

4.2.5 Rückwirkungen von Waldumbau und Beregnung auf das simulierte regionale Klima

Juliane Petersen, Diana Rechid

Die Wechselwirkungen zwischen Land und Atmosphäre beeinflussen das regionale Klima. Die Landnutzung spielt dabei eine wichtige Rolle. Änderungen der Landnutzung und Landbewirtschaftung können auch mögliche Maßnahmen zur Anpassung an sich ändernde Klimabedingungen sein. Eine wichtige Fragestellung dabei ist, wie Anpassungsmaßnahmen der Land- und Forstwirtschaft wiederum zurück auf das regionale Klima wirken. 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 (vgl. Kap. 4.1.2, 4.2.3). 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 zunehmen. Ein Modellexperiment

wurde 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. Es wurde eine Parametrisierung der Bewässerung im regionalen Klimamodell REMO (Jacob, Podzun, 1997) entwickelt, die die Beregnungsmengen indirekt durch eine Veränderung der Bodenfeuchte steuert (vgl. Petersen, 2012). Im Monat

Juli ist der Anteil an potenziell bewässerungsbedürftigen Flächen relativ hoch, deswegen werden die Effekte der Bewässerung für diesen Monat gezeigt. Die erhöhte Bodenfeuchte führt zu einer Erhöhung der Evapotranspiration und damit zu einer leichten Kühlung von bis zu 0,75 K in den Gebieten, in denen Bewässerung stattgefunden hat. Der Niederschlag dagegen wird kaum durch die Bewässerung beeinflusst (Abb. 4.2.18).

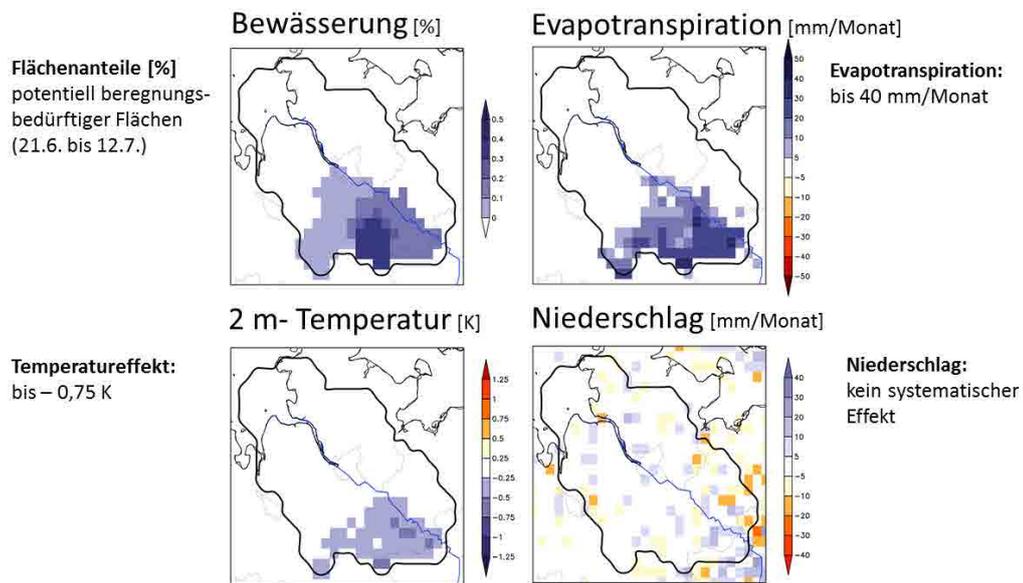


Abb. 4.2.18: Flächenanteile der potenziell beregnungsbedürftigen Flächen und Effekte der Bewässerung (Bewässerungsexperiment minus Referenzsimulation) in der Metropolregion Hamburg auf Evapotranspiration, bodennahe Lufttemperatur und Niederschlag für Juli 2003

Effekte des Waldumbau

Weitere Experimente wurden mit einer veränderten Waldzusammensetzung durchgeführt. Waldumbau ist eine mögliche Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel (vgl. Kapitel 4.1.3). Mit Waldumbau ist hier der Umbau von überwiegend Nadelwald in Laub- und Mischwald gemeint. Mischwälder sind gegenüber Nadelwäldern anpassungsfähiger an sich ändernde Klimabedingungen. Laubwälder können auch für eine höhere Grundwasserbildung sorgen, da sie im Gegensatz zu Nadelwäldern außerhalb der Vegetationszeit keine Blätter tragen und so die Transpiration, also die Verdunstung durch die Spaltöffnung der Blätter, reduziert ist. Außerdem finden ganzjährig weniger Verluste durch Interzeption statt, der Verdunstung des Wassers auf den Blattoberflächen, da Laubbäumen eine geringere Blattoberfläche im Vergleich zu Nadelwäldern aufweisen (Chmielewski, 2007; Müller, 2009). Die Landnutzungsverteilung im regionalen Klimamodell REMO wurde so modifiziert, dass alle in der Metropolregion vorkommenden Nadelwälder durch Laubwälder ersetzt wurden (Abb. 4.2.19) - mit entsprechender Veränderung der Oberflächeneigenschaften. 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.

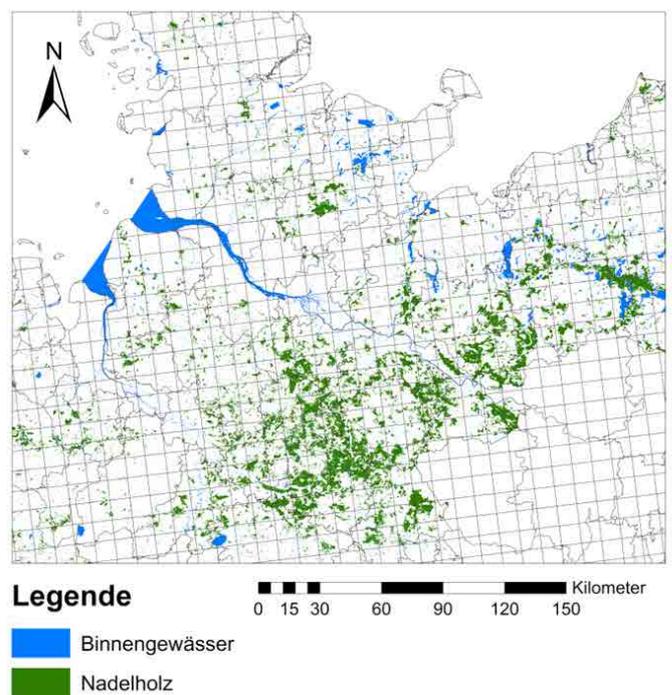


Abb. 4.2.19: Gebiete mit Nadelwald, die im Experiment in Laubwald umgewandelt wurden

Die Ergebnisse der Modellsimulationen bestätigen, dass durch geringere Interzeption und weniger Transpiration im Winter und 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 geringere Lufttemperaturen. In Abbildung 4.2.20 sind die Simulationsergebnisse für das warme und trockene Jahr 2003 gezeigt, in der die Auswirkungen auf den Wasser- und Energiekreislauf zu sehen sind. 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 (vgl. Kapitel 3), tritt durch die verbesserte Speicherung von Wasser im Boden unter Laubwald der Effekt der Verdunstungskühlung im Sommer entsprechend häufiger auf.

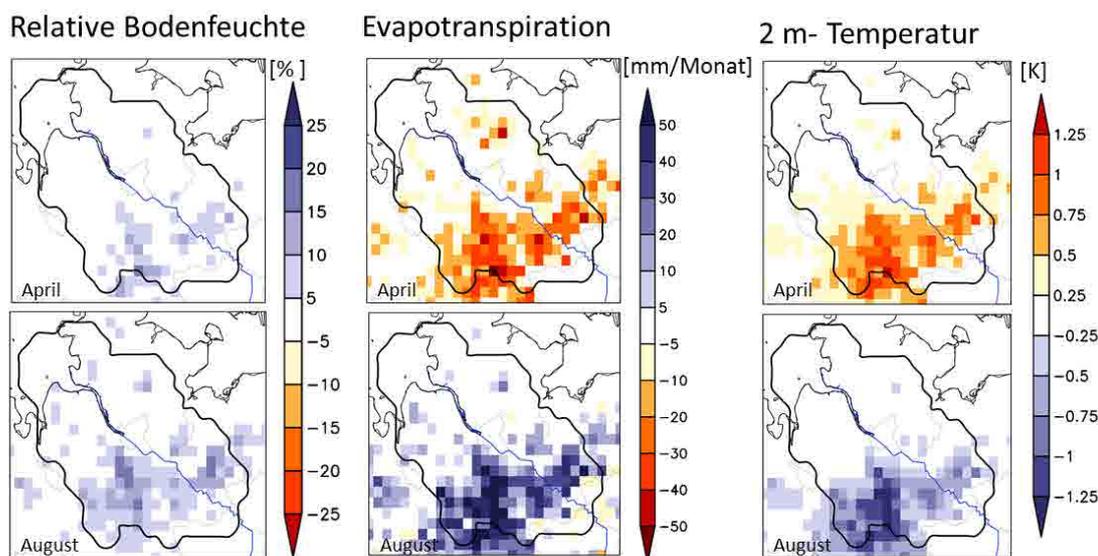


Abb. 4.2.20: Rückwirkung des Waldumbaus in der Metropolregion Hamburg auf die relative Bodenfeuchte, die Evapotranspiration und die bodennahe Lufttemperatur für das Jahr 2003, gezeigt in den Monaten April (oben) und August (unten)

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 und sollten zudem sowohl empirisch als auch in der Theorie mithilfe von Klimamodellen weiter erforscht werden, damit deren Quantifizierung in die Bewertung der Anpassungsmaßnahmen einfließen kann. Bei der Entwicklung von Waldbaustrategien sind weitere Aspekte zu berücksichtigen, wie z. B. die Ausbreitung von Schädlingen und die Anfälligkeit der Baumarten unter zukünftigen Klimabedingungen.