

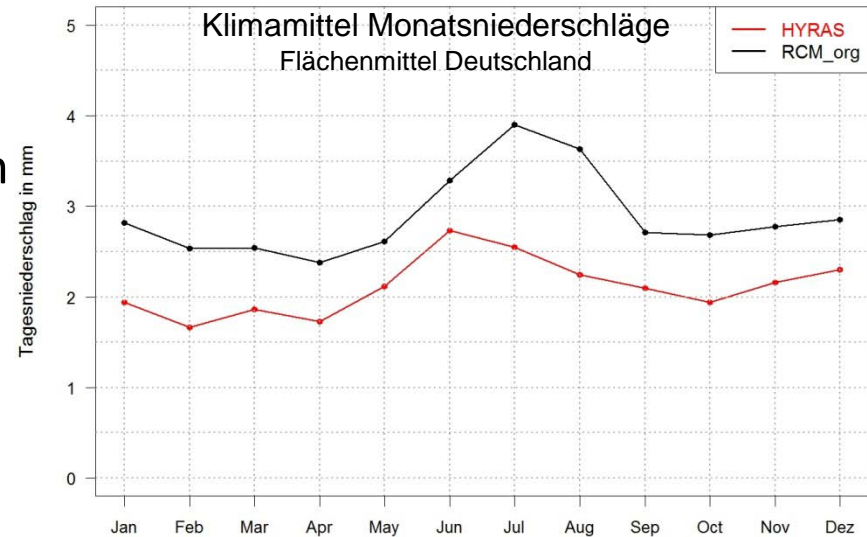
Bias-Korrekturen

Klaus Keuler

Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

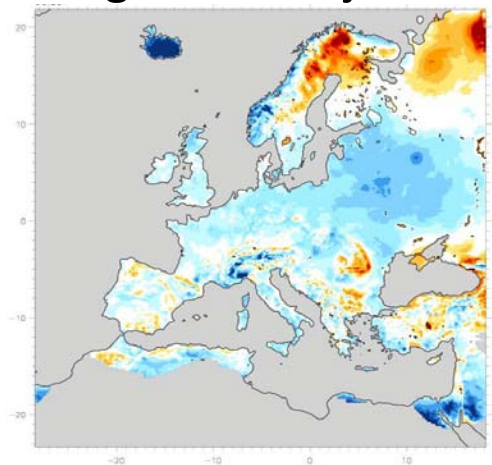
Was ist ein Modellbias

- Systematische Abweichung simulierter Klimawerte von den aus Beobachtungsdaten abgeleiteten Referenzdaten

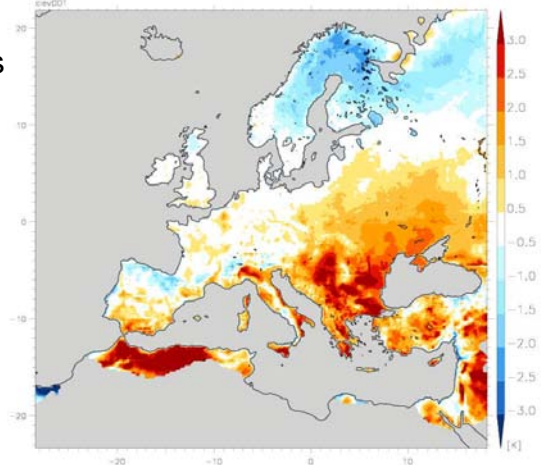


- Der Bias hängt damit immer von den verwendeten Referenzdaten ab
- Er kann zudem regional und jahreszeitlich variieren

Temperaturbias
Januar



Temperaturbias
Juli



Umgang mit dem Modellbias in ReKliEs

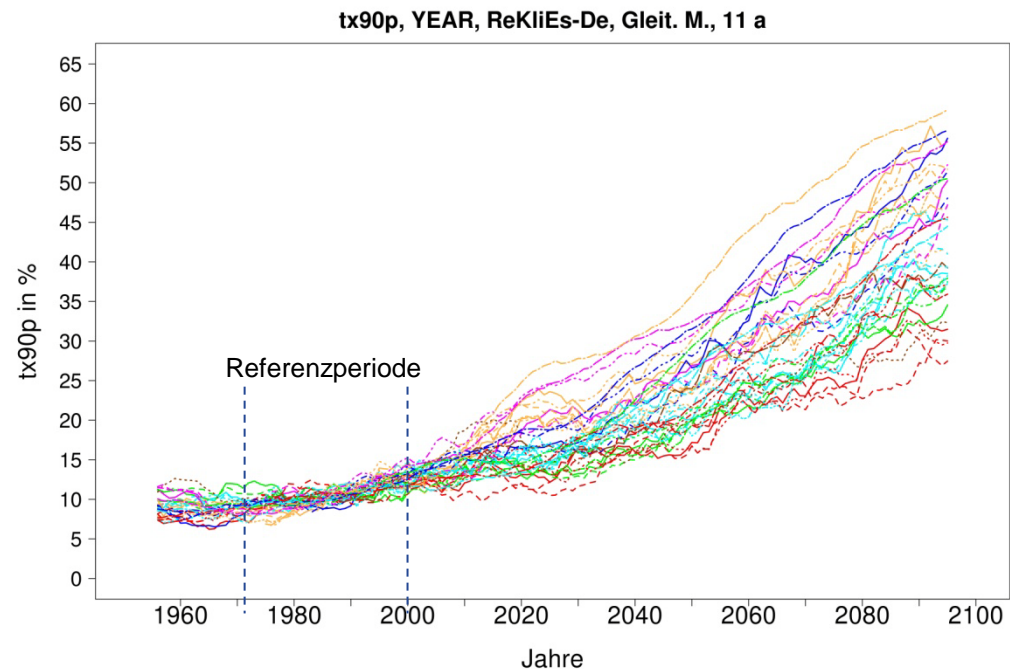
- In ReKliEs-De wurden **drei verschiedene Ansätze** verwendet, um den Einfluss des Bias zu reduzieren oder zu eliminieren
 1. Verwendung Bias unabhängiger Kennzahlen (Indikatoren)
 2. Anpassung der Kennzahlberechnung an den Modell-Bias
 3. Bias Korrektur der Modelldaten
 - nur für den Niederschlag durchgeführt
 - mit zwei unterschiedlichen Verfahren
 - Local Intensity Scaling (LOCI)
 - Analytical Quantile Mapping (AQM)

1. Verwendung Bias unabhängiger Kennzahlen

- Kennzahlen, die auf Grund ihrer Definition vom Bias unabhängig sind
 - Anteil kalter (warmer) Tage pro Jahr: tx10p (tx90p)
 - Andauer von Kälteperioden (Wärmeperioden): wsdi (csdi)
 - Starke (extreme) Niederschlagsmengen: r95ptot (r99ptot) – *nur teilweise*
- Kennzahl liefert für Referenzperiode (1971-2000) bei jedem Modell (unabhängig vom Bias) den gleichen mittleren Kennzahlwert

- **Beispiel: tx90p**

Anteil Tage im Jahr, an denen $T_{\max} >$ als das 90. Perzentil aller T_{\max} -Werte des jeweiligen Kalendertages (± 2 Tage) im Referenzzeitraum (1971-2000) ist.



2. Anpassung der Indikatoren an Bias

- Indikatoren, die auf einem Schwellwert beruhen, z.B.
 - Anzahl heißer Tage (su30), Sommertage (su), Frosttage (fd), Eistage (id), tropischer Nächte (tr), Heizgradtage (hdheat17), Länge der Vegetationsperiode (gsl)
 - Anzahl (moderater/extremer) Niederschlagstage (r1mm, r10mm, r20mm), trockener Tage (dd)
- Methode:
 - Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit (p-Wert) des Schwellwertes in den Referenzdaten, z.B. für 30 °C bei heißen Tagen
 - Bestimmung eines adäquaten Schwellwertes in Simulation mit gleicher Überschreitungshäufigkeit (Quantil zum gleichen p-Wert)
 - für jede Simulation separat (z.B. 30,8°C bei einer Simulation mit warm bias)
 - Auszählung der Überschreitungen des modifizierten Schwellwertes für jedes Jahr der Simulation

2. Anpassung der Indikatoren an Bias

- Beispiel: Anzahl heißer Tage (su30)
 - Schwellwert in Referenzdaten $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$

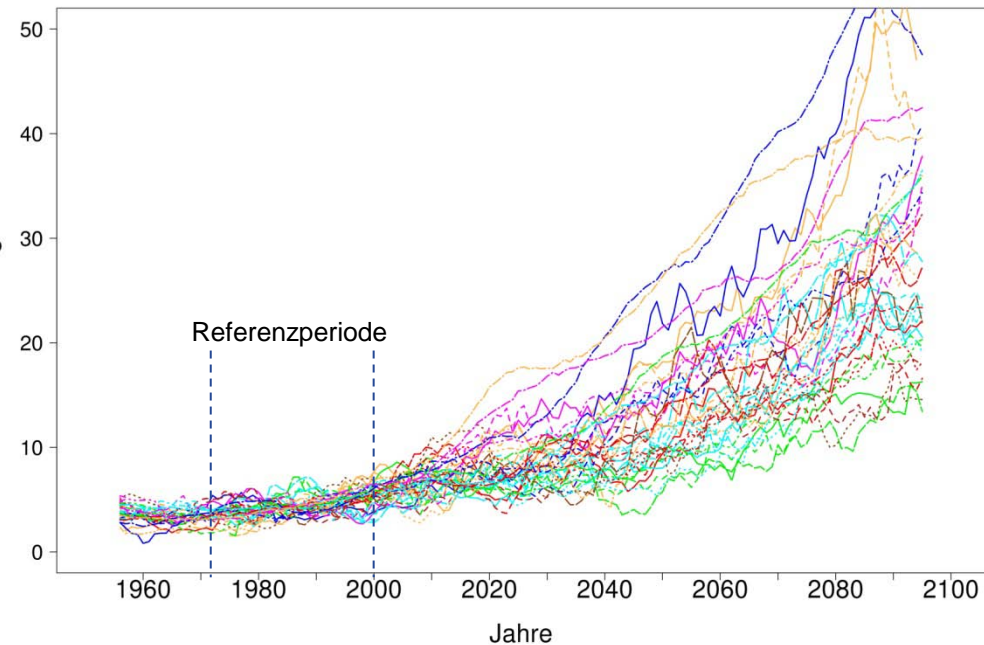
globales Modell

	ECE	CN5	CA2	MP1	HG2	MPI	MP2	EC2	EC1	IP5	MI5
WRF	27.5				30.0	28.9				29.3	
CLM	27.3	28.3	30.3		30.9	26.6					30.0
HIR	25.6										
RAC	26.6				30.0			26.6	26.9		
REM	28.1	28.2	28.3	29.6	30.1	29.5	29.5				29.8
W13	31.3	31.2	31.4		31.3	31.4					31.2
ST3	30.3	30.1	30.2		30.1	30.4					30.2
RCA	27.1	28.8			31.1	27.5				28.2	

Korrigierte Schwellwerte für su30
der ReKliEs-Simulationen

su30 in Tagen

su30, YEAR, ReKliEs-De, Gleit. M., 11 a



regionales Modell

3. Korrektur der Modelldaten

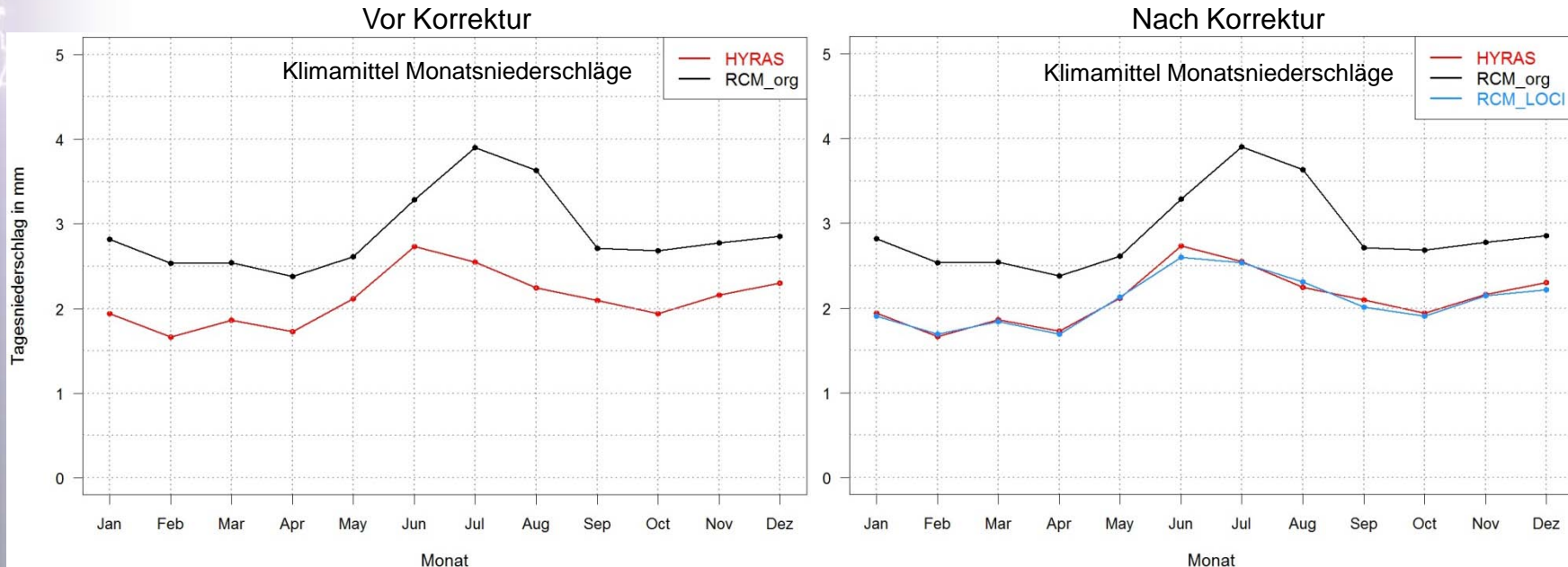
- Klassische Bias-Korrektur
 - In ReKliEs-DE nur durchgeführt für tägliche Niederschlagsdaten
 - Mit zwei unterschiedliche Verfahren
 - Local Intensity Scaling (LOCI)
 - Analytical Quantile Mapping (AQM)
- Methode:
 - Anpassung einer bestimmten Zielgröße (Klimaparameter) aus Simulationsdaten an den entsprechenden Wert aus den Referenzdaten durch „Manipulation“ der einzelnen Simulationsdaten (z.B. Tageswerte)
 - Für unterschiedliche Zielgrößen werden unterschiedliche Verfahren benötigt
 - Ein best. Verfahren korrigiert nur die jeweilige Zielgröße. Andere Klimaparameter werden ev. nicht verbessert oder sogar verschlechtert
- Beispiele:
 - Anpassung mittlerer Niederschlagsmengen → LOCI
 - Anpassung der Häufigkeitsverteilung von Tagesintensitäten → AQM

3a. Das LOCI Verfahren

- **Zielgröße**
 - Anpassung der mittleren Niederschlagsmengen
 - Wiedergabe eines adäquaten **mittleren Jahresganges**
- **Verfahren:**
 - Berechnung der mittleren Anzahl der Niederschlagstage ($\geq 1\text{mm}$) im Referenzzeitraum (1971-2000) aus den Referenzdaten (HYRAS)
 - Bestimmung eines **Schwellwertes** aus den Simulationsdaten (RCM), dessen Überschreitung die gleiche mittlere Anzahl von Niederschlagstagen ergibt
 - Berechnung der mittleren Niederschlagsmengen in HYRAS und RCM oberhalb des jeweiligen Schwellwertes für den Referenzzeitraum
 - Ableitung eines Korrekturfaktors aus dem Verhältnis der beiden mittleren Niederschlagsmengen
 - Anpassung aller simulierten Einzelniederschläge über den Korrekturfaktor
 - Werte unterhalb (oberhalb) des angepassten **Simulations-Schwellwertes** werden dabei auf Werte kleiner (größer) 1mm korrigiert
- **Durchführung:**
 - Korrekturfaktor wird für jeden Kalendertag (± 15 Tage) und jeden Gitterpunkt separat bestimmt

3a. Das LOCI Verfahren

- Auswirkung
 - Die korrigierten Niederschläge eines Kalendertages zeigen *annähernd* das gleiche klimatologische Mittel für 1971-2000 wie die Referenzdaten
 - Abweichungen bedingt durch Bestimmung der Korrekturwerte über jeweils 31 Tage um den jeweiligen Kalendertag herum
 - Der klimatologische Jahresgang der simulierten Monatsmittelwerte stimmt nahezu exakt mit dem der Referenzdaten überein

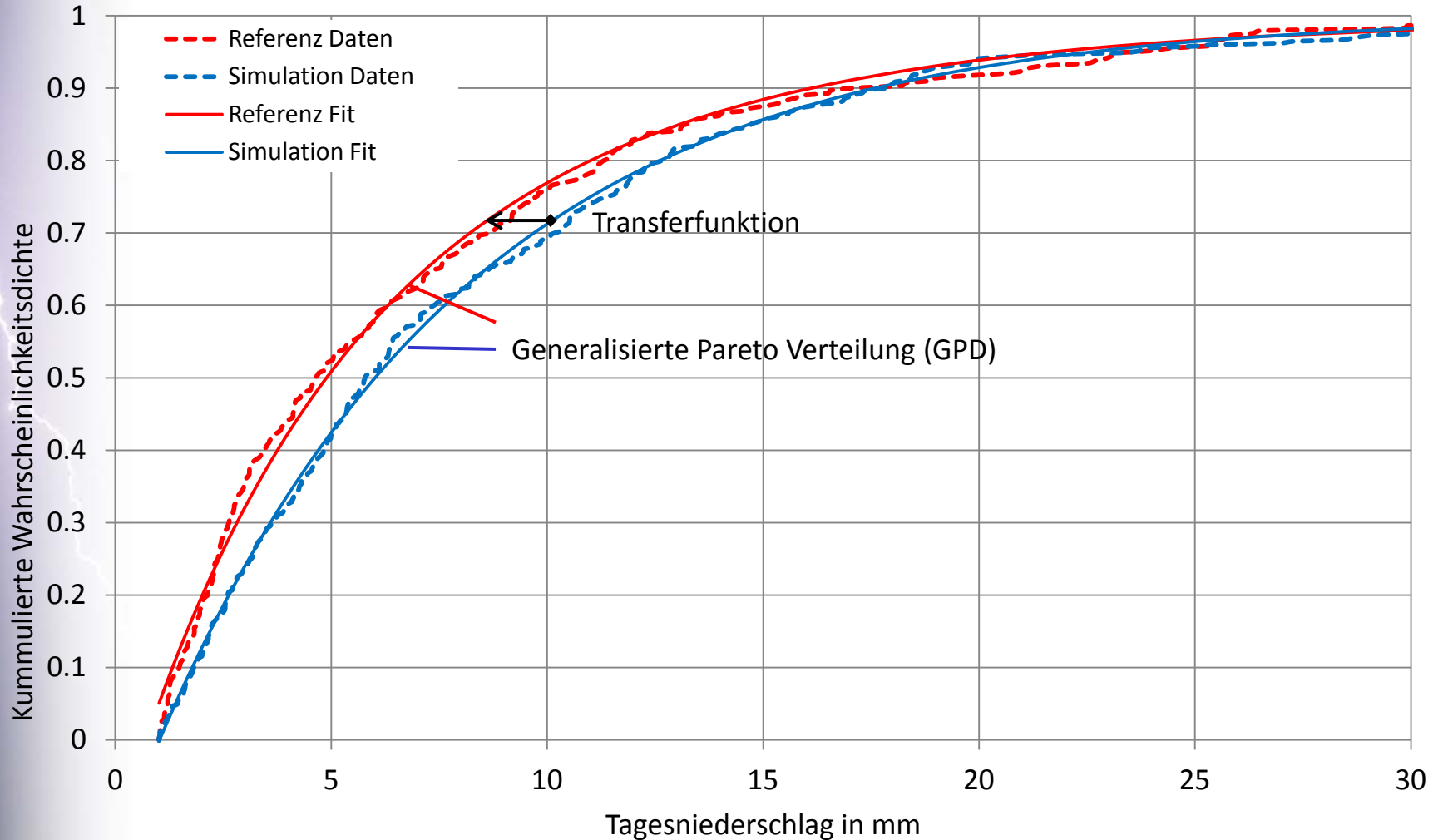


3b. Das AQM Verfahren

- **Zielgröße**
 - Anpassung der Verteilungsfunktion von Tagesniederschlägen
 - Wiedergabe der **relativen** monatlichen/saisonalen **Häufigkeitsverteilungen**
- **Verfahren:**
 - Anpassung einer **analytischen Verteilungsfunktion** (*Generalisierte Pareto Verteilung, GPD*) an die empirischen Verteilungsfunktionen der Modell- (RCM) und Referenzdaten (HYRAS) im Referenzzeitraum (1971-2000) → 3 Parameter für jede Verteilungsfunktion
 - Ableitung einer analytischen **Transferfunktion**, die die GPD Verteilung der RCM-Daten exakt auf die GPD Verteilung der HYRAS-Daten abbildet
 - Nebenbedingung: Der Wert der Transferfunktion entspricht dem Wert in der GPD der HYRAS-Daten, der die gleiche Überschreitungswahrscheinlichkeit (p-Wert) hat wie der Ausgangswert in der GPD der Simulationsdaten
 - Anpassung aller simulierten Einzelniederschläge über diese **Transferfunktion**
- **Durchführung:**
 - Korrekturfunktion wird für jeden Kalendertag (± 15 Tage) und jeden Gitterpunkt separat bestimmt und angewendet

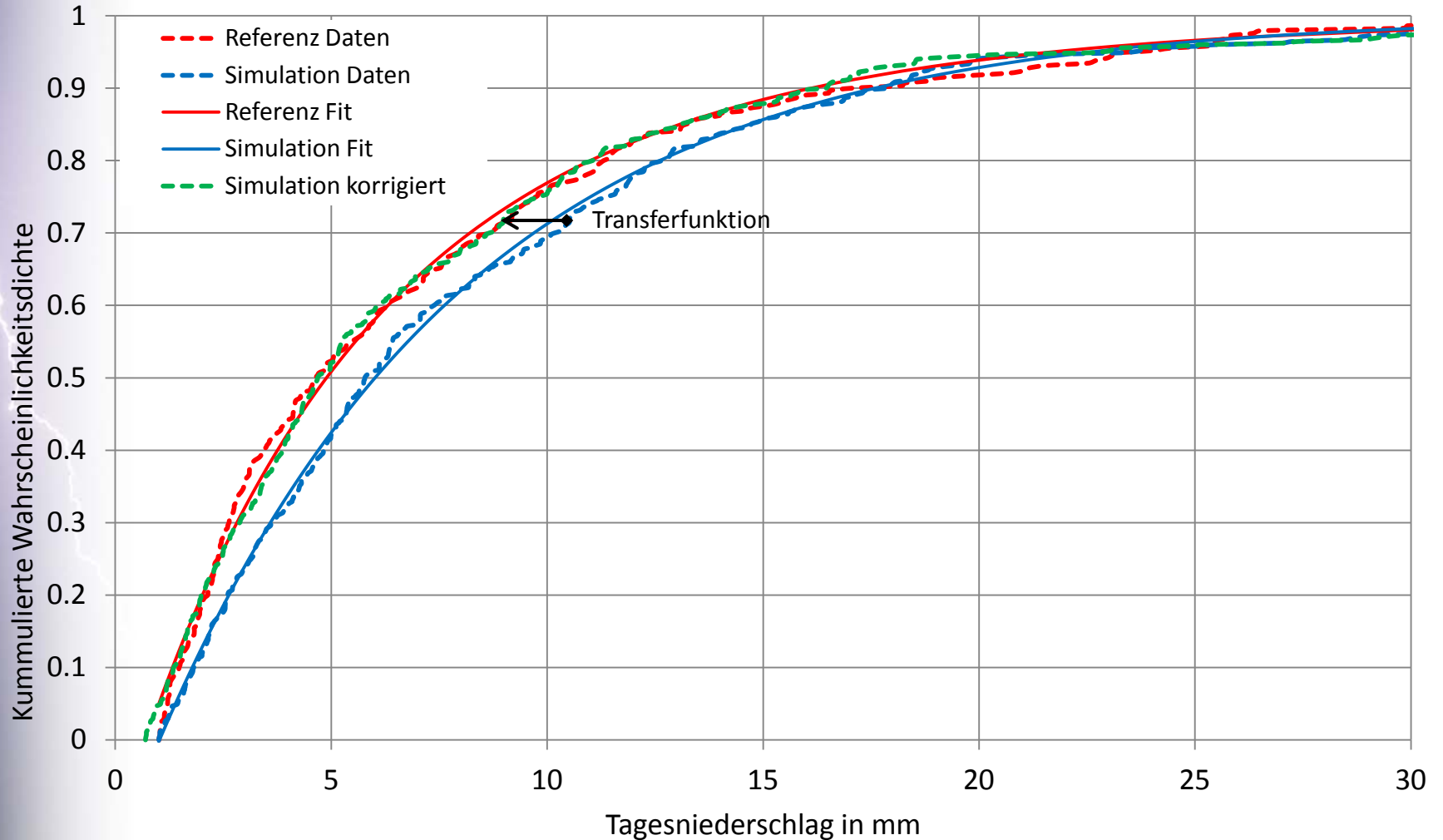
3b. Das AQM Verfahren grafisch

Verteilungsfunktionen beobachteter und simulierter Tagesniederschläge



3b. Das AQM Verfahren grafisch

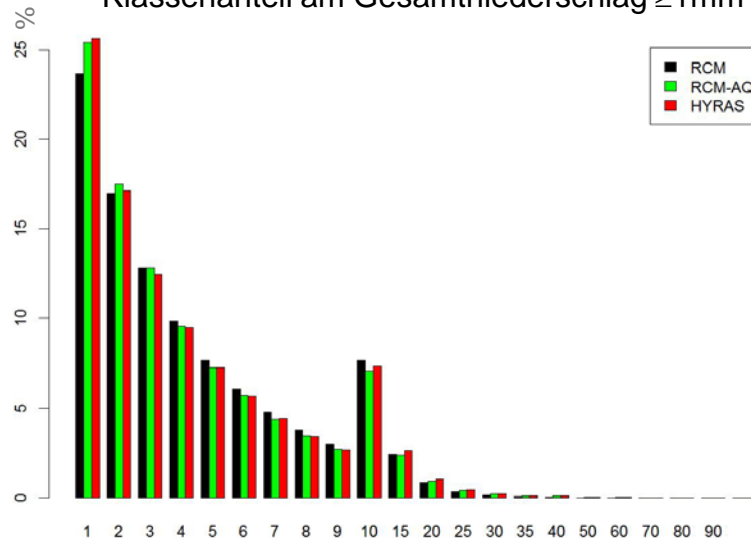
Verteilungsfunktionen beobachteter und simulierter Tagesniederschläge



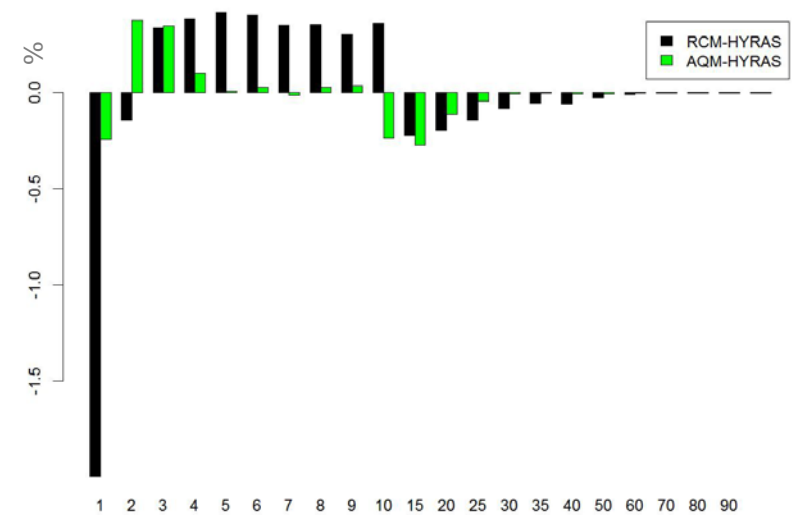
3b. Das AQM Verfahren

- Auswirkung
 - Die **relative Häufigkeitsverteilung** der korrigierten Tagesniederschläge nähert sich der Verteilung der Referenzdaten im Zeitraum 1971-2000 an.
 - Keine exakte Übereinstimmung möglich
 - Abweichungen auf Grund ungenauer Anpassung der GPD an die Daten
 - Güte des Verfahrens kann räumlich und jahreszeitlich variieren.
 - Die **absolute Zahl** der Niederschlagstage **bleibt erhalten**

Klassenanteil am Gesamtniederschlag ≥ 1 mm (DJF)

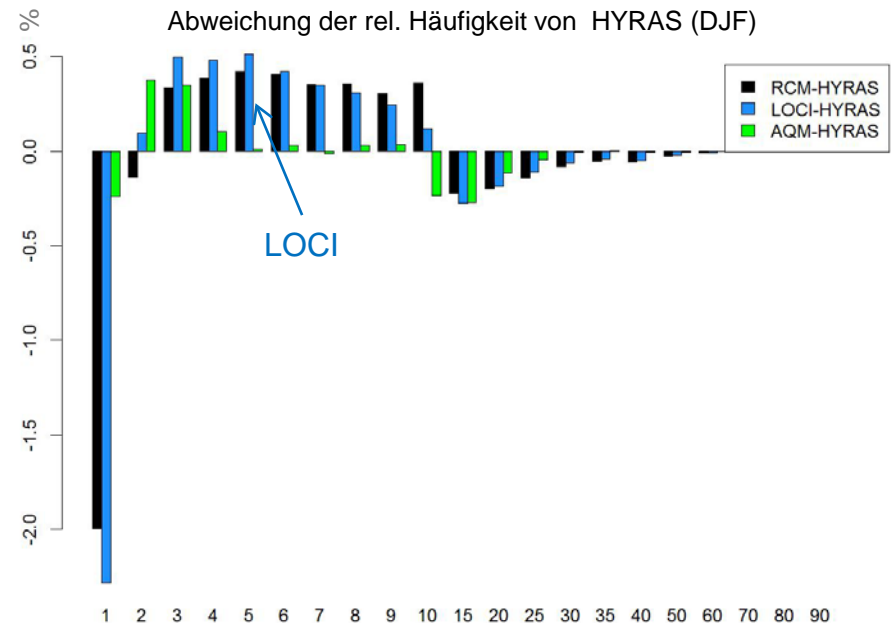
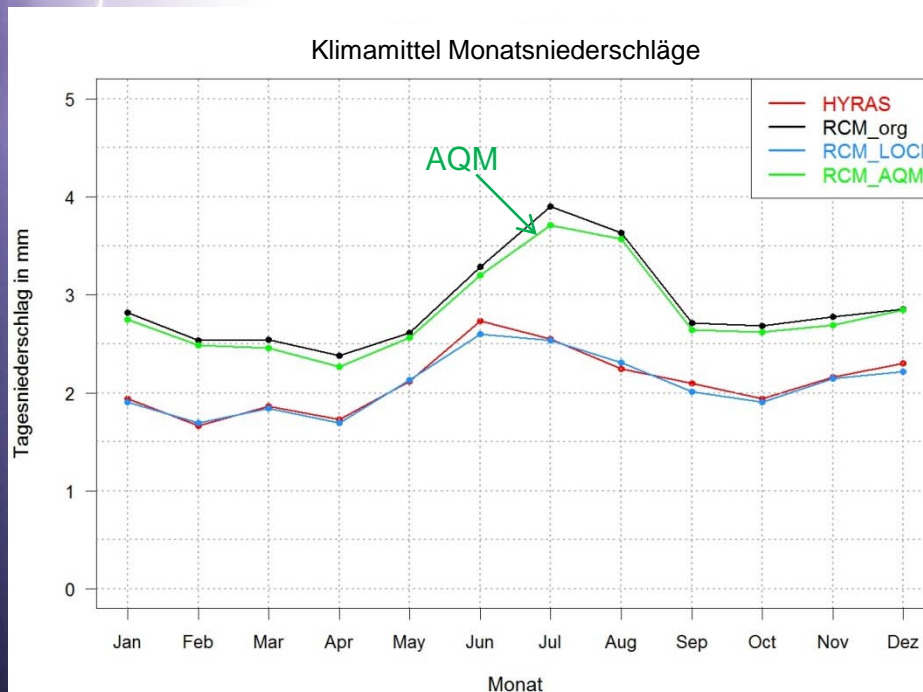


Abweichung der rel. Häufigkeit von HYRAS (DJF)



3. (Warn-)Hinweise zu den Bias-Korrekturen

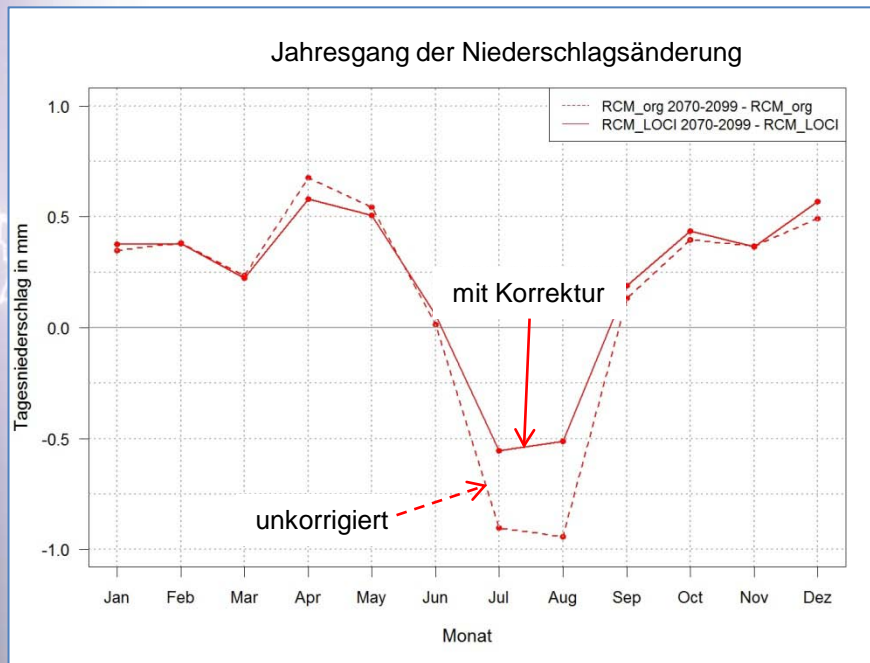
- Korrektur hängt immer von **Referenzdaten** und **Referenzperiode** ab
- Korrektur **zerstört** ev. **physikalisch** konsistente **Zusammenhänge** zwischen verschiedenen Modellvariablen
 - z.B. viel Niederschlag bei wenig Bewölkung
- Verfahren **korrigieren** i.d.R. nur die **Zielgröße**
 - Bias andere Klimaparameter bleibt, oder wird ev. größer



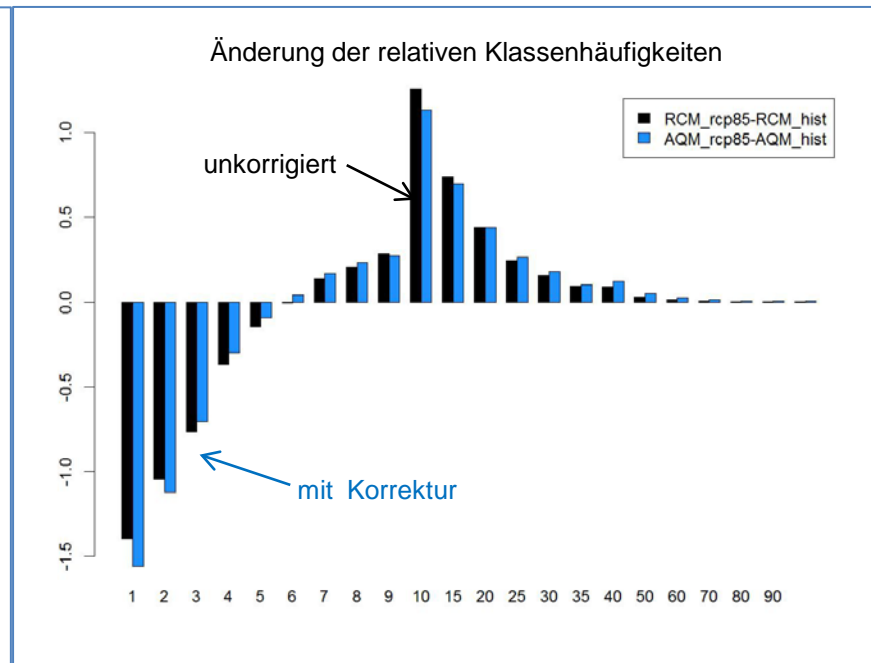
3. (Warn-)Hinweise zu den Bias-Korrekturen

- Bias-Korrektur **beeinflusst** auch das **Klimaänderungssignal**

Einfluss des LOCI-Verfahrens
auf das Klimaänderungssignal



Einfluss des AQM-Verfahrens
auf das Klimaänderungssignal



- Intensität und Richtung des Einflusses variiert regional, saisonal und insbesondere von Modell zu Modell,

4. Zusammenfassung Bias-Korrektur

- Bei Bias Korrekturen ist **zu beachten!**
 - Sie verbessern die Übereinstimmung mit ausgewählten Referenzdaten
 - Sie verbessern aber nur bestimmten Zielgrößen (Klimaparameter)
 - Andere Klimaparameter können sich dabei auch verschlechtern
 - Jede Zielgrößen erfordert ein eigenes Korrekturverfahren
 - Sie können physikalische Konsistenz zwischen den Variablen stören
 - Sie beeinflussen das Klimaänderungssignal
 - Andere Referenzdaten liefern andere Korrekturen
 - Andere Referenzzeiträume liefern andere Korrekturen
- Bias korrigierte Daten sollten mit großer Vorsicht gehandhabt werden
 - detaillierte Analyse mehrerer Klimaparameter erforderlich
 - Lesen Sie immer die **“Packungsbeilage“**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit