

# **Einfluss regionaler Klimaänderungen auf den Wasserhaushalt von Rebstandorten:**

Risikoanalyse für die hessischen Weinbaugebiete mit Hilfe eines  
physiologischen Rebenmodells

**Marco Hofmann**

**Hans R. Schultz**

**Hochschule Geisenheim University**

**Institut für allgemeinen und ökologischen Weinbau**

1. Wofür benötigen wir ein Modell?
2. Welche Faktoren muss ein solches Modell berücksichtigen?
3. Wie gut ist die Beschreibung der Wirklichkeit?
4. Wie kann man ein solches Modell zur Risikoabschätzung einsetzen?

# Klimaänderung in Hessen, 1951 bis 2010

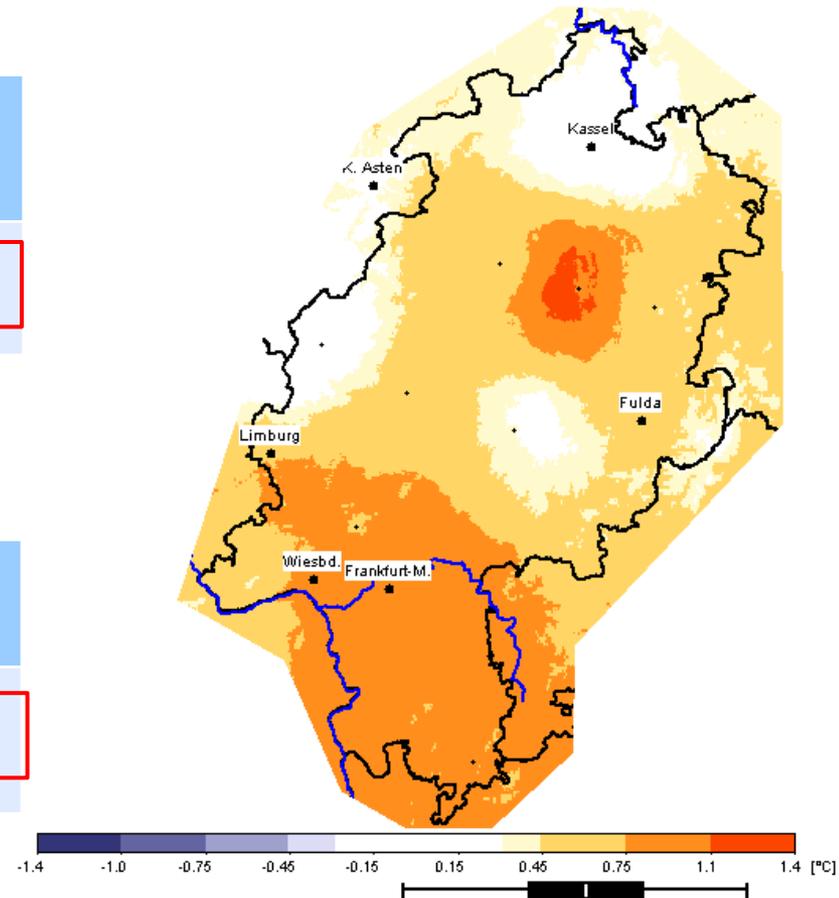
## Temperatortrend 1951 - 1980 zu 1981 - 2010

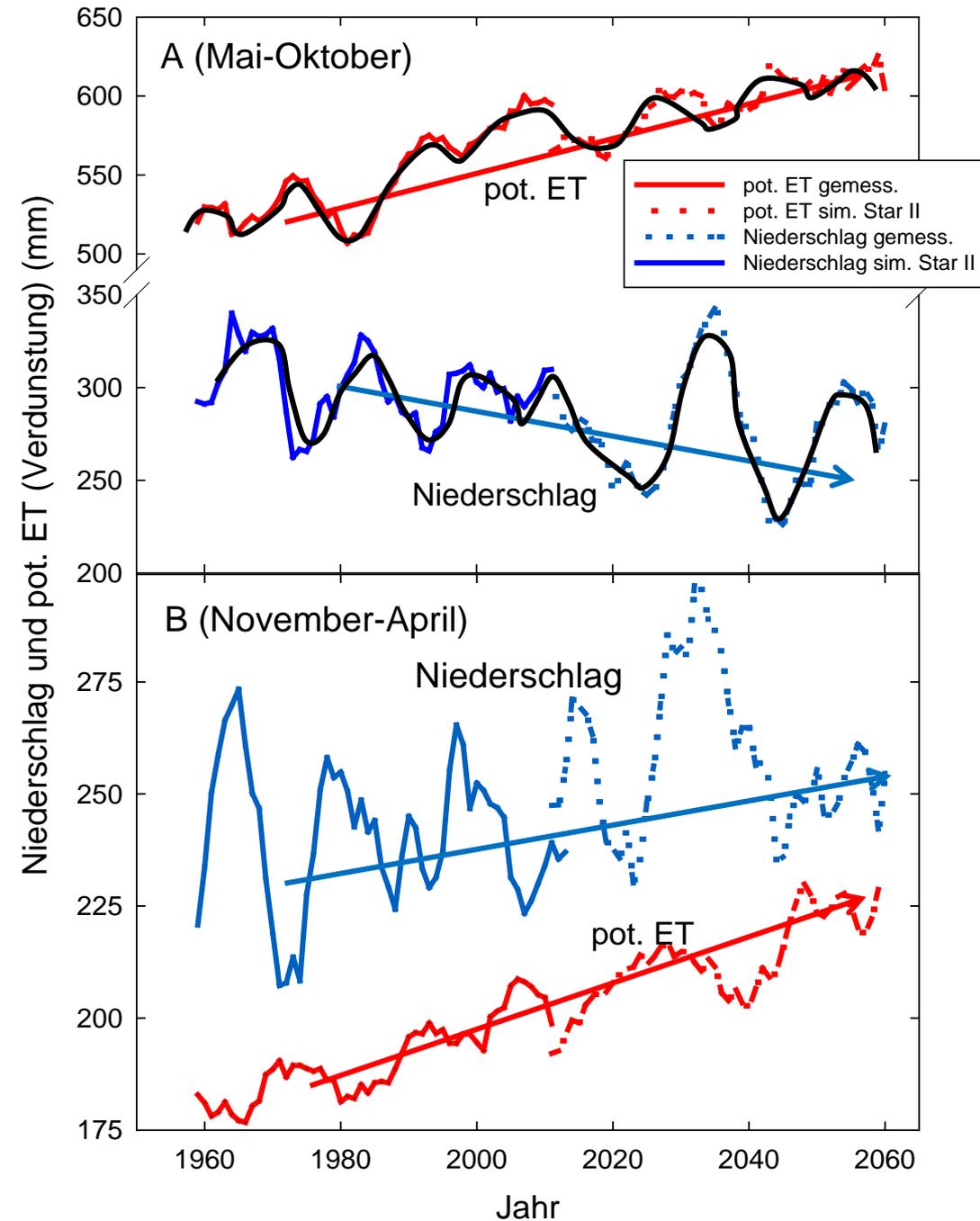
Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
+0,8 °C	+0,8 °C	+0,3 °C	+0,5 °C	<b>+0,6 °C</b>

## Niederschlagstrend 1951 - 1980 zu 1981 - 2010

Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
+11,8 %	-11,9 %	+10,7 %	+10,2 %	<b>+4,0 %</b>

Flächenmittel: +0,6 °C





Variabilität in der  
Vergangenheit und  
Zukunft,

Zyklische Variationen

Schultz and Hofmann unveröff

# -Wasserhaushaltsmodell- Bilanz der Bodenfeuchte

$$ET_a = T_R + E_{\text{offen}} + ET_{\text{begrünt}}$$

**Nied**

**T-Reben**

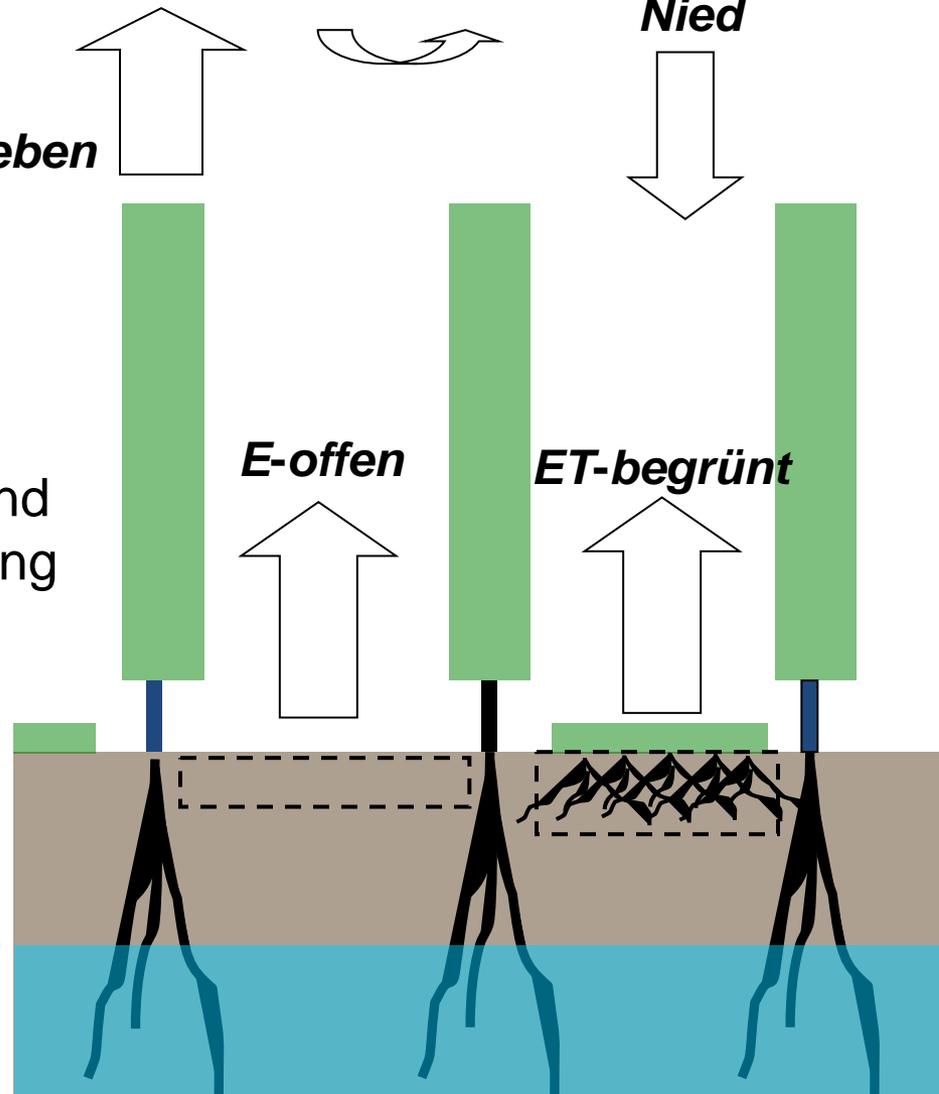
$$BF_d = BF_{d-1} + \text{Nied} - ET_a$$

Teilreservoir für begrünt und  
offenen Boden, zur Bestimmung  
des Einflusses der  
Bodenfeuchte auf die  
Evapotranspiration

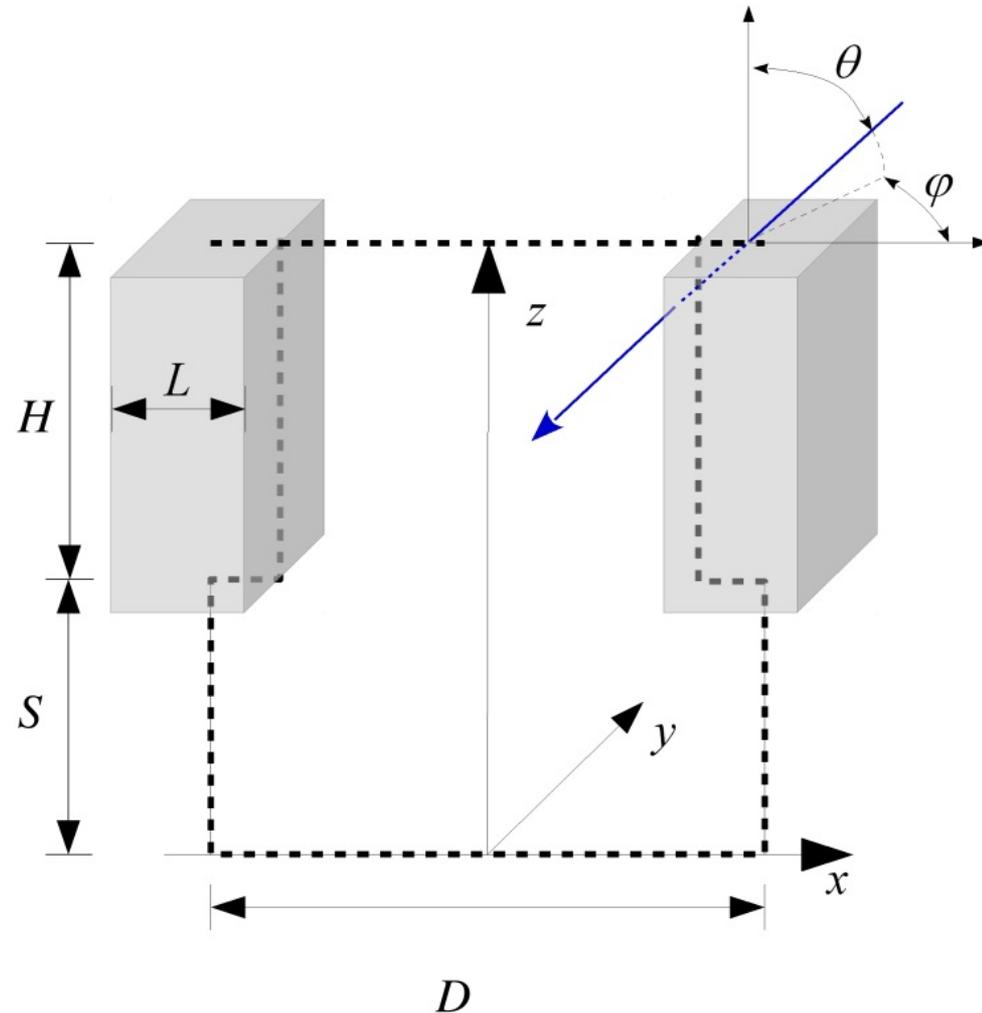
**E-offen**

**ET-begrünt**

**pflanzenverfügbares Wasser (BF)**



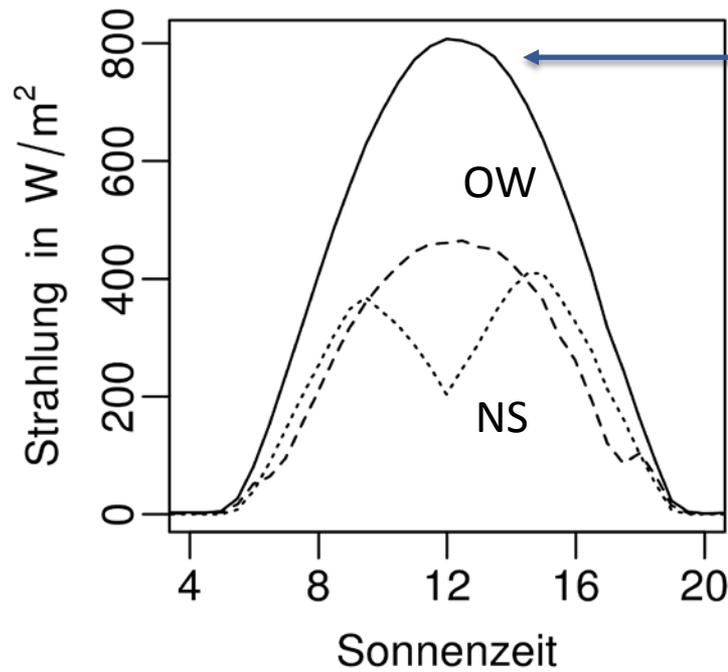
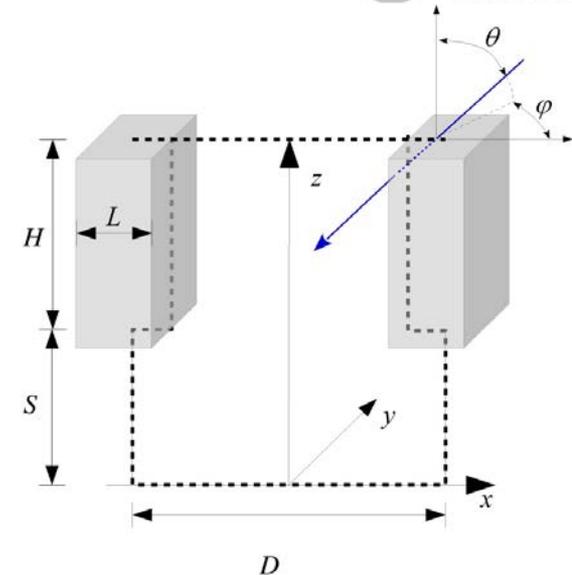
- Vereinfachte geometrische Struktur einer Einheitszelle
- Strahlverfolgungsrechnung unter Berücksichtigung der Geometrie des Weinbergs und der Porosität der Laubwand



# Modell zur Aufteilung der Strahlung im Weinberg

Mit den Ergebnissen der Simulation kann man die

- Albedo des Weinbergs,
- die Strahlungsanteile der direkten Strahlung, die auf Reben oder Boden entfallen (abhängig von der Richtung relativ zum Weinberg),
- die Strahlungsanteile der diffusen Strahlung bestimmen.



Globalstrahlung (Geisenheim, 20.8.2011)

OW- Ost-West Zeilenrichtung  
NS - Nord-Süd

Monte-Carlo Simulation der Strahlungsverteilung

# -Wasserhaushaltsmodell- Aufteilung der Evapotranspiration

Die potenzielle Verdunstung wird entsprechend der Verteilung der Strahlung auf Reben und Boden aufgeteilt:

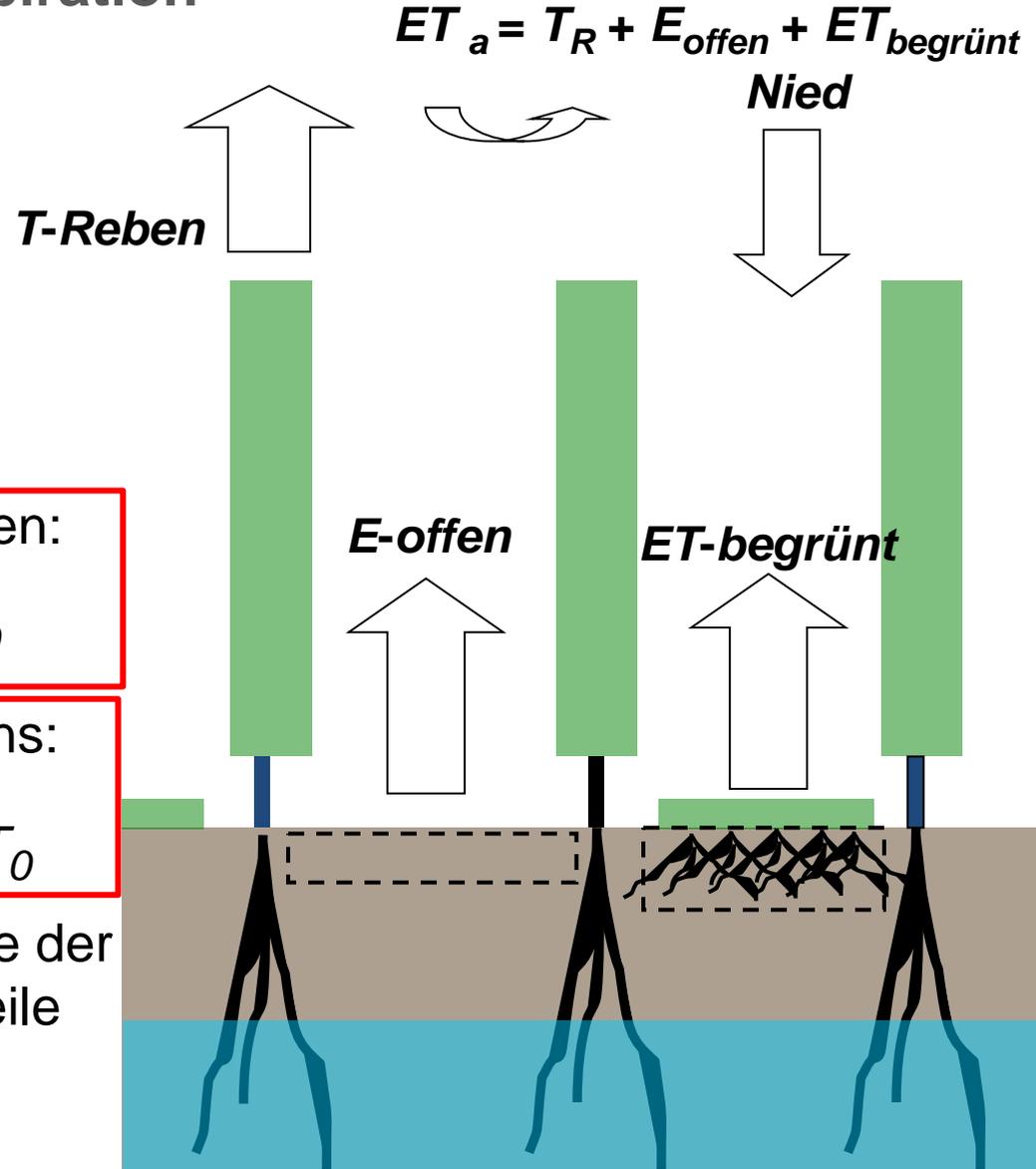
Potenzielle Transpiration der Reben:

$$T_{0,Reben} = R_{Reben}/R_{Weinberg} \times ET_0$$

und Evapotranspiration des Bodens:

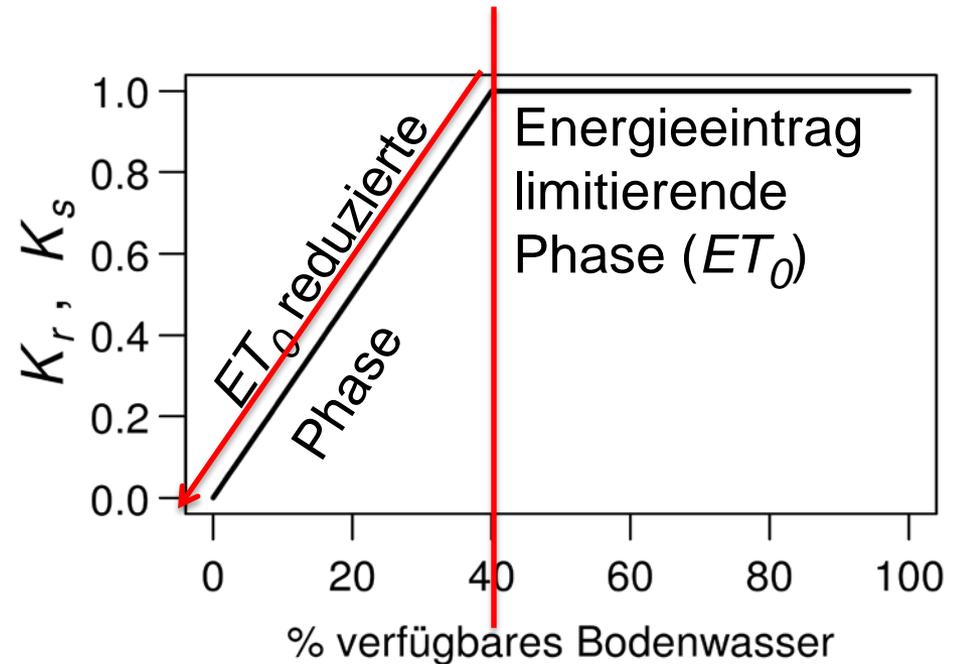
$$ET_{0,Boden} = R_{Boden}/R_{Weinberg} \times ET_0$$

Eingangsgröße für die Submodelle der offenen und begrüntem Bodenanteile



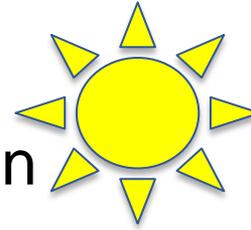
# - Wasserhaushaltsmodell - Einfluss der Bodenfeuchte auf die Evapotranspiration

Entsprechend FAO56 (Allen et al., 1998) werden zwei Phasen definiert und auf die Teilsysteme Reben, offener und begrünter Boden angewendet



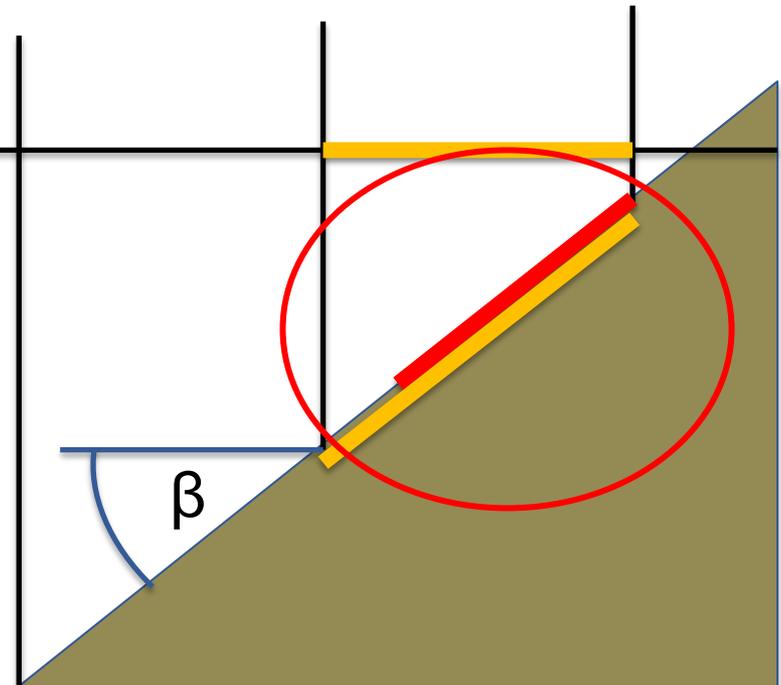
Parameter:

Frei transpirierbare Bodenwasser  
(Free transpirable soil water)

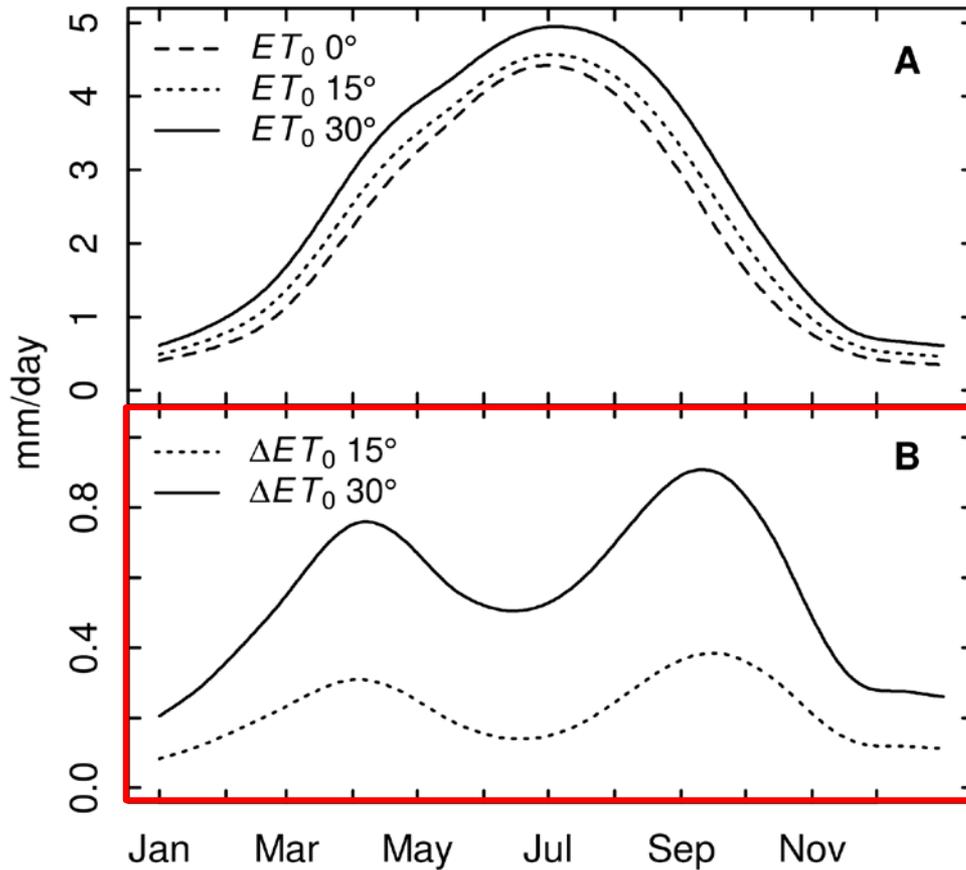


1. Transformation der Strahlung in die geneigte Fläche
2. Berechnung der ET (pro m<sup>2</sup> geneigte Fläche- ET<sub>0s</sub>)
3. Bestimmung des horizontalen Äquivalents ET<sub>0</sub>:

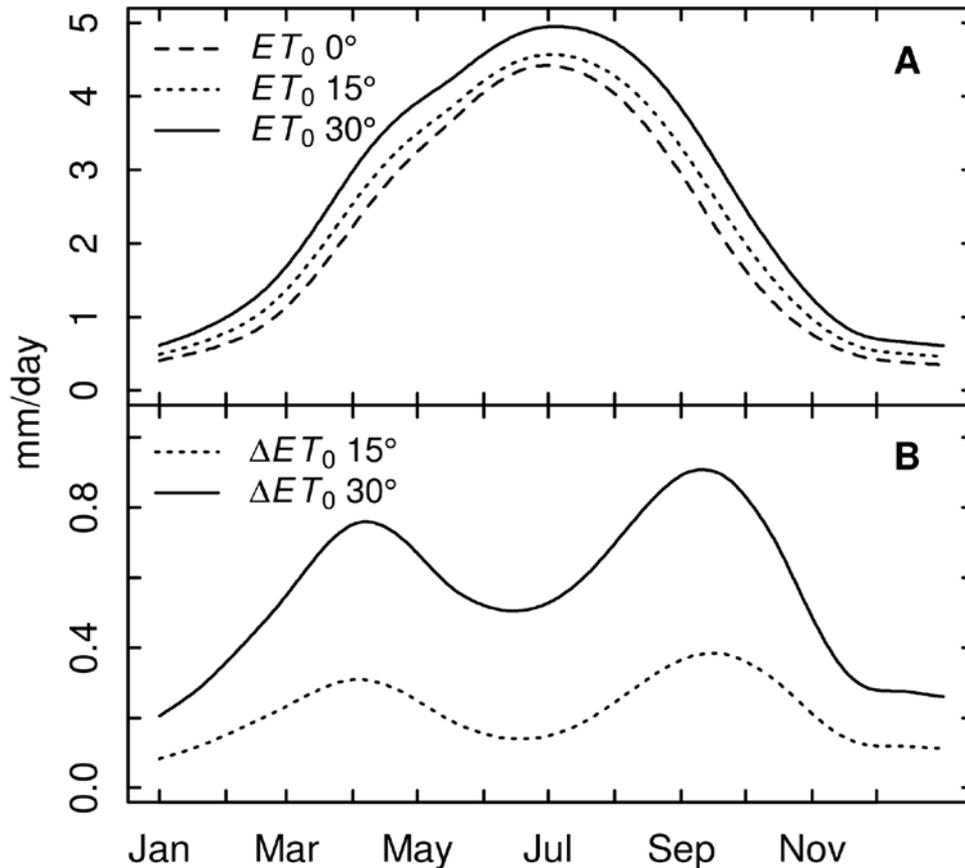
$$ET_0 = ET_{0s} / \cos\beta$$



## Tagesmittel der ET<sub>0</sub> (Daten Geisenheim 2000-2013)



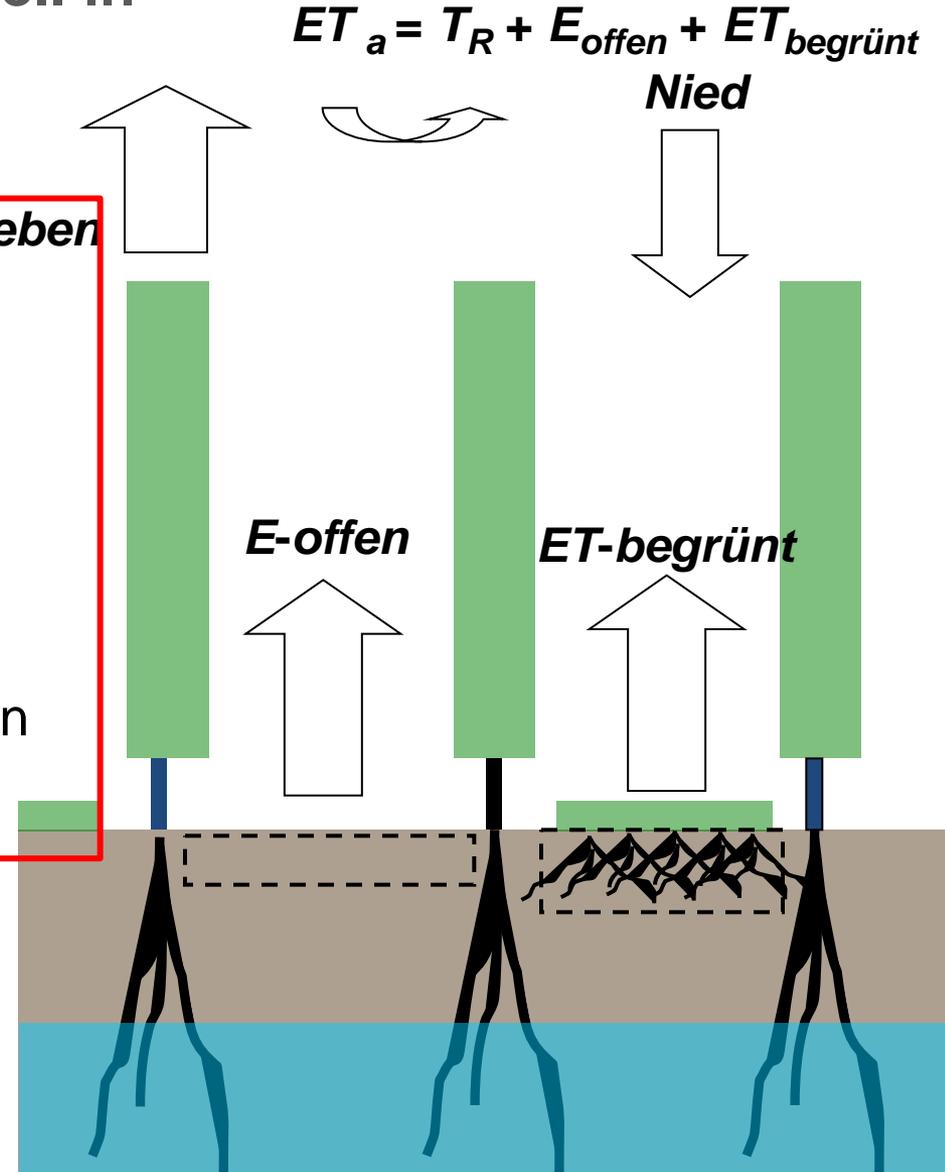
Tagesmittel der ET<sub>0</sub> (Daten Geisenheim 2000-2013)



Hangneigung	ET <sub>0</sub> (mm/Jahr)
0°	791
15°	872 (+81)
30°	998 (+207)

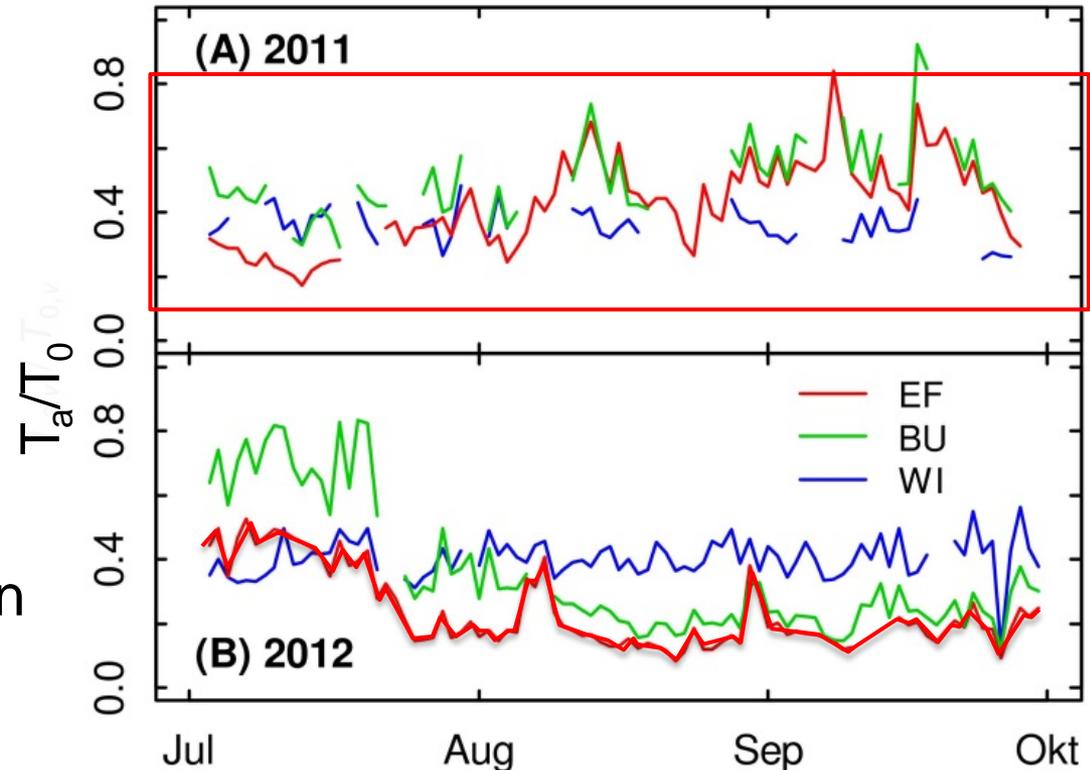
# -Wasserhaushaltsmodell- Eingangsfaktoren um das Modell in die Fläche zu bringen

- Hangneigung und Exposition *T-Reben*
- Geometrie des Weinbergs (Reihenabstand)
- Anteil begrünter/offener Boden
- Bodenfeuchteparameter (nutzbare Feldkapazität, Größen für die Teilreservoirare offen/begrünter Boden)
- Wetterdaten



# Vergleich der berechneten potenziellen Transpiration der Reben ( $T_0$ ) mit gemessenem **Saftfluss ( $T_a$ )**

$T_a/T_0$  – relative Transpiration



Vergleich von drei Weinbergen

Wasserspeicherfähigkeit:

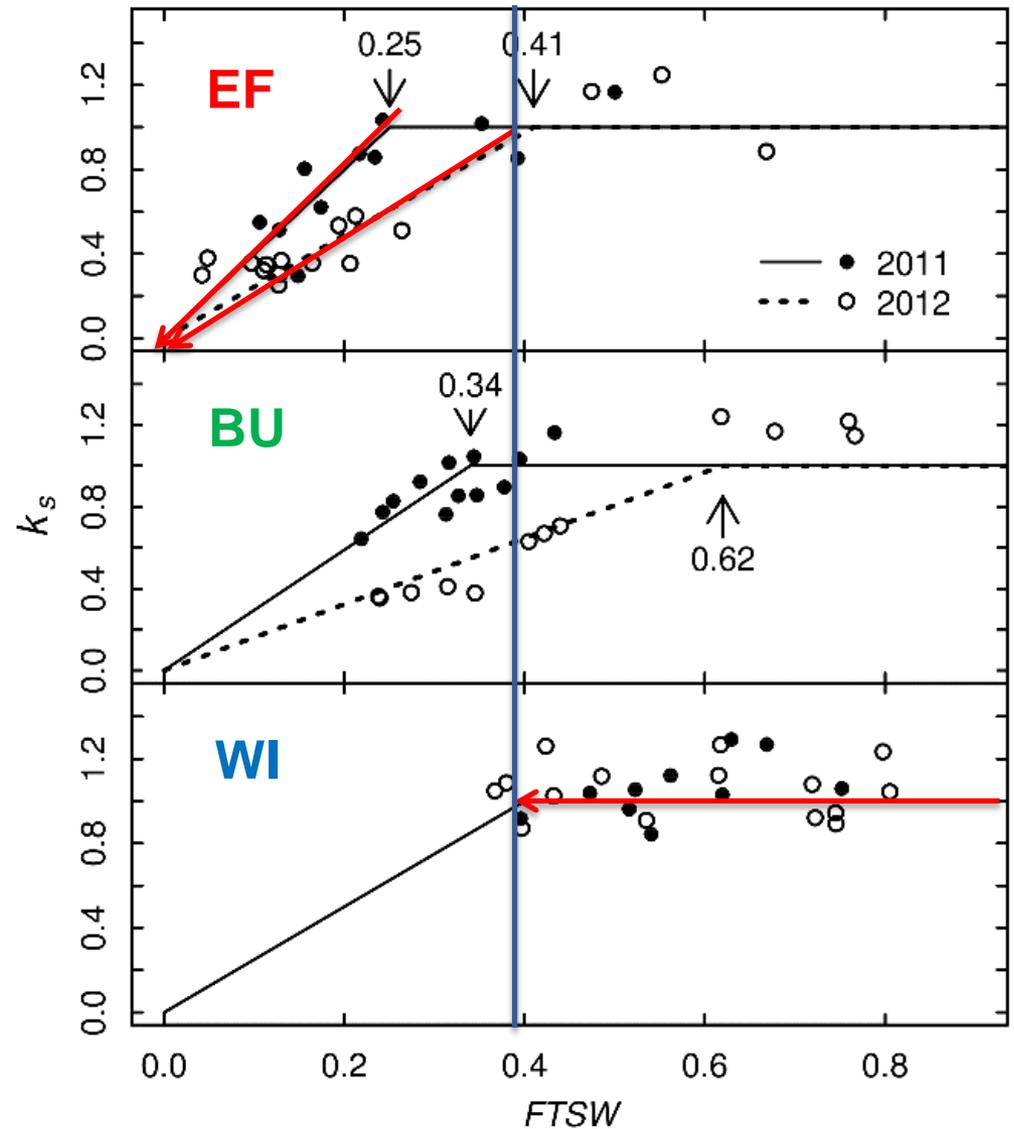
EF (Ehrenfels, 35°): sehr gering

BU (Burgweg, 27°): gering

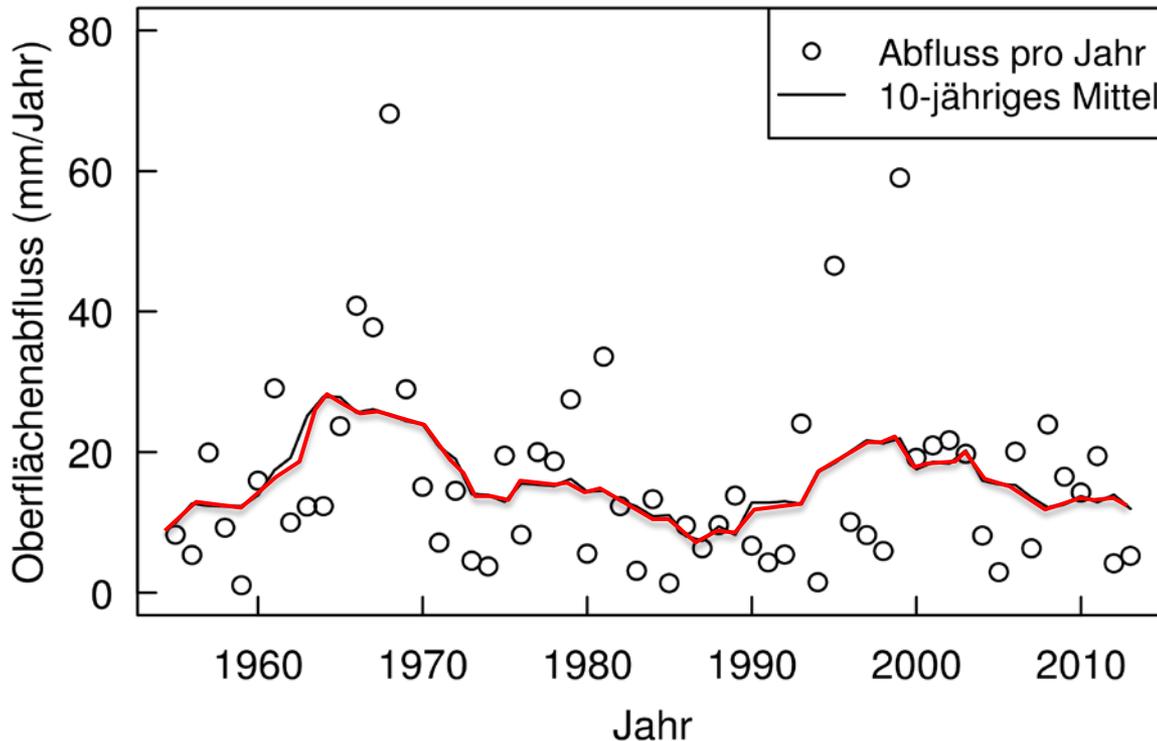
WI (Wilgert, m 15°): hoch

# Vergleich der berechneten potenziellen Transpiration der Reben ( $T_0$ ) mit gemessenem Saftfluss ( $T_a$ – aktueller Transpiration)

$k_s$  – Trockenstresskoeffizient  
in Abhängigkeit vom  
relativen Gehalt  
pflanzenverfügbaren  
Wassers



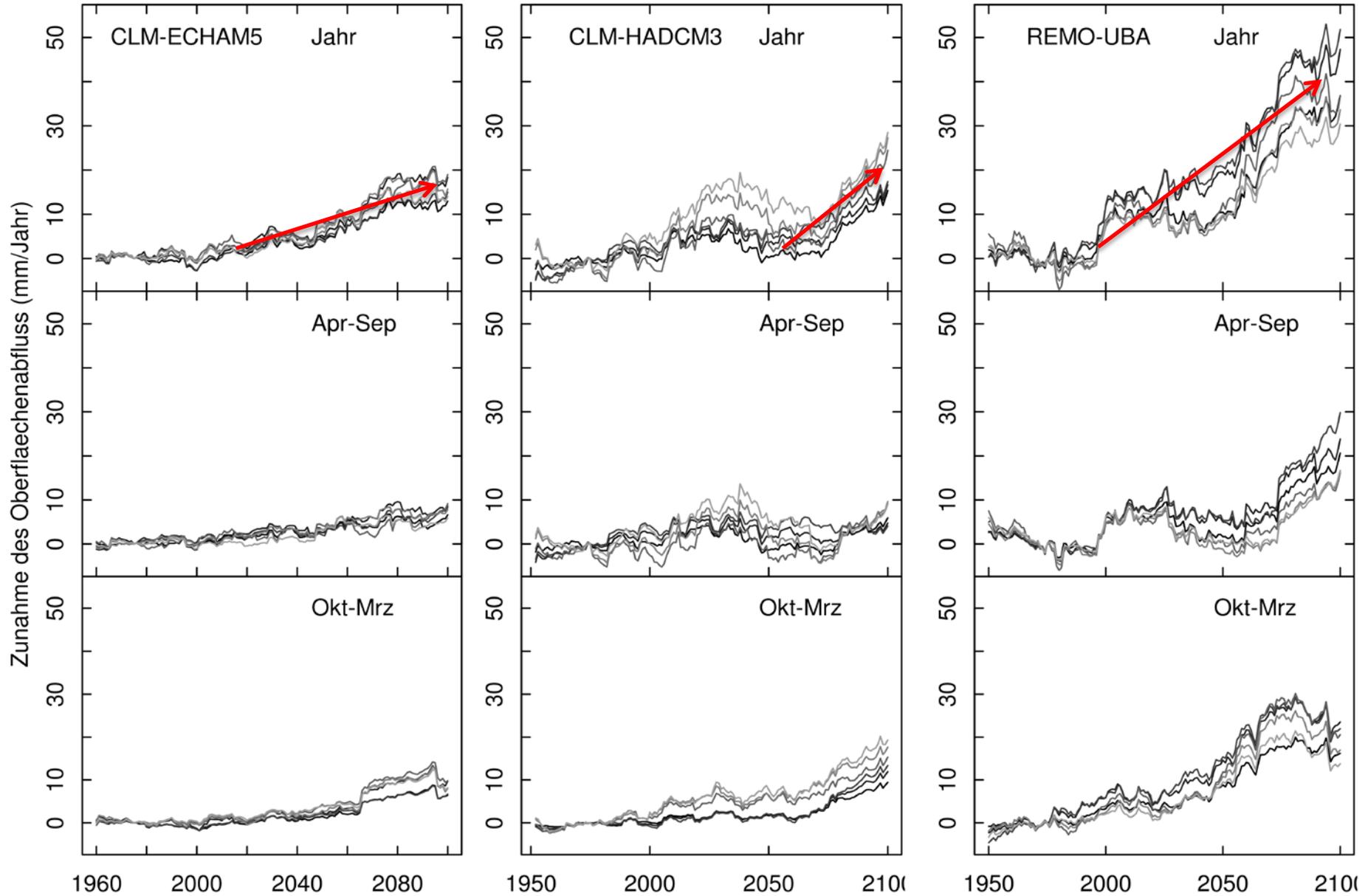
- SCS (US Soil conservation service) Curve number method
- Böden werden nach Nutzung und Versickerungsvermögen eingeteilt und nach Tabellenwerten CN-Werte zugeordnet, die je nach Bodenfeuchte in drei Klassen zugeordnet und angepasst werden
- Empirisches Verfahren, basierend auf Tageswertdaten



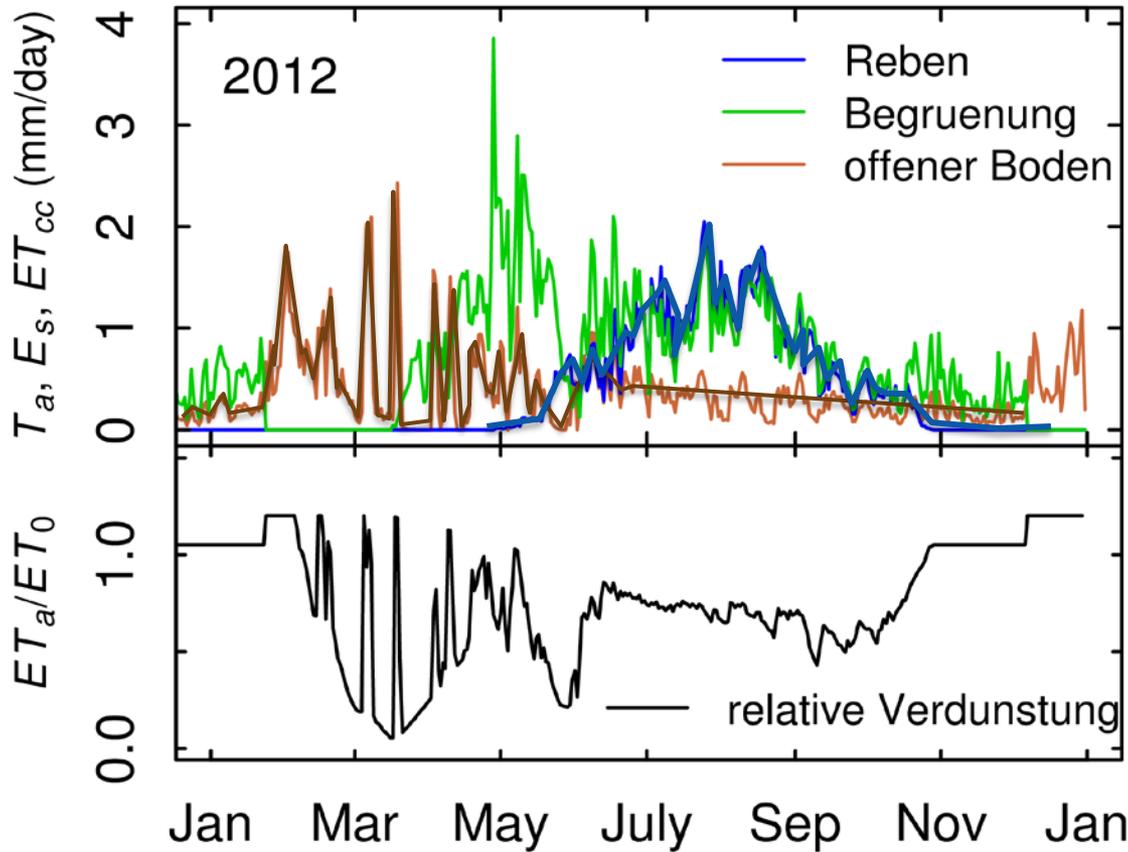
Station Geisenheim:  
Berechneter  
Oberflächenabfluss  
nach SCS-CN  
Methode (CNII = 79)

# Oberflächenabfluss

## Differenz zum Mittel von 1961-1990, 30 jährige Mittel

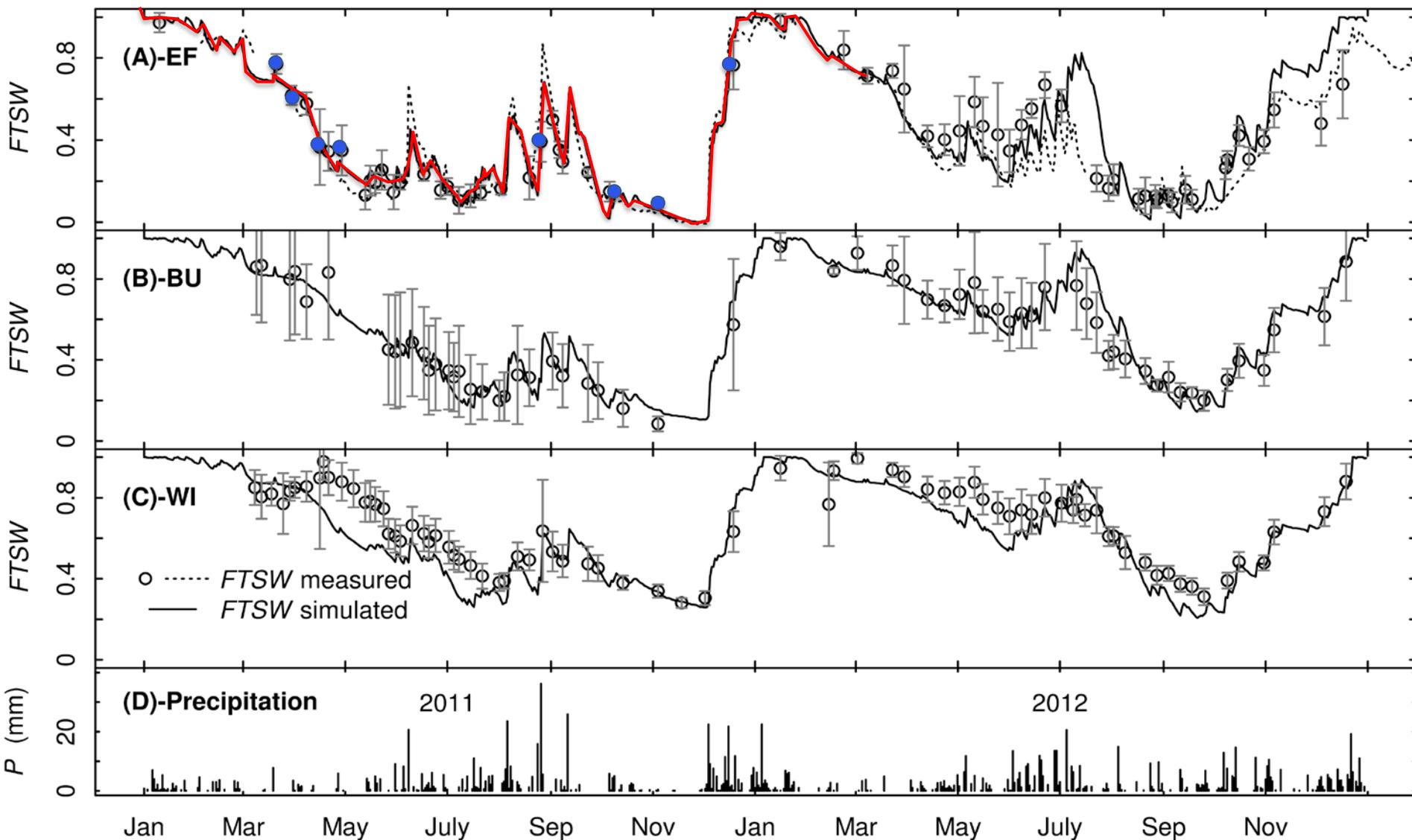


# Simulationsbeispiel

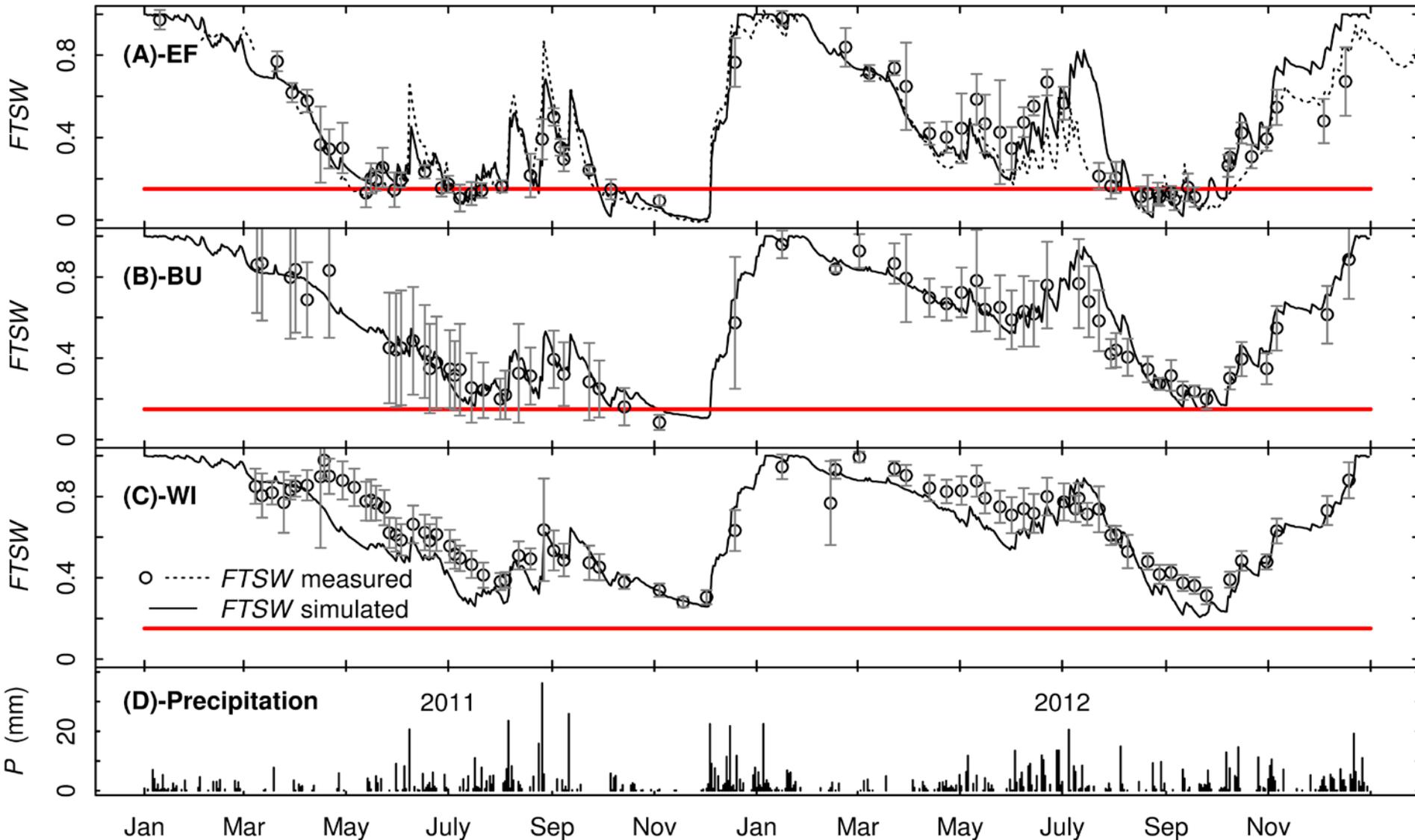


Weinberg im Rüdesheimer  
Schlossberg mit hoher  
Wasserspeicherfähigkeit

# Validierung des Modells auf drei Standorten

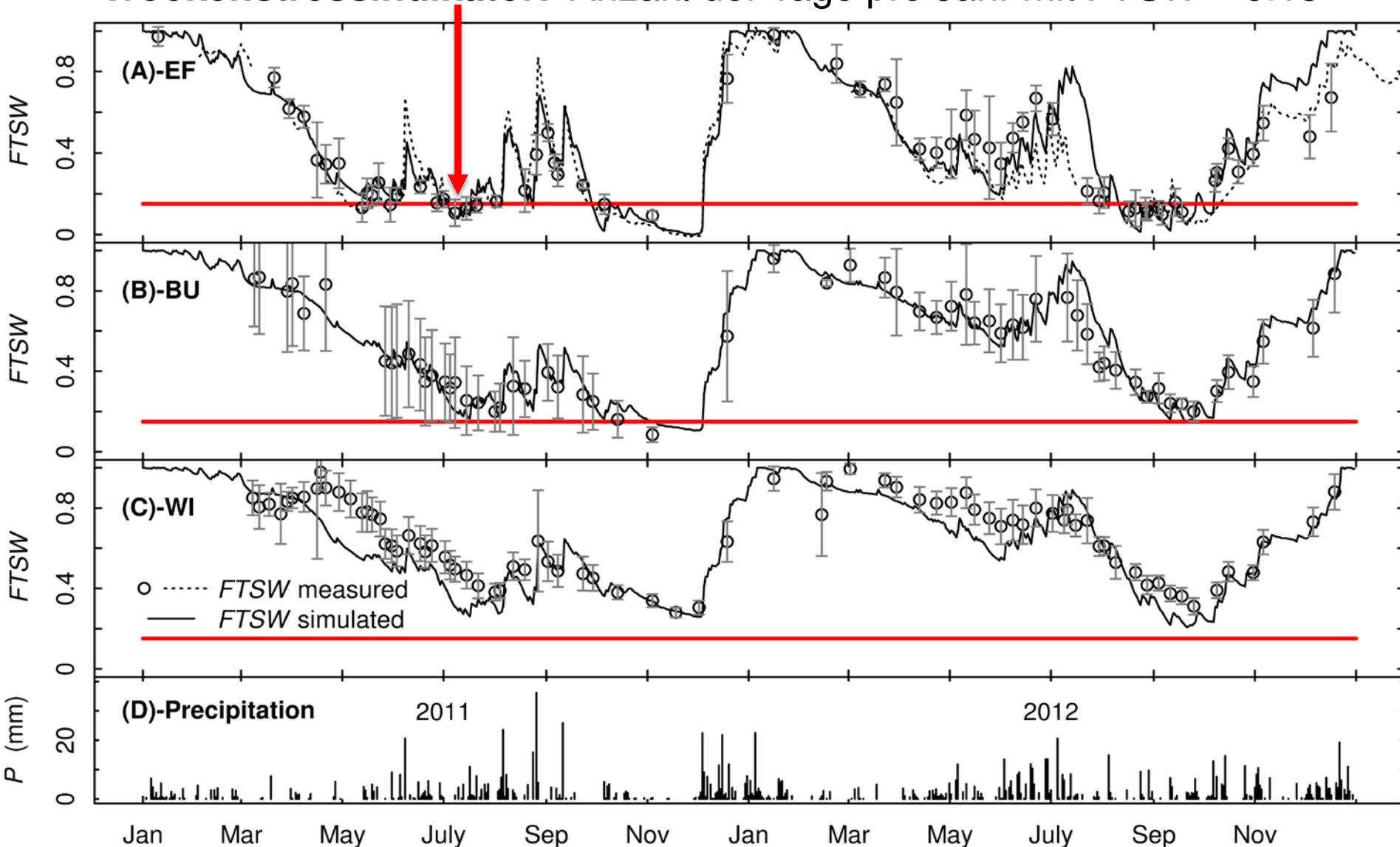


# Validierung des Modells auf drei Standorten



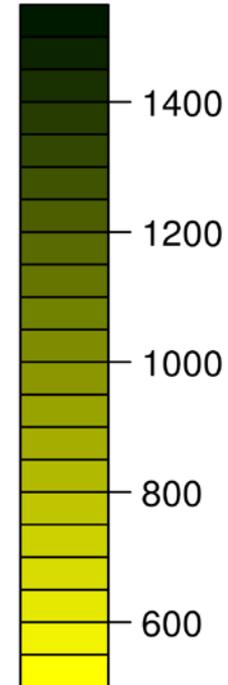
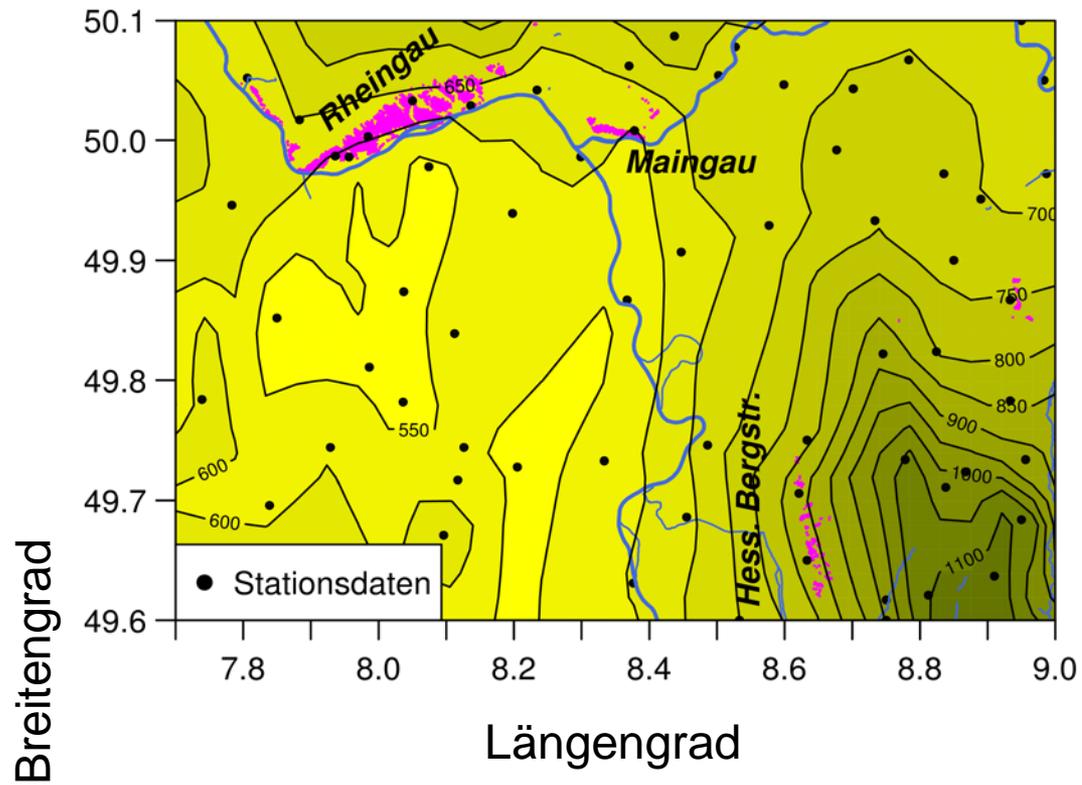
# Validierung des Modells auf drei Standorten

**Trockenstressindikator:** Anzahl der Tage pro Jahr mit  $FTSW < 0.15$

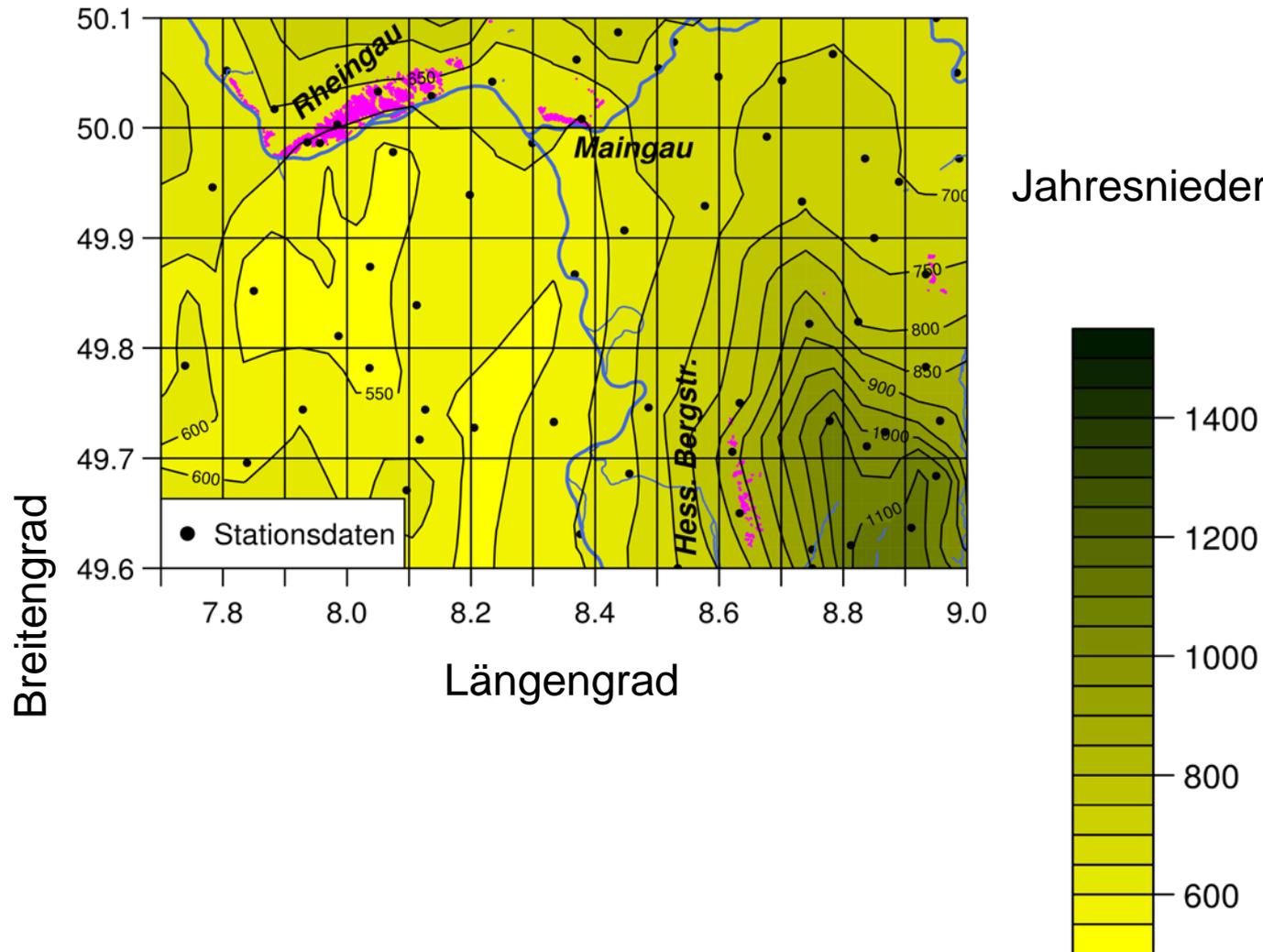


# WIE DAS MODELL IN DIE FLÄCHE BRINGEN?

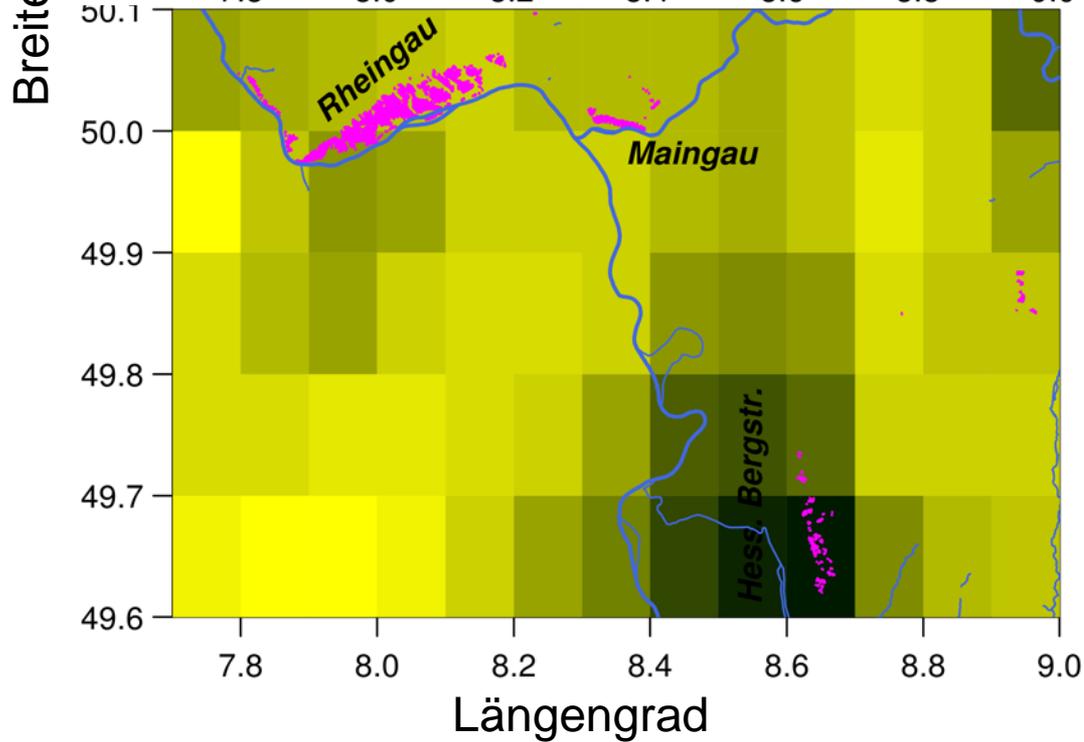
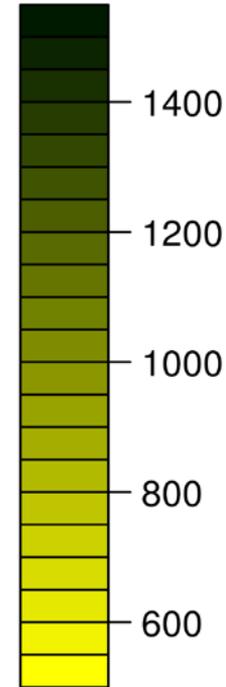
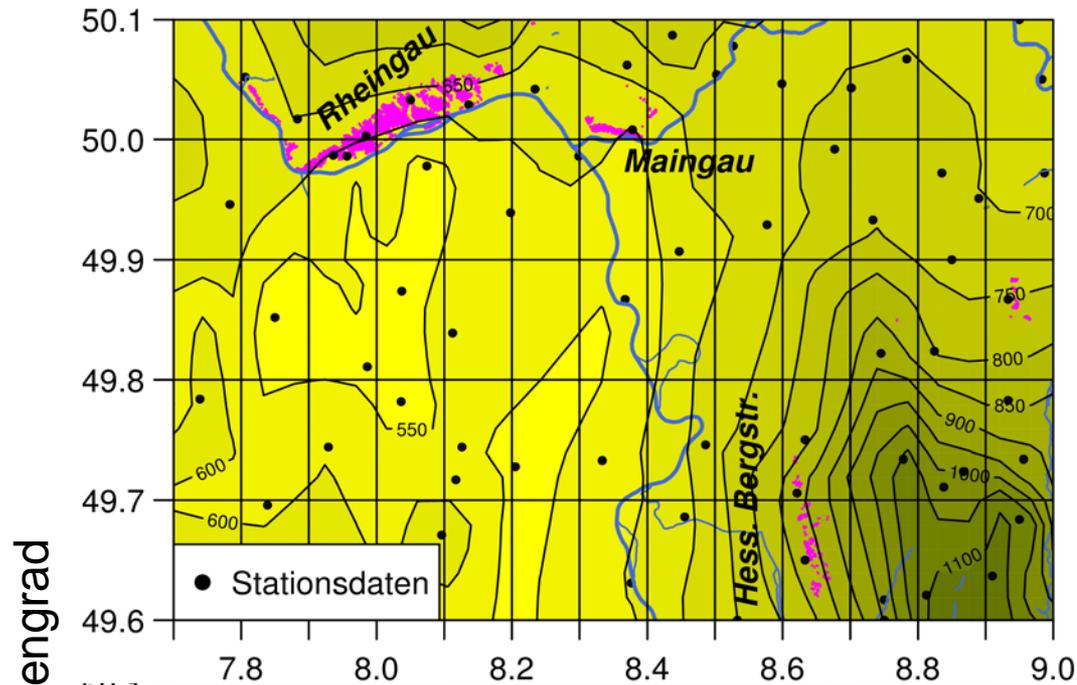
## Jahresniederschlag 1961-1990



## Jahresniederschlag 1961-1990

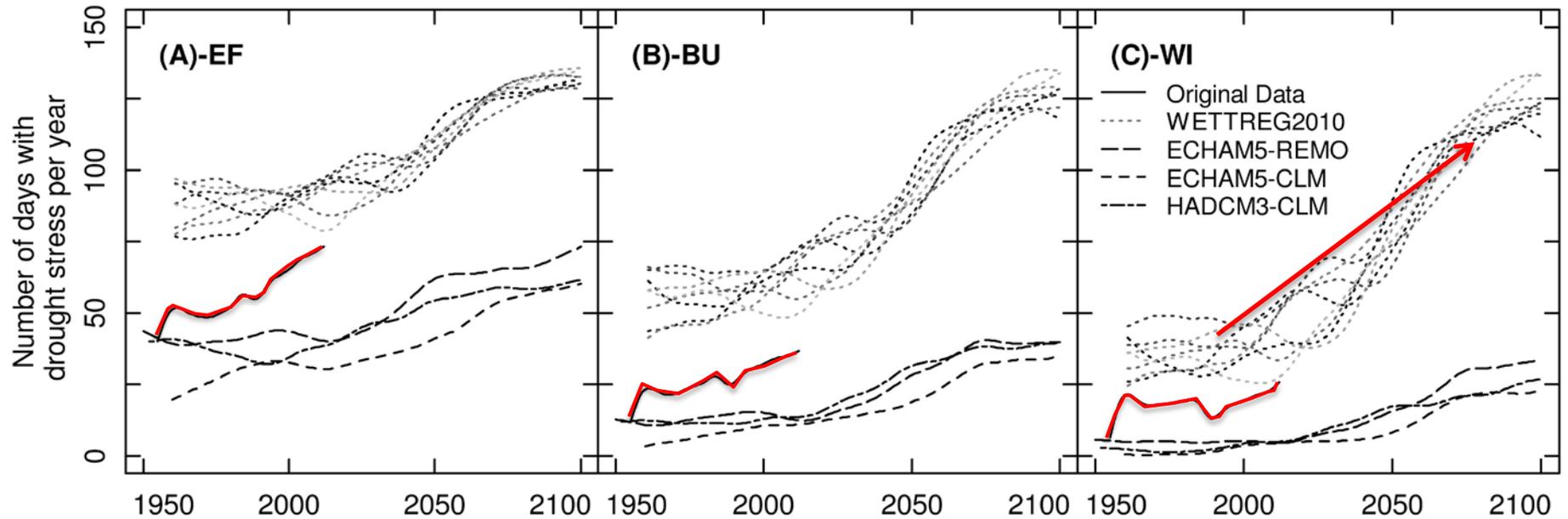


Jahresniederschlag 1961-1990

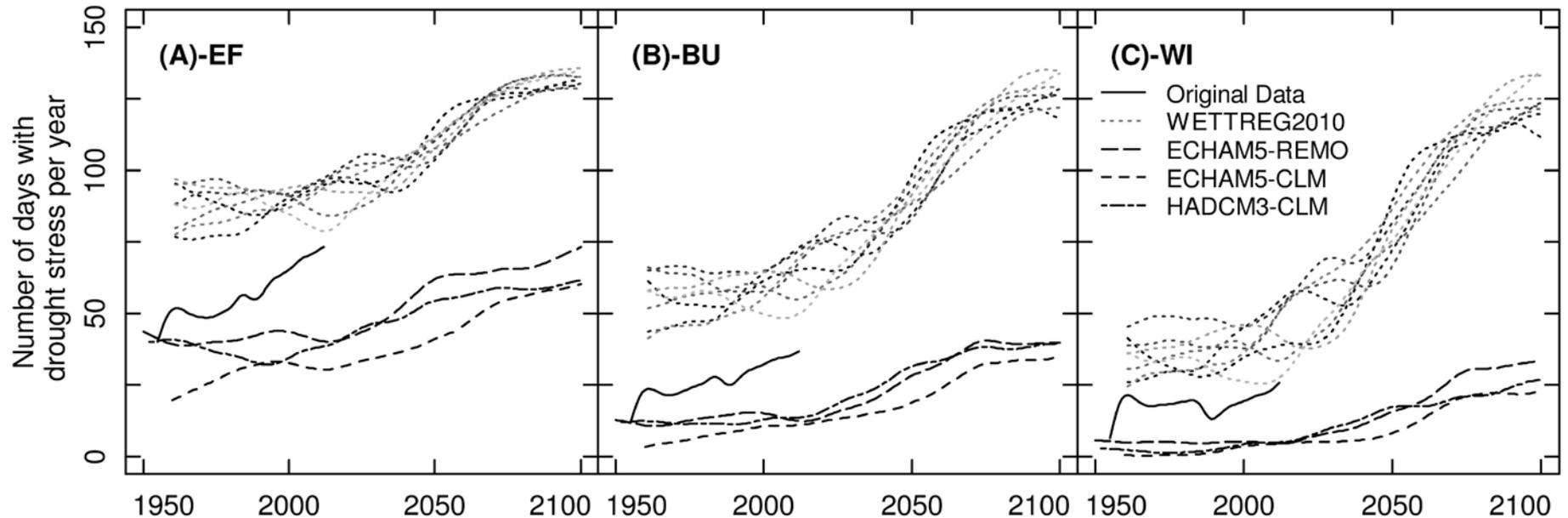


Jahresniederschlag REMO-UBA

## Anzahl Trockenstresstage pro Jahr, 30-jährige Mittel

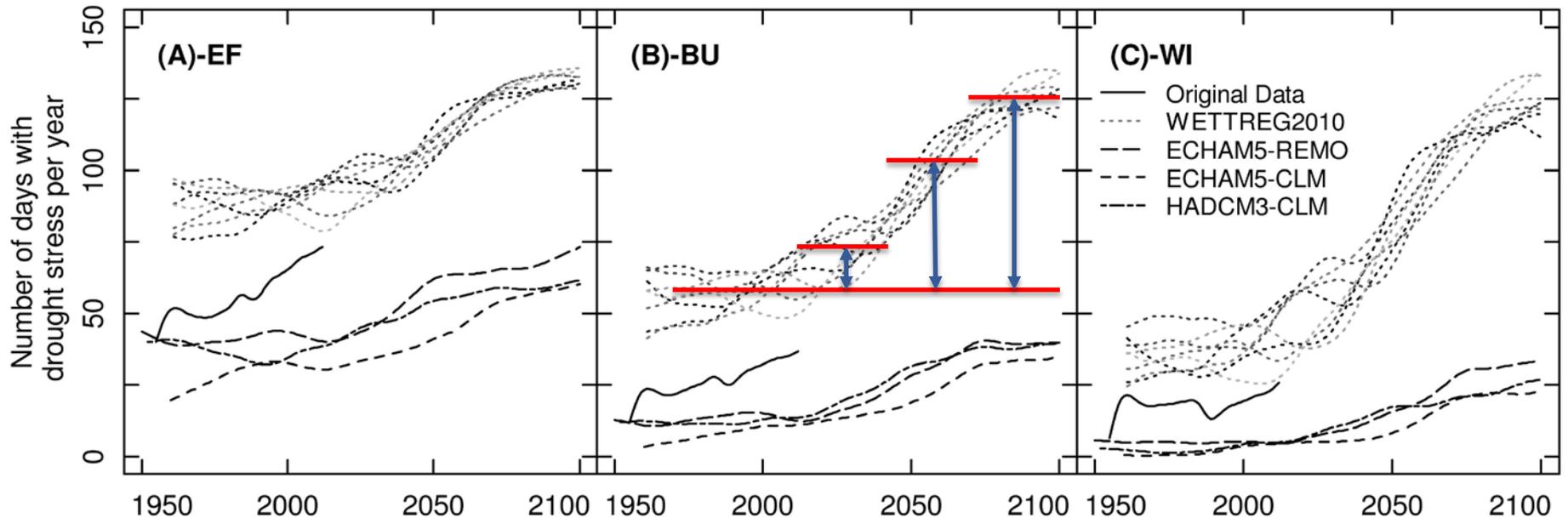


## Anzahl Trockenstresstage pro Jahr, 30-jährige Mittel



→ berechnete Absolutwerte der Modelle sind so nicht aussagekräftig

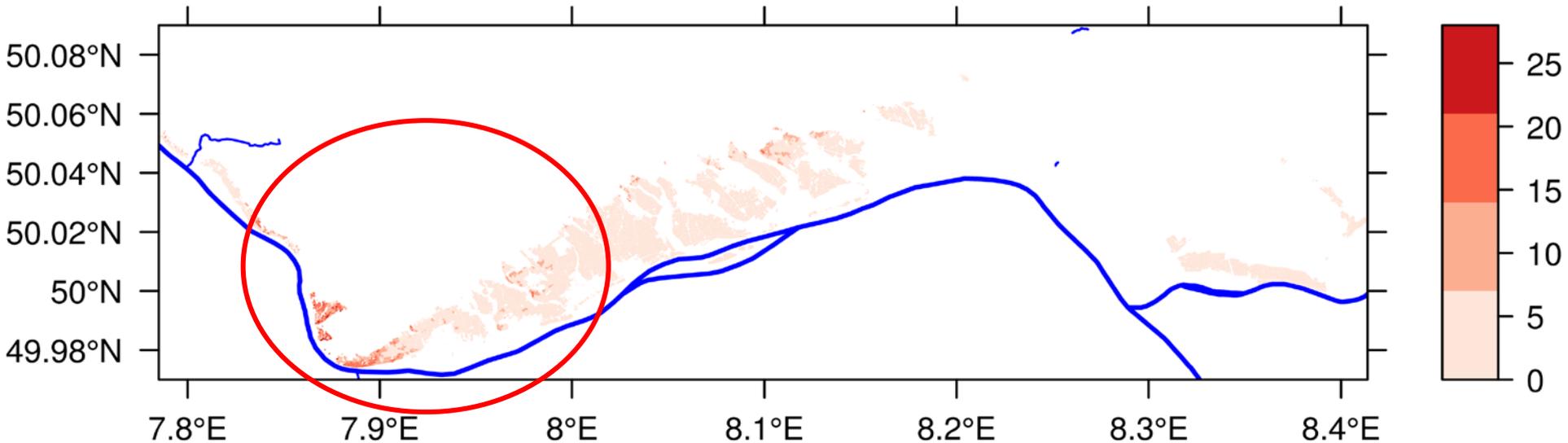
## Anzahl Trockenstresstage pro Jahr, 30-jährige Mittel



- berechnete Absolutwerte der Modelle sind so nicht aussagekräftig
- modellspezifische **Änderungssignale schon**

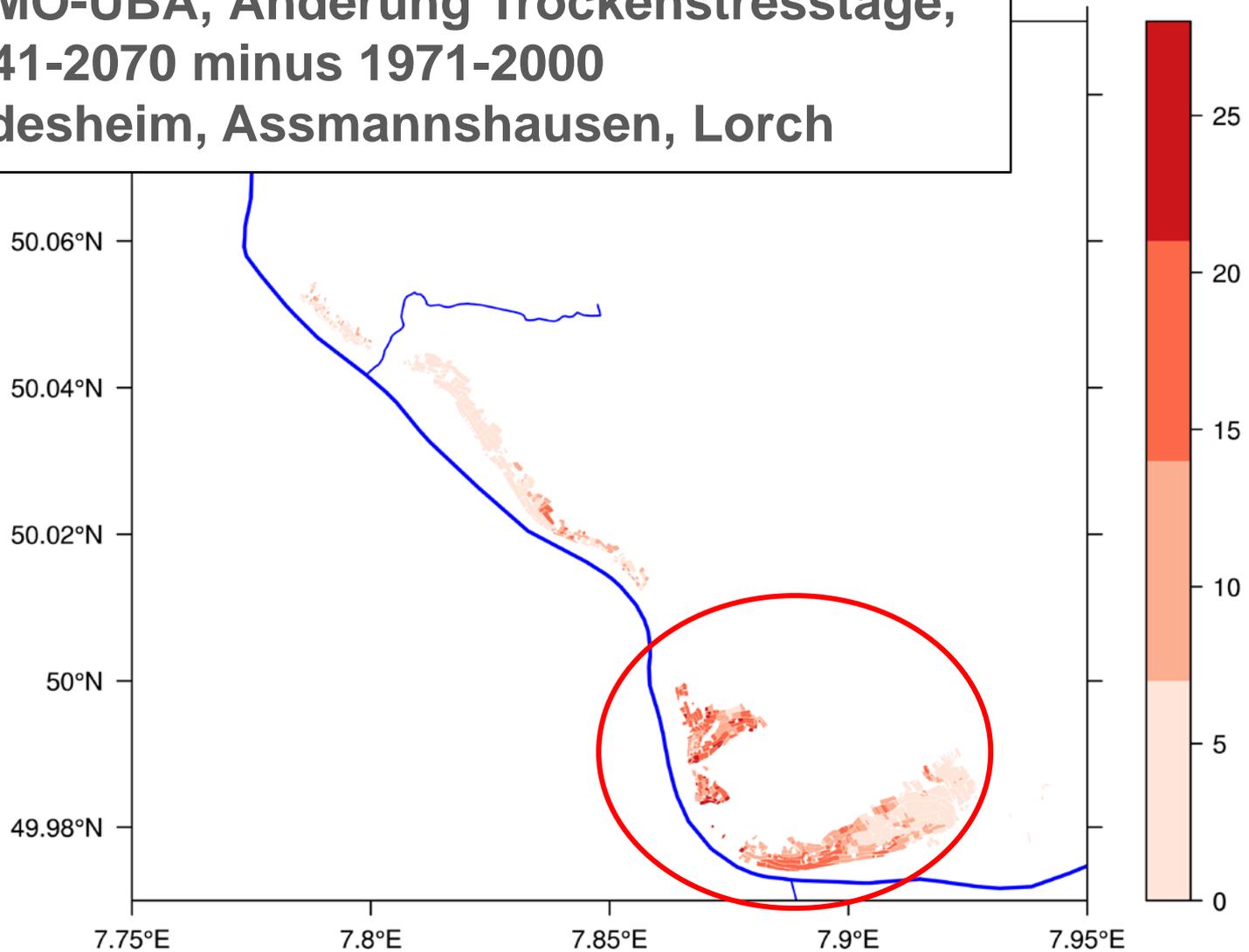
# Wie sieht es in der Fläche aus?

## REMO-UBA, Änderung Trockenstresstage, 2041-2070 minus 1971-2000, Rheingau



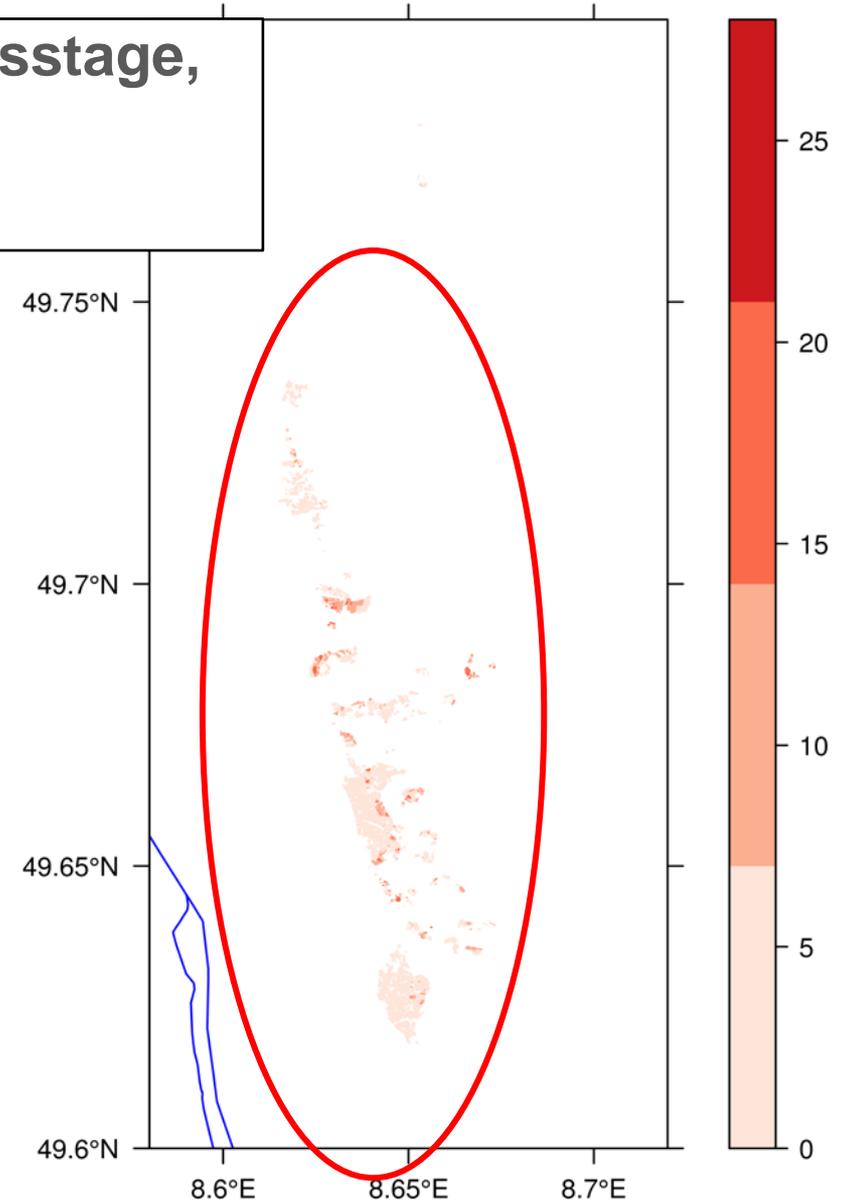
# Wie sieht es in der Fläche aus?

**REMO-UBA, Änderung Trockenstresstage,  
2041-2070 minus 1971-2000  
Rüdesheim, Assmannshausen, Lorch**



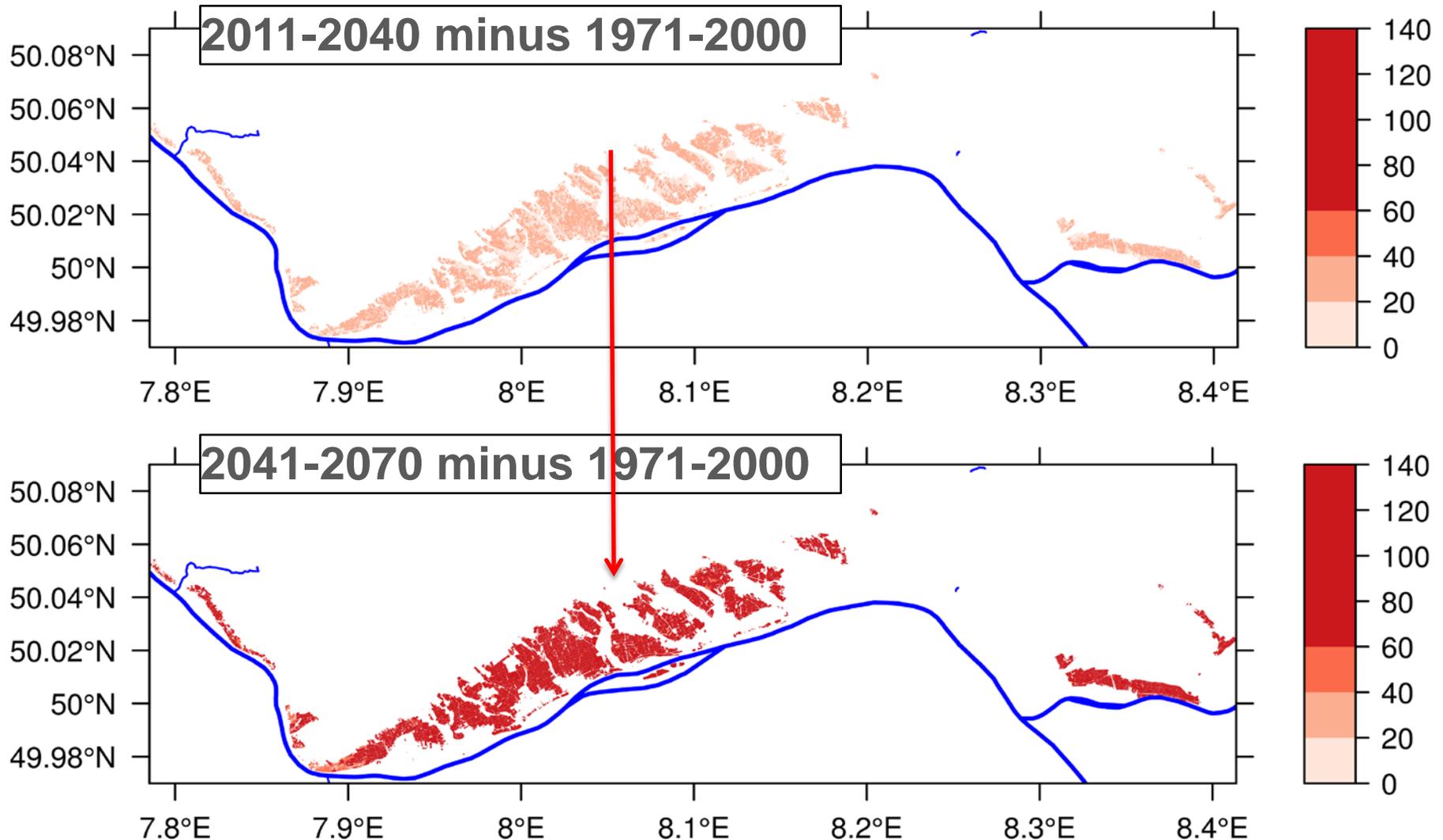
# Wie sieht es in der Fläche aus?

**REMO-UBA, Änderung Trockenstresstage,  
2041-2070 minus 1971-2000  
Hessische Bergstrasse**



# Wie sieht es in der Fläche aus?

## WETTREG2010, Änderung Trockenstresstage, Rheingau



- **Wasserhaushaltsmodell vielfältiges Werkzeug (Reaktion von Pflanzen auf Trockenstress, Bewässerungssteuerung, Klimawandel)**
- **Dynamische Modelle: keine gravierende Zunahme von Trockenstress in naher Zukunft, Steillagenregionen sind jedoch stärker betroffen**
- **WETTREG2010: gravierende Zunahme der Trockenheit für weite Bereiche der Hessischen Weinbaugebiete**

- DWD Außenstelle Geisenheim (leider geschlossen)
- Christoph Presser (Weinbauamt Eltville)
- Klaus Friedrich und Mathias Schmanke (HLUG)
- Robert Lux (Saftflussdaten)
- InKlim Förderung

*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!*



Constructing a framework for risk analyses of climate change effects on the water budget of differently sloped vineyards with a numeric simulation using the Monte Carlo method coupled to a water balance model

**Marco Hofmann, Robert Lux and Hans R. Schultz\***

Institut für Allgemeinen und ökologischen Weinbau, Hochschule Geisenheim University, Geisenheim, Germany

#### ACKNOWLEDGMENTS

We thank Philippe Pieri from INRA Bordeaux for a helpful version of the water balance model in MS Excel and the former Geisenheim branch office of the Deutscher Wetterdienst (DWD) for providing the weather data. This work was funded by the Hessian Agency for Environment and Geology as part of the InKlim-A project and by the Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten (Ministry for Environment, Agriculture, Nutrition, Viticulture and Forests) of Rheinland-Pfalz.