

Robustheit eines Ensembles von Klimaänderungssignalen - Ensemblegröße



ReKliEs-De
Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland

Wie viele Ensemble-Mitglieder sind mindestens nötig, um die Bandbreite der Klimaänderung verlässlich zu bestimmen?

Wann ist ein Ensemble robust? Vorgeschlagene Methode:

Konvergenz der Spannweite eines Klimaänderungssignales bei sukzessiver Vergrößerung des Ensembles

→ Änderung der Spannweite des Klimaänderungssignals der Ensemble Mitglieder bleibt unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes, wenn das Ensemble weiter vergrößert wird

Testensemble -T (2m) - 30 Jahresmittel - Deutschland:

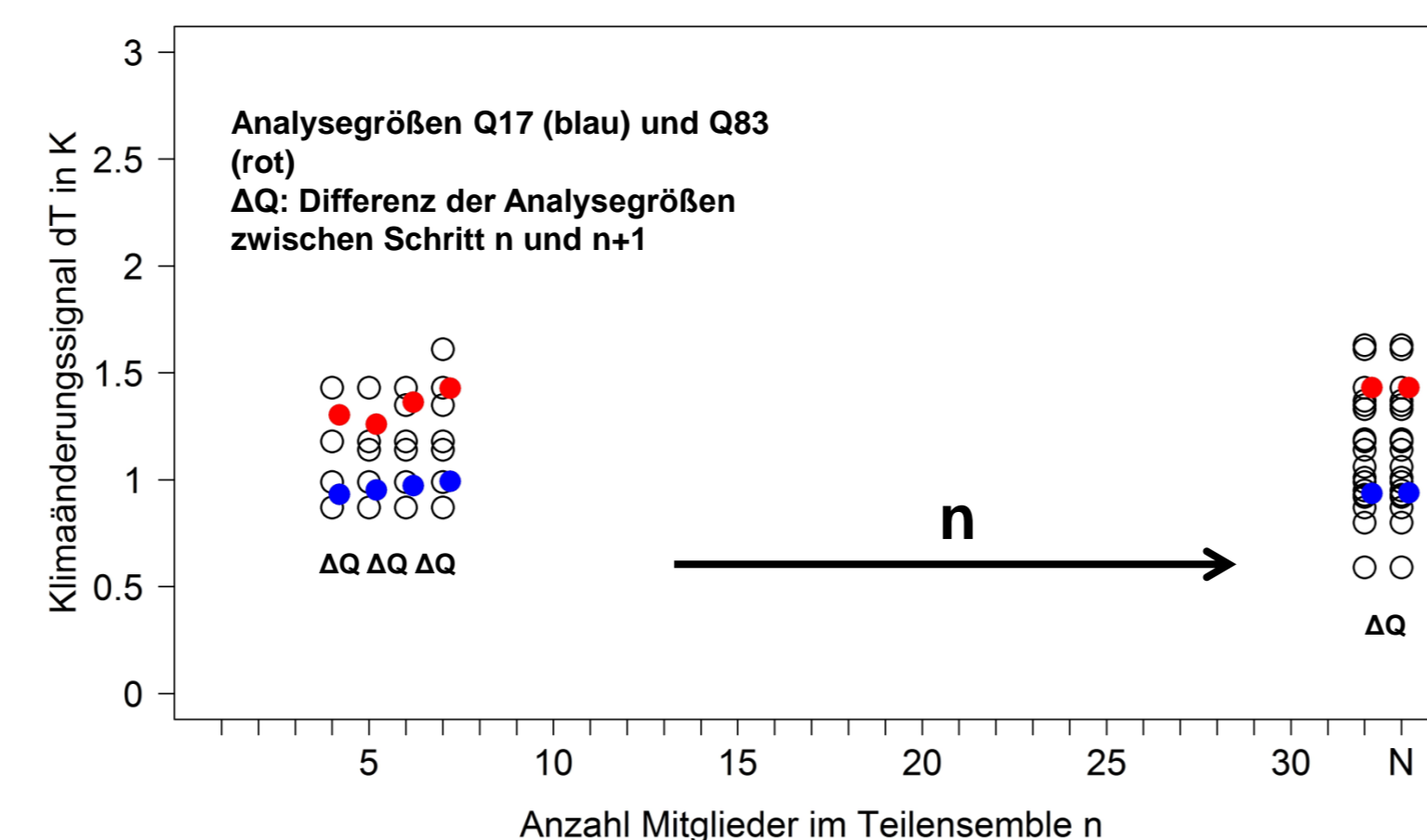
33 Klimaänderungssignale (RCP und SRES, verschiedene RCMs mit verschiedenen GCMs als Antrieb); 2021-2050 vs. 1971-2000

Methode

- Annahme: das zur Verfügung stehende Test-Ensemble deckt die „Wahrheit“ ab
- Gesucht: Wie viele Mitglieder werden benötigt, um eine Eigenschaft des Klimaänderungssignals für ein Ensemble, z.B. die Spannweite, wiederzugeben
- Spannweite: Als Analysegröße werden die Quantile Q17 und Q83 betrachtet, diese stellen eine Abdeckung von 66% der Spannweite dar. Das entspricht der IPCC Nomenklatur „likely“.

1. Ablauf:

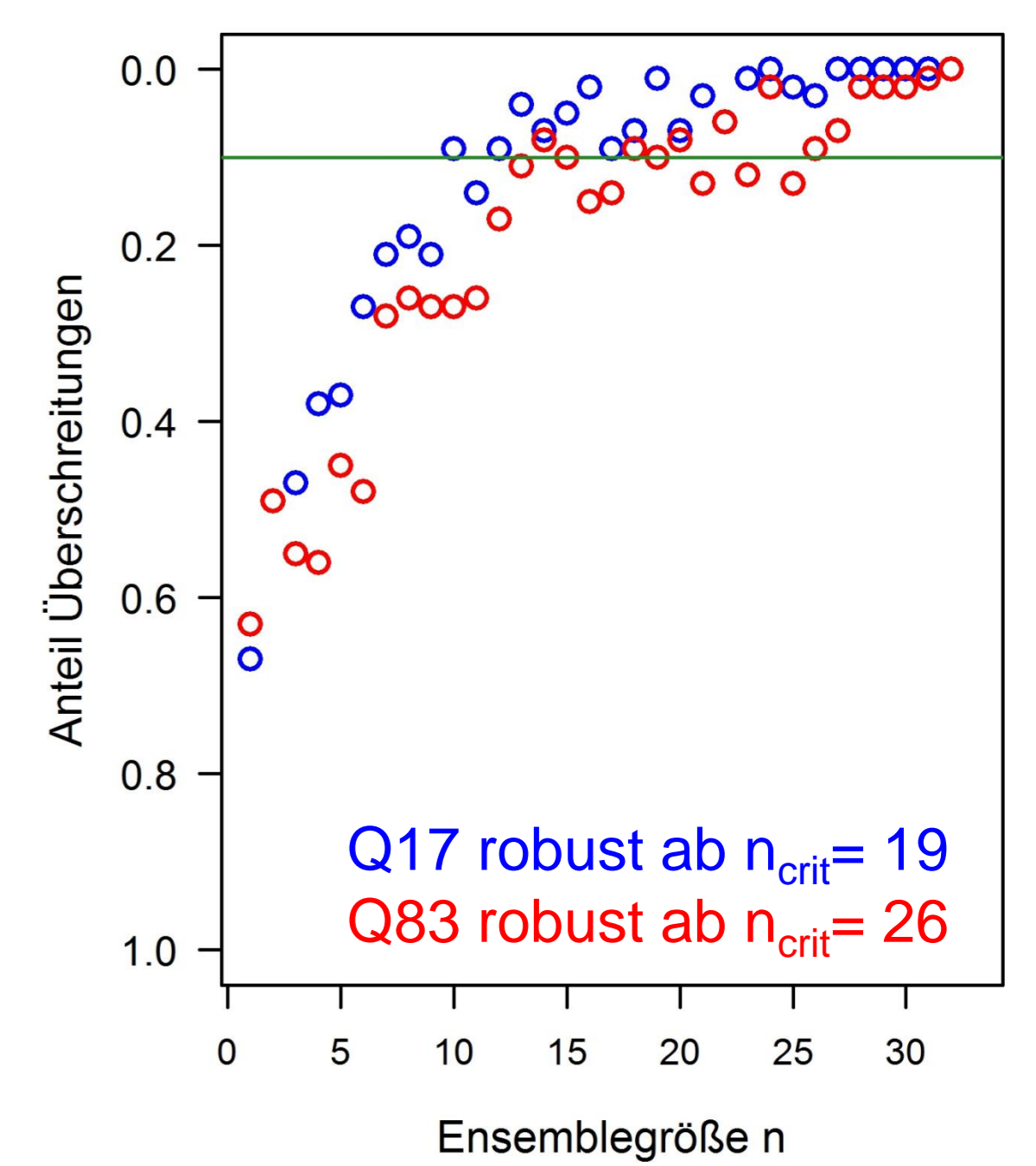
- Aus dem Gesamtensemble wird ein Teilensemble mit n (zunächst 4) Elementen gezogen (mit Zurücklegen).
- Das Teilensemble wird sukzessive um 1 Element vergrößert, bis zur Gesamtgröße N.
- Für alle $n=4, \dots, N$ werden die Analysegrößen Q17 und Q83 bestimmt.
- Für Q17 und Q83 werden für jedem Schritt von n nach n+1 ihre jeweiligen Änderungen ΔQ_n bestimmt.
- Für jeden Schritt $n \rightarrow n+1$ wird geprüft, ob ΔQ_n ein Kriterium ϵ überschreitet (für die Temperatur z.B. $\epsilon=5\%$ des Medians). Wenn gilt, dass $\Delta Q_n < \epsilon$ ist, hat das Teilensemble die Analysegröße (Spannweite) ausreichend richtig wiedergegeben.



3. Test:

Ist die Anzahl Überschreitungen U_n kleiner einer zugelassenen prozentualen Verletzungshäufigkeit, z.B. $V_{crit} = 10\% \rightarrow U_n < V_{crit}$

- Ab dem $n=n_{crit}$, ab dem für alle folgenden n diese Bedingung $U_n < V_{crit}$ erfüllt ist, wird das Ensemble als robust betrachtet.



Abhängigkeit von Parametern

Die kritische Ensemblegröße n_{crit} hängt von Parametern ab, welche durch die Anforderungen der Anwender definiert werden müssen:

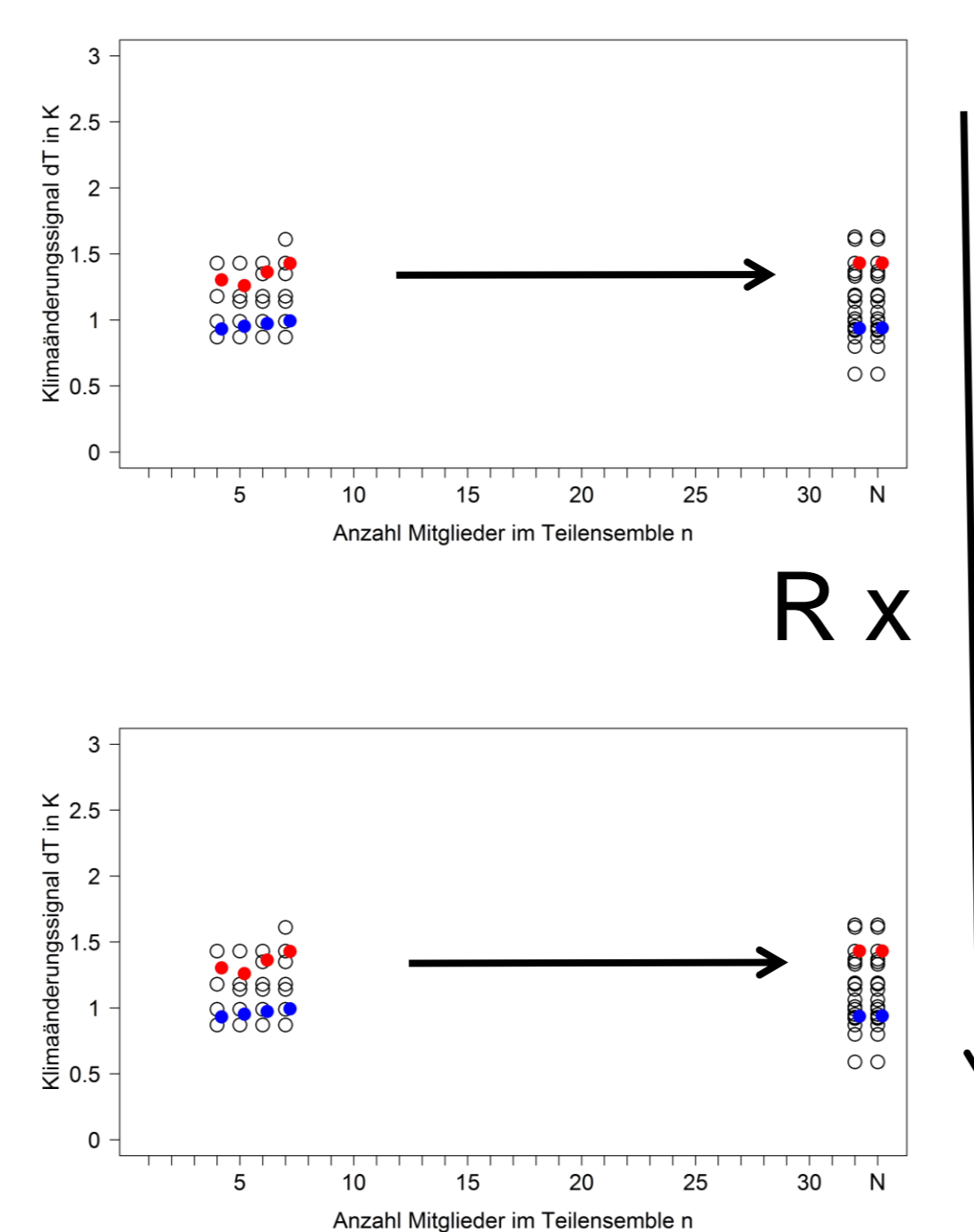
Analysegröße: Spannweite des Klimaänderungssignals, absolut oder relativ, z.B. Quantile Q17/Q83

Kriterium ϵ : für die Differenz zwischen Schritt n und n+1 bei sukzessiver Vergrößerung des Ensembles, z.B. $\epsilon=5\%$ des Median

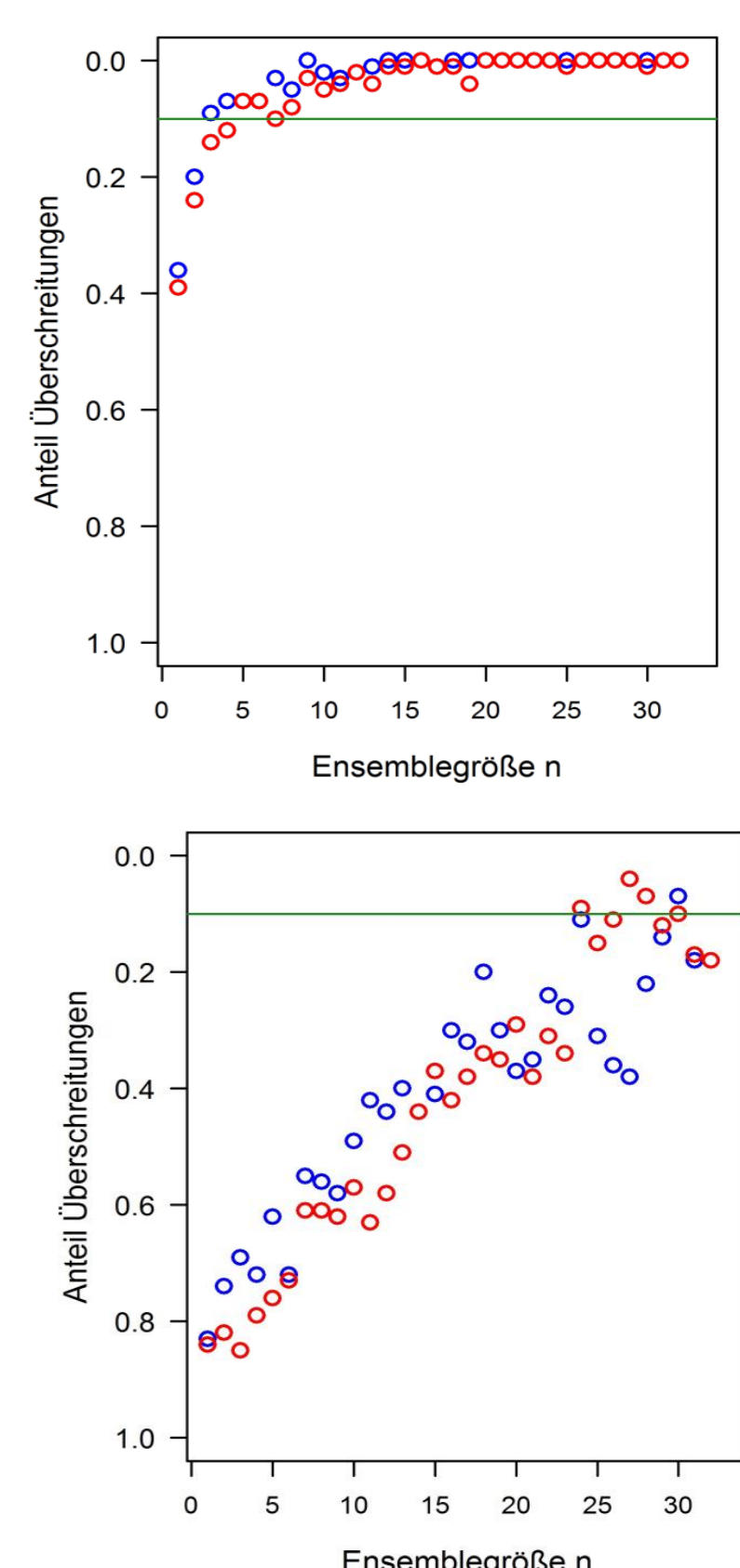
Zugelassene prozentuale Verletzungshäufigkeit des Kriteriums, z.B. $V=10\%$

2. Resampling:

- Der oben beschriebene Ablauf wird nun R mal wiederholt (hier $R=100$); dabei wird die Anzahl der Überschreitungen U_n für alle R Resamples und jeden Schritt $n \rightarrow n+1$ ermittelt, d.h. die Zahl, wie oft die Analysegröße nicht richtig wiedergegeben wurde, bestimmt.



Ab welcher Größe ein Ensemble robust wird, hängt von den gewählten Parametern und von der Verteilung der Variablen selbst ab. Bei strengeren Anforderungen oder einer breiteren Verteilung steigt die Anzahl der erforderlichen Simulationen. Die beiden Beispiele unten zeigen die gleiche Analyse für künstliche Ensemble mit einer schmalen (oben) und einer breiten (unten) Verteilung. Im oberen Fall sind nur wenige Simulationen notwendig, im unteren reichen die vorhandenen nicht aus.



Kontakt: radtke@b-tu.de

Weitere Informationen zum Projekt ReKliEs-De: <http://reklies.hlnug.de>