

Regionalisierungsmethoden hydrometeorologischer Beobachtungsdatensätze zu hydrologisch relevanten Rasterdatensätzen (HYRAS) im ReKliEs-De Projekt

Simona Höpp
Simona-Andrea.Hoepp@dwd.de

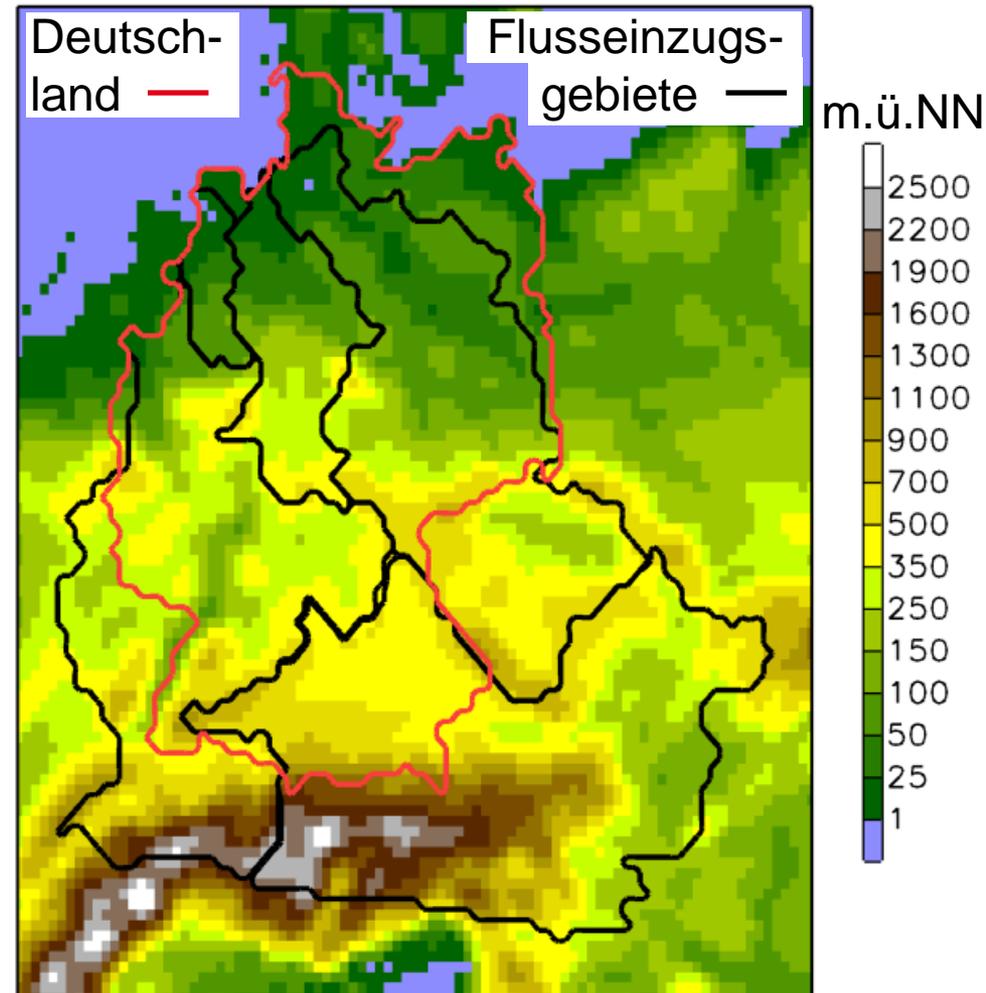
M. Rauthe,
T. Deutschländer



ReKliEs-De (Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland)

Ziele:

- Bereitstellung robuster Informationen über Bandbreite und Extreme zukünftiger Klimaentwicklung in Deutschland und deutscher Flusseinzugsgebiete in hoher räumlicher Auflösung (12,5 x 12,5 km²)



ReKliEs-De (Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland)

Ziele:

- Bereitstellung robuster Informationen über Bandbreite und Extreme zukünftiger Klimaentwicklung in Deutschland und deutscher Flusseinzugsgebiete in hoher räumlicher Auflösung (12,5 x 12,5 km²)
- Ergänzung des CORDEX-EUR11 Ensembles mit weiteren dynamischen und statistischen Klimasimulationen
- Untersuchung möglicher systematischer Unterschiede zw. Ergebnissen statistischer und dynamischer Modellansätze

<http://reklies.hlnug.de/>

GCM + RCP	CCLM	REMO	WRF	WR'10	STARS
MPI-ESM-LR RCP 2.6					
MPI-ESM-LR RCP 8.5		CORDEX			Klimafolgen-Online
CNRM-CM5 RCP 8.5	EURO -				
HadGEM2-ES RCP 8.5	EURO	ReKliEs-De Simulationen			
EC-EARTH RCP 8.5					
CanESM2 RCP 8.5					
MIROC5 RCP 8.5					

ReKliEs-De (Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland)

Ziele:

- Bereitstellung robuster Informationen über Bandbreite und Extreme zukünftiger Klimaentwicklung in Deutschland und deutscher Flusseinzugsgebiete in hoher räumlicher Auflösung (12,5 x 12,5 km²)
- Ergänzung des CORDEX-EUR11 Ensembles mit weiteren dynamischen und statistischen Klimasimulationen
- Untersuchung möglicher systematischer Unterschiede zw. Ergebnissen statistischer und dynamischer Modellansätze

<http://reklies.hlnug.de/>

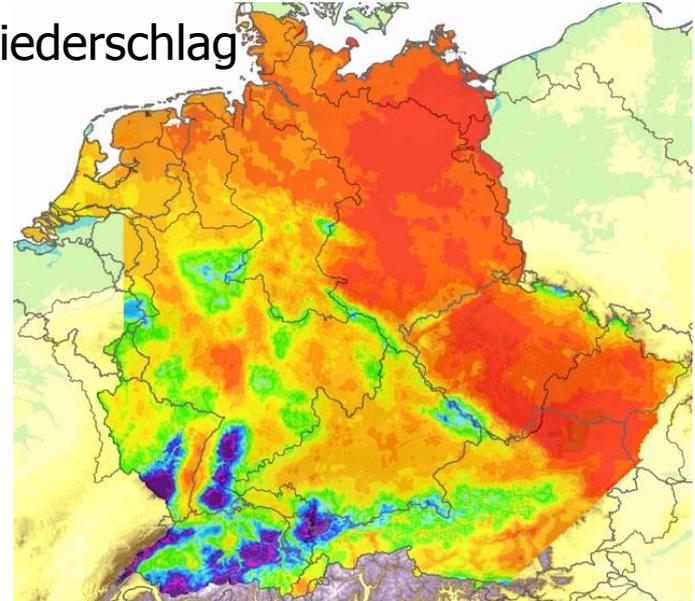
GCM + RCP	CCLM	REMO	WRF	WR'10	STARS
MPI-ESM-LR RCP 2.6					
MPI-ESM-LR RCP 8.5		CORDEX			Klimafolgen-Online
CNRM-CM5 RCP 8.5	EURO -				
HadGEM2-ES RCP 8.5	EURO	ReKliEs-De Simulationen			
EC-EARTH RCP 8.5					
CanESM2 RCP 8.5					
MIROC5 RCP 8.5					

HYRAS-Referenzdatensatz

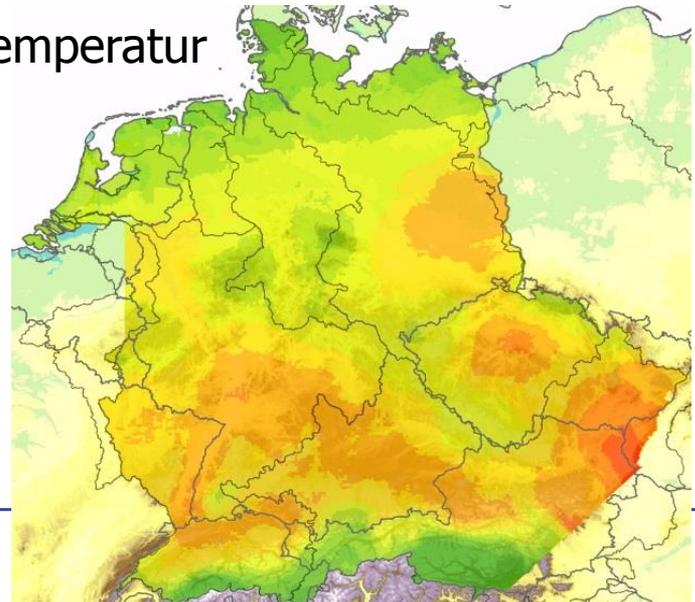
HYRAS (HYdrologische RASterdaten)

- hoch aufgelöste, regionalisierte Beobachtungsdaten **DWD/BFG-HYRAS**
- 3 Variablen auf täglicher Basis von 1951 bis 2006 (5 x 5 km²)
 - Niederschlag (max. 6200 Stationen)
 - Mitteltemperatur (max. 1000)
 - Relative Feuchte (max. 800)
- in Planung:
 - weitere Variablen
 - zeitliche Verlängerung

Niederschlag



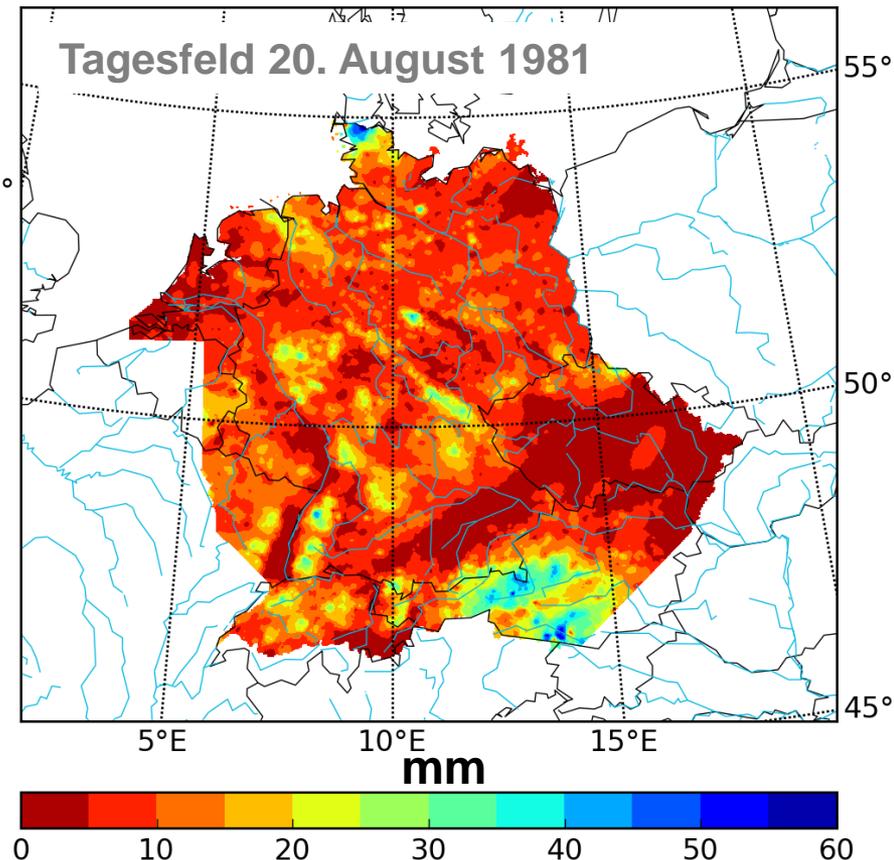
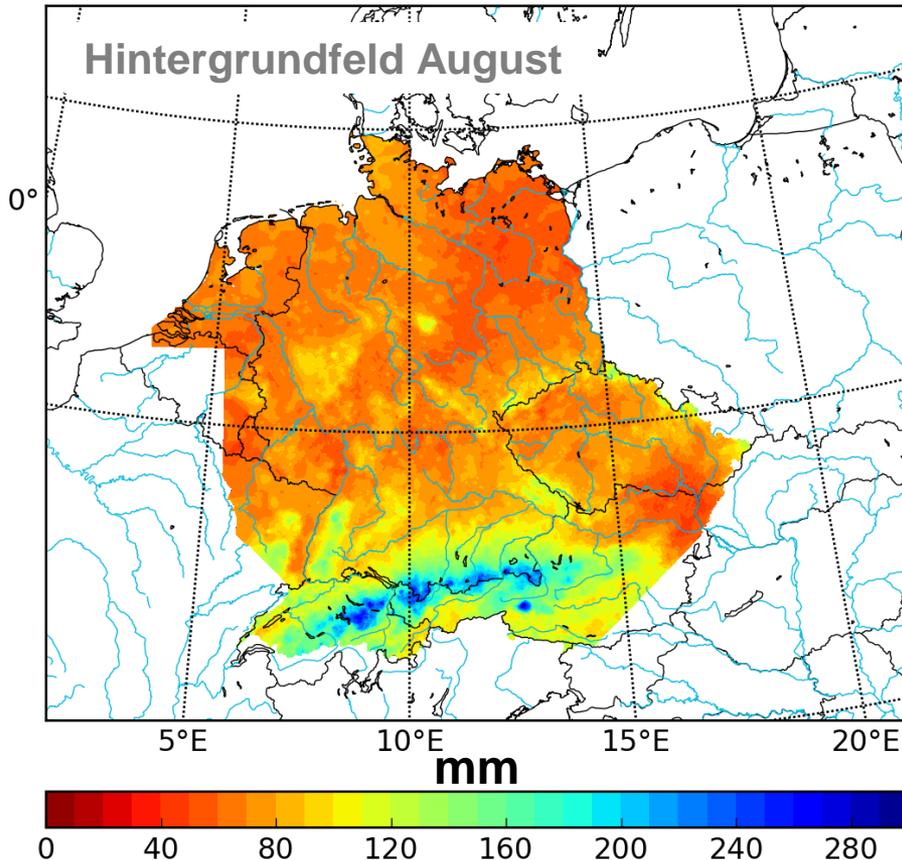
Temperatur



Regionalisierungsmethode für Niederschlag

Verfahren **REGNIE** (**REG**ionalisierung der **NIE**derschlagshöhen):

1. Berechnung der klimatologischen Hintergrundfelder auf Monatsbasis
2. Berechnung der Tageswerte



Regionalisierungsmethode für Niederschlag

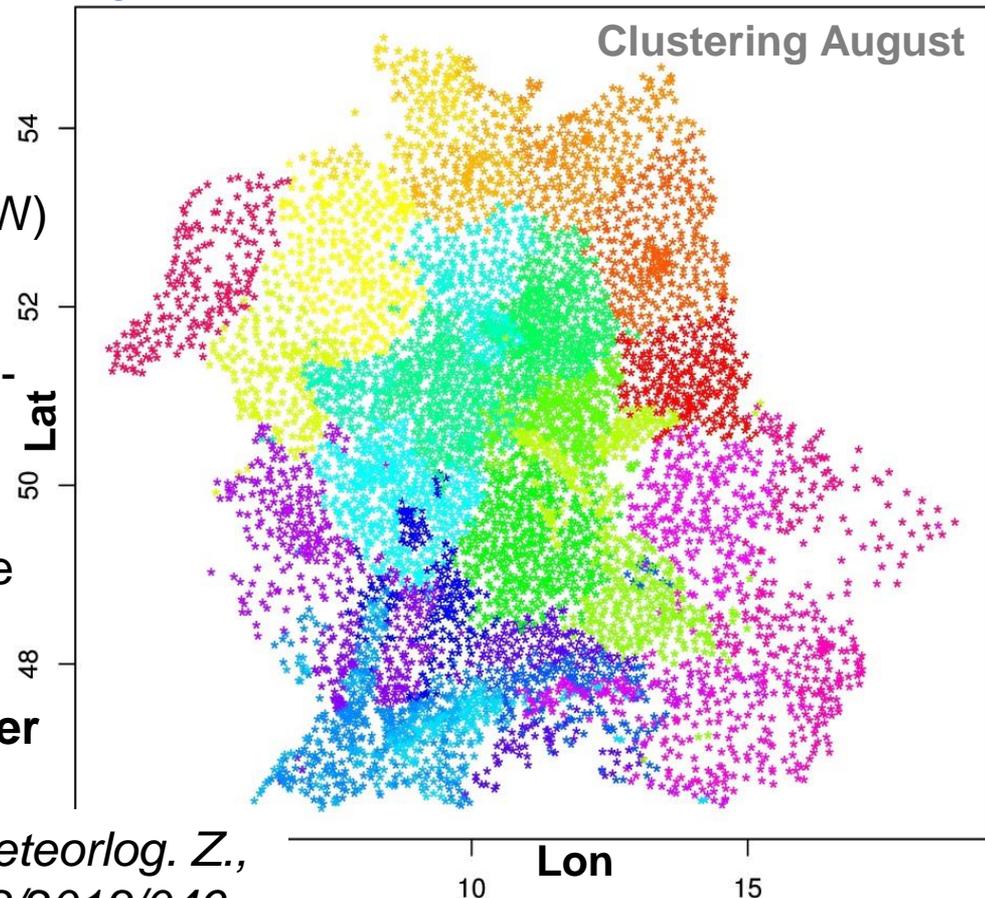
Verfahren **REGNIE** (**REG**ionalisierung der **NIE**derschlagshöhen):

1. Berechnung der klimatologischen Hintergrundfelder auf Monatsbasis

- Clusteranalyse
- Multiple lineare Regression
- Distanzgewichtete Interpolation (IDW)

2. Berechnung der Tageswerte

- Zuordnung Stationswert auf nächstgelegenen Gitterzelle
- IDW des Quotienten aus Stationswert und Hintergrund auf Gitterzelle
- Tagesfeld: Quotient x Hintergrund
- ➔ **Stationswerte bleiben auf Zielgitter erhalten**



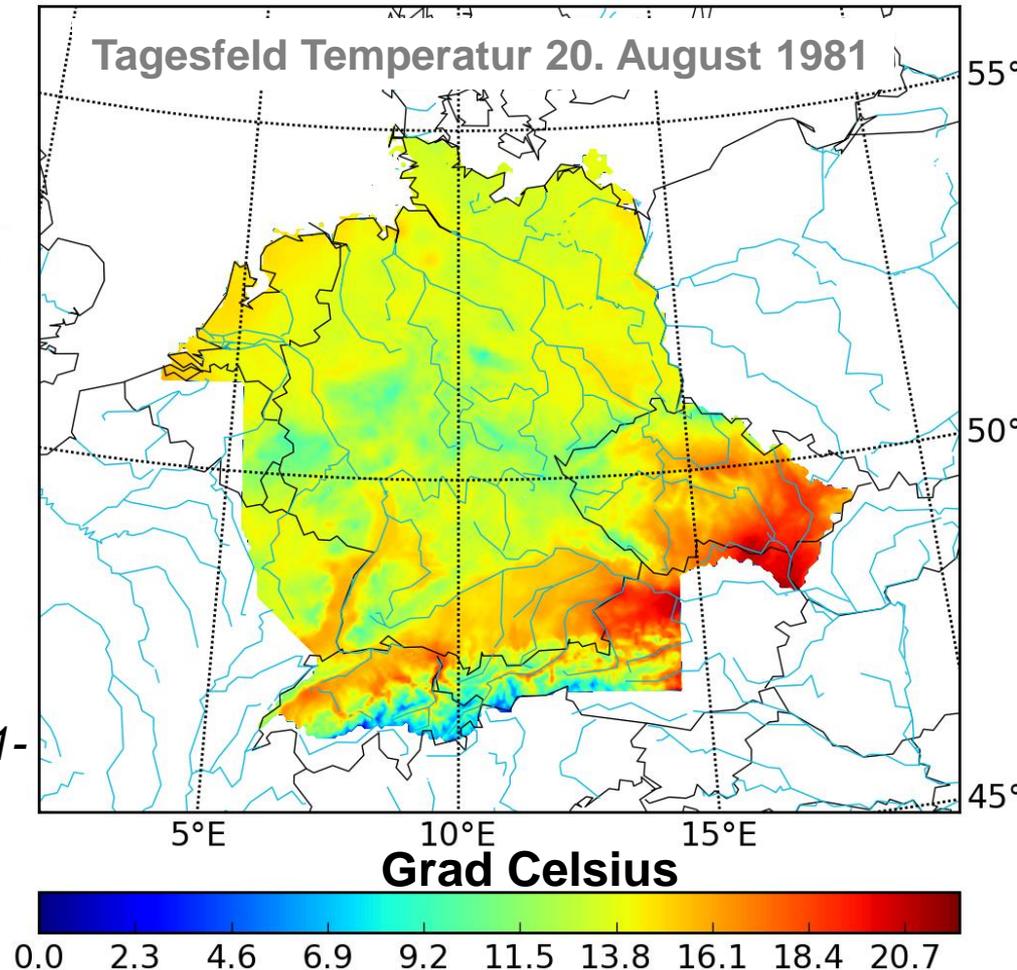
*Rauthe et al. (2013), Meteorolog. Z.,
DOI: 10.1127/0941-2948/2013/046*



Regionalisierungsmethode für Temperatur und relative Feuchte

Verfahren **Optimal Interpolation**:

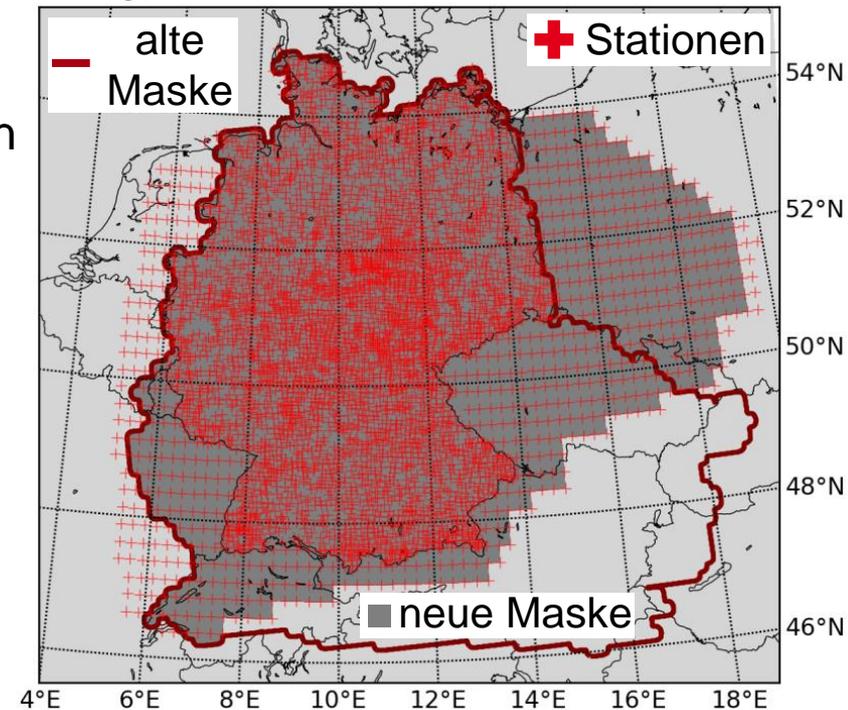
- Operationelle Verwendung des Optimal Interpolation Verfahrens im **SNOW-Modell Version 4** des DWD (Vorhersage des Auf- bzw. Abbaus der Schneedecke)
- Erläuterung des Verfahrens in **Frick et al. (2014)**, *Meteorolog. Zeitschr., Central European high-resolution gridded daily data sets (HYRAS): Mean temperature and relative humidity*, DOI: 10.1127/0941-2948/2014/0560



Anwendung der HYRAS-Methoden auf statistisches WETTREG-Modell

WETTREG (WETT_Erlagenbasierte REGionalisierung):

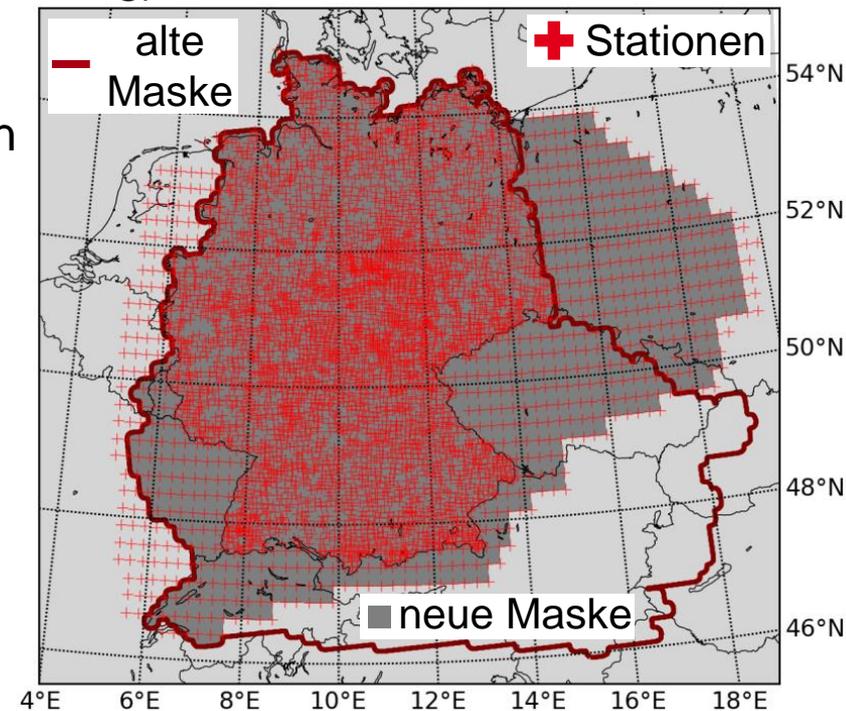
- Output stationsbasiert (1951 – 2100)
 - 7 Modellläufe mit 10 Regionalisierungen
 - Innerhalb Deutschlands: Klima- (403) und Niederschlagsstationen (3248)
 - Außerhalb Deutschlands: EOBs Daten (Gitterpunktdaten für ca. 28 x 28 km²)
- Anpassung der ReKliEs-De Maske
 - Regionalisierung des WETTREG-Outputs mit angepassten HYRAS-Methoden



Anwendung der HYRAS-Methoden auf statistisches WETTREG-Modell

WETTREG (WETT_Erlagenbasierte REGionalisierung):

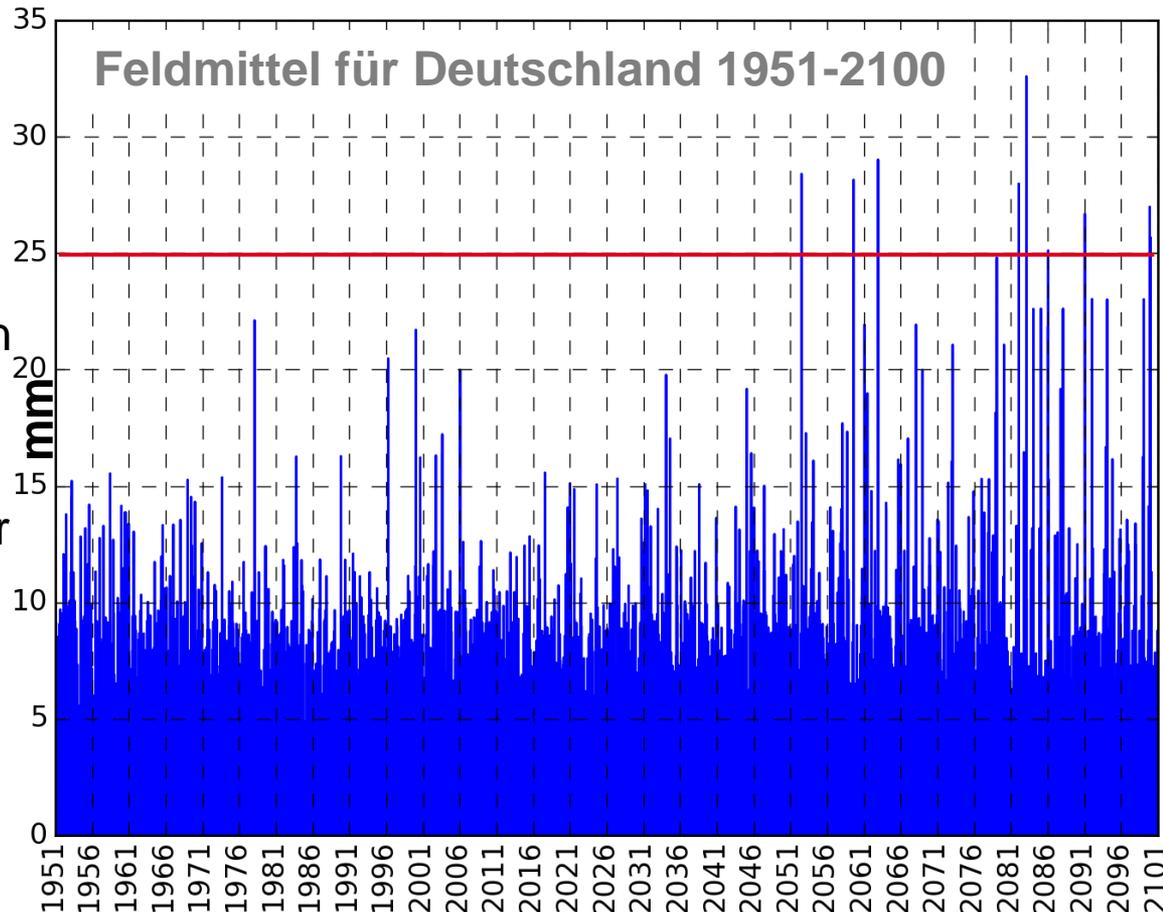
- Output stationsbasiert (1951 – 2100)
- 7 Modellläufe mit 10 Regionalisierungen
- Innerhalb Deutschlands: Klima- (403) und Niederschlagsstationen (3248)
- Außerhalb Deutschlands: EOBs Daten (Gitterpunktdaten für ca. 28 x 28 km²)
- Anpassung der ReKliEs-De Maske
- Regionalisierung des WETTREG-Outputs mit angepassten HYRAS-Methoden



Vergleichbarkeit dynamischer und statistischer Modelle
Vergrößerung des ReKliEs-De Ensembles

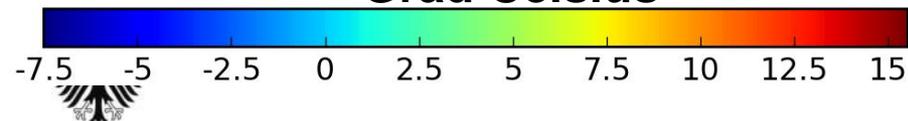
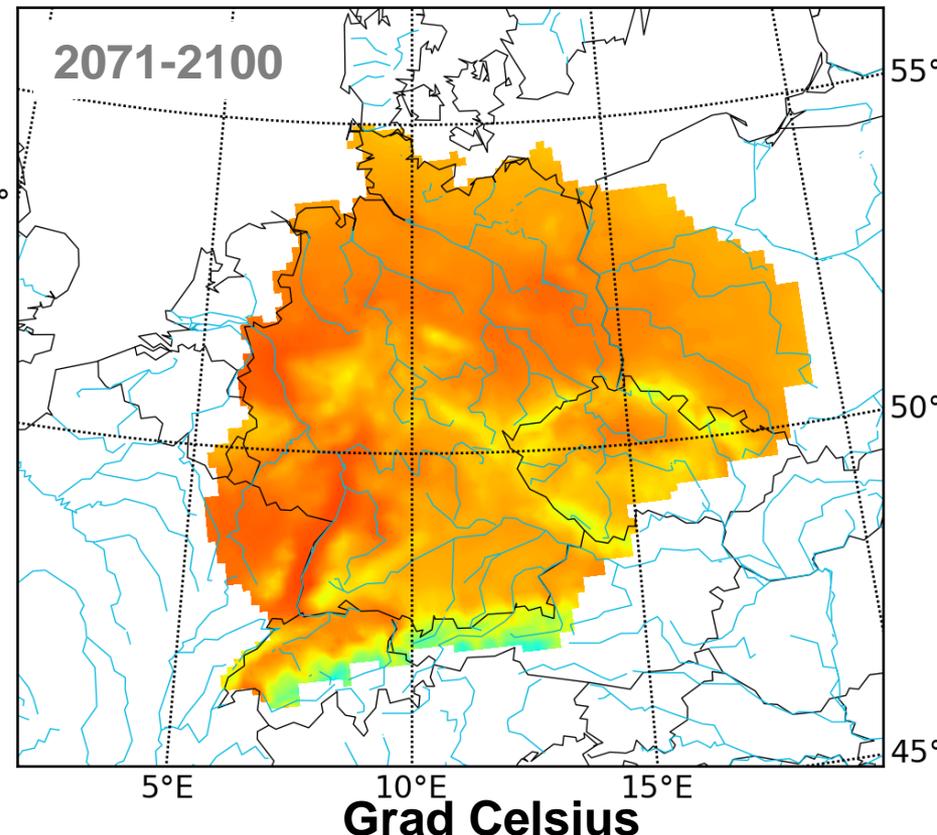
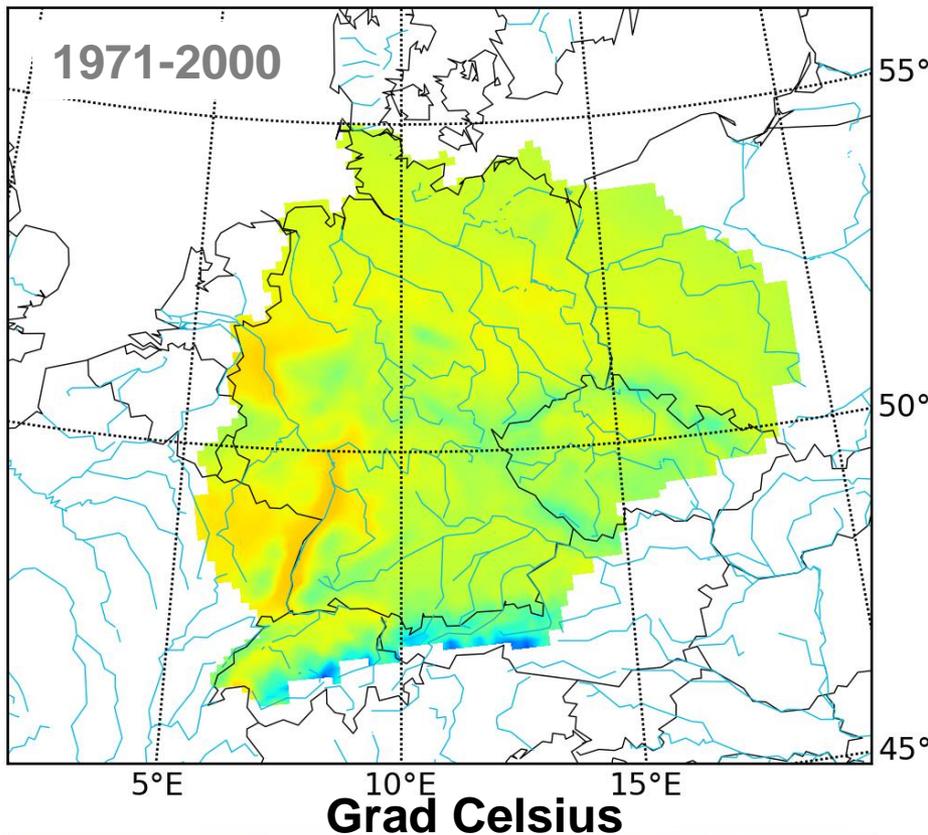
Erste Ergebnisse Niederschlag WETTREG (CNRM-CM5, RCP 8.5)

- Berechnung des Feldmittels für Deutschland (Tageswerte) über gesamten Simulationszeitraum
- Hohe Variabilität des täglichen Niederschlags
- Zunahme der Häufigkeit der Extremniederschläge in dieser WETTREG-Simulation (ab 2. Hälfte des 21. Jahrhunderts)
- Zunahme der Niederschlagsmenge pro Extremereignis



Erste Ergebnisse Temperatur WETTREG (CNRM-CM5, RCP 8.5)

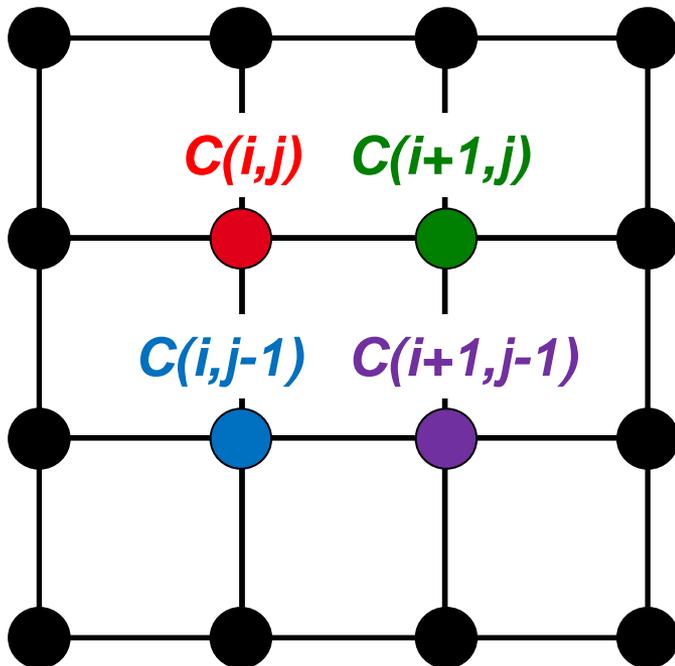
- Langjähriger Mittelwert für **Temperatur** für Gegenwart und Zukunft (WETTREG)
- Zukünftige Temperaturzunahme



Plausibilität des gerasterten Modelloutputs

Berechnung der Korrelation C für alle ReKliEs-De Gitterpunkte:

- Wahl eines Gitterpunktes $P(i, j)$
- Wahl eines bestimmten Zeitraumes (z. B. 1971-2000)
- Berechnung der Korrelation des Punktes $P(i, j)$ zu jedem Gitterpunkt



$$C(i, j) = \text{corr}(P(i, j), P(i, j))$$

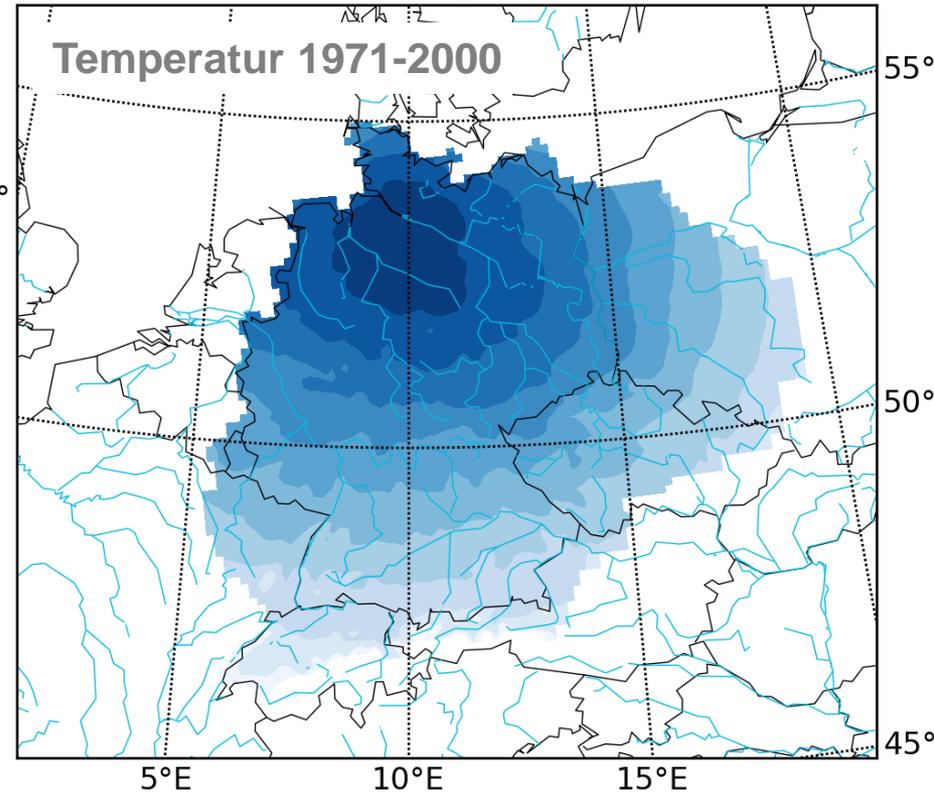
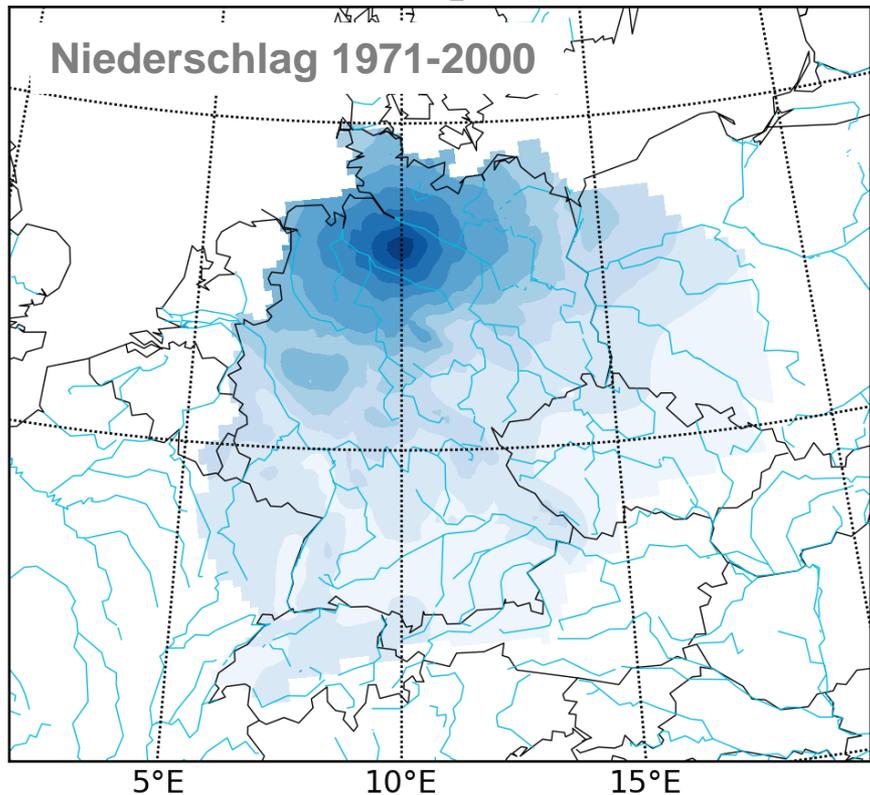
$$C(i + 1, j) = \text{corr}(P(i, j), P(i + 1, j))$$

$$C(i, j - 1) = \text{corr}(P(i, j), P(i, j - 1))$$

$$C(i + 1, j - 1) = \text{corr}(P(i, j), P(i + 1, j - 1))$$

Plausibilität des gerasterten Modelloutputs

- Korrelationen für Niederschlag und Temperatur



Zusammenfassung

Übertragung der HYRAS-Regionalisierungsmethoden auf den Output des statistischen Modells WETTREG:

- Gerasterte Modellergebnisse plausibel
- Vergleichbarkeit statistischer und dynamischer Simulationen
- Gemeinsame Auswertung statistischer und dynamischer Simulationen

Ausblick:

- Auswertung des ReKliEs-De Ensembles für zukünftiges Klima
- Robustheitsanalyse

**ReKliEs-De Nutzerworkshop
14./15. Juni 2016 in Potsdam
<http://reklies.hlnug.de>**

Zusammenfassung

Übertragung der HYRAS-Regionalisierungsmethoden auf den Output des statistischen Modells WETTREG:

- Gerasterte Modellergebnisse
- Vergleichbarkeit statistischer Simulationen
- Gemeinsame Analyse von statistischen Simulationen

Ausblick:

- Auswertung von ReKliEs-De Ensembles für zukünftiges Klima
- Robustheitsanalyse

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

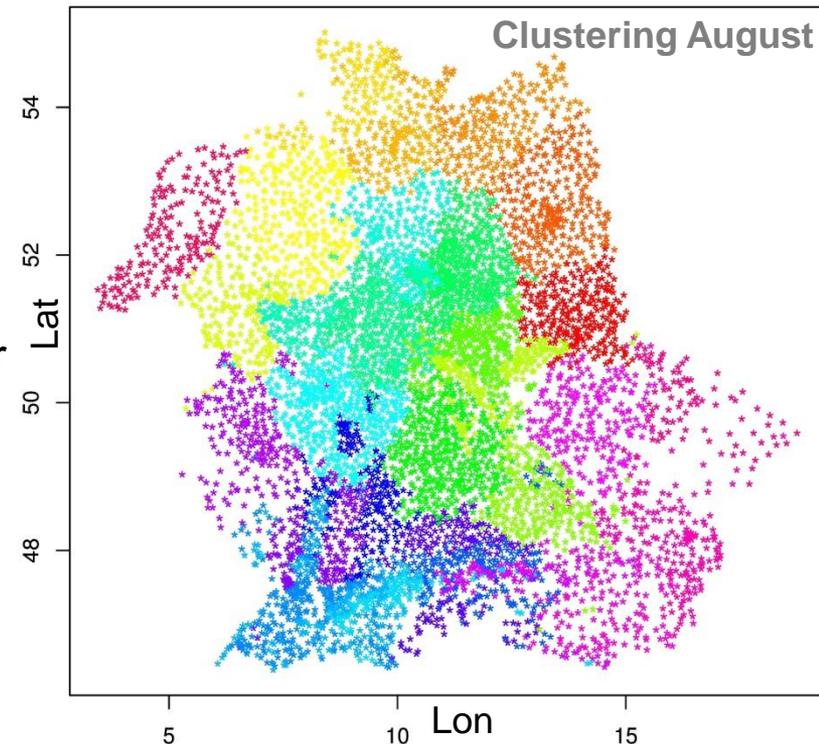
**ReKliEs-De Nutzerworkshop
14./15. Juni 2016 in Potsdam
<http://reklies.hlnug.de>**

Regionalisierungsmethode für Niederschlag

Verfahren REGNIE (**REG**ionalisierung der **NIE**derschlagshöhen):

1. Berechnung der klimatologischen Hintergrundfelder auf Monatsbasis

- Unterteilung des Untersuchungsgebietes mittels **Clusteranalyse** in homogene, klimatologische Teilgebiete (30 Cluster)
- **Multiple lineare Regression** der mittleren, monatlichen Niederschlagsmenge einer Station für klimatologischen Zeitraum (z. B. 1961-1990)
- **Distanzgewichtete Interpolation (IDW)** der Residuen und der Regressionskoeffizienten auf 1 x 1 km² Gitterzellen
- **Berechnung des Hintergrundwertes** jeder Gitterzelle durch Einsetzen der Residuen und Regressionswerte in die Regressionsgleichung



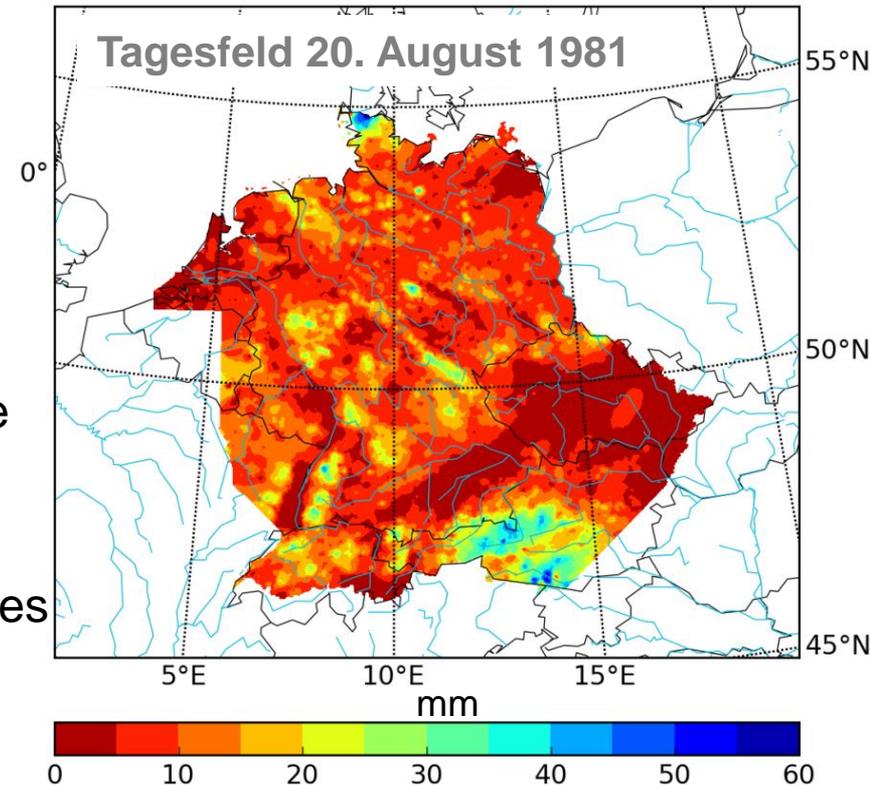
Regionalisierungsmethode für Niederschlag

Verfahren REGNIE (**REG**ionalisierung der **NIE**derschlagshöhen):

1. Berechnung der klimatologischen Hintergrundfelder auf Monatsbasis

2. Berechnung der Tageswerte

- Zuordnung des Stationswertes auf *nächstgelegene Gitterzelle*
 - **Bildung des Quotienten** zwischen Stationswert und Hintergrundwert
 - **IDW der Quotienten** auf Gitterzellen ohne Stationswerte
 - **Berechnung des Tagesfeldes** durch Multiplikation der Quotienten mit Werten des Hintergrundfeldes
- ➔ **Stationswerte bleiben auf 1x1 km² erhalten**



Rauthe et al. (2013), Meteorolog. Z.,
DOI: 10.1127/0941-2948/2013/046

Regionalisierungsmethode für Temperature und relative Feuchte

Optimal Interpolation (Interpolation separat für jeden Zeitschritt):

- Suche nach 15-30 Stationen mit Einfluss auf Gitterpunkt
- Unterteilung der Stationswerte z in Hintergrundwert z_b und Anomaliewert z_a :
$$z = z_b(x, y, h) + z_a$$
 1. Ableitung der **Hintergrundwerte** der Stationen und Gitterpunkte mittels Multipler Linearer Regression aus allen Stationswerten und Berechnung der Stationsanomaliewerte
 2. Statistische Interpolation aller Stationsanomaliewerte auf das Gitter mittels **räumlicher Korrelationsfunktion**
 3. Berechnung der **Interpolationsgewichte** mittels Lösung des linearen Gleichungssystems aus Korrelationsmatrix zwischen Stationen und Korrelationsvektor zwischen Stationen und Gitterpunkten
 - Berechnung der **Anomaliewerte** aus Produkt von normierten Interpolationsgewichten und Hintergrundwerten
- Gitterpunktwerte aus Hintergrundwert + Anomaliewert