



© hsvrs – iStockphoto

3.1.10 Brandenburg: eine Region im Klimawandel – Seenreichtum und drohender Wassermangel

MANFRED STOCK & WERNER LAHMER

Brandenburg region within climate change – abundance of lakes and risk of water deficit: East Germany's attractive landscapes with their lakes, rolling hills and moors were formed by the ice age processes and are endangered now by climate change. The abundance of water stands in contrast to the low precipitation as compared with other regions. This chapter presents results assessing the impacts of regional climate change for Berlin and Brandenburg. The significant decline of precipitation and groundwater refill observed in the past decades has already raised water deficit problems. The projected climatic trends up to the middle of the century show a further decline in precipitation, especially in summer, accompanied by an increase in evaporation. This will presumably lead to intensified problems in water supply and quality. Adaptation measures are suggested to reduce potential damage to the economy and to the natural environment.

Im Zusammenhang mit dem Klimawandel wird die zukünftige Verfügbarkeit von Wasser als ein Problem von globaler Dimension erkannt. Die regionalen Verhältnisse hinsichtlich vorhandener Wasserressourcen, Niederschlag und dessen jahreszeitliche Verteilung sowie anderer Klimaparameter sind jedoch sehr unterschiedlich. Dies gilt insbesondere auch für die bereits beobachtbaren Klimaänderungen und ihre Auswirkungen auf Wasserhaushalt, Vegetation und Wirtschaft und für die zukünftig noch zu erwartenden Veränderungen. Die für eine Abschätzung der Auswirkungen benötigte Berechnung der räumlichen und jahreszeitlichen Verteilung der Klimaparameter, vor allem des Niederschlags, stößt aber an die derzeitigen Grenzen der Modelle. In diesem Kapitel werden die zur Verfügung stehenden Methoden, die damit erzielten Aus-

sagen und verbleibenden Unsicherheiten am Beispiel einer betroffenen Region im Zentrum Europas erörtert.

Regionale Wasserproblematik im globalen Wandel

Die Wasserproblematik betrifft die einzelnen Regionen der Erde schon heute sehr unterschiedlich. Um in einer ersten Analyse kritische Regionen zu identifizieren, in denen sich zukünftig unter den Bedingungen des globalen Wandels im Allgemeinen und des Klimawandels im Besonderen die Probleme verschärfen könnten, werden Indikatoren herangezogen, die regionale Veränderungen erkennen und bewerten lassen. Bei der Wasserproblematik wurde der Indikator der Kritikalität $K(r)$ definiert und analysiert (WBGU 1998):

Aus: *WARNSIGNAL KLIMA: Genug Wasser für alle? 3. Auflage (2011)*
 - Hrsg. Lozán, J. L. H. Graßl, P. Hupfer, L. Karbe & C.-D. Schönwiese

$K(r) = \text{Wasserentnahme} / (\text{Wasserverfügbarkeit} \times \text{Problemlösungspotenzial})$
 Die Parameter dieser Gleichung hängen von unterschiedlichen Faktoren ab:

- Wasserentnahme von regionaler Bevölkerungsdichte, Wirtschaftsstruktur (Wasserverbrauch und Gewässerbelastung), Lebensbedingungen und kulturellen Eigenheiten;
- Wasserverfügbarkeit von Klima, Klimavariabilität, Vegetation, Bodenbeschaffenheit, Hydro- und Topographie sowie wasserbaulichen Maßnahmen;
- Problemlösungspotenzial von standortspezifischer Wirtschaftskraft, Energieressourcen, Ver- und Entsorgungsinfrastruktur, Know-how im Umgang mit Wasser und Technik, Effizienz und Stabilität politischer Institutionen.

Zur Klärung die Frage, wie sich die globale bzw. regionale Verteilung der Wasserproblematik mit dem Klima ändert, wurden neben Szenarien für Bevölkerungswachstum und Wirtschaftsentwicklung auch solche für die Wasserverfügbarkeit verwendet, die auf den Klimaszenarien des IPCC basieren. Positive Veränderungen geben sich z.B. in Ländern mit Erdölreserven, für die Meerwasserentsalzung eine Lösung ist. Zu den Gebieten, bei denen sich in dieser verhältnismäßig grob

aufgelösten Abschätzung eine Verschlechterung der Wasserproblematik im Klimawandel zeigt, zählen u.a. Polen, Ungarn und der Osten Deutschlands einschließlich der Region Berlin-Brandenburg. Dies legt es nahe, für diese Region eine genauere Analyse durchzuführen.

Berlin-Brandenburg – wasserreich, aber niederschlagsarm

Die malerischen Seen, Moor- und Luchgebiete der Landschaften Ostdeutschlands im Norddeutschen Tiefland sind eine Hinterlassenschaft der Eismassen, hauptsächlich der Weichsel-Eiszeit um 120.000–10.000 Jahre vor heute. Typisch für die entstandene, geologisch relativ junge Moränenlandschaft sind die Urstromtäler, in denen sich auch die Flüsse Oder, Havel und Spree befinden, die ausgedehnte Seenlandschaft der Mecklenburgischen Seenplatte sowie die Feuchtgebiete Spreewald, Oderbruch und Havelland mit ihren großen Auwäldern.

Die charakteristischen Eigenschaften dieser Landschaft wurden in mehreren Projekten hinsichtlich Wasserhaushalt und Klimaänderung untersucht und die Daten mit Hilfe von Geographischen Informationssystemen (GIS) flächendeckend erfasst:

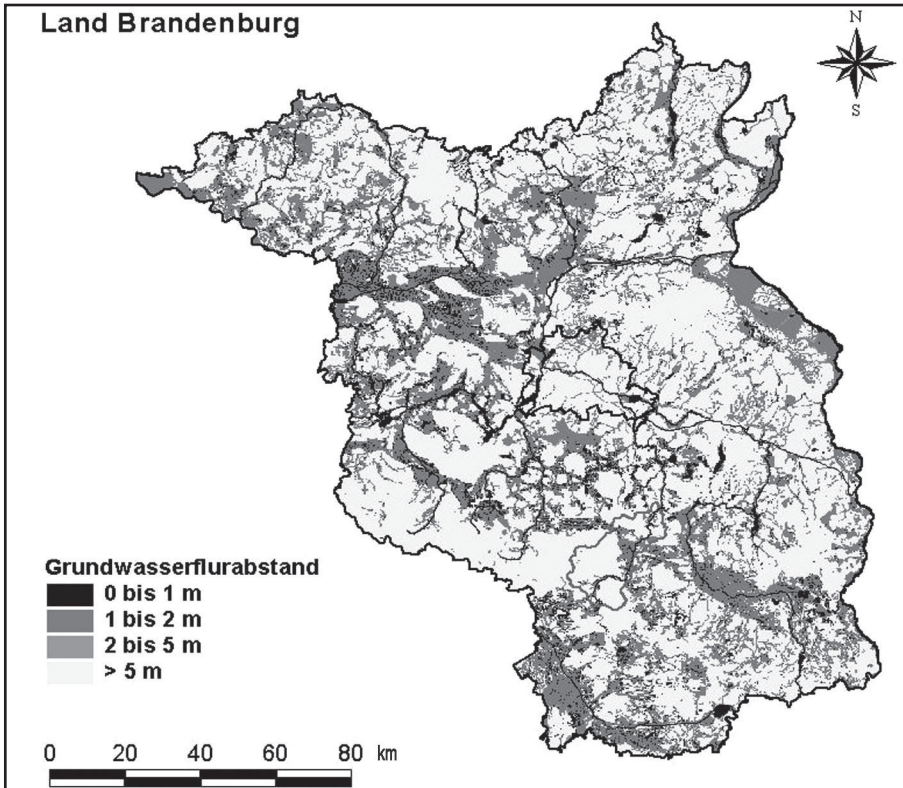


Abb. 3.1.10-1: Karte der Region Berlin-Brandenburg mit Flächen unterschiedlichen Grundwasserflurabstands (Daten: WASY GmbH, Berlin)

- Klimadaten: Temperatur, Niederschlag, potenzielle Verdunstung etc.
- Geologische, hydro- und geographische Daten: Bodenart, Geländehöhe und Gefälle, Grundwasserflurabstände, Fließgewässer und Teileinzugsgebiete;
- Landnutzung: Bebauung, Flächenversiegelung und Vegetationsbedeckung.

Die Klimadaten zeigen, dass die Region bei einem Gebietsmittel des Niederschlags von deutlich unter 600 mm pro Jahr zu den trockensten Gebieten Deutschlands gehört. Dem steht gegenüber, dass ein großer Teil dieses Gebietes Wasser in Oberflächennähe aufweist, wie die in *Abb. 3.1.10-1* gezeigte Karte der Grundwasserflurabstände zeigt.

Bereits der in der Vergangenheit zu beobachtende Rückgang der Niederschläge – ausgehend von dem ohnehin niedrigen Niveau – schafft Probleme im Landschaftswasserhaushalt. *Abb. 3.1.10-2* zeigt hierzu die Entwicklung der Sickerwasserbildung für die vier zurückliegende Dekaden von 1961–1970 bis 1981–1988. Für die mittleren Jahreswerte ist ein deutlicher Abfall von den 1960er hin zu den 1970er Jahren zu beobachten. Diese stagnieren anschließend auf niedrigem Niveau. Dem gegenüber steigen die Mittelwerte für die Wintermonate (November–April) nach einem vergleichbaren Abfall von der ersten zur zweiten Dekade in den 1980er Jahren wieder, um in den 1990er Jahren erneut leicht abzufallen. Die mittleren Sommerwerte sind für alle Dekaden durchweg negativ, doch erfolgt in den 1990er Jahren, verglichen mit den 1980er Jahren, ein

leichter Anstieg zu geringfügig weniger negativen Werten. Es stellt sich nun die Frage, wie sich diese Entwicklung im Klimawandel voraussichtlich fortsetzen wird.

Szenarien der Klimaänderung: Methoden, Unsicherheiten und Ergebnisse

Untersuchungen zu regionalen Folgen des Klimawandels basieren auch auf globalen Szenarien des Anstiegs von Temperatur und CO₂-Gehalt (IPCC 2001). Globale Klimamodelle liefern aber neben der mittleren Temperaturentwicklung nur relativ grobe, allenfalls richtungweisende Ergebnisse für mögliche Auswirkungen. Niederschläge, Sonnenscheindauer und andere meteorologische Parameter werden regional nicht genau genug aufgelöst. Für die spezifischen Auswirkungen werden diese Parameter jedoch in ihrer ganzen Variabilität und in hoher regionaler Auflösung benötigt. Drei prinzipiell verschiedene Methoden zur Regionalisierung dieser Veränderungen gibt es derzeit. Die erste Methode verwendet statistische Verfahren zum Herunterskalieren der Ergebnisse globaler Modelle, wobei aber auch deren Fehler mit übertragen werden. Die zweite Methode beruht auf dem Einsatz von hochauflösenden regionalen Klimamodellen. Von diesen sind in einigen Jahren die besten Ergebnisse zu erwarten, andererseits besteht hier noch ein großer Entwicklungsbedarf zur Eingrenzung bestehender Unsicherheiten.

Eine dritte Methode zur Berechnung regionaler Klimaänderungen verwendet das statistische Szenariomodell STAR (WERNER et al. 1997). Dieses Modell

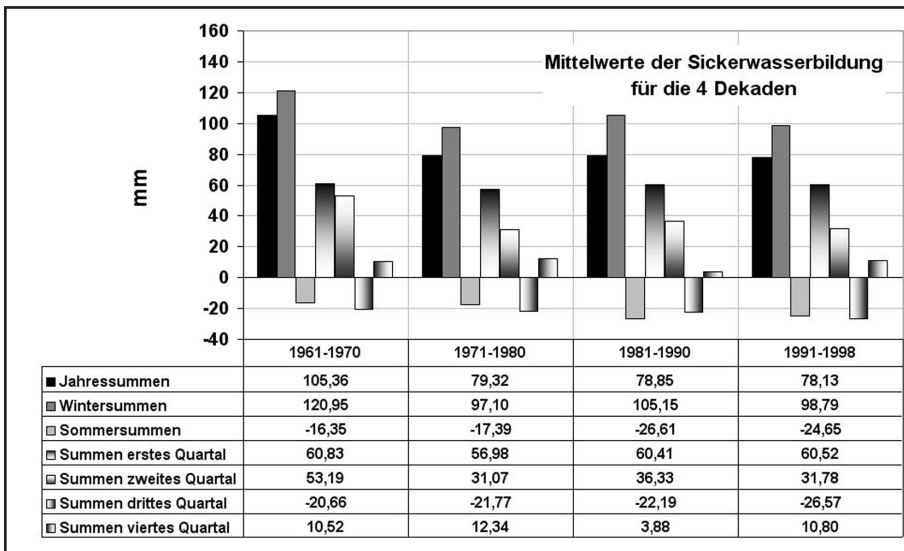


Abb. 3.1.10-2: Mittelwerte der für das Land Brandenburg berechneten Sickerwasserbildung (mittlere Jahres-, Halbjahres- und Quartalswerte) für die vier Teilperioden 1961–1970, 1971–1980, 1981–1990 und 1991–1998

kombiniert globale Trendrechnungen mit regionalen Klimadaten und deren statistischer Analyse. Verwendet werden nur die vom globalen Klimamodell berechneten großräumigen Änderungen bestimmter meteorologischer Größen einer Region, die im Mittel weitgehend richtig wiedergegeben werden. Dies ist in Mitteleuropa bei den Temperaturtrends der Fall, wie man aus dem Vergleich von realen Klimadaten und Simulationsrechnungen für vergangene Dekaden zeigen kann. Langjährige Beobachtungsreihen des Klimas der Region werden dann mit entsprechenden statistischen Methoden so aufbereitet, dass sie die Temperaturtrends in Form von Szenarien wiedergeben. Alle neben der Temperatur relevanten meteorologischen Größen wie Niederschlag,

Luftfeuchte, Strahlung, Bewölkung und Windgeschwindigkeit und andere werden auf Tageswertbasis unter Berücksichtigung der Jahreszeit konsistent dazu ermittelt. Mit dieser Methode können vorhandene Klimamodellfehler bei der Szenarienbildung deutlich reduziert werden. Umfangreiche Vergleiche der Modellrechnungen mit Messdaten der Vergangenheit zeigen eine gute Übereinstimmung zwischen Simulation und Beobachtung.

In der sogenannten »Brandenburg-Studie« (GERSTENGARBE et al. 2003) wurde ein globales Szenarium im mittleren Bereich der möglichen Entwicklung von Treibhausgasemissionen und Temperaturanstieg ausgewählt. Bei diesem Szenarium steigt die globale mittlere Jahrestemperatur im Zeitraum 2001–2055 um 1,4 K.

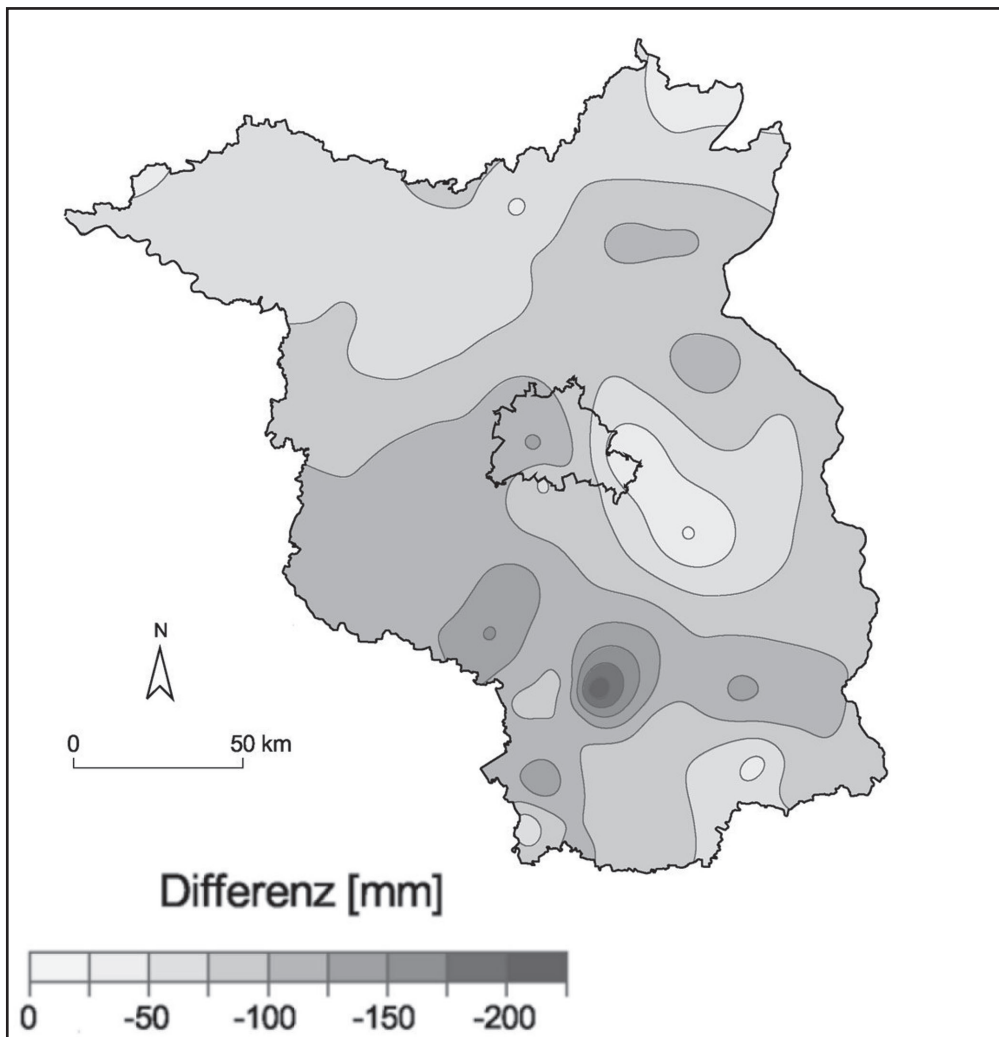


Abb. 3.1.10-3: Regionale Verteilung der Differenzen der Jahressumme des Niederschlags zwischen 2046/2055 und 1951/2000.

Für die Region Berlin und Brandenburg errechnet man damit einen Anstieg um 2 K und mehr gegenüber dem Jahresmittelwert 1951–2000. Kritisch, hinsichtlich der Auswirkungen, erscheint vor allem die berechnete Abnahme der Niederschläge um 25 bis 150 mm pro Jahr bis zur Dekade 2046–2055 (Abb. 3.1.10-3).

Potenzielle Auswirkungen der Klimaänderung auf den Landschaftswasserhaushalt

Für beide Klimaszenarien, das heutige Referenzszenarium und das Zukunftsszenarium mit Klimaänderung, wurden mit Hilfe des Modells ArcEGMO (www.arceg-

Tab. 3.1.10-1: Für das Land Brandenburg berechnete mittlere Jahres-, Winter- und Sommersummen für die meteorologischen Eingangsgrößen (mm/Jahr) Niederschlag (PI), potenzielle Verdunstung (EP), klimatische Wasserbilanz (WB) und die Wasserhaushaltsgrößen reale Verdunstung (ER), Sickerwasserbildung (SWB), Oberflächenabflussbildung (RO) und Gebietsabfluss (QC) für das Referenzszenarium (1951–2000), das Klimaänderungsszenarium (2001–2055) und die Differenzen dazwischen.

Wasserhaushaltsgrößen (im Mittel)	PI	EP	WB	ER	SWB	RO	QC
Referenzszenarium (1951–2000)							
Jahressummen	603,5	628,0	-24,5	511,1	80,7	11,9	101,0
Sommersummen	341,4	517,8	-176,4	403,0	-21,7	5,8	40,3
Wintersummen	262,1	110,2	151,9	108,1	102,4	6,1	60,7
1,4 K Klimaänderungsszenarium (2001–2055)							
Jahressummen	553,6	677,9	-124,3	510,3	34,4	9,0	57,4
Sommersummen	315,4	547,0	-231,6	382,6	-34,1	4,4	23,6
Wintersummen	238,2	130,9	107,3	127,7	68,5	4,6	33,8
Differenzen zwischen 1,4K-Szenarium und Referenzszenarium							
Jahressummen	-49,9	49,9	-99,8	-0,8	-46,3	-2,8	-43,6
Sommersummen	-26,0	29,2	-55,2	-20,4	-12,4	-1,4	-16,8
Wintersummen	-23,9	20,7	-44,5	19,6	-34,0	-1,5	-26,9

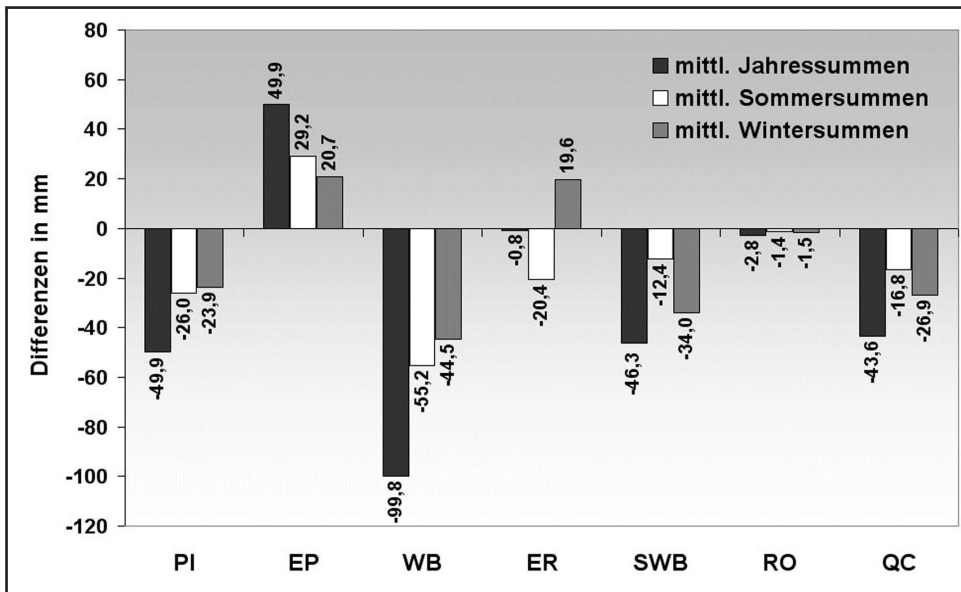


Abb. 3.1.10-4: Differenzen der mittleren Jahres-, Sommer- und Wintersummen von Niederschlag (PI), potenzieller Verdunstung (EP), klimatischer Wasserbilanz (WB), realer Verdunstung (ER), Sickerwasserbildung (SWB), Oberflächenabflussbildung (RO) und Gesamtabflusshöhe (QC) zwischen Referenzzustand (1951–2000) und Klimaänderungsszenarium (2001–2055) im Land Brandenburg.

mo.de) Wasserhaushaltsberechnungen durchgeführt. Die Ergebnisse aufgrund des 1,4 K Klimaänderungs-szenariums auf Jahres- und Halbjahresbasis für das Gesamtgebiet berechneten meteorologischen Eingangs- sowie Wasserhaushaltsgrößen sind im Vergleich zum Referenzszenarium in *Tab. 3.1.10-1* zusammengefasst. Der untere Teil dieser Tabelle enthält die zwischen dem Klimaänderungsszenarium und dem Referenzzustand berechneten Differenzen. Die Darstellung dieser Differenzen in *Abb. 3.1.10-4* erlaubt einen direkten Vergleich. So verringert sich der mittlere Jahresniederschlag PI für das Klimaänderungsszenarium gegenüber dem Referenzzustand um etwa 50 mm/Jahr. Dabei fällt der Rückgang im Winter etwas stärker aus als im Sommer. Gleiches gilt für die mittlere Tagestemperatur T (hier nicht dargestellt), die im Winterhalbjahr erheblich stärker ansteigt als im Sommerhalbjahr.

Die klimatische Wasserbilanz WB (Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Verdunstung) sinkt im langjährigen Mittel von einem bereits jetzt negativen Wert von etwa -25 mm/Jahr für das Referenzszenarium auf nur noch -124 mm/Jahr für das Klimaänderungsszenarium, was eine sehr ausgeprägte Änderung bedeutet. Die Abnahmen im Sommer und im Winter sind dabei mit 55,2 mm bzw. 44,5 mm vergleichbar. Während sich im Fall der Verdunstung ER bei Betrachtung der mittleren Jahreswerte keine nennenswerte Änderung gegenüber dem Referenzzustand zeigt, liefert die Aufteilung in Sommer- und Winterwerte weitere wichtige Details. So

sinkt die Verdunstung im Sommer deutlich um etwa 20 mm, während sie im Winter um etwa den gleichen Betrag ansteigt. Die relativen Änderungen zeigen somit, dass sich wegen der höheren Temperaturen insbesondere die winterliche Verdunstung erhöht.

Die Sickerwasserbildung SWB sinkt für das Klimaänderungsszenarium im langjährigen Mittel beträchtlich, und zwar um etwa 46 mm/Jahr entsteprechend 57%. Für die letzten 15 Jahre ergibt sich im Vergleich zum Referenzzustand sogar ein Rückgang um 75%. Die Abnahme von im Jahresmittel 81 mm für den Referenzzustand auf dann nur noch 34 mm bedeutet eine erhebliche Änderung der regionalen Wasserbilanz mit den entsprechenden Auswirkungen auf Oberflächen-gewässer und Grundwasserstände. Die Abnahmen betreffen insbesondere das Winterhalbjahr, während der Rückgang im Sommerhalbjahr mit 12 mm insbesondere wegen des relativ wenig abnehmenden Niederschlags geringer ausfällt. Die für das 1,4 K Szenarium berechnete Gesamtabflusshöhe (Gebietsabfluss) QC sinkt im langjährigen Mittel von 101 mm für den Ist-Zustand auf 57,4 mm für den Klimaänderungszustand, d.h. um etwa 44 mm/Jahr entsprechend 43%. Wie im Fall der Sickerwasserbildung sind die Rückgänge für die letzten 15 Jahre besonders ausgeprägt. Insbesondere die abnehmenden Niederschläge und die zunehmenden Verdunstungsraten tragen zu dieser Abnahme bei. Dabei sind die Rückgänge im Sommerhalbjahr mit knapp 17 mm geringer als jene im Winterhalbjahr (etwa 27 mm).

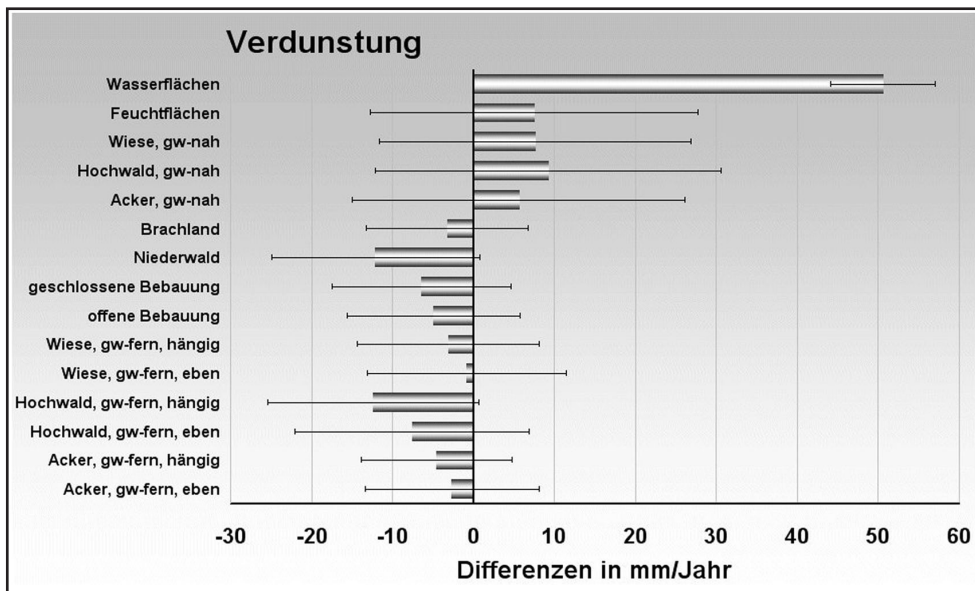


Abb. 3.1.10-5: Sensitivität verschiedener Flächentypen gegenüber Klimaänderungen. Dargestellt sind die Differenzen der Verdunstung zwischen Klimaänderungsszenarium (2001–2055) und Referenzzustand (1951–2000) für insgesamt 15 verschiedene Flächentypen. Die Fehlerbalken resultieren im Wesentlichen aus der räumlichen Verteilung des jeweiligen Flächentyps im Gesamtgebiet.

Veränderung der zu erwartenden Auswirkungen durch Anpassung

Diese Ergebnisse beschreiben potenzielle Auswirkungen einer zukünftigen Klimaänderung auf die heutigen regionalen Verhältnisse in Brandenburg. Es handelt sich daher um keine definitive Vorhersage, sondern um eine Analyse bestehender Risiken. Weitergehendes Ziel ist es nun, Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren, mit denen sich die zu erwartenden Auswirkungen positiv beeinflussen bzw. negative Einflüsse vermindern lassen. Wesentliche Anpassungspotenziale bestehen beim Umgang mit Wasser in der Landschaft und bei der Landnutzung.

Seit Friedrich dem Großen bis heute herrschen Maßnahmen zur Entwässerung der Landschaft in Brandenburg traditionell vor. Trockengelegte und urbar gemachte Feuchtgebiete, Gräben und Schöpfwerke prägen das Bild. Hier beginnt langsam und punktuell ein Umdenken. Ansätze werden diskutiert, wie Wasser in der Landschaft gehalten werden oder ggf. eine Einleitung von Klarwasser (geklärtes, nährstoffreiches Wasser) Verbesserung bringen kann.

Zum Anpassungspotenzial der Landnutzung wurde untersucht, wie unterschiedliche Landschaftseinheiten in Brandenburg auf die geänderten Klimabedingungen reagieren. Das Ergebnis verdeutlicht die in *Abb. 3.1.10-5* dargestellte Verdunstung für insgesamt 15 verschiedene Flächentypen. Die berechneten Differenzen zwischen dem Klimaänderungsszenarium und dem Referenzzustand weisen Werte zwischen etwa +50 mm/Jahr und -12 mm/Jahr auf, während die für das Gesamtgebiet ermittelte Differenz fast Null ist (vgl. *Tab. 3.1.10-1*). Durch die Klimaveränderung ist die Verdunstung lediglich für offene Wasserflächen und grundwassernahe Flächen höher als im Referenzzustand, da hier immer noch ausreichend Wasser zur Verfügung steht. Alle übrigen Flächen zeigen demgegenüber eine verringerte Verdunstung, da hier wegen reduzierter Niederschläge weniger Wasser verfügbar ist. Für die Sickerwasserbildung ergibt sich daraus ein Rückgang für alle Flächentypen, der sich in der Differenzkarte von *Abb. 3.1.10-4* und dem in *Tab. 3.1.10-1* angegebenen Wert von -46,3 mm/Jahr (etwa 57%) für das Gesamtgebiet ausdrückt. Die in *Abb. 3.1.10-5* eingezeichneten Fehlerbalken resultieren im Wesentlichen aus der räumlichen Verteilung des jeweiligen Flächentyps im Gesamtgebiet. Zur Ermittlung von Anpassungsstrategien durch Landnutzungsänderungen muss man jedoch noch weitere Parameter berücksichtigen sowie jahrezeitliche Differenzierungen durchführen. Hier zeigt sich beispielsweise ein Vorteil von Laub- gegenüber Nadelwald. Die in Brandenburg vorherrschen-

den Kiefernkulturen haben nämlich insbesondere im Winter eine deutlich höhere Verdunstung als naturnahe Mischwälder. Das laufende Waldumbauprogramm ist daher eine mögliche Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchung potenzieller Auswirkungen des Klimawandels in der Region Berlin-Brandenburg lässt Risiken hinsichtlich Verfügbarkeit und Qualität von Wasser erkennen. So verringert sich der mittlere Jahresniederschlag für das betrachtete Klimaänderungsszenarium gegenüber dem heutigen Referenzzustand drastisch. Die klimatische Wasserbilanz, d.h. die Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Verdunstung, sinkt im langjährigen Mittel von einem jetzt bereits negativen Wert von etwa -25 mm/Jahr für das Referenzszenarium auf nur noch -124 mm/Jahr für das Klimaänderungsszenarium. Bei den vorgestellten Szenarien und Ergebnissen handelt es sich jedoch nicht um definitive Prognosen, sondern um Perspektiven für potenzielle Entwicklungen, die den heute notwendigen Handlungsbedarf erkennen lassen. Für Brandenburg bedeutet die aufgezeigte Perspektive, dass zukünftig Wasser gezielt in der Landschaft zu halten ist oder Wiedervernässungen vorzunehmen sind, statt vorhandenes Wasser über Pumpen und Entwässerungssysteme schnellstmöglich in die Nordsee abzuleiten. Daneben ermöglichen Änderungen der Landnutzung in Land- und Forstwirtschaft eine Anpassung an die veränderten klimatischen Bedingungen, wie z.B. durch Waldumbau.

Es gibt viele weitere Möglichkeiten für sinnvolle Strategien zur Anpassung der Region, insbesondere der betroffenen Wirtschaftszweige, an die zu erwartenden direkten und indirekten Belastungen durch den Klimawandel. Diese stützen sich auf die Trendberechnungen zur Entwicklung von Temperatur, Sonnenschein, Niederschlag und Wasserverfügbarkeit. Eine vorausschauende Anpassung von Landnutzung, Bewirtschaftungsformen und Infrastrukturmaßnahmen kann sich hier langfristig auszahlen und erscheint im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung des Landes sinnvoll. Hinsichtlich einer zu erwartenden Zunahme der Klimavariabilität und vor allem von Extremereignissen gilt dies im Prinzip ebenfalls, beispielsweise falls extreme Dürrejahre wie 2003 in Zukunft häufiger auftreten sollten. Hier ist aber noch Vorsicht geboten, da die bisherigen Forschungsergebnisse noch uneinheitlich und teilweise auch noch nicht genügend belastbar sind. Zu diesen Problembereichen muss daher noch intensiv geforscht werden. Der Klimawandel erfordert in zwei Richtungen

einen Handlungsbedarf, die nicht im Widerspruch zueinander stehen, sondern sich ergänzen. Zum einen sind, als Beitrag zum globalen Klimaschutz, weiterhin Verminderungen von Treibhausgasemissionen erforderlich und zum anderen braucht man, parallel dazu, vorsorgende regionale Anpassungsmaßnahmen an die dennoch zu erwartenden unvermeidlichen Klimaänderungen.

Literatur

- GERSTENGARBE F.-W., F. BADECK, F. HATTERMANN, V. KRYSANOVA, W. LAHMER, P. LASCH, M. STOCK, F. SUCKOW, F. WECHSUNG & P.C. WERNER (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung in Land Brandenburg bis 20055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und die Landwirtschaft sowie Ableitung erster Perspektiven. PIK-Report No. 83. 89 pp.
- IPCC (2001): Climate Change 2001, Third Assessment Report of IPCC, Working Group I: The Scientific Basis; WG II: Impacts, Adaptation, and Vulnerability; Cambridge University Press, 2001.
- LAHMER W. & B. PFÜTZNER (2003): Orts- und zeitdiscrete Ermittlung der Sickerwassermenge im Land Brandenburg auf der Basis flächendeckender Wasserhaushaltsberechnungen. PIK-Report Nr. 85, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V., September 2003, ISSN 1436-0179.
- STOCK M. (2003): Klimafolgenforschung - Mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Gesellschaft: Beitrag 1. Problemstellung und Grundlagen. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox.S. 251-261, UWSF 15 (4), 2003.
- STOCK M. (2004): Klimafolgenforschung - Mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Gesellschaft: Beitrag 2. Fallstudien. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox.S. 115-124, UWSF 16 (2), 2004.
- WBGU (1997): Welt im Wandel – Wege zu einem nachhaltigen Umgang mit Süßwasser. Jahresgutachten des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.
- WERNER P.C. & F.-W. GERSTENGARBE (1997): A Proposal for the Development of Climate Scenarios. Climate Research 171–182.

*Dr. Manfred Stock
Dr. Werner Lahmer
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
Telegraphenberg A 31- D-14412 Potsdam
manfred.stock@pik-potsdam.de*