

Klimafolgenabschätzungen in der Wasserwirtschaft und deren Nutzen für die Praxis

U. Petry¹⁾, M. Anhalt¹⁾, C. Berndt³⁾, A. Fangmann³⁾, K. Förster⁴⁾, M. Gelleszun²⁾, U. Haberlandt³⁾, J. Hölscher¹⁾, P. Kreye²⁾, G. Meon²⁾, S. Meyer¹⁾, H. Müller³⁾, V. Wörner²⁾

1) Klimafolgenmodellierung

Im Projekt KliBiW werden die möglichen Folgen des Klimawandels für die Wasserwirtschaft im niedersächsischen Binnenland untersucht. Es wurde bisher ein Ensemble der regionalen Klimamodelle REMO und WETTREG2006 (angetrieben durch ECHAM5, Szenario A1B) genutzt. Die Simulation der Abflüsse erfolgte

für den Zeitraum 1961 bis 2100 mittels des Wasserhaushaltsmodells PANTA RHEI. Der Betrachtungsraum war das Aller-Leine-Oker Einzugsgebiet (Abb. 1). Weitere Gebiete und Modelle sind in Arbeit. Die Auswertung erfolgte an 14 Pegeln auf Tageswertbasis. Sie zeigt regional und saisonal differenzierte Tendenzen. Insgesamt können die mittleren Abflüsse leicht zunehmen, außer im Sommer.

Die Hochwasserabflüsse können ebenfalls zunehmen, bis 2050 eher im Sommer, bis 2100 auch im Winter. Bei Niedrigwasser können die Abflüsse bis 2050 leicht zunehmen, sinken danach bis 2100 aber deutlich ab. Diese mittleren Tendenzen sind mit Unsicherheiten (Bandbreiten) behaftet (Abb. 2). Die große Herausforderung für die fachliche Praxis ist der richtige Umgang mit diesen Erkenntnissen.



Abb. 1: Das Einzugsgebiet von Aller, Leine und Oker im südöstlichen Niedersachsen mit 14 Referenzpegeln

Tab. 1: Referenzpegel im Einzugsgebiet von Aller, Leine und Oker

Pegel	Gewässer	Einzugsgebiet [km ²]
Brock	Böhme	285
Derneburg	Nette	308
Glentorf	Schunter	292
Göttingen	Leine	628
Gr.Schwülper	Oker	1.723
Heinde	Innerste	898
Herrenhausen	Leine	5.296
Marklendorf	Aller	7.209
Northeim	Rhume	1.172
Ohrum	Oker	808
Pionierbrücke	Sieber	44
Poppenburg	Leine	3.457
Reckershausen	Leine	314
Rethem	Aller	14.772

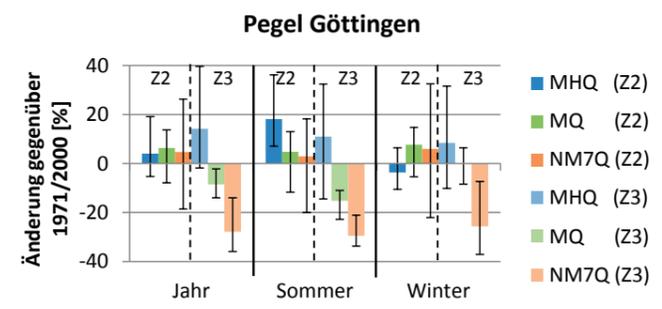


Abb. 2: Änderungssignale der mit PANTA RHEI simulierten Kenngrößen Hochwasserabfluss (MHQ), Mittelwasserabfluss (MQ) und Niedrigwasserabfluss (NM7Q) für die Zeiträume 2021-2050 (Z2) und 2071-2100 (Z3) gegenüber 1971-2000; Modell-Ensemble REMO-UBA, REMO-BfG und WETTREG; Szenario A1B

2) Robustheit von Klimasignalen

Ein entscheidender Punkt ist die Robustheit der Klimasignale. Diese kann identifiziert werden anhand der Richtungssicherheit der Signale der Ensemble-Mitglieder sowie deren Signifikanz. Letztere kann über statistische Tests ermittelt werden, wie etwa den U-Test von Wilcoxon-Mann-Whitney. Die Abb. 3a zeigt am Beispiel des Pegels Göttingen, dass die Änderungen der Hochwasserabflüsse bei fast keinem der regionalen Klimamodelle signifikant ist (für $\alpha = 0,1$). Für die Änderungen der Niedrigwasserabflüsse zeigt Abb. 3b dagegen, dass meist zwei von drei Modellen ein signifikantes Signal aufweisen. Für die weiteren Betrachtungen wurde festgelegt, dass ein Signal als robust angesehen wird, wenn wenigstens zwei Drittel der Modellläufe die gleiche Änderungsrichtung anzeigen und deren Signale signifikant sind.

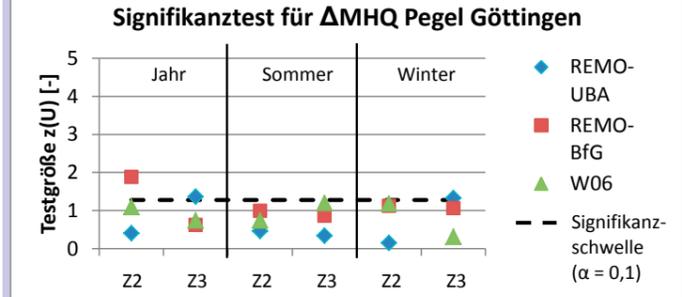


Abb. 3a: Signifikanz der Änderungssignale des Hochwasserabflusses (MHQ) am Pegel Göttingen, ermittelt anhand des U-Tests (mit $\alpha = 0,1$) für die Zeiträume 2021-2050 (Z2) und 2071-2100 (Z3) gegenüber 1971-2000; Szenario A1B

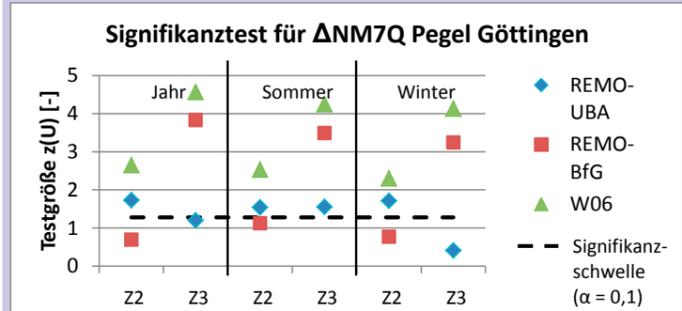


Abb. 3b: Signifikanz der Änderungssignale des Niedrigwasserabflusses (NM7Q) am Pegel Göttingen, ermittelt anhand des U-Tests (mit $\alpha = 0,1$) für die Zeiträume 2021-2050 (Z2) und 2071-2100 (Z3) gegenüber 1971-2000; Szenario A1B

4) Anwendung in der Praxis

Die Erkenntnisse können z.B. Anwendung finden bei der Umsetzung der Hochwasser-Risikomanagementrichtlinie oder bei Fragen der Mengenbewirtschaftung im Zuge der Wasserrahmenrichtlinie. Hier sollten vor allem Regionen mit robusten Klimasignalen in den Fokus der Betrachtungen gerückt werden.

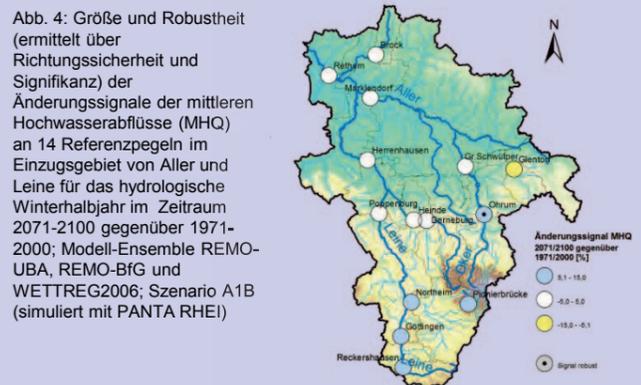


Abb. 4: Größe und Robustheit (ermittelt über Richtungssicherheit und Signifikanz) der Änderungssignale der mittleren Hochwasserabflüsse (MHQ) an 14 Referenzpegeln im Einzugsgebiet von Aller und Leine für das hydrologische Winterhalbjahr im Zeitraum 2071-2100 gegenüber 1971-2000; Modell-Ensemble REMO-UBA, REMO-BfG und WETTREG2006; Szenario A1B (simuliert mit PANTA RHEI)

3) Zukünftige Abflusssituation

Die Abb. 4 und 5 belegen, dass im Gebiet von Aller, Leine und Oker die Änderungssignale des NM7Q nicht nur deutlicher ausfallen, sondern auch wesentlich robuster erscheinen als die des MHQ. Dies ist bei Planungen zur Anpassung an die möglichen Klimafolgen im Betrachtungsraum zu berücksichtigen.

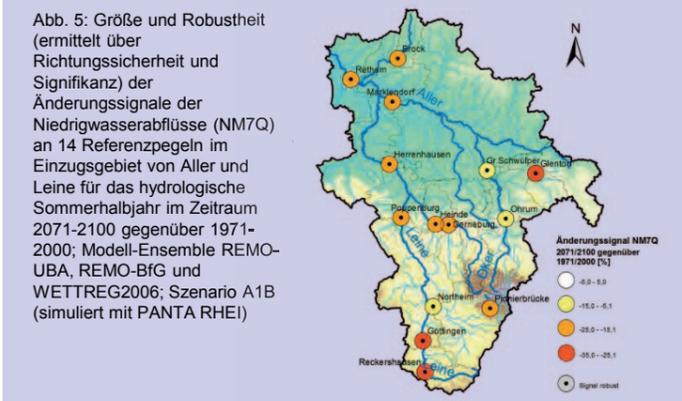


Abb. 5: Größe und Robustheit (ermittelt über Richtungssicherheit und Signifikanz) der Änderungssignale der Niedrigwasserabflüsse (NM7Q) an 14 Referenzpegeln im Einzugsgebiet von Aller und Leine für das hydrologische Sommerhalbjahr im Zeitraum 2071-2100 gegenüber 1971-2000; Modell-Ensemble REMO-UBA, REMO-BfG und WETTREG2006; Szenario A1B (simuliert mit PANTA RHEI)

Kontakt:

Uwe Petry
NLWKN Hildesheim
Tel.: 05121/509-225
uwe.petry@nlwkn-hi.niedersachsen.de
www.nlwkn.niedersachsen.de



Das KliBiW-Projekt wird gefördert durch



Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz



¹⁾ Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



²⁾ Leichtweiß-Institut für Wasserbau, Abt. Hydrologie, Wasserwirtschaft und Gewässerschutz



³⁾ Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau



⁴⁾ Centre for Climate Change Adaptation

Klimafolgenabschätzungen in der Wasserwirtschaft und deren Nutzen für die Praxis

U. Petry¹⁾, M. Anhalt¹⁾, C. Berndt³⁾, A. Fangmann³⁾, K. Förster⁴⁾, M. Gelleszun²⁾, U. Haberlandt³⁾, J. Hölscher¹⁾, P. Kreye²⁾, G. Meon²⁾, S. Meyer¹⁾, H. Müller³⁾, V. Wörner²⁾

1) Klimafolgenmodellierung

Im Projekt KliBiW werden die möglichen Folgen des Klimawandels für die Wasserwirtschaft im niedersächsischen Binnenland untersucht. Es wurde bisher ein Ensemble der regionalen Klimamodelle REMO und WETTREG2006 (angetrieben durch ECHAM5, Szenario A1B) genutzt. Die Simulation der Abflüsse erfolgte

für den Zeitraum 1961 bis 2100 mittels des Wasserhaushaltsmodells PANTA RHEI. Der Betrachtungsraum war das Aller-Leine-Oker Einzugsgebiet (Abb. 1). Weitere Gebiete und Modelle sind in Arbeit. Die Auswertung erfolgte an 14 Pegeln auf Tageswertbasis. Sie zeigt regional und saisonal differenzierte Tendenzen. Insgesamt können die mittleren Abflüsse leicht zunehmen, außer im Sommer.

Die Hochwasserabflüsse können ebenfalls zunehmen, bis 2050 eher im Sommer, bis 2100 auch im Winter. Bei Niedrigwasser können die Abflüsse bis 2050 leicht zunehmen, sinken danach bis 2100 aber deutlich ab. Diese mittleren Tendenzen sind mit Unsicherheiten (Bandbreiten) behaftet (Abb. 2). Die große Herausforderung für die fachliche Praxis ist der richtige Umgang mit diesen Erkenntnissen.



Abb. 1: Das Einzugsgebiet von Aller, Leine und Oker im südöstlichen Niedersachsen mit 14 Referenzpegeln

Tab. 1: Referenzpegel im Einzugsgebiet von Aller, Leine und Oker

Pegel	Gewässer	Einzugsgebiet [km ²]
Brock	Böhme	285
Derneburg	Nette	308
Glentorf	Schunter	292
Göttingen	Leine	628
Gr.Schwülper	Oker	1.723
Heinde	Innerste	898
Herrenhausen	Leine	5.296
Marklendorf	Aller	7.209
Northeim	Rhume	1.172
Ohrum	Oker	808
Pionierbrücke	Sieber	44
Poppenburg	Leine	3.457
Reckershausen	Leine	314
Rethem	Aller	14.772

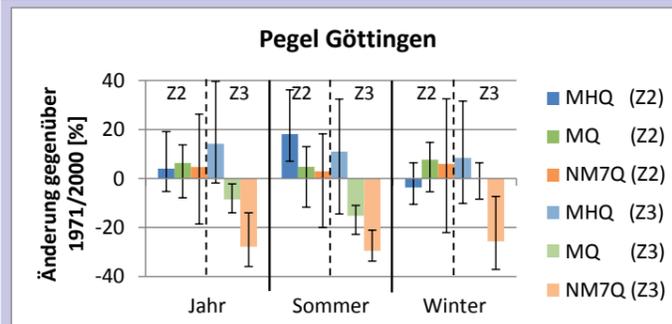


Abb. 2: Änderungssignale der mit PANTA RHEI simulierten Kenngrößen Hochwasserabfluss (MHQ), Mittelwasserabfluss (MQ) und Niedrigwasserabfluss (NM7Q) für die Zeiträume 2021-2050 (Z2) und 2071-2100 (Z3) gegenüber 1971-2000; Modell-Ensemble REMO-UBA, REMO-BfG und WETTREG; Szenario A1B

2) Robustheit von Klimasignalen

Ein entscheidender Punkt ist die Robustheit der Klimasignale. Diese kann identifiziert werden anhand der Richtungssicherheit der Signale der Ensemble-Mitglieder sowie deren Signifikanz. Letztere kann über statistische Tests ermittelt werden, wie etwa den U-Test von Wilcoxon-Mann-Whitney. Die Abb. 3a zeigt am Beispiel des Pegels Göttingen, dass die Änderungen der Hochwasserabflüsse bei fast keinem der regionalen Klimamodelle signifikant ist (für $\alpha = 0,1$). Für die Änderungen der Niedrigwasserabflüsse zeigt Abb. 3b dagegen, dass meist zwei von drei Modellen ein signifikantes Signal aufweisen. Für die weiteren Betrachtungen wurde festgelegt, dass ein Signal als robust angesehen wird, wenn wenigstens zwei Drittel der Modellläufe die gleiche Änderungsrichtung anzeigen und deren Signale signifikant sind.

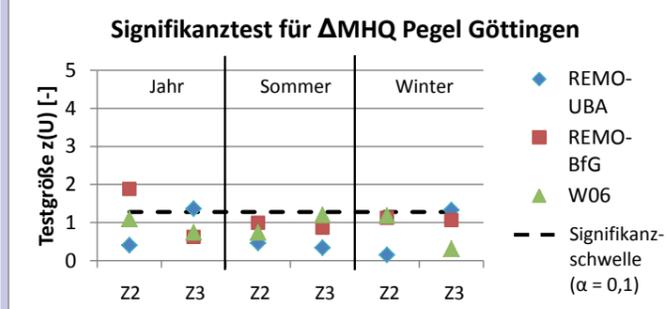


Abb. 3a: Signifikanz der Änderungssignale des Hochwasserabflusses (MHQ) am Pegel Göttingen, ermittelt anhand des U-Tests (mit $\alpha = 0,1$) für die Zeiträume 2021-2050 (Z2) und 2071-2100 (Z3) gegenüber 1971-2000; Szenario A1B

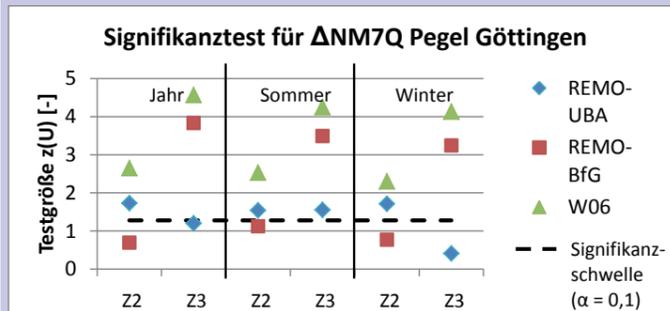


Abb. 3b: Signifikanz der Änderungssignale des Niedrigwasserabflusses (NM7Q) am Pegel Göttingen, ermittelt anhand des U-Tests (mit $\alpha = 0,1$) für die Zeiträume 2021-2050 (Z2) und 2071-2100 (Z3) gegenüber 1971-2000; Szenario A1B

4) Anwendung in der Praxis

Die Erkenntnisse können z.B. Anwendung finden bei der Umsetzung der Hochwasser-Risikomanagementrichtlinie oder bei Fragen der Mengenbewirtschaftung im Zuge der Wasserrahmenrichtlinie. Hier sollten vor allem Regionen mit robusten Klimasignalen in den Fokus der Betrachtungen gerückt werden.

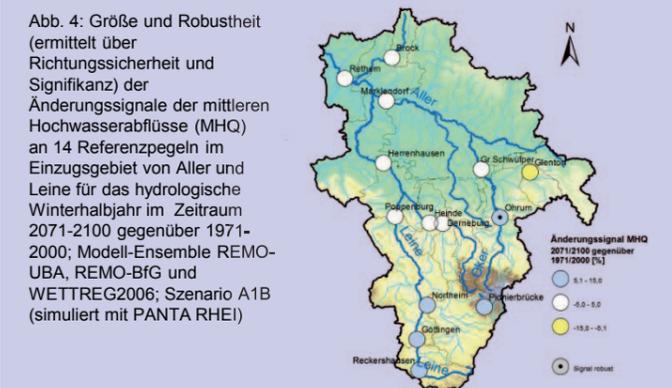


Abb. 4: Größe und Robustheit (ermittelt über Richtungssicherheit und Signifikanz) der Änderungssignale der mittleren Hochwasserabflüsse (MHQ) an 14 Referenzpegeln im Einzugsgebiet von Aller und Leine für das hydrologische Winterhalbjahr im Zeitraum 2071-2100 gegenüber 1971-2000; Modell-Ensemble REMO-UBA, REMO-BfG und WETTREG2006; Szenario A1B (simuliert mit PANTA RHEI)

3) Zukünftige Abflusssituation

Die Abb. 4 und 5 belegen, dass im Gebiet von Aller, Leine und Oker die Änderungssignale des NM7Q nicht nur deutlicher ausfallen, sondern auch wesentlich robuster erscheinen als die des MHQ. Dies ist bei Planungen zur Anpassung an die möglichen Klimafolgen im Betrachtungsraum zu berücksichtigen.

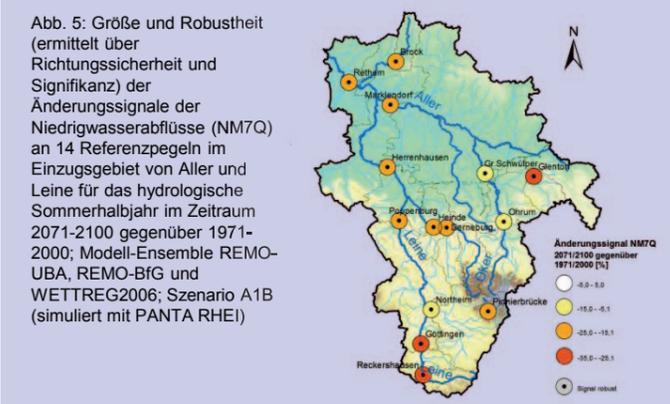


Abb. 5: Größe und Robustheit (ermittelt über Richtungssicherheit und Signifikanz) der Änderungssignale der Niedrigwasserabflüsse (NM7Q) an 14 Referenzpegeln im Einzugsgebiet von Aller und Leine für das hydrologische Sommerhalbjahr im Zeitraum 2071-2100 gegenüber 1971-2000; Modell-Ensemble REMO-UBA, REMO-BfG und WETTREG2006; Szenario A1B (simuliert mit PANTA RHEI)

Kontakt:

Uwe Petry
NLWKN Hildesheim
Tel.: 05121/509-225
uwe.petry@nlwkn-hi.niedersachsen.de
www.nlwkn.niedersachsen.de



Das KliBiW-Projekt wird gefördert durch



Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz



¹⁾ Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



²⁾ Leichtweiß-Institut für Wasserbau, Abt. Hydrologie, Wasserwirtschaft und Gewässerschutz



³⁾ Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau



⁴⁾ Centre for Climate Change Adaptation