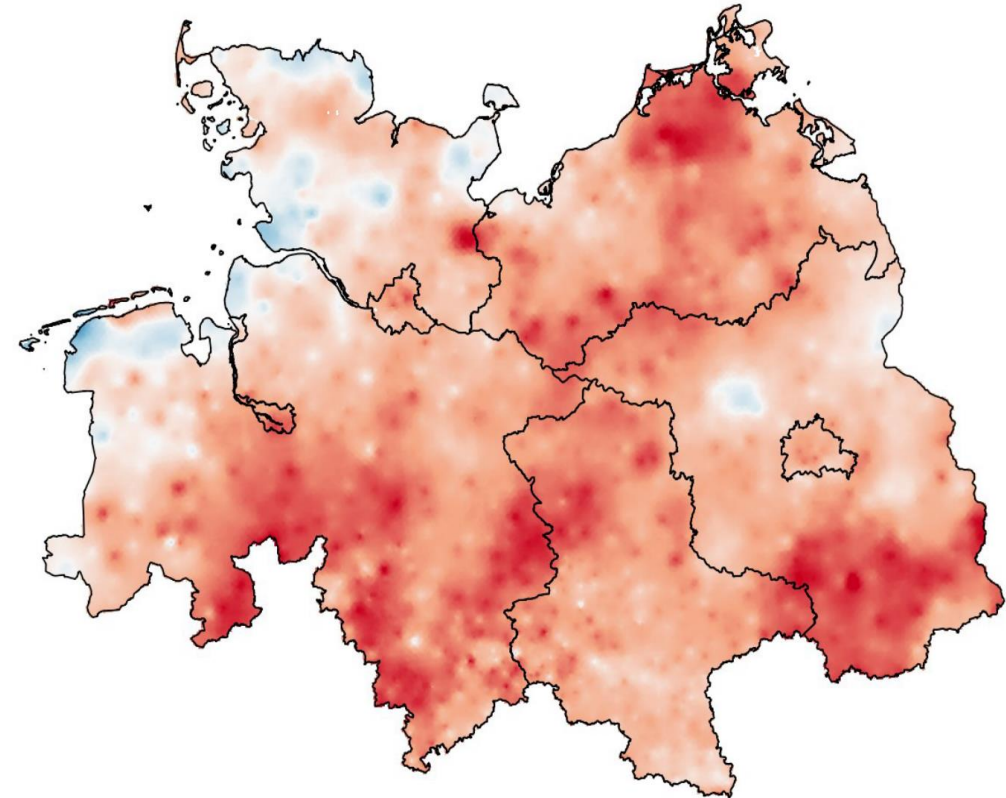
Zur Vitalität der Buche im Klimawandel - Trockengrenze und Anpassungspotenzial

Christoph Leuschner

Lehrstuhl Pflanzenökologie
Universität Göttingen

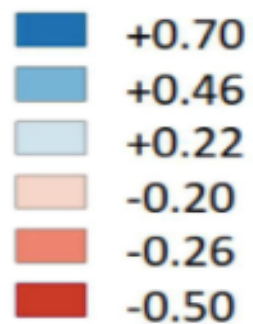
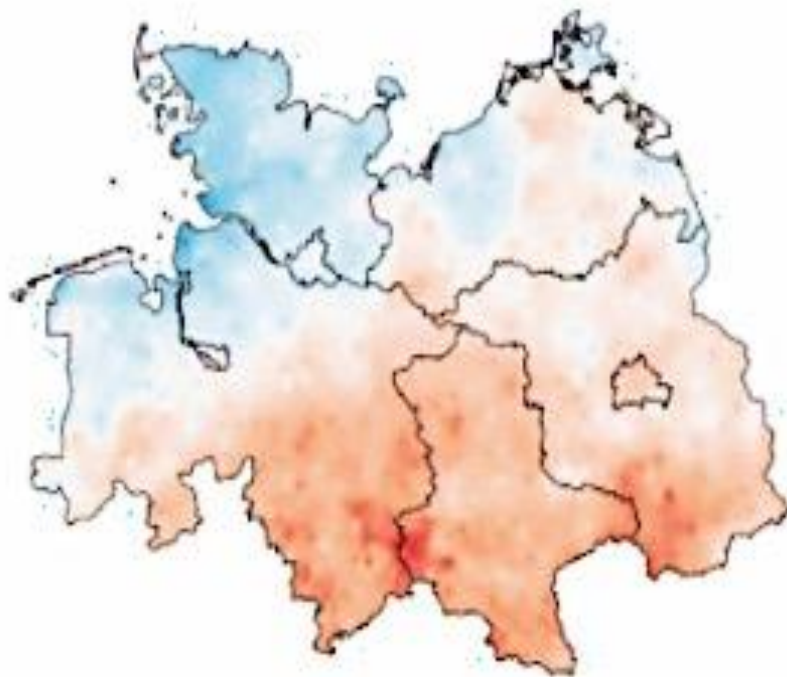
1. Rezente walddrelevante Klimatrends in Norddeutschland

**Langfristige Veränderung
in der Klimatischen
Wasserbilanz des Sommers
(April – September)
von 1948/1982 bis 1983/2017**

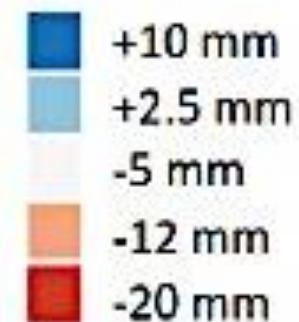
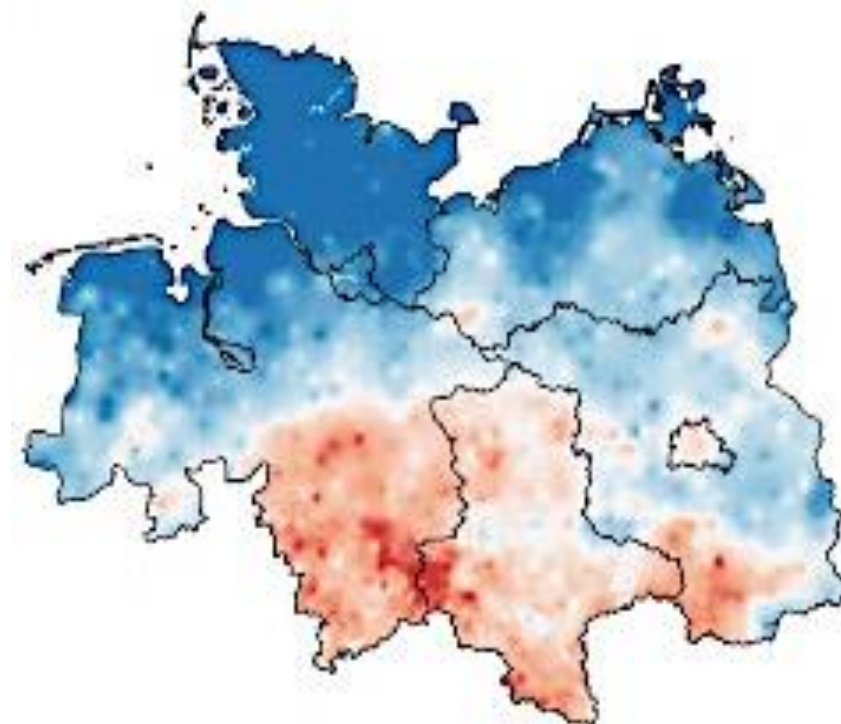


**Langfristige
Klima-Veränderung
1948/1982 bis 1983/2017**

Juni-Aridität (SPEI)



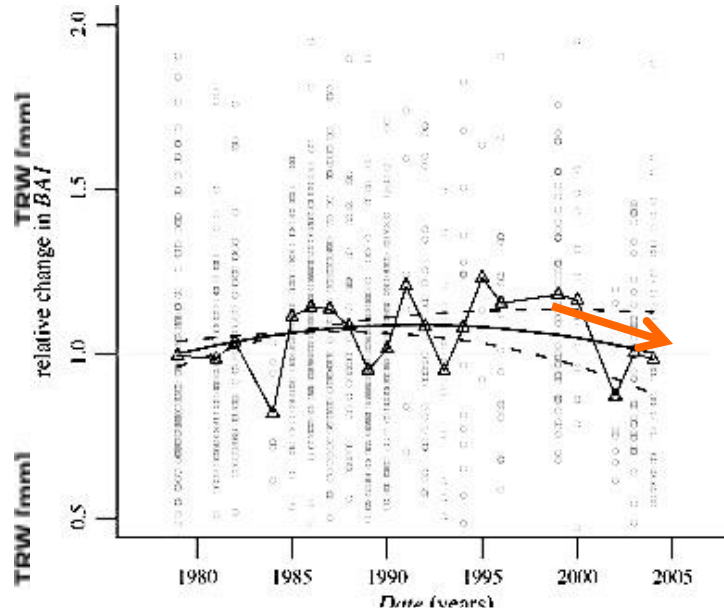
Juni-Niederschlag



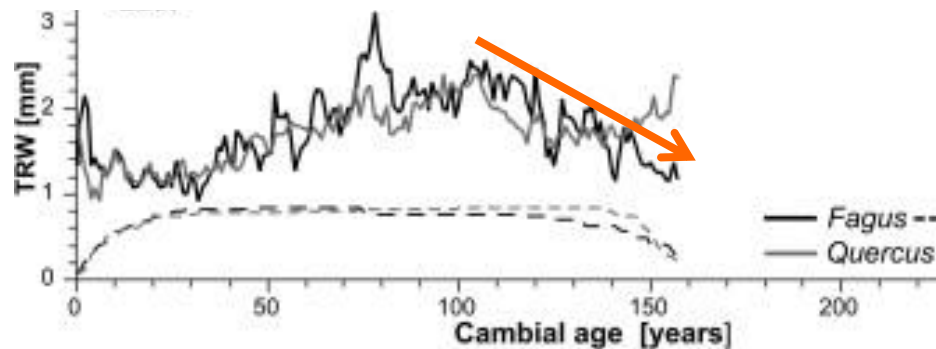
2. Indizien der Klima-Empfindlichkeit der Buche

Negative Zuwachstrends bei der Buche in Mitteleuropa (Beispiele)

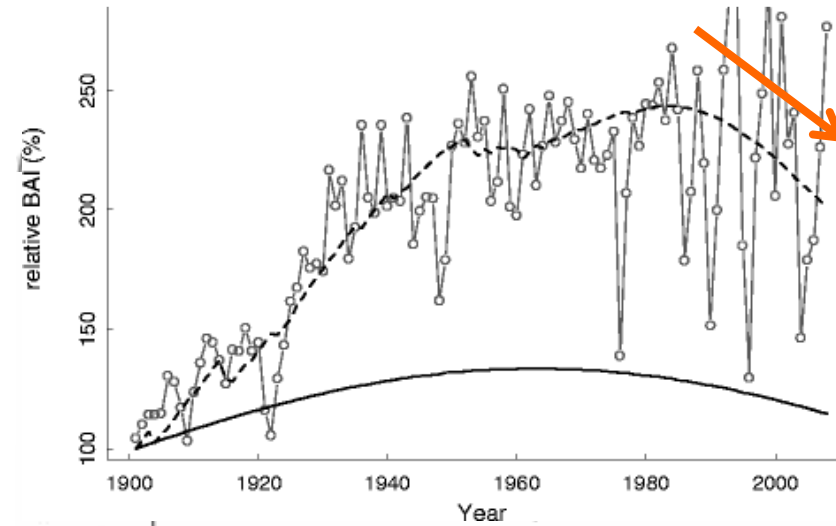
NE France
(Charru et al. 2010)



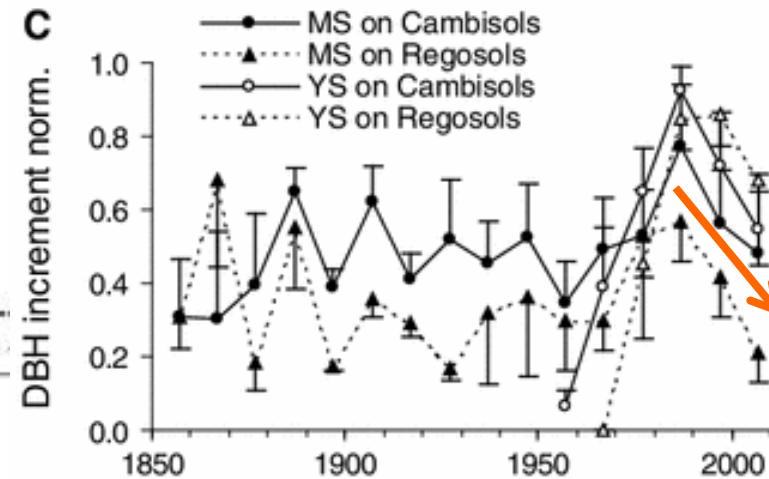
NE Germany
(Scharnweber et al. 2011)



N Belgium
(Kint et al. 2012)

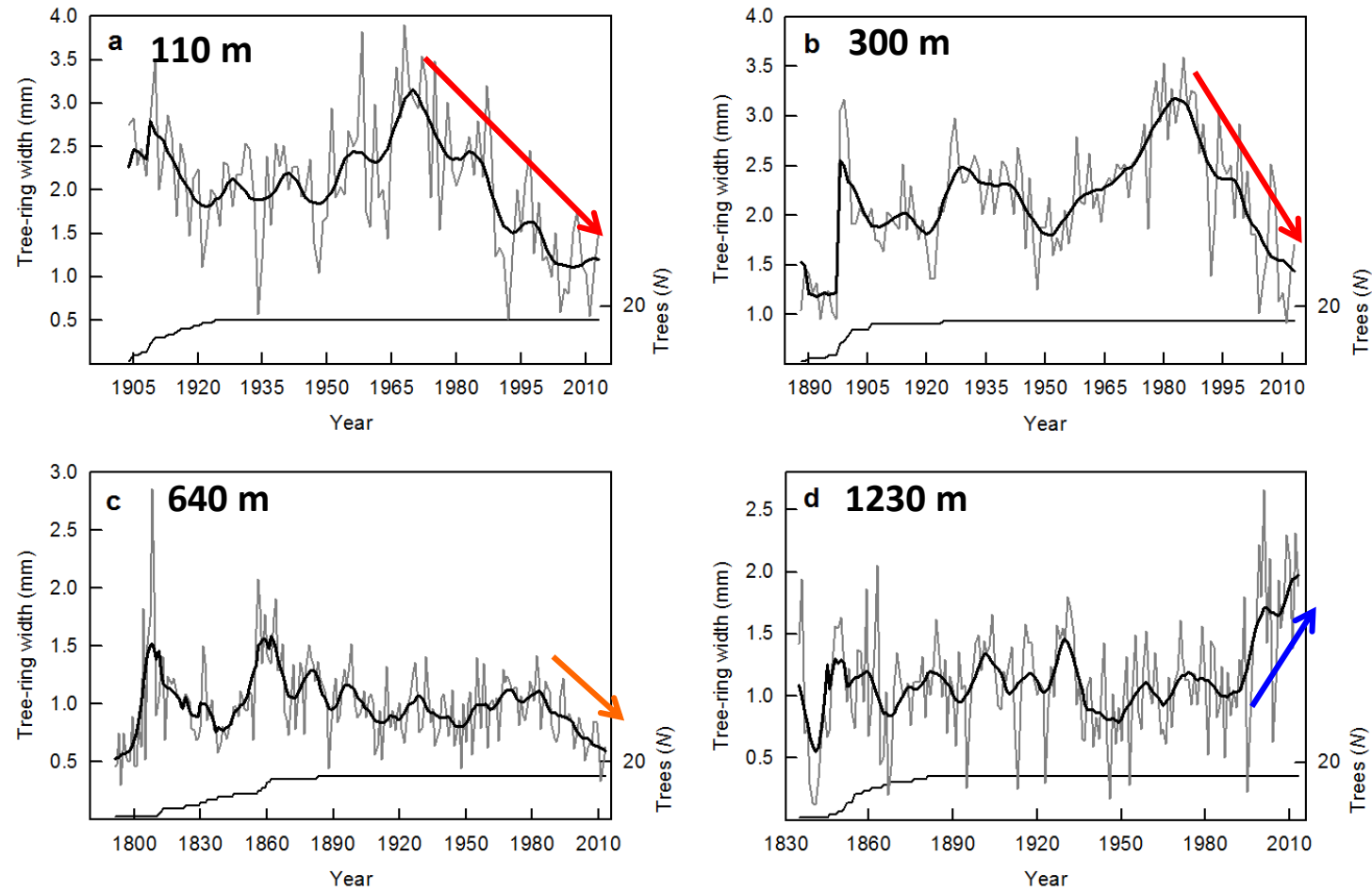


Luxembourg
(Härdtle et al. 2013)

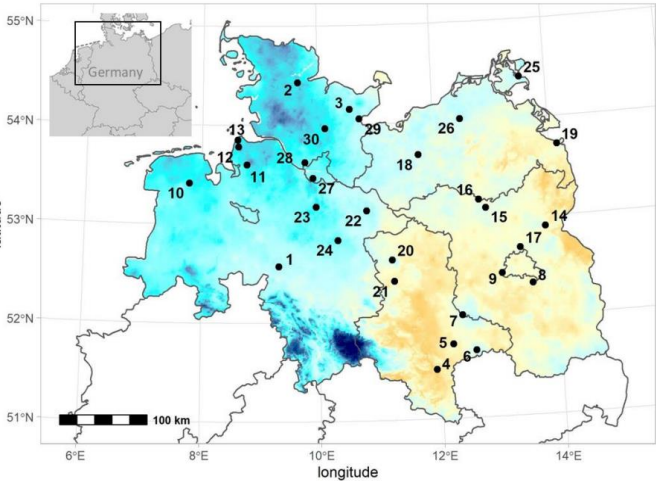


Wachstumsrückgänge der Buche in niederen Lagen, Anstiege in den Hochlagen

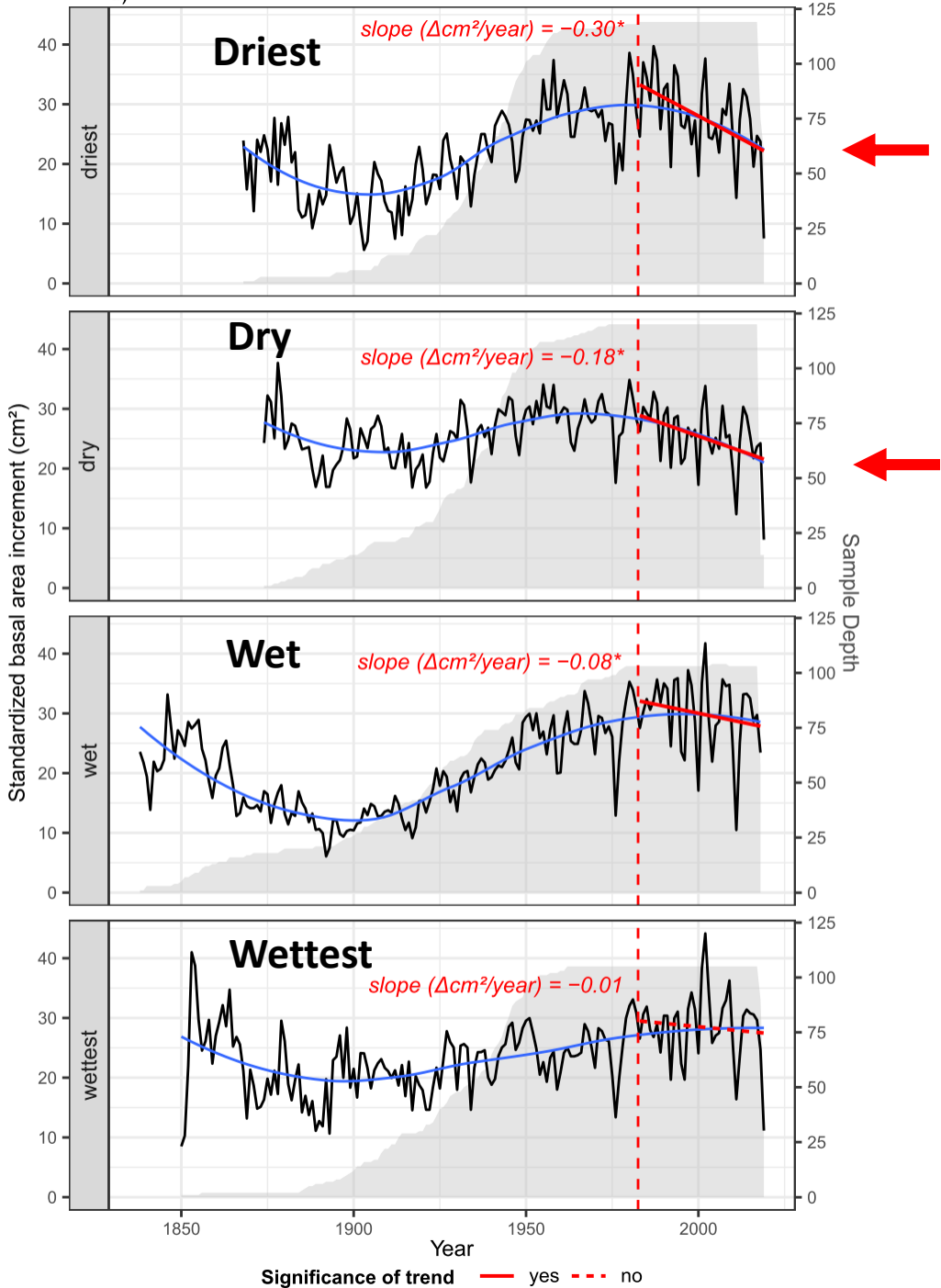
(Schwarzwald, 100 – 1230 m)



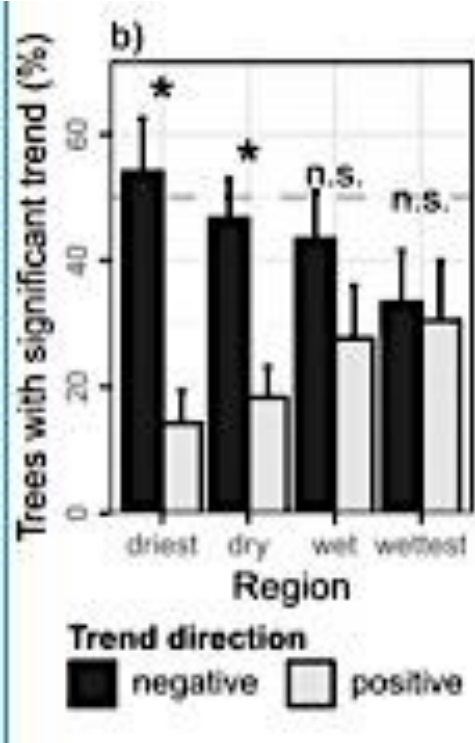
Norddeutschland: Unterschiedliche Zuwachstrends an feuchten und trockenen Standorten (BAI)



Zuwachsrückgang seit 1980 an den trockeneren und trockensten Standorten

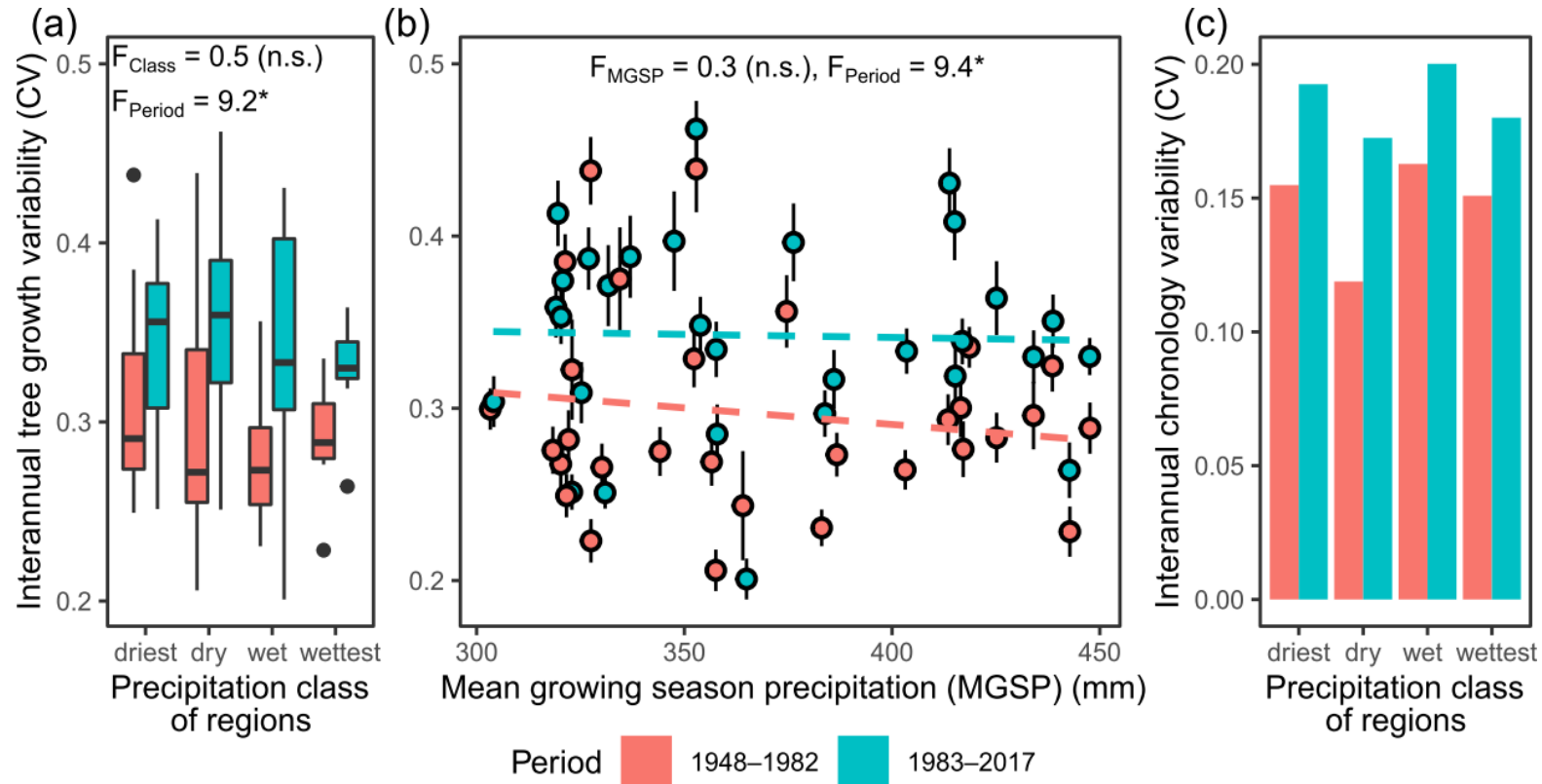


Negative Zuwachstrends sind an trockenen Standorten häufiger



Zunehmende interannuelle Zuwachsvariabilität

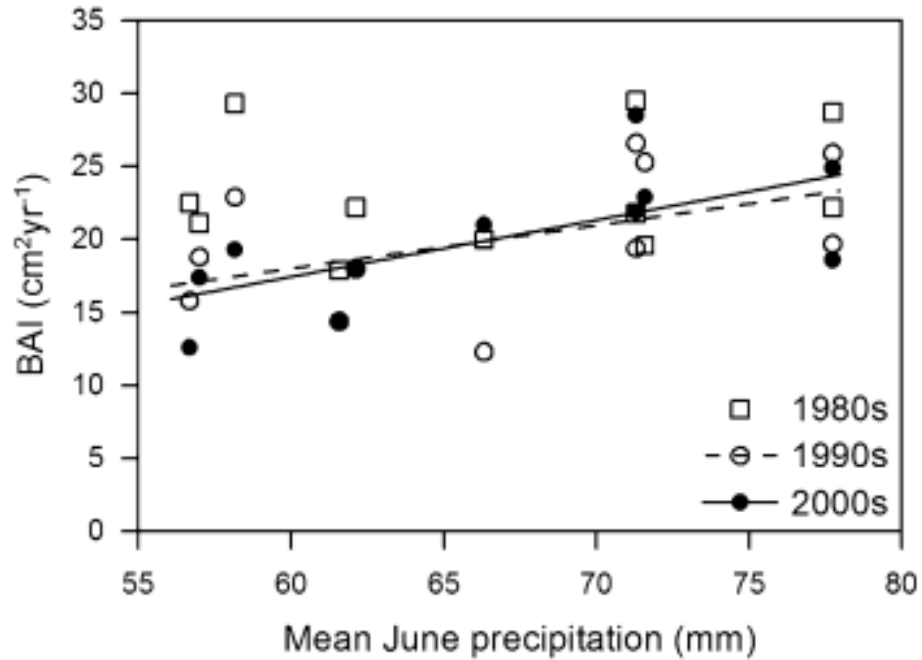
(30 Bestände im Tiefland)



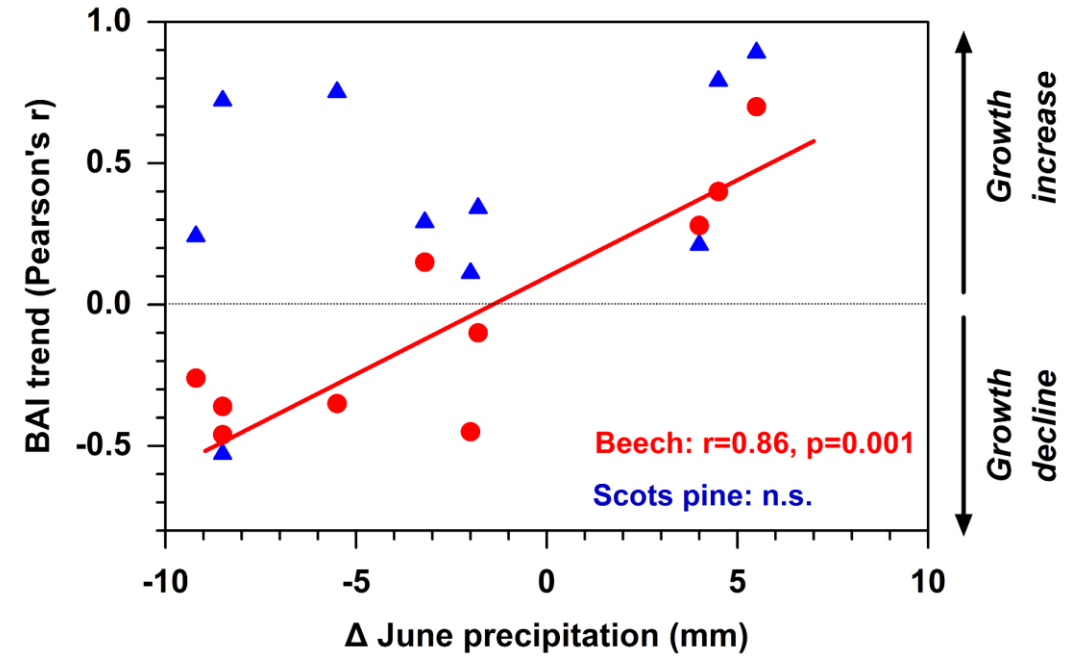
Zunehmende Zuwachsschwankungen seit 1980 an trockenen wie auch feuchten Standorten

Schlüsselrolle des Juni-Niederschlags für die Buche

Höhe des Juni-Niederschlags



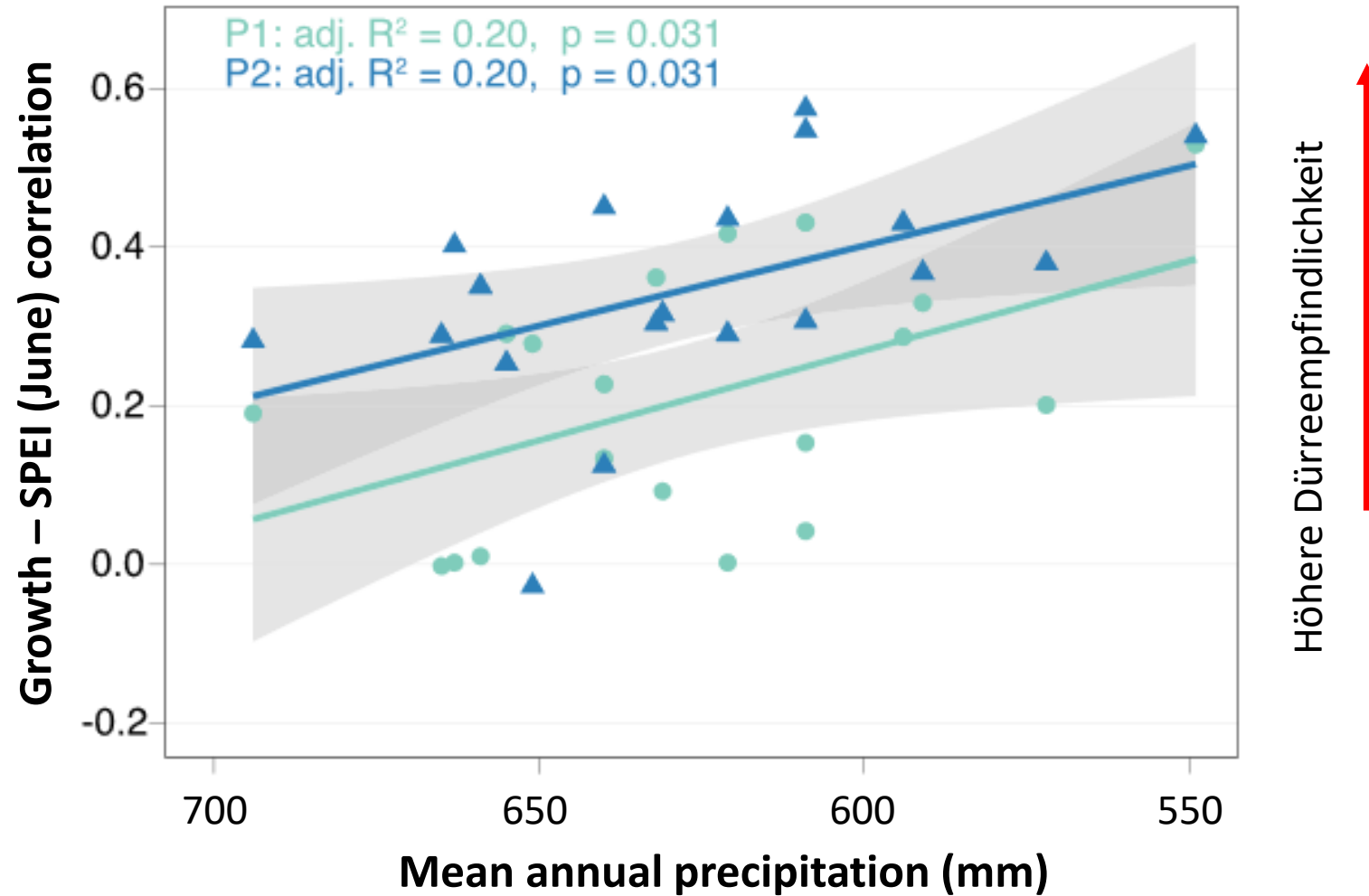
Juni-Niederschlags-Trend



Der Zuwachs der Buche ist sehr empfindlich gegenüber Juni-Niederschlags-Abnahme

Trockene Buchenbestände sind dürrempfindlicher

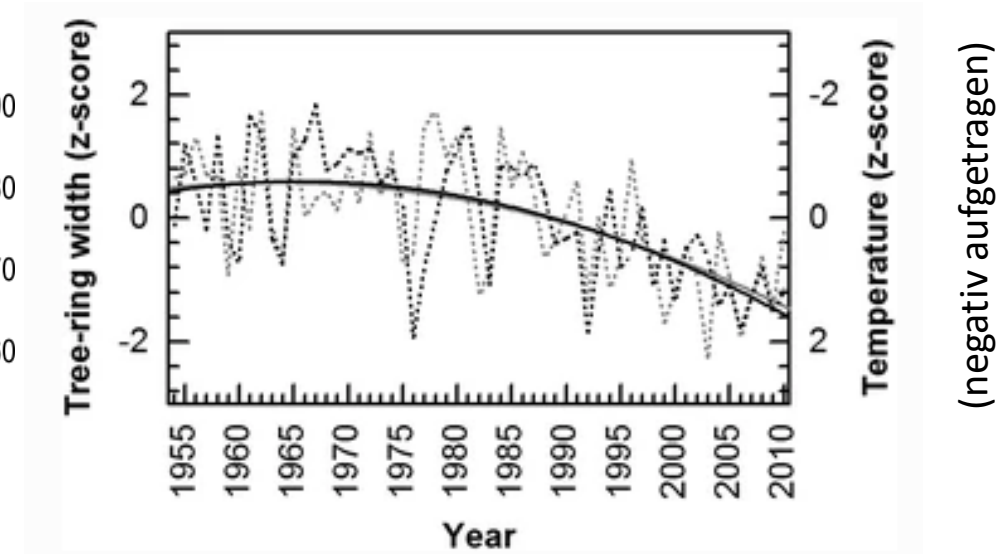
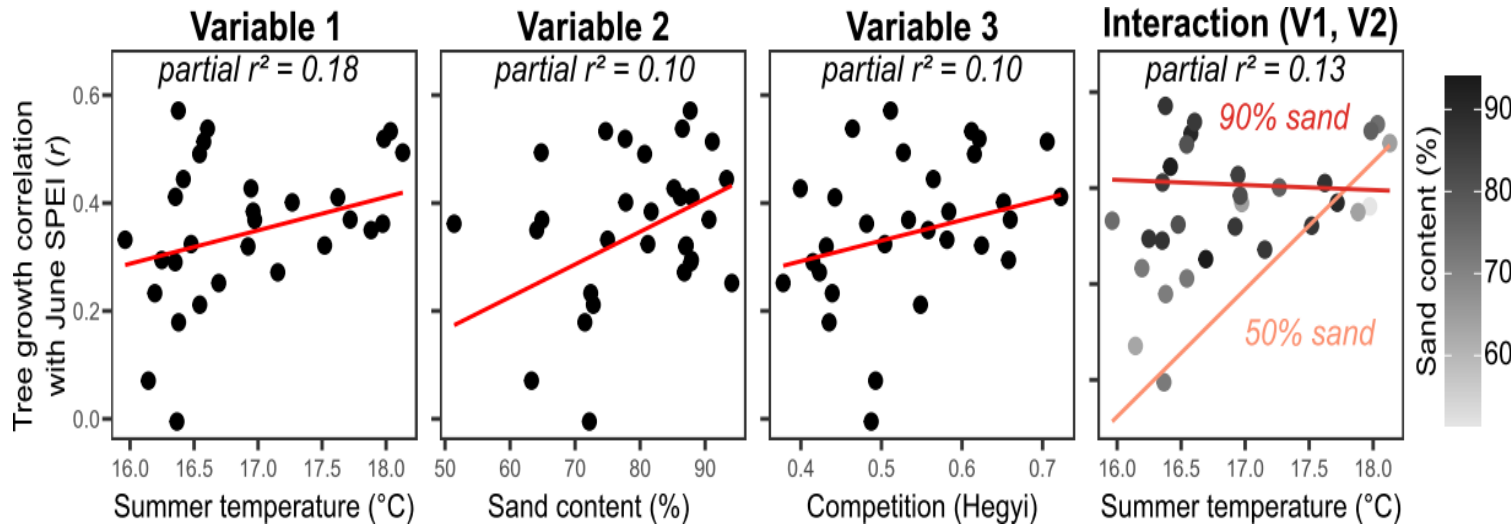
(19 Bestände in Mecklenburg-Vorpommern)



Stärkere Abhängigkeit des Zuwachses von positiver Wasserbilanz an trockenen Standorten

→ Nur begrenzte Anpassung an Trockenheit

Hitzeempfindlichkeit als limitierender Faktor?

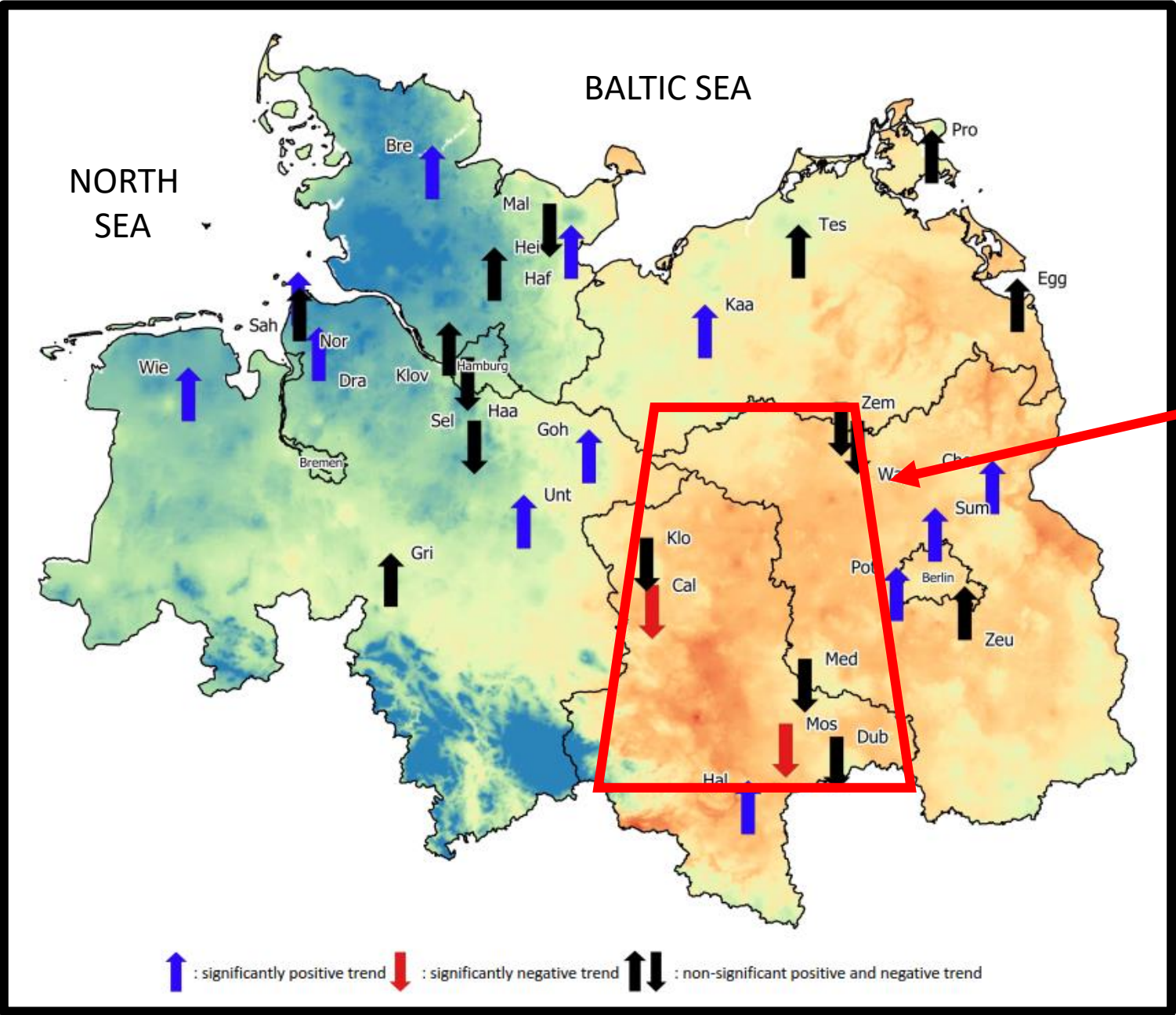


Das Trockenheitssignal Juni-SPEI ist umso stärker, je

- wärmer das Klima
- sandiger der Boden
- dichter der Bestand

Zuwachsrückgang verläuft seit 1975 parallel zum Temperaturanstieg

Regionale Variation
langfristiger
Zuwachstrends



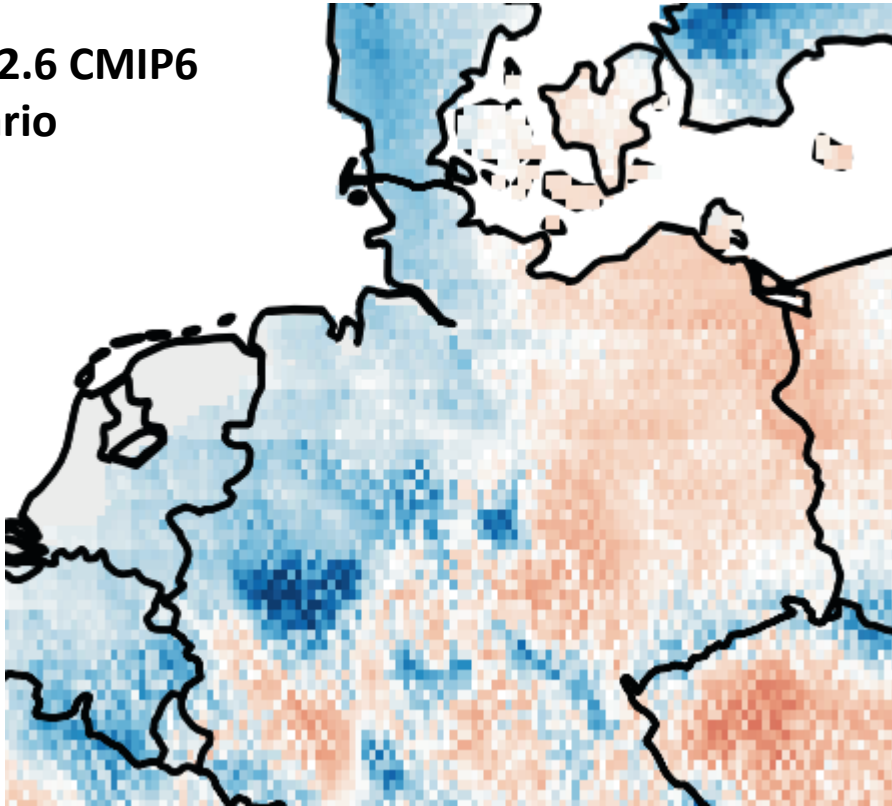
Region aktueller
Empfindlichkeit
der Buche

Besonders Sachsen-Anhalt
und West-Brandenburg
gefährdet

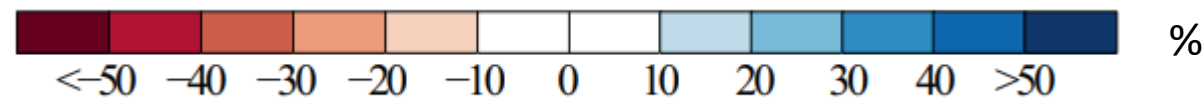
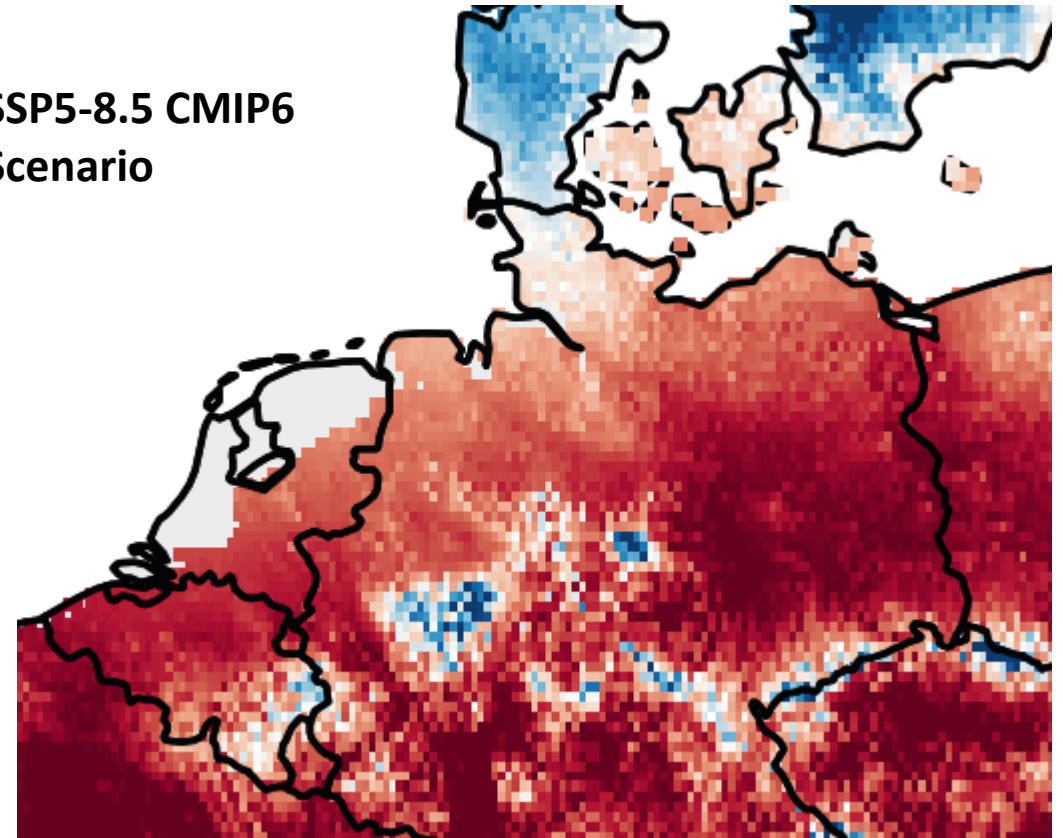
Die Zukunft der Buche: Vorhergesagte Veränderung des Zuwachses der Buche in 2060-90 relativ zur 1986-2016 Periode

nach zwei Klima-Szenarien

SSP1-2.6 CMIP6
Scenario

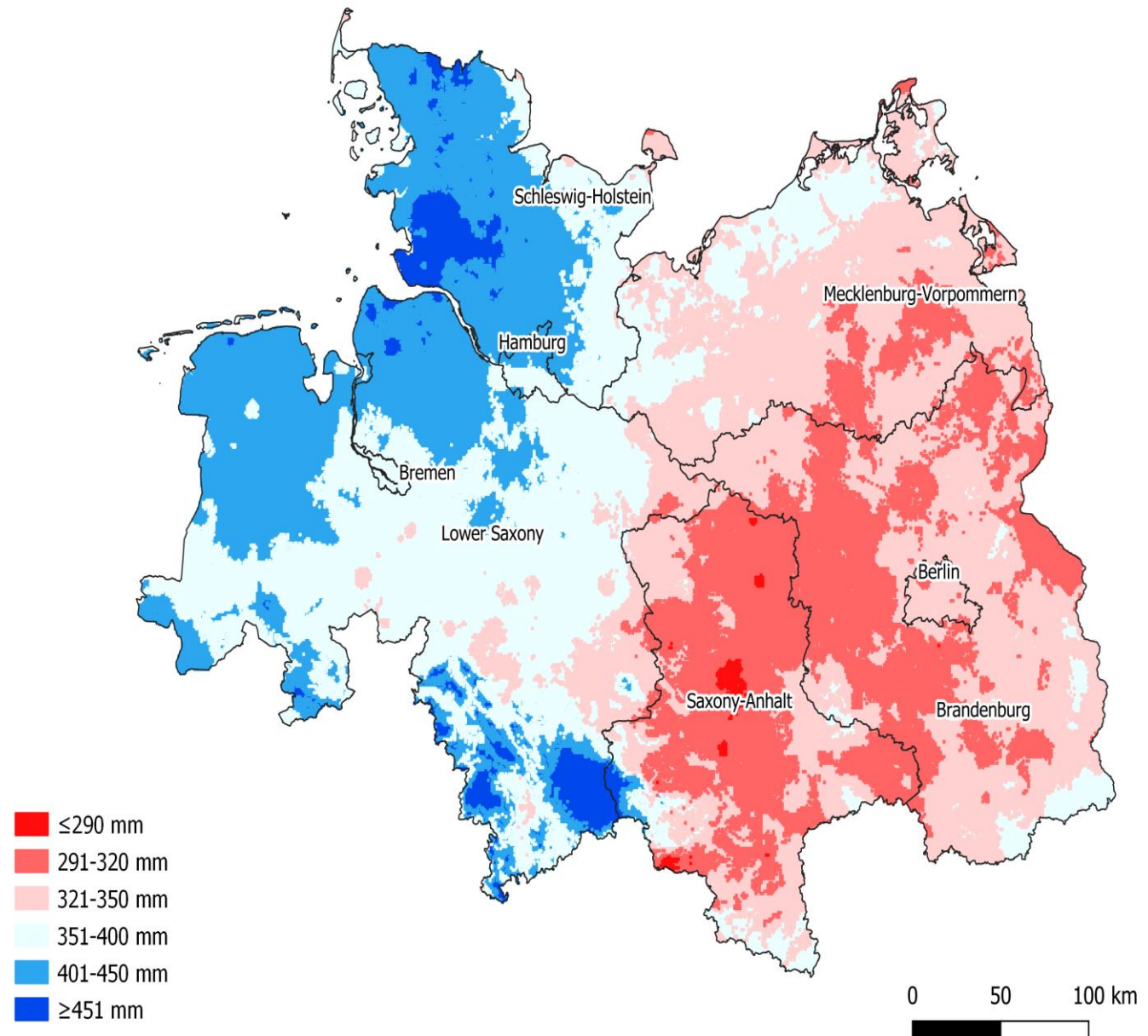


SSP5-8.5 CMIP6
Scenario

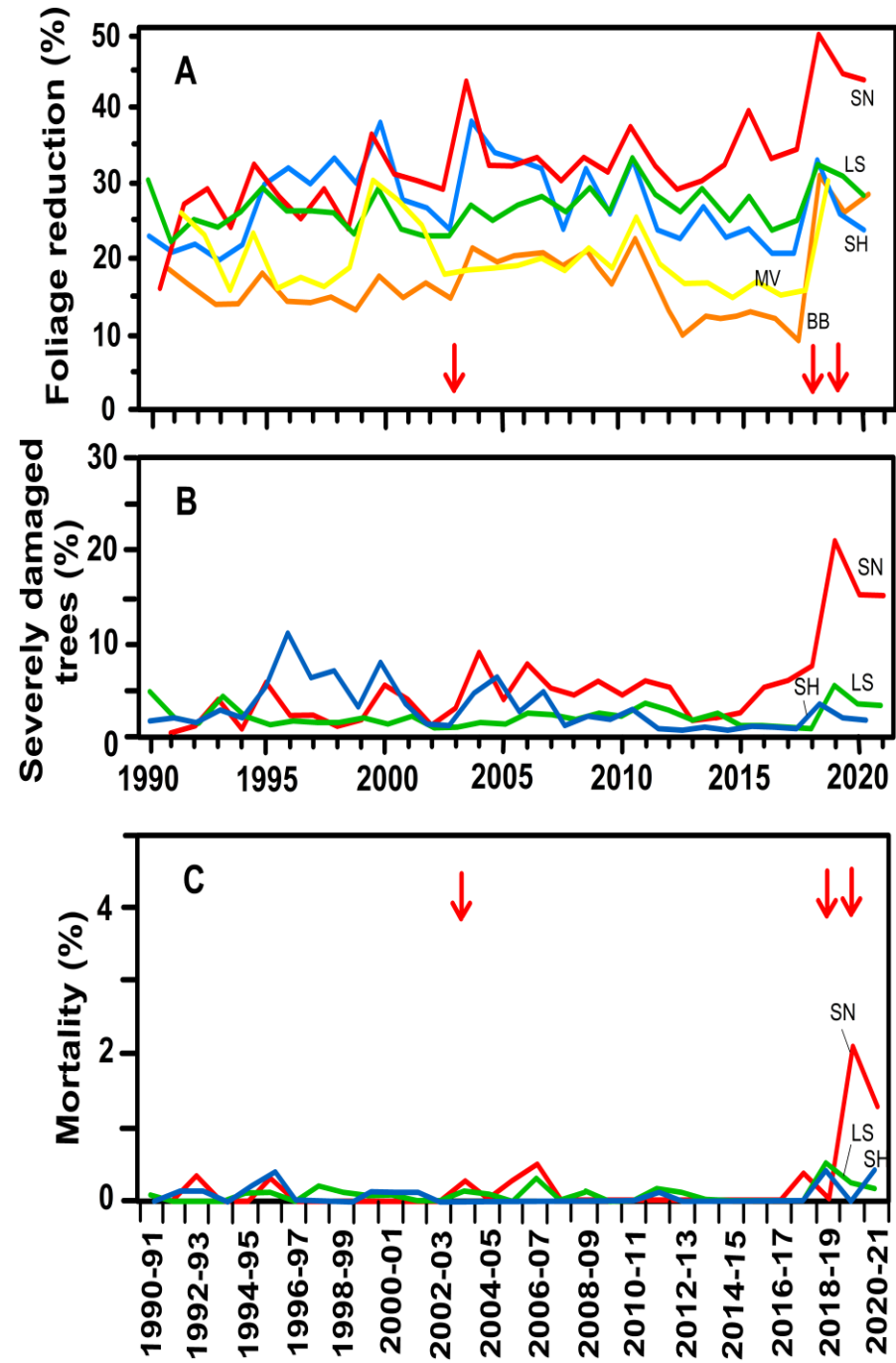


Vulnerability of beech

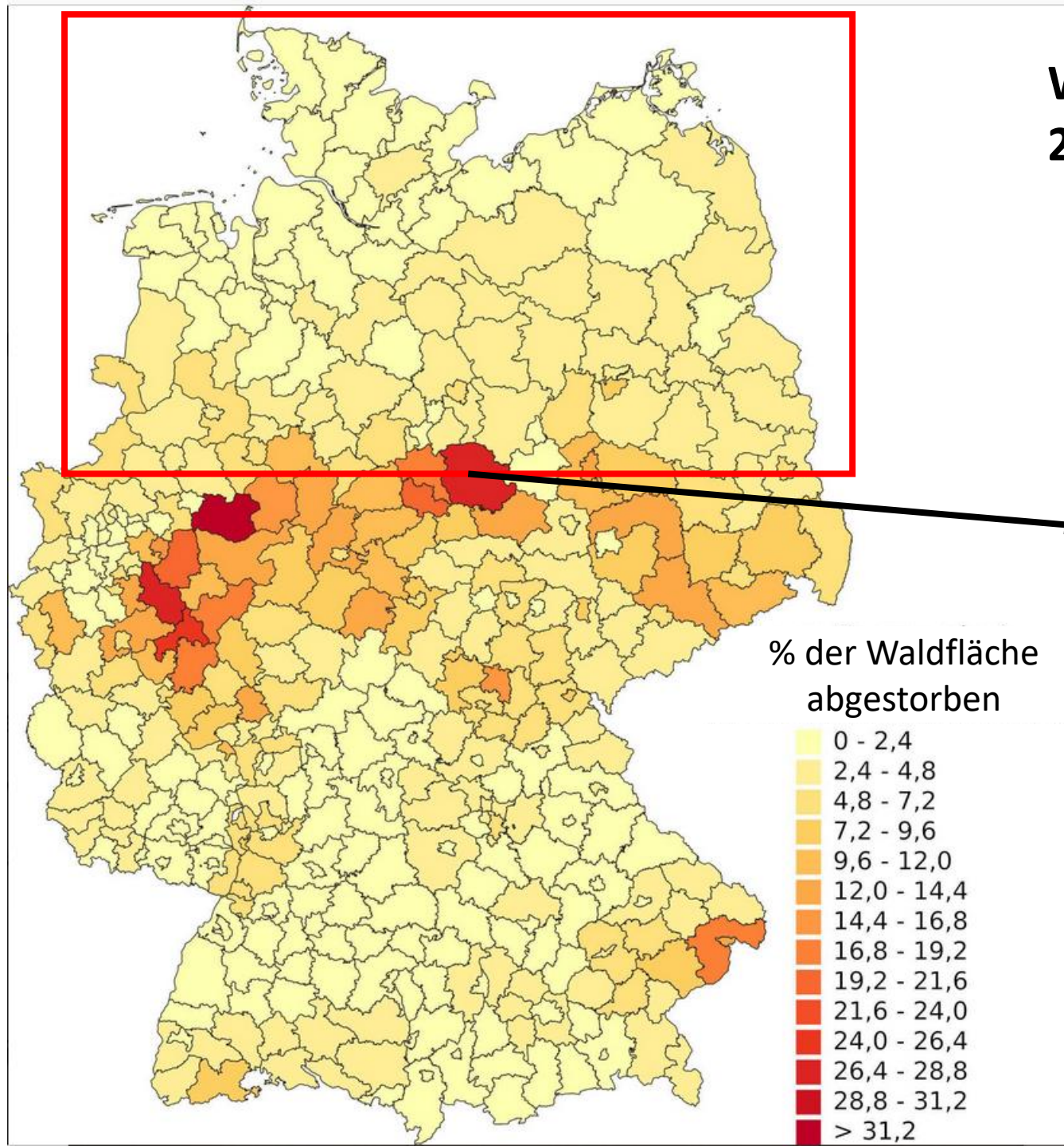
based on a threshold
of 350 mm mean
growing-season
precipitation



Zeitliche Entwicklung von Kronenverlichtung, Kronenschäden und Mortalität in norddeutschen Buchenwäldern (WZE – Level I-Daten)



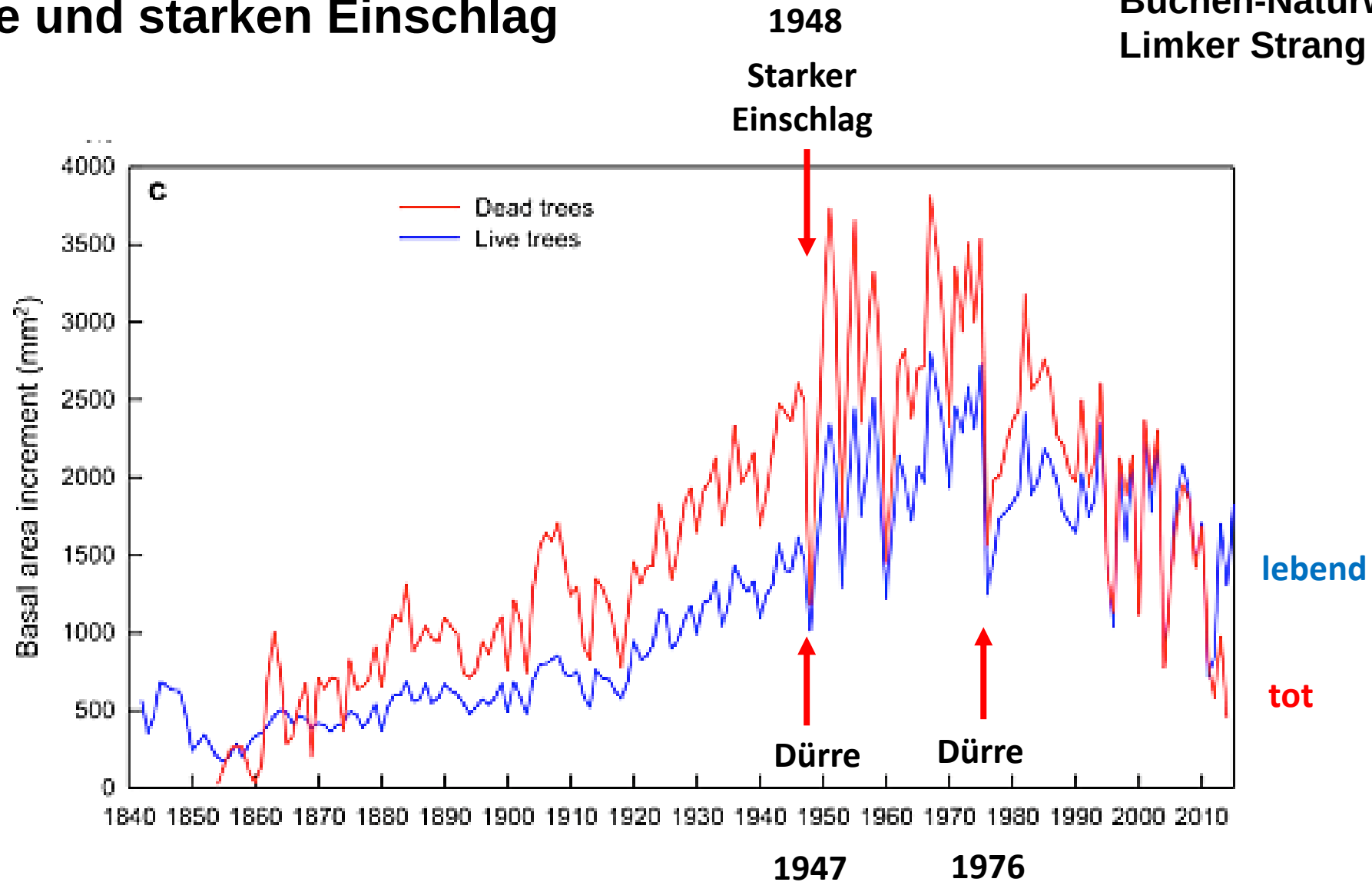
Waldschäden nach der 2018/19 Dürre und Hitzewelle



Fichtensterben (Brocken/Harz)

Destabilisierung der Buche durch Dürre und starken Einschlag

Buchen-Naturwaldreservat
Limker Strang (Solling)



Stark erhöhte interannuelle Zuwachsvariabilität nach Einschlag + Dürre – führt nach ca. 60 Jahren zum Tod

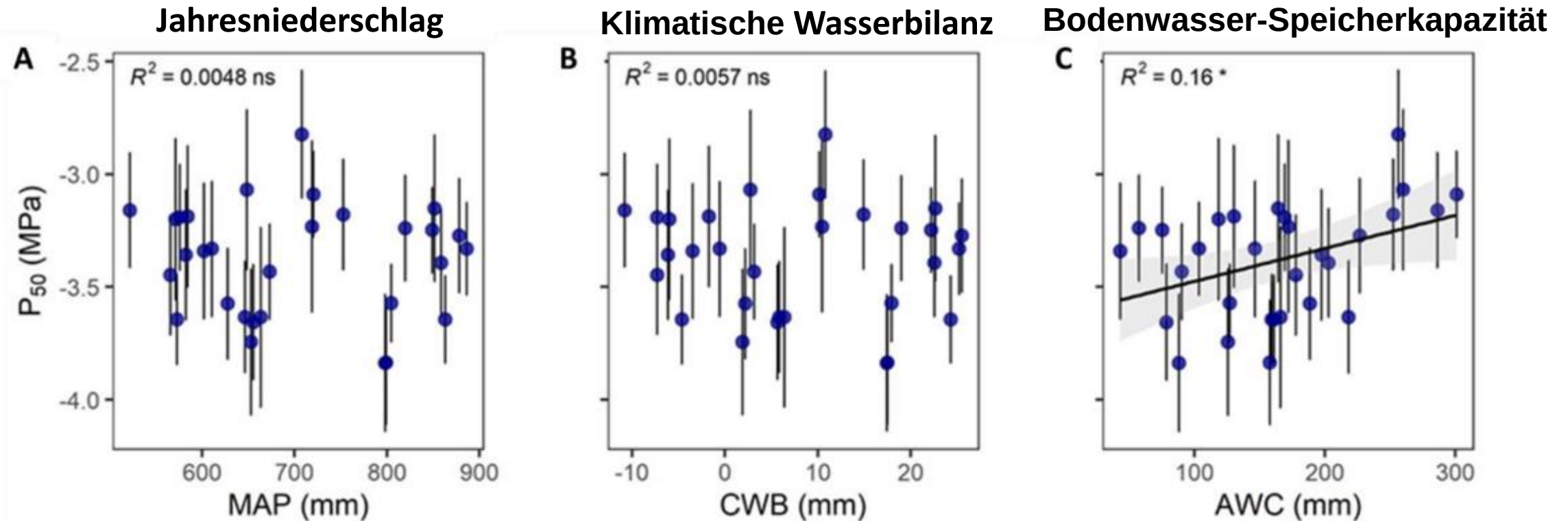
3. Anpassung der Buche an Trockenstress

Trockenstressantwort des hydraulischen Systems

Oberirdisch

(30 Bestände im Tiefland)

Embolieresistenz der Zweige (P_{50})



Keine erhöhte Embolieresistenz in trockenen Klimaten

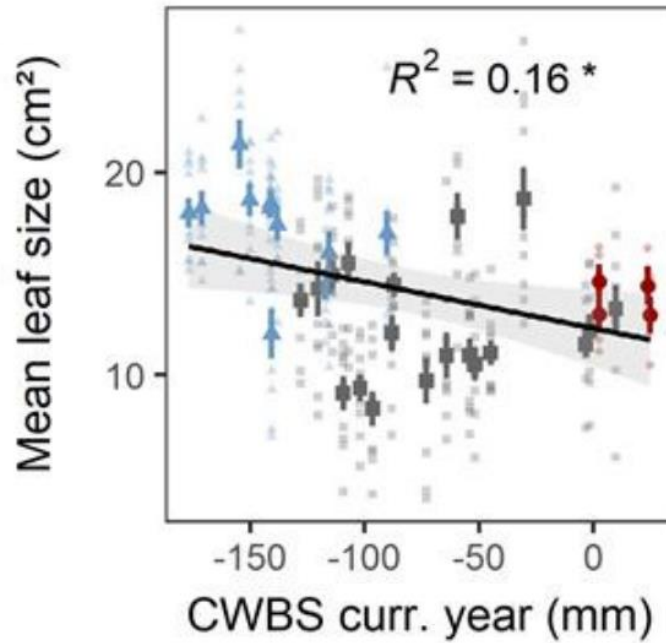
Aber Embolieresistenz-Erhöhung auf Böden mit reduzierter Wasserspeicherung

Trockenstressantwort auf der Blattebene

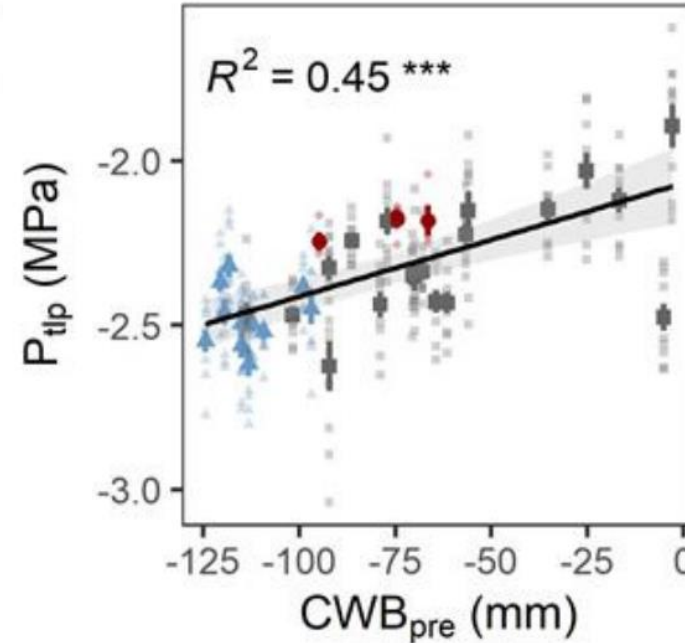
Oberirdisch

(30 Bestände im Tiefland)

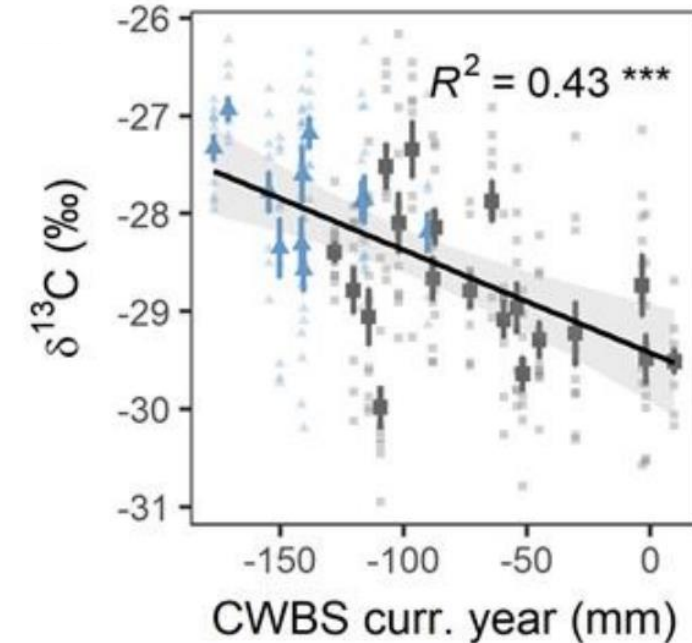
Blattgröße



Turgorverlust-Punkt



Stomatäre Leitfähigkeit ($\delta^{13}C$)



K l i m a t i s c h e W a s s e r b i l a n z

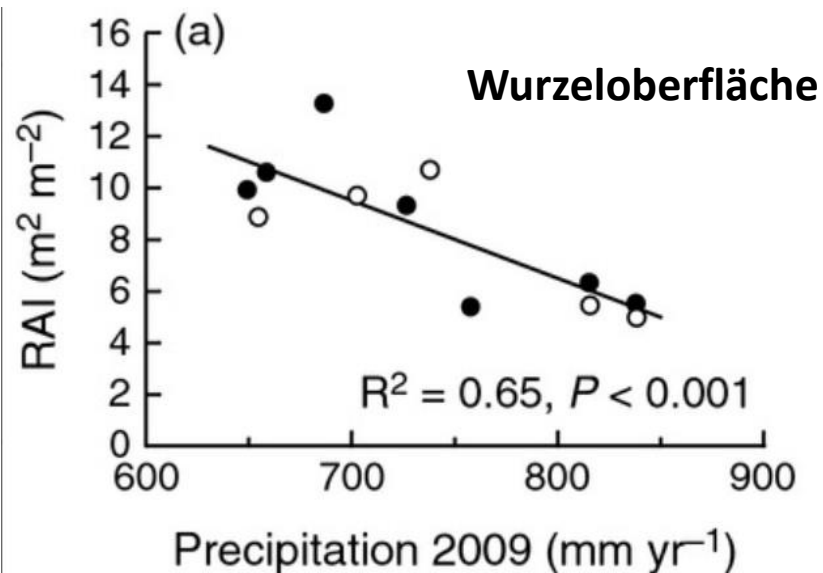
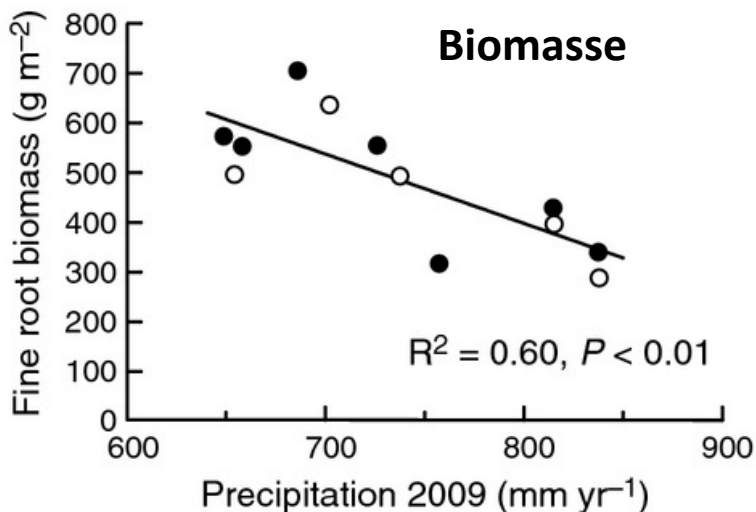
**Blattgröße nimmt mit
abnehmender Wasserbilanz
zu !**

**Absenkung des Turgorverlust-
Punktes mit
abnehmender Wasserbilanz**

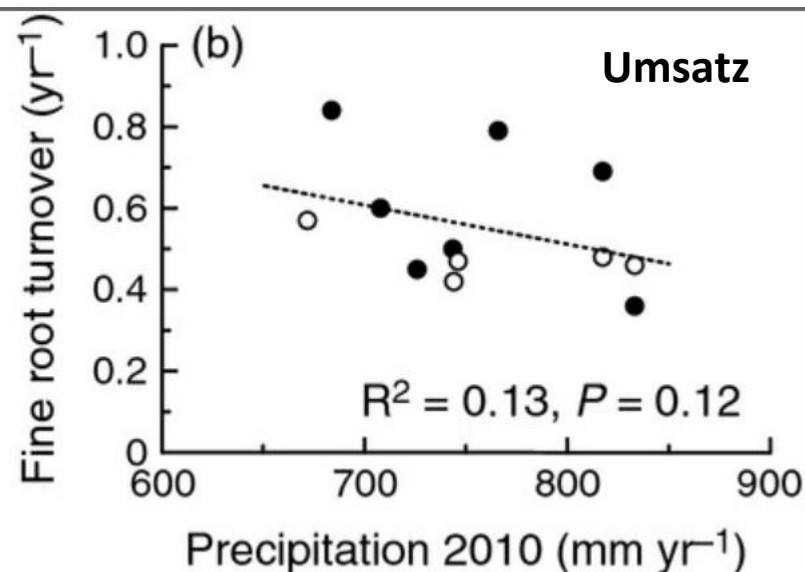
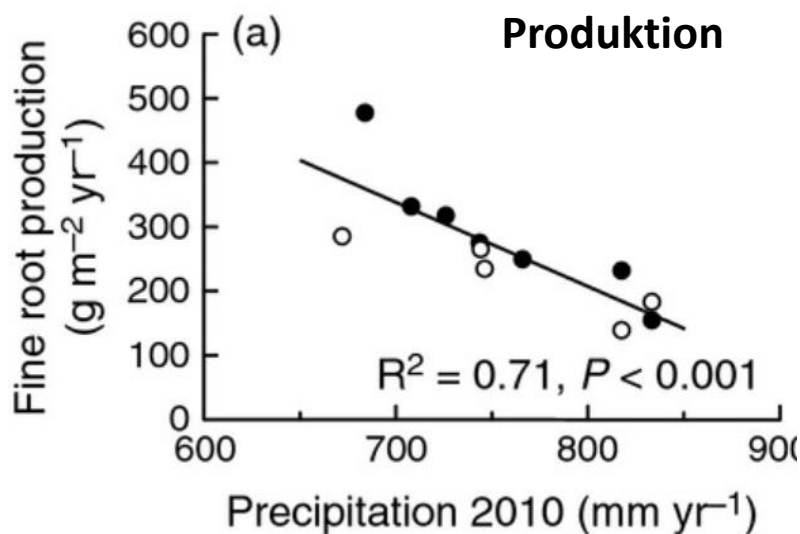
**Reduzierte stomatäre Leitfähigkeit
mit abnehmender Wasserbilanz**

Erhöhte Feinwurzelbiomasse, -produktion und Wurzelumsatz in trockeneren Klimaten

Unterirdisch



13 Bestände
entlang
Niederschlags-
gradient



Trocken

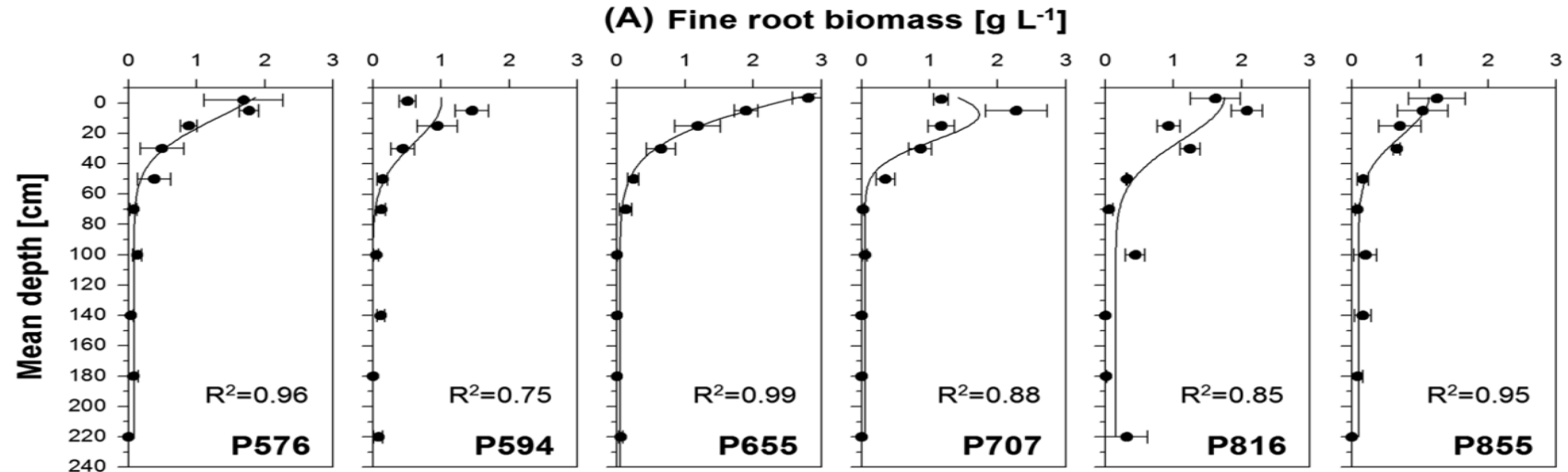


Feucht

Wurzeln Buchen in trockenen Klimaten tiefer ?

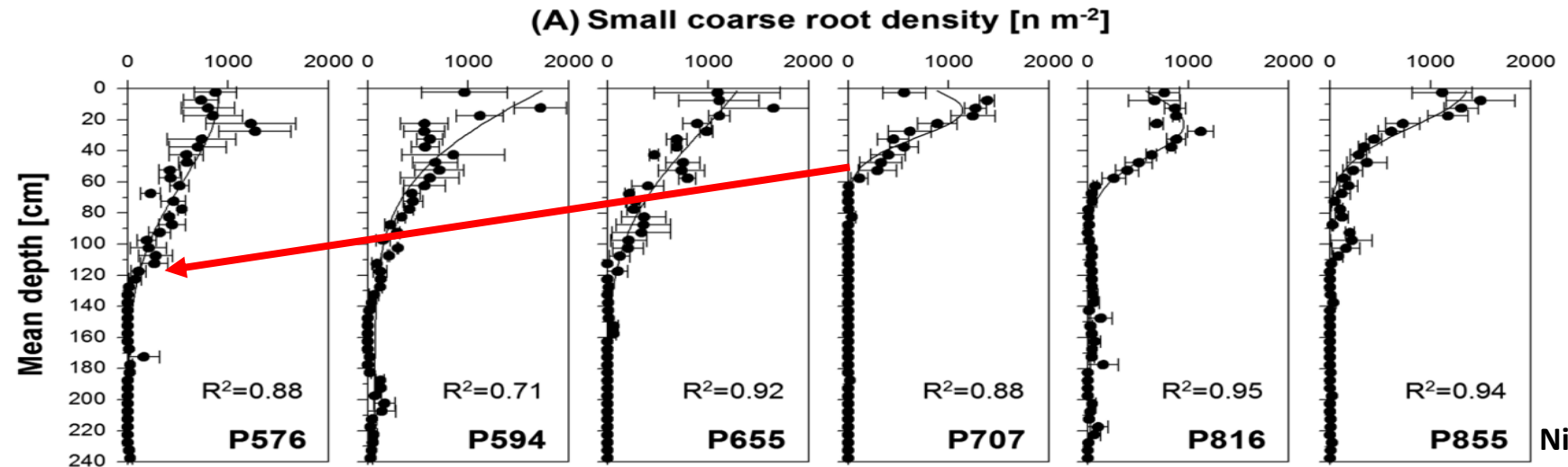
Unterirdisch

Keine Anpassung
des Feinwurzelsystems



Wurzeln
< 2 mm

Größere Tiefen-
erstreckung des
Schwachwurzelsystems



Wurzeln
2-5 mm

trockener

feuchter

Niederschlag (mm)

Zusammenfassung

Gefährdung der **Buche**:

- Großer Einfluss des **Juni-Niederschlages** und des Juni-Niederschlag-Trends
- **Höhere Sensitivität** gegenüber negativer Wasserbilanz **an trockenen Standorten**
- Negative Zuwachstrends bei **< 350 Sommerniederschlag**
- **Zunehmende Zuwachsvariabilität und -synchronizität** in den letzten Jahrzehnten
- Plastische Trockenstressantwort von Wurzelsystem und Blättern,
aber **wenig adaptives hydraulisches System**
- **Schwachstellen**: Blattflächenvergrößerung und Reduktion der spezif. Leitfähigkeit bei
Niederschlagsabnahme

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Anbauempfehlungen für die Zukunft:

Buche - nur bei Sommerniederschlag >> 350 mm, nicht bei fallendem Juni-Niederschlag, nur tiefgründigere + lehmreichere Böden, geschlossene Bestände (kein Schirmschlag)

Kiefer – Flächen deutlich reduzieren wegen Wasserverbrauch, geringer C-Bindung und Feuergefahr, bevorzugt auf ärmeren Sandstandorten, aber nicht an trockensten Standorten, da gefährdet

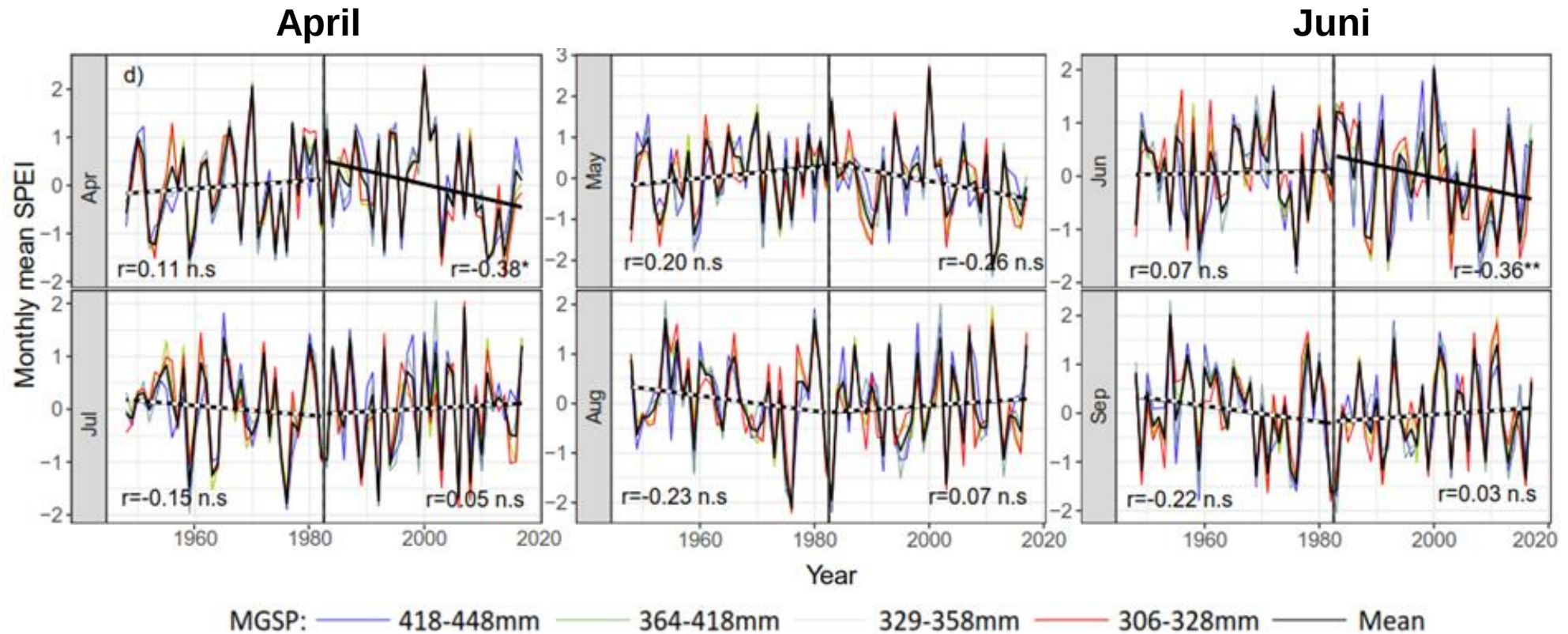
Laub-Nebenbaumarten inkl. Traubeneiche – verstärkter Anbau in Mischung bei <350 mm Sommer-niederschlag

Fichte, Douglasie – im Tiefland nur bei >>350 mm Sommerniederschlag wegen Dürreempfindlichkeit, nicht auf flachgründigen und windexponierten Standorten, Fläche der Fichte reduzieren, Douglasie nur kleinflächig an Gunststandorten

WICHTIG:

Holzmärkte umsteuern: Starke Ausweitung der stofflichen Verwertung von Laubholz, Nadelholzverbrauch zurückfahren, Begrenzung der energetischen Holznutzung

Klimatrends in der Norddeutschen Tiefebene: Klimatische Aridität

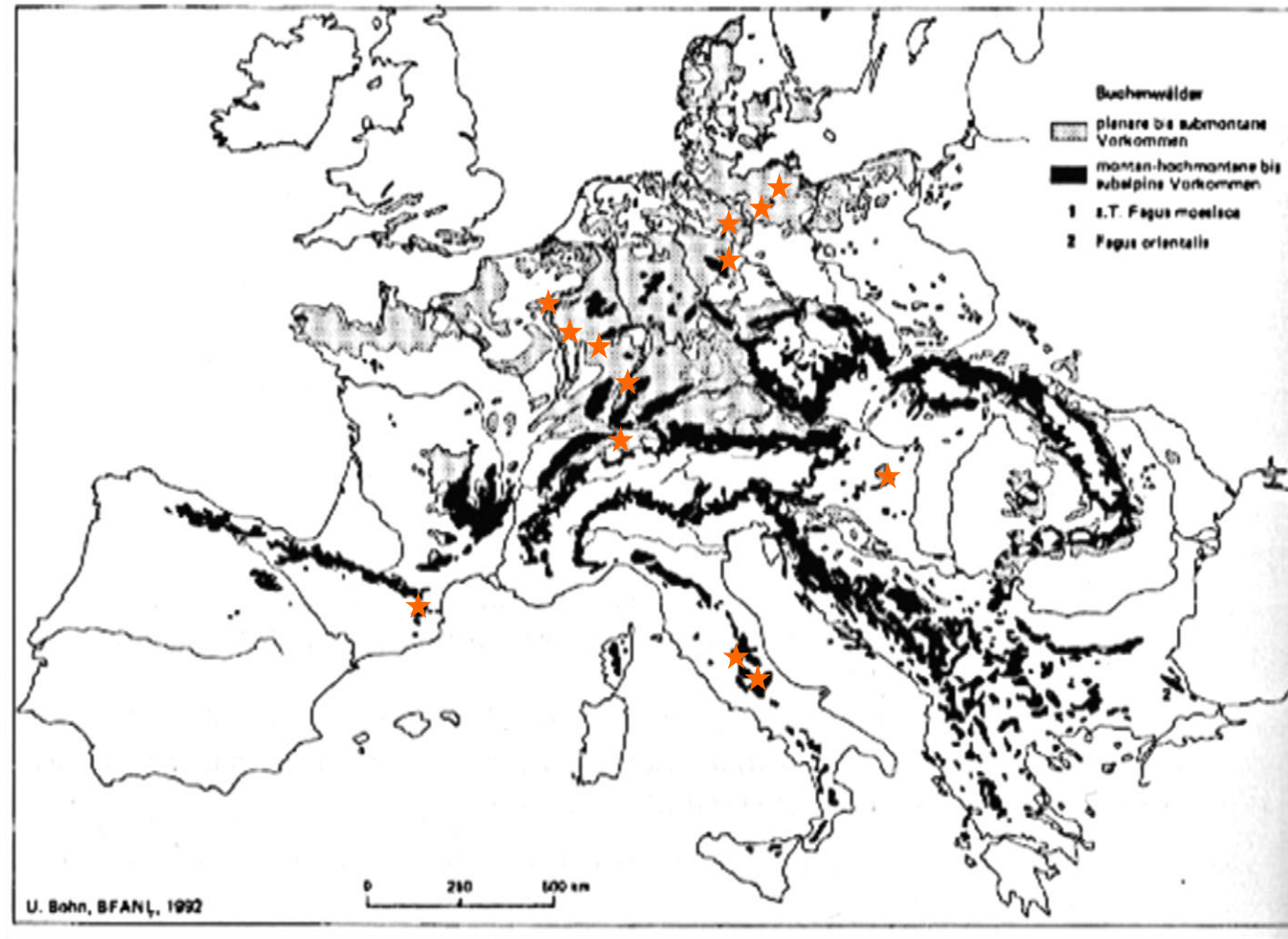


Signifikant zunehmende Aridität besonders im April und Juni

Regionen mit trockenheitsbedingten Wachstumsrückgängen bei der Buche

Belgien
Luxembourg
NE-Frankreich
Oberrheintal

Schweiz
Ost-Pyrenäen



Mecklenburg-Vorpommern.

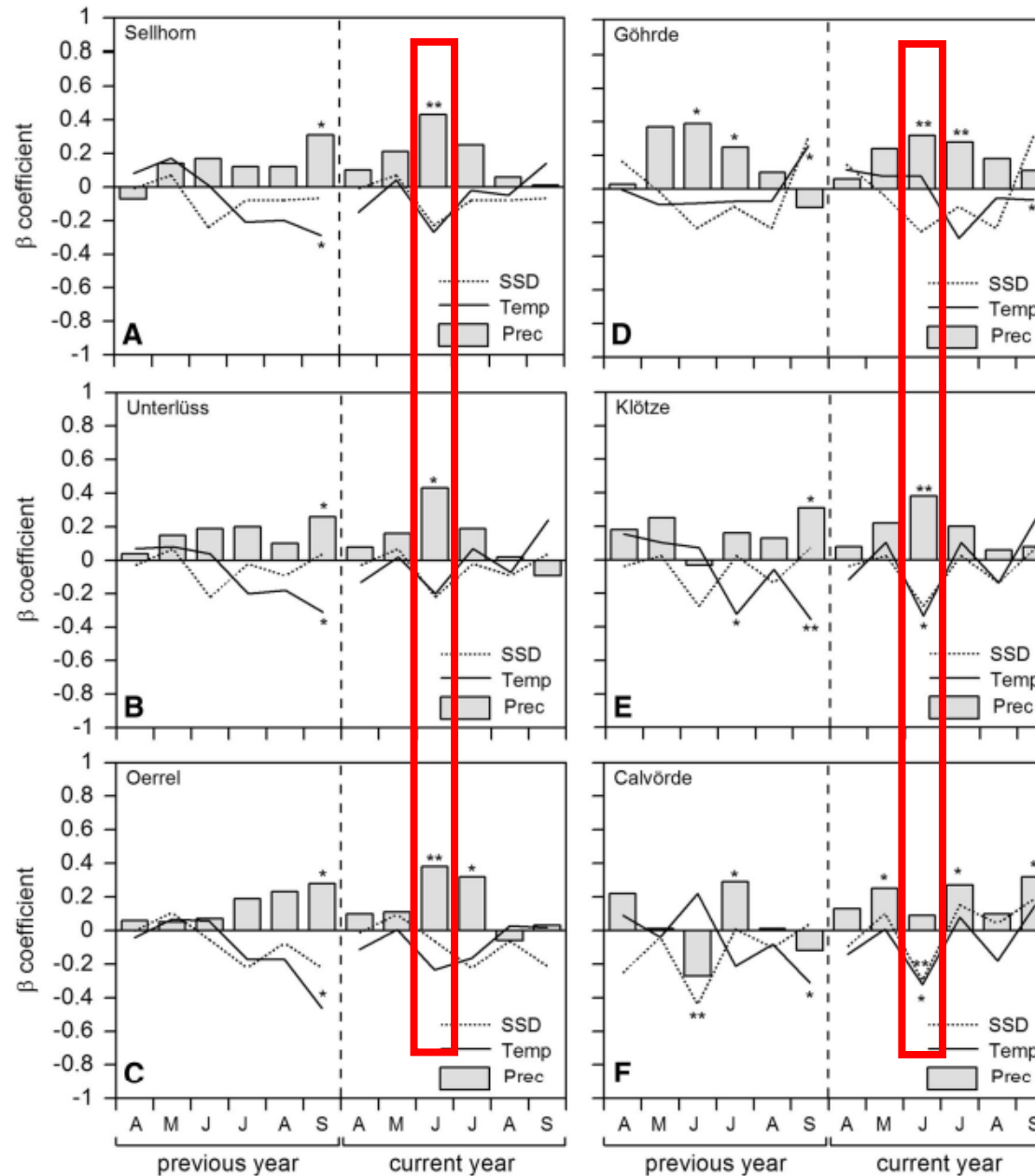
Sachsen-Anhalt

Ost-Harz

West-Ungarn

Appenin

Klimasensitivität des Zuwachses entlang des Klimagradienten



Hohe Sensitivität
gegenüber dem
Juni-Niederschlag
= wichtigster Faktor

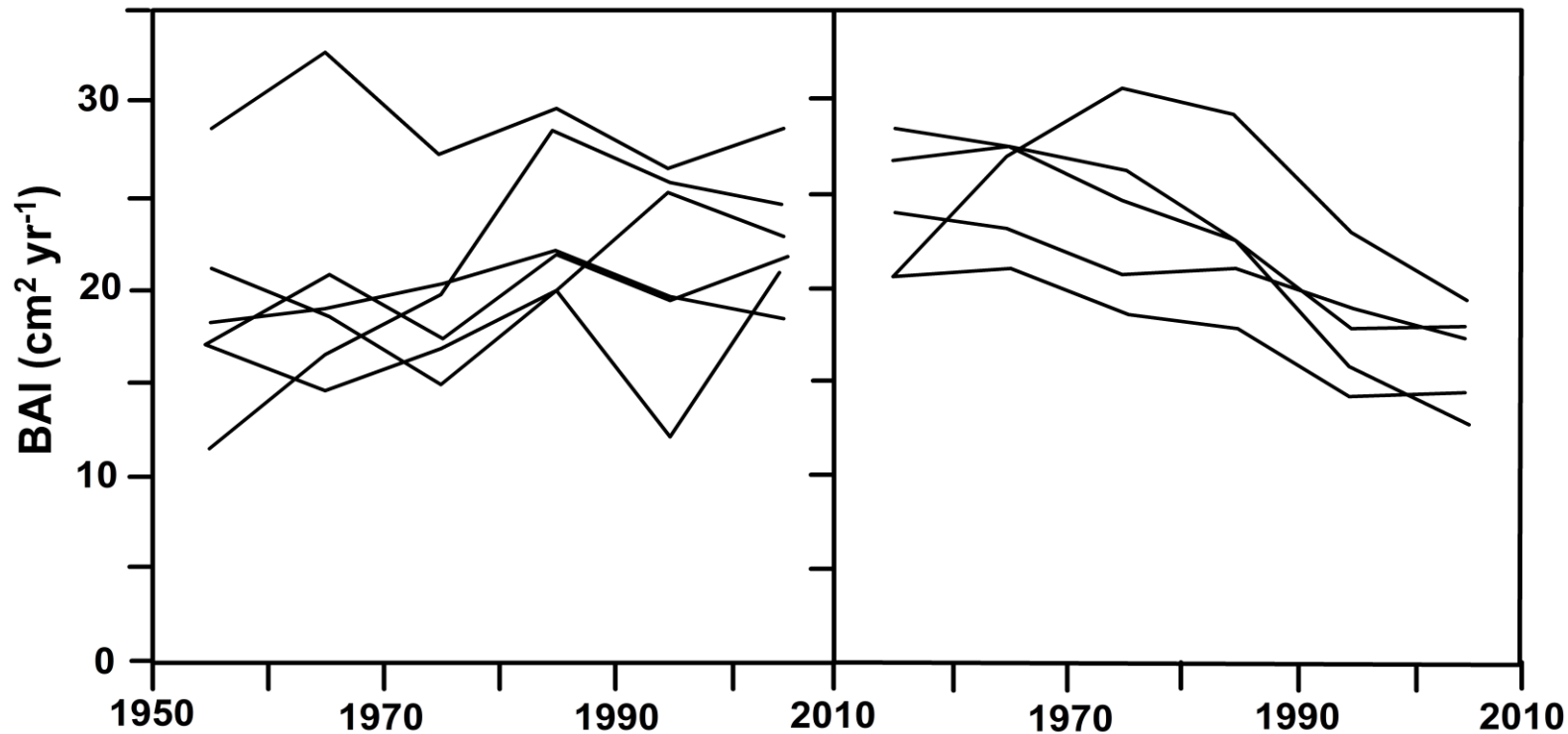
Zuwachsrückgänge an den trockenen Standorten

(11 Buchenwälder)

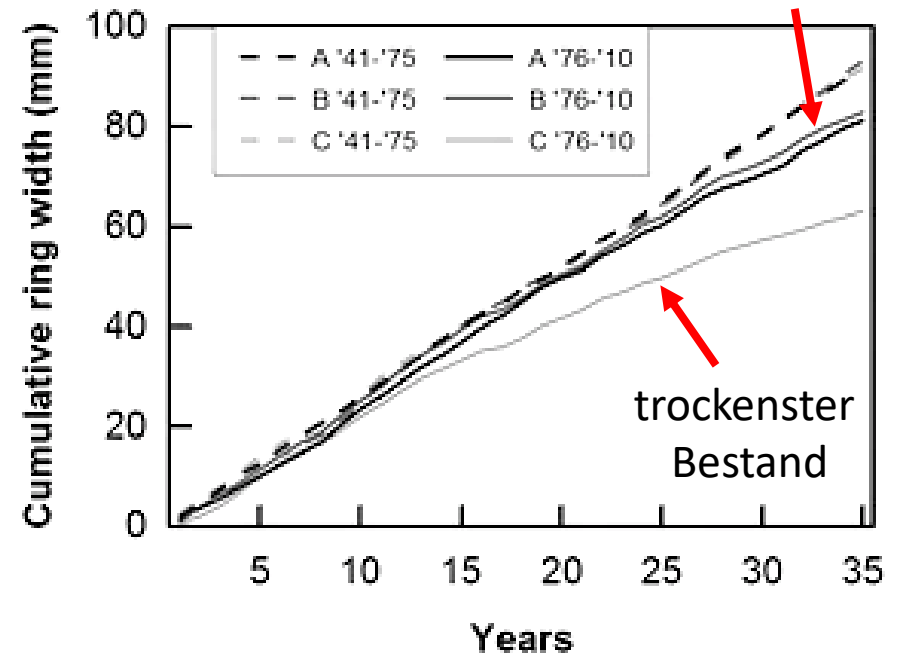
Feuchte Bestände (> 350 mm MGSP) **Trockene** Bestände (< 350 mm MGSP)

MGSP > 350 mm

MGSP < 350 mm



Geringerer Zuwachs am trockensten Standort feuchtere Bestände



Climatic turning point des Zuwachstrends: ~ 350 mm Niederschlag in der Vegetationsperiode