



Variation der Trockenstresswahrscheinlichkeit in Deutschland

Heike Puhlmann, Peter Hartmann

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

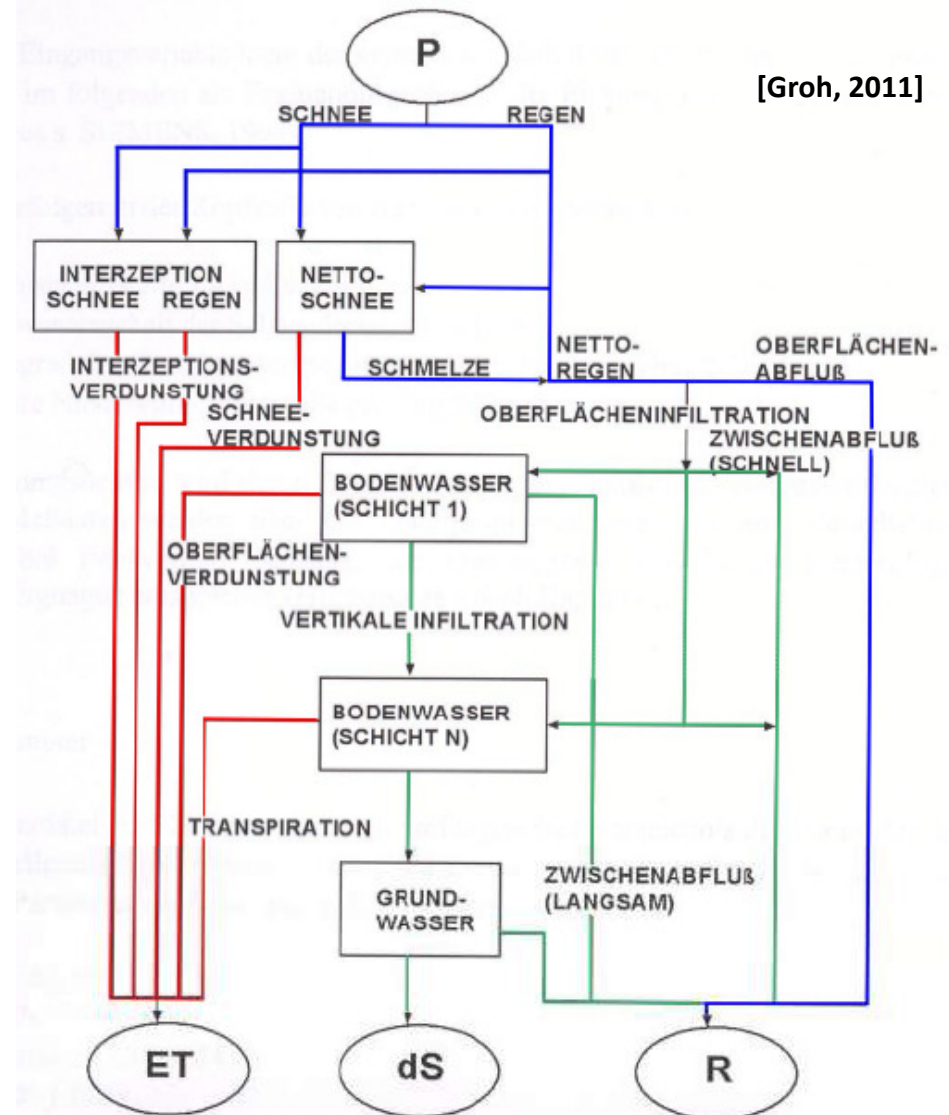
Paul Schmidt-Walter

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Modellierung des Bodenwasserhaushalts

2

- Modell: LWF-Brook90 (Hammel & Kennel 2001)
- Eindimensionale vertikale Modellierung der Wasserflüsse
- Tagesbasis
- Wasserbewegung im Boden über Richards-Gleichung, Mualem/van-Genuchten-Modell
- Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufs von (u.a.) Blattflächenindex, Bestandesdichte, -höhe und -alter

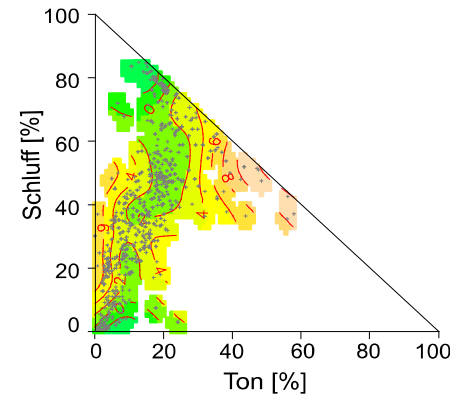


Modellinput: Klima, Boden, Waldbestand

3

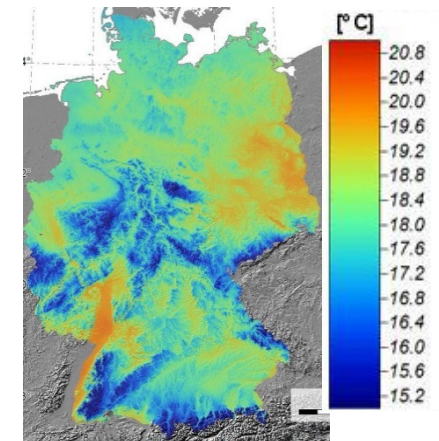
Boden

- Tiefenstufenmessungen Textur, TRD, Skelett
- Lücken ergänzt über Horizontbeschreibungen
- Testen verschiedener PTFs zur Ableitung von Wasserretention/Leitfähigkeit



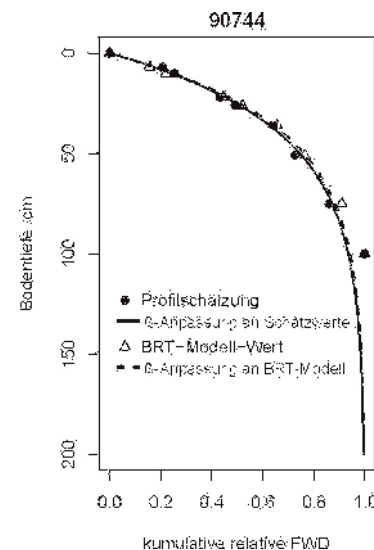
Klima

- Niederschlag, Temperatur, Luftfeuchte, Strahlung, Wind
- Regionalisierungsmodelle der AG Böhner/Uni Hamburg
- Tageswerte 1961-2013, 250m-Raster



Waldbestand

- Wurzelichte = $f(\text{Tiefe, Humus, TRD, Hangneigung, nFK})$
- PTF entwickelt an Profilhählungen (Hartmann & von Wilpert 2014)
- Schätz- und Literaturwerte für LAI etc. für Bestandestypen (BZE-Kopfdaten)



Modelloutput: tägliche Wasserhaushaltsgrößen

4

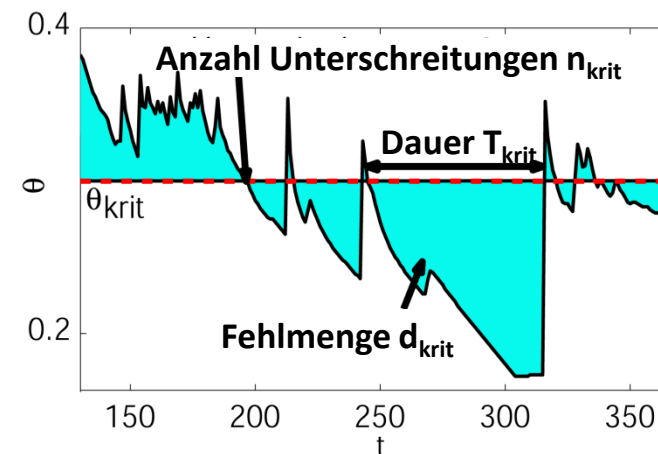
- Tageswerte aller Wasserhaushaltskomponenten:
 - Verdunstung/Transpiration
 - Bodenwassergehalte, -spannungen, -flüsse in verschiedenen Tiefenstufen
 - Tiefensickerung/Grundwasserneubildung

- Wassermangelindizes, u.a.:

Transpirationsdifferenz (TDiff) = aktuelle Transp. [mm] – potentielle Transp. [mm]

$$\text{relativer Wassergehalt (REW)} = \frac{\text{aktueller Wassergehalt [mm]}}{\text{nutzbare Feldkapazität (nFK) [mm]}}$$

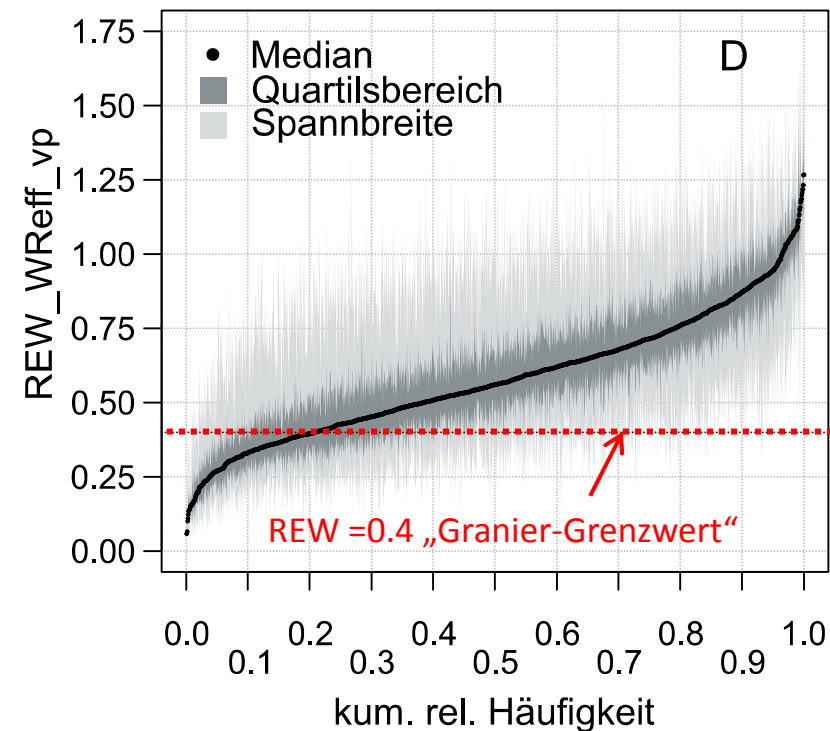
- Schwellenwertbetrachtung: Unterschreitung von Grenzwerten für absoluten/relativen Bodenwassergehalten, Saugspannungen
- Aggregation zu Jahressummen und Summen über die Vegetationszeit



Variabilität der modellierten Wasserverfügbarkeit (REW)

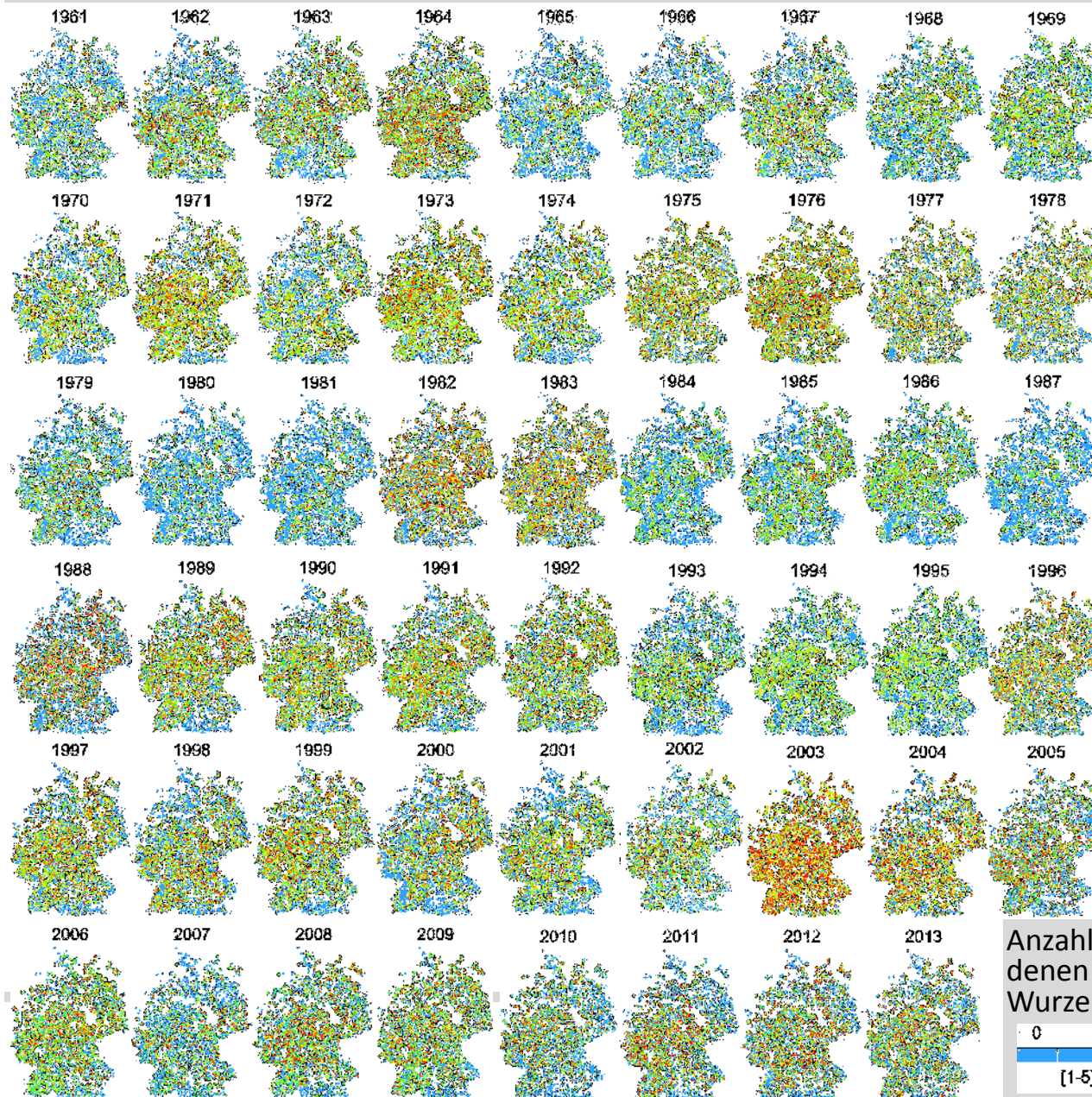
5

- Bsp.: kumulative Häufigkeitsverteilung der mittleren pflanzenverfügbaren Bodenwasserspeicherfüllung im Wurzelraum während der Vegetationszeit
- Ca. 10 % der Plots sehr feucht: REW >90 % nFK in mindestens der Hälfte der Jahre (1981-2010) → Stauwassergeprägte Böden, Plots mit hohen Niederschlägen
- Ca. 20 % der BZE-Plots sehr trocken: REW <40 % nFK in mindestens der Hälfte der Jahre
 - Geringe Niederschläge während der Vegetationszeit
 - Plots mit geringer nFK (hohe Skelettanteile, flache Durchwurzelung)
- Bei den meisten BZE-Plots tritt anhaltender Wassermangel nur in extremen Trockenjahren auf.
- Der Granier-Grenzwert von 40 % nFK wird jedoch bei ca. 70 % der BZE-Plots zw. 1981 und 2010 mindestens einmal unterschritten.



Raum-Zeit-Muster von Wassermangel (Bsp. psi_krit)

6



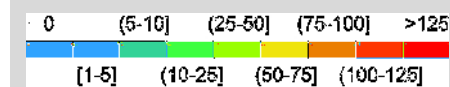
extreme Trockenjahre:

teilweise sehr starkes und lang andauerndes Unterschreiten der kritischen Bodenwasserspannung an nahezu allen BZE-Punkten ein

mittlere Jahre:

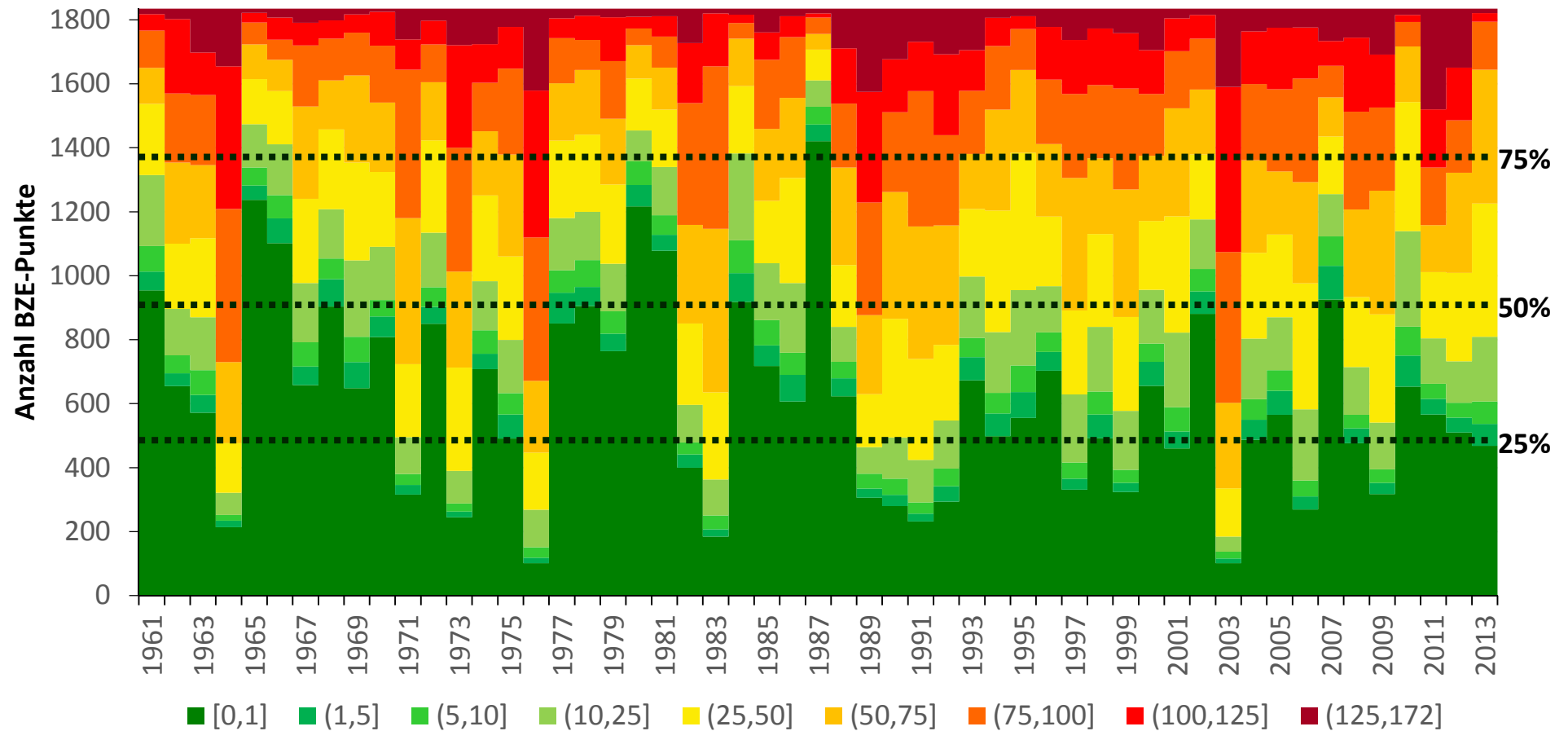
intensiver Wassermangel in grobbodenreichen Mittelgebirgslagen, in denen die niedrige nFK schnell durch Pflanzentranspiration aufgezehrt ist, und im Bereich des Regenschattens von Gebirgen (z.B. östlich des Harzes, Thüringer Becken)

Anzahl der Tage in der Vegetationsperiode, an denen kritische Wasserspannung (-1200 hPa) im Wurzelraum unterschritten wird



Trends von Wassermangel (Bsp. psi_krit)

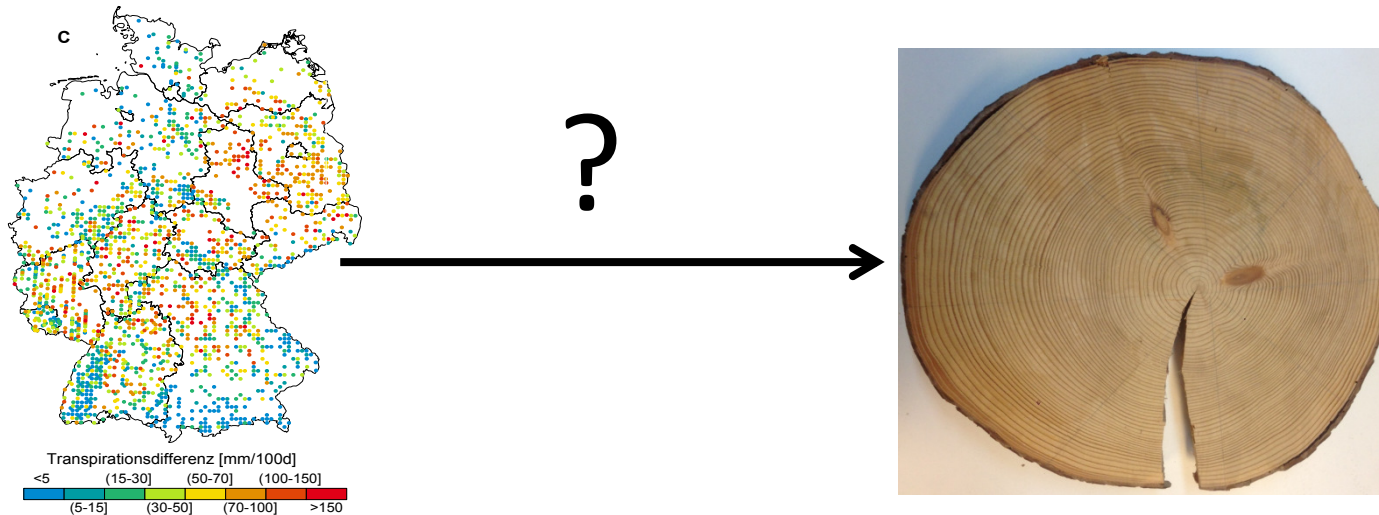
7



Auswirkungen von Wassermangel auf das Baumwachstum

8

- Ziel: Einfluss von Wassermangelindizes auf jährlichen Zuwachs quantifizieren

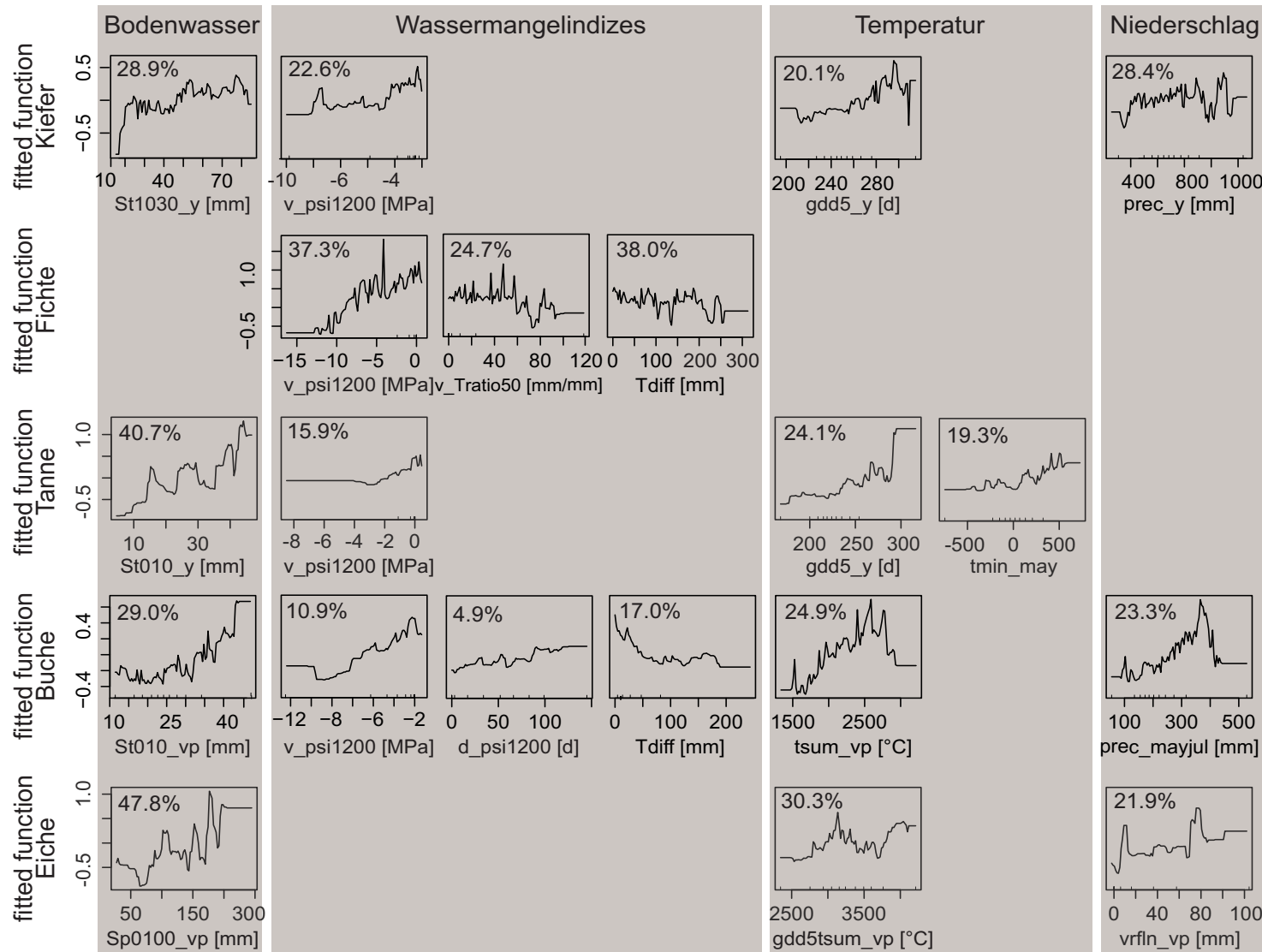


- Material:
 - jährliche Klimagrößen und Wassermangelindizes aus LWF-Brook90-Modellierungen
 - Jahrringvermessungen an Bohrkernen an BZE-Punkten von NW-FVA und FVA-BW (Buche, Eiche, Fichte, Tanne, Kiefer)
- Methode: Boosted Regression Trees

Auswirkungen von Wassermangel auf das Baumwachstum

9

- Bodenwasserspeicher/Wassermangelindizes als Kovariablen in allen BRT-Modellen enthalten
- geringere Bodenwasserverfügbarkeit = geringere Jahrringbreiten



Einfluss von Wassermangel v.a. auf Fichte und Buche

Kovariablen, die die Wasserverfügbarkeit beschreiben, sind für 48 % (Eiche) bis 100 % (Fichte) der durch die BRTs erklärten Varianz verantwortlich.

- Die bodenphysikalischen Erhebungen der BZE II ermöglichten die Parametrisierung von Bodenwasserhaushaltsmodellen.
- Treibende Faktoren für die räumliche Variabilität des modellierten Wassermangels sind Niederschlag sowie Gründigkeit, Grobbodenanteil und nFK der Standorte.
- Die abgeleiteten Wassermangelindizes deuten auf zunehmenden Trockenstress ab dem Ende der 1980er Jahre hin.
- Modelle liefern Grundlage für weitere Auswertungen (z.B. Sickerwasserqualität, Klimaszenarien).

Danke
für Ihre Aufmerksamkeit!