

## 6.4 Rückwirkungen von Feldberegnung und Waldumbau auf das regionale Klima – eine Modellrechnung

Die Wechselwirkungen zwischen Land und Atmosphäre beeinflussen das regionale Klima. Die Landnutzung spielt dabei eine wichtige Rolle. Änderungen in der Landnutzung und Landbewirtschaftung sind mögliche Maßnahmen zur Anpassung an sich ändernde Klimabedingungen. Eine wichtige Fragestellung dabei ist, wie Anpassungsmaßnahmen der Land- und Forstwirtschaft an den Klimawandel wiederum auf das regionale Klima zurückwirken. Um dies zu untersuchen, wurden Feldberegnung und eine veränderte Waldzusammensetzung direkt in ein regionales Klimamodell implementiert und ihre Rückwirkungen auf das Klima simuliert. Damit können auch nicht-lineare Wechselwirkungen innerhalb des regionalen Klimasystems untersucht werden. Die Ergebnisse, die hier vorgestellt werden, können auf Regionen mit ähnlichen Klima- und Standortbedingungen übertragen werden.

### Effekte der Beregnung

Die im Südosten der Metropolregion Hamburg vorherrschenden sandigen Böden sind aufgrund ihres geringen Wasserhaltevermögens durch sommerliche Trockenheit geprägt. Der Anbau von Hackfrüchten und Getreide erfordert daher schon unter heutigen Klimabedingungen Feldberegnung. Bei zunehmender Verdunstung von Wasser von den Landoberflächen und durch die Pflanzen unter wärmeren Klimabedingungen und abnehmenden sommerlichen Niederschlägen wird der Beregnungsbedarf zukünftig zunehmen. Mit dem regionalen Klimamodell REMO wurde ein Experiment für das Jahr 2003 durchgeführt, das sich durch besonders warme und trockene Bedingungen im Sommer ausgezeichnet hat, die unter zukünftigen Klimabedingungen sehr viel häufiger auftreten können.

Im Modell wurden die Beregnungsmengen indirekt über eine höhere Bodenfeuchte gesteuert. Im Juli ist der Anteil an potenziell bewässerungsbedürftigen Flächen relativ hoch, deshalb werden die Effekte der Bewässerung für diesen Monat gezeigt. Die erhöhte Bodenfeuchte führt zu einer Erhöhung der Verdunstung (s. Abb. 6.4.1). Das führt zu einer leichten Kühlung bis zu 0,75 K in den Gebieten, in denen Bewässerung stattgefunden hat. Der Niederschlag dagegen wird kaum durch die Bewässerung beeinflusst.

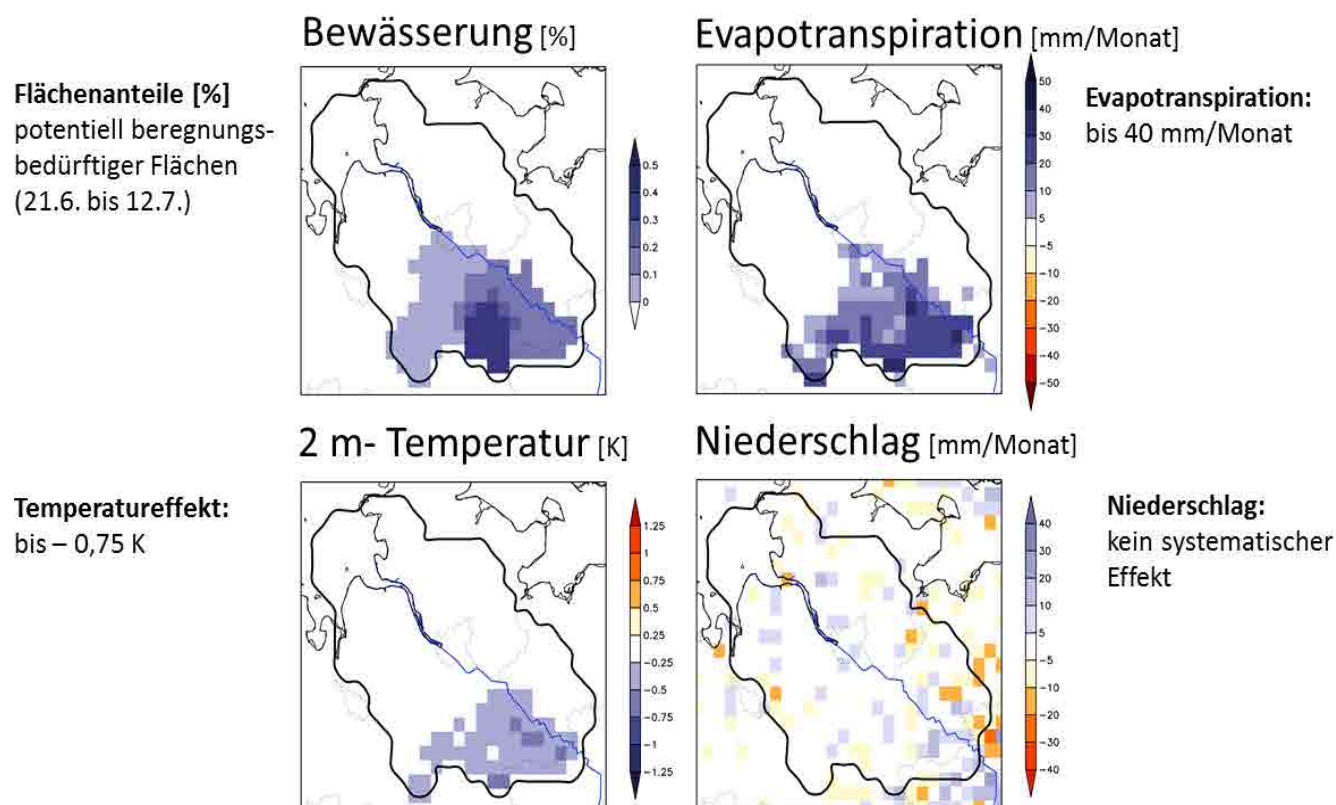
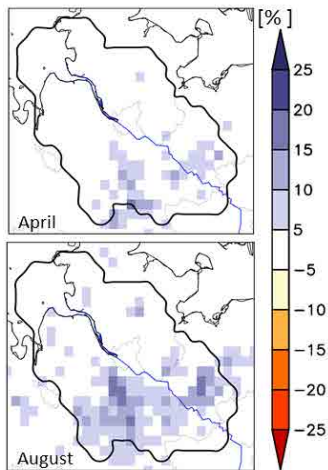
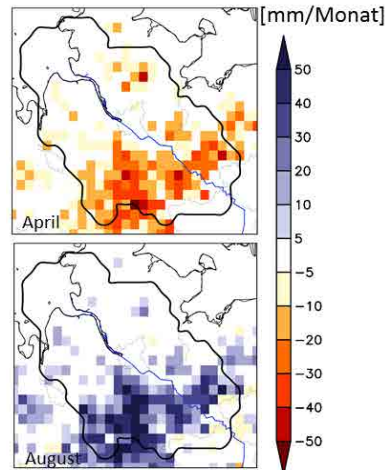


Abb. 6.4.1: Flächenanteile der potenziell beregnungsbedürftigen Flächen und Effekte der Bewässerung (Bewässerungsexperiment minus Referenzsimulation) auf Evapotranspiration, bodennahe 2 m-Lufttemperatur und Niederschlag für Juli 2003.

## Relative Bodenfeuchte



## Evapotranspiration



## 2 m- Temperatur

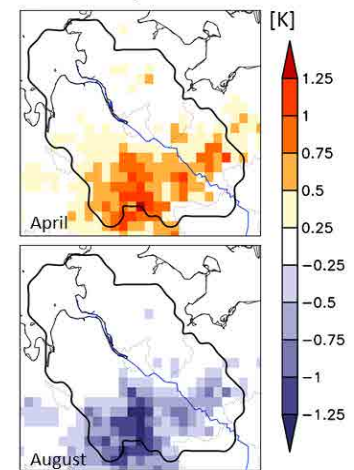


Abb. 6.4.2: Rückwirkung des Waldumbaus auf die relative Bodenfeuchte, die Evapotranspiration und die bodennahe 2 m-Lufttemperatur für das Jahr 2003, gezeigt in den Monaten April (oben) und August (unten).

## Effekte des Waldumbaus

Weitere Experimente wurden mit einer veränderten Waldzusammensetzung durchgeführt. Waldumbau ist eine mögliche Anpassungsmaßnahme an die projizierten wärmeren und trockeneren Sommer. Mit Waldumbau ist hier der Umbau von überwiegend Nadelwald in Laub- und Mischwald gemeint. Mischwälder sind gegenüber Nadelwäldern anpassungsfähiger an sich ändernde Klimabedingungen. Empirische Studien haben gezeigt, dass Laubwälder für eine höhere Grundwasserbildung sorgen können, weil die Transpiration außerhalb der Vegetationszeit reduziert ist und aufgrund der geringeren Blattoberflächen von Laubbäumen ganzjährig weniger Verluste durch Interzeptionsverdunstung stattfinden als bei Nadelbäumen. Die Landnutzungsverteilung im regionalen Klimamodell REMO wurde so modifiziert, dass alle in der Metropolregion vorkommenden Nadelwälder durch Laubwälder ersetzt und die Oberflächeneigenschaften entsprechend verändert wurden. Es wurden Simulationen für heutige Klimabedingungen (1971 - 2000) und zukünftige Zeitperioden (2071 - 2100) unter der Annahme des A1B Szenarios erstellt, um die Rückwirkungen der neuen Waldzusammensetzung unter heutigen und unter veränderten Klimabedingungen zu untersuchen.

Die Ergebnisse der Modellsimulationen bestätigen, dass durch geringere Interzeptionsverdunstung und weniger Transpiration im Frühjahr das Bodenwasserreservoir im Jahresverlauf unter Laubwald länger gefüllt bleibt und die relative Bodenfeuchte im Sommer erhöht ist. Im Frühjahr führt die geringere Verdunstung über Laubwald zu einer höheren Temperatur im Vergleich zur vorherigen Bewaldung durch Nadelbäume. In vergleichsweise warmen und niederschlagsarmen Sommern ermöglicht dann der höhere Bodenwassergehalt unter Laubwald mehr Verdunstung als mit Nadelwald. Die Verdunstungskühlung führt im Gebietsmittel um bis zu 0,6 K geringeren Lufttemperaturen. In Abbildung 6.4.2 sind die Auswirkungen auf den simulierten Wasser- und Energiehaushalt für das besonders warme und trockene Jahr 2003 gezeigt. Im Frühjahr (hier der Monat April) ist die relative Bodenfeuchte unter Laubwald höher als unter Nadelwald. Die Verdunstung ist geringer, was die Verdunstungskühlung vermindert und damit die Temperatur um bis zu 1 K erhöht. Im Sommer (hier der Monat August) ist dann die relative Bodenfeuchte unter Laubwald deutlich höher als unter Nadelwald. Über Laubwald kann demzufolge im Sommer mehr verdunstet werden als über Nadelwald. Das führt zu mehr

Verdunstungskühlung über Laubwald und damit zu einer um bis zu 1 K geringeren Temperatur in einigen Gebieten. Da im zukünftigen Klima unter den Annahmen des A1B Emissionsszenarios warme und trockene Sommer häufiger vorkommen, tritt durch die verbesserte Speicherung von Wasser im Boden unter Laubwald der Effekt der Verdunstungskühlung im Sommer entsprechend häufiger auf. Weiterführende Aspekte im Zusammenhang mit Waldumbau finden sich in Kapitel 6.3. In dieser Studie wurden verschiedene Waldbauszenarien modelliert, um zu analysieren, welche Baumarten unter Klimaänderungsbedingungen zu einer höheren Grundwasserneubildung beitragen.

## Zusammenfassung

Die Ergebnisse beider Experimente zeigen Rückwirkungen von möglichen Anpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft auf das Klima, welche unter bestimmten Bedingungen in Boden und Atmosphäre die durch veränderte Treibhausgasemissionen bewirkte Klimaänderungen bis zu einem bestimmten Maß lokal verstärken oder abschwächen können. Diese Wechselwirkungen zwischen Klima- und Landnutzungsänderungen sind bei der Erarbeitung von Anpassungsstrategien in Land- und Forstwirtschaft zu berücksichtigen. Zudem sind bei der Entwicklung von Waldbaustrategien weitere Aspekte zu berücksichtigen, wie z.B. die Ausbreitung von Schädlingen und die Anfälligkeit der Baumarten unter zukünftigen Klimabedingungen.

Autorinnen:

Juliane Petersen und Diana Rehid, Max-Planck-Institut für Meteorologie und Climate Service Center Hamburg



KLIMZUG-NORD KURS:

- Beregnung und Waldumbau bewirken in warmen und trockenen Sommern eine leichte Kühlung der Umgebung.
- Waldumbau kann zu einer erhöhten Speicherung von Bodenwasser im Frühjahr und damit zu mehr Bodenwasserverfügbarkeit im Sommer an geeigneten Standorten beitragen.