

Einfluss sich wandelnder ökonomischer Rahmenbedingungen auf die Berechnung landwirtschaftlicher Kulturen in Deutschland

Jano Anter, Dr. Horst Gömann, Peter Kreins und Agnes Richmann¹

1 Einleitung

Die Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft haben sich in den vergangenen Jahren stark gewandelt. Trotz der derzeitigen Wirtschaftskrise wird langfristig von einem weltweiten Wirtschaftswachstum ausgegangen, infolgedessen die Nachfrage nach Agrarprodukten insbesondere in Indien und China steigt. Zusätzlich wird die Nachfrage nach Agrarrohstoffen durch die weltweite Förderung der Bioenergie erhöht, sodass langfristig ein deutlicher Anstieg der Agrarpreise, wie er sich vor der Wirtschaftskrise bereits abzeichnete, erwartet wird.

In Deutschland haben dieser bis Mitte 2008 andauernde Anstieg der Agrarpreise sowie die Förderung des Biomasseanbaus zur Energieerzeugung bereits zu einer spürbaren Erhöhung der Landnutzungsintensität geführt. Darüber hinaus wurde im Rahmen der Health Check-Beschlüsse das Auslaufen der obligatorischen Flächenstilllegung bestätigt, um der steigenden Landnutzungsintensität entgegenzuwirken. Insgesamt verlieren extensive Produktionsverfahren an Vorzüglichkeit, während intensive auf ein hohes Ertragsniveau ausgerichtete Produktionsverfahren an Wettbewerbskraft gewinnen.

In diesem Zusammenhang erweist sich Wasser zunehmend als begrenzender Produktionsfaktor; ein Trend, der nach den Klimaprognosen, in denen von einem Rückgang der Niederschläge in der Wachstumsperiode ausgegangen wird, zunimmt. Infolgedessen ist mit einem verstärkten Auftreten von Ertragsausfällen zu rechnen, die nicht zuletzt aufgrund steigender Produktionskosten eine Zunahme des Produktionsrisikos implizieren. Aus diesen Gründen wird u. a. die Bedeutung produktionstechnischer Lösungen zur Stabilisierung des Pflanzenertrags auf einem hohen Niveau zunehmen, sodass eine Ausdehnung der Berechnung landwirtschaftlicher Kulturen als Anpassungsreaktion der Landwirtschaft an die veränderten Rahmenbedingungen erwartbar ist.

Im vorliegenden Beitrag werden die Entwicklungen wichtiger Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft in Deutschland dargestellt und ausgewählte Änderungen der landwirtschaftlichen Landnutzung und Produktion erläutert. Dieser Aufriss soll eine Grundlage bilden, um die zukünftig zu erwartende Rolle der Berechnung landwirtschaftlicher Kulturen in Deutschland einzuschätzen. Da ein zunehmender Wasserbedarf der Landwirtschaft für die Berechnung die regional bereits bestehenden Wassernutzungskonflikte verstärken kann, besteht in diesem Bereich ein besonderer Bedarf an Informationen. Diese sollen im Rahmen einer regional differenzierten Analyse, deren Konzept im Ausblick vorgestellt wird, für die betroffenen Akteure wie Landwirtschaft, Wasserwirtschaft und Politik erarbeitet werden.

2 Entwicklung der Rahmenbedingungen in der Landwirtschaft

Im Folgenden werden die Entwicklungen wichtiger Rahmenbedingungen für den deutschen Agrarsektor, vor allem der Agrar- und Energiepolitik, sowie die Entwicklungen auf den Weltagarmärkten dargestellt. Im Hinblick auf die Abschätzung zukünftiger Entwicklungen gewinnt der erwartete Klimawandel an Bedeutung.

2.1 Politische Rahmenbedingungen

Die politischen Rahmenbedingungen der Landwirtschaft haben sich in den letzten Jahren vor allem durch die Weiterentwicklungen der EU-Agrarpolitik und der Energiepolitik gewandelt. Im Rahmen der Luxemburger Beschlüsse von 2003 wurde der Umbau der EU-Agrarpolitik vertieft mit dem Ziel, eine verstärkte Marktorientierung der landwirtschaftlichen Produktion unter Einhaltung von Produktionsstandards zu erreichen. Ferner werden die entkoppelten Direktzahlungen an landwirtschaftliche Betriebe gekürzt (so genannte

¹ Institut für Ländliche Räume, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, jano.anter@vti.bund.de.

Modulation), um mit diesen Mitteln Maßnahmen zur Entwicklung ländlicher Räume zu finanzieren.

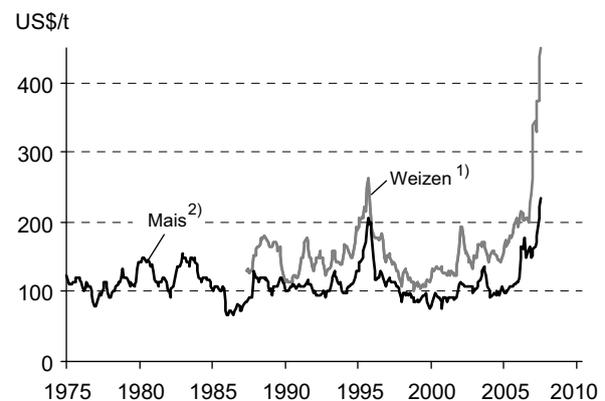
Neben der Agrar- und Agrarumweltpolitik nimmt die Energiepolitik zunehmend Einfluss auf die Landwirtschaft. So wurde in Deutschland durch die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes im Jahr 2004 eine attraktive Förderung des Einsatzes von Energiepflanzen in Biogasanlagen eingeführt, was einen Boom beim Energiemaisanbau ausgelöst hat.

2.2 Markt- und Preisentwicklungen

Auf den Weltagarmärkten zeichnet sich ein deutlicher Anstieg der Agrarpreise ab (vgl. Abbildung 1), der im Wesentlichen auf nachstehenden Faktoren beruht. Erstens nimmt infolge des anhaltenden weltweiten Wirtschaftswachstums die Nachfrage nach Agrarprodukten zu. Zweitens werden in einigen im Bereich der Bioenergieproduktion sehr wettbewerbsfähigen Ländern, beispielsweise in Lateinamerika, nachwachsende Rohstoffe bereits bei einem Ölpreisniveau von rund 50 US\$ pro Barrel ohne Förderung angebaut und zu Biokraftstoffen verarbeitet. Auf diese Weise kommt es zu einer Koppelung der Agrarrohstoffproduktion bzw. des Nahrungsmittelangebots an den Ölpreis, wodurch das Weltagrarpreisniveau unmittelbar beeinflusst wird. Drittens wird der Anbau nachwachsender Rohstoffe in Ländern wie der EU, in denen die Biokraftstoff-

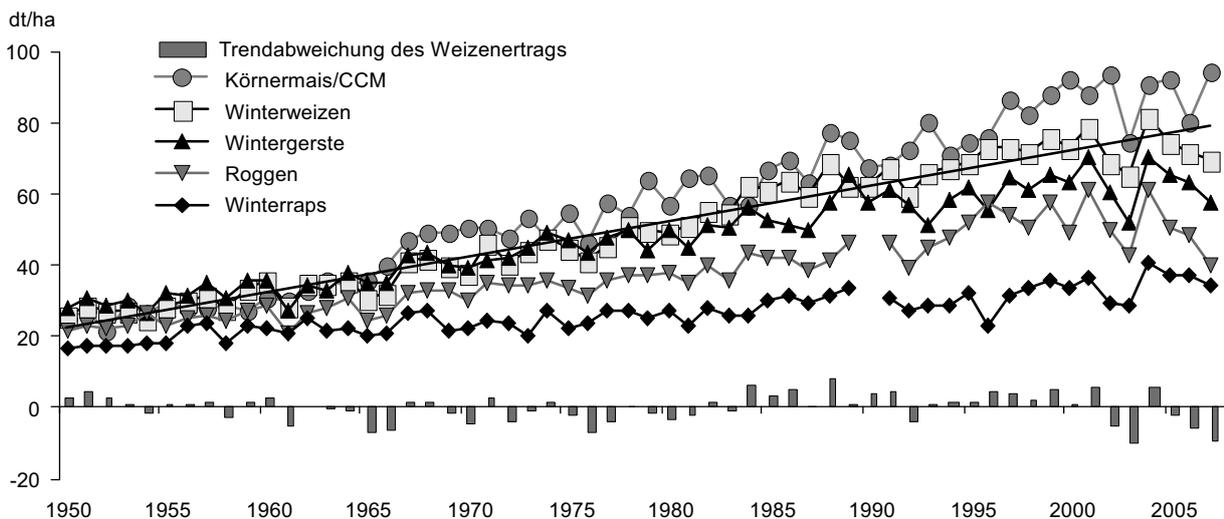
produktion derzeit nicht wettbewerbsfähig ist, unter dem Aspekt des Klimaschutzes gefördert.

Die Flächenproduktivität in der Landwirtschaft nimmt kontinuierlich zu. Beispielsweise wurde der durchschnittliche Weizenertrag, ausgehend von rund 25 dt/ha landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) im Jahr 1950, auf rund 80 dt/ha LF mehr als verdreifacht (vgl. Abbildung 2). Die Ertragszuwächse fielen bei den Getreidearten unterschiedlich hoch aus. Während beim Körnermais höhere Zuwächse erzielt werden konnten als beim Weizen, waren sie bei Gerste und Roggen geringer.



1) Hard Red Winter No. 2 fob Gulf. - 2) Corn, No. 2, Yellow fob Gulf. Quelle: USDA (2008).

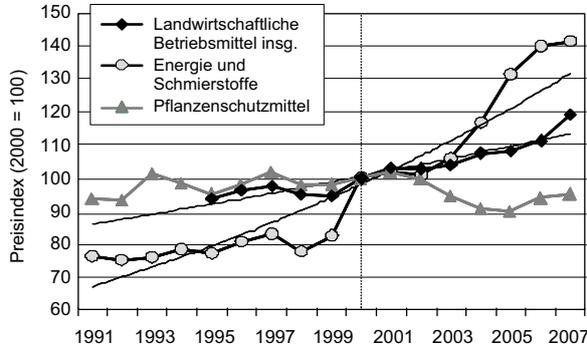
Abbildung 1 Entwicklung der Weltmarktpreise für Getreide



Quelle: BMELV, Statistisches Jahrbuch, versch. Jgg.; eigene Berechnungen.

Abbildung 2 Ertragsentwicklung ausgewählter landwirtschaftlicher Kulturarten in Deutschland

Die durch züchterische Fortschritte erzielten Ertragszuwächse gingen einher mit einer Steigerung der Vorleistungs- und Kapitalintensität und einer Erhöhung der Arbeitsproduktivität.



Quelle: BMELV, Statistisches Jahrbuch, versch. Jgg.; Berechnungen von Offermann (2008).

Abbildung 3
Entwicklung der Betriebsmittelpreise in Deutschland (Jahr 2000 = 100; 1991 bis 2007)

2.3 Änderungen des Klimas

Die wichtigsten Klimaparameter für die Landwirtschaft sind Temperatur, Wasserverfügbarkeit und CO₂-Konzentration. Die Entwicklungen dieser Klimaparameter in den vergangenen 100 Jahren machen deutlich, dass der Klimawandel in Deutschland bereits stattfindet. Die Jahresmitteltemperatur hat von 1900-2000 um ca. 0,8 bis 1° C zugenommen; allerdings nicht linear, sondern mit wechselhaften Perioden. Seit Ende der 1970er Jahre ist ein kontinuierlicher und rapider Temperaturanstieg in Deutschland zu beobachten, so dass, wie im weltweiten Durchschnitt, die 1990er Jahre das wärmste Jahrzehnt im 20. Jahrhundert waren (Zebisch et al., 2005). Regional variiert das Bild sehr stark, so ist der Temperaturanstieg in Westdeutschland insgesamt stärker ausgefallen als in Ostdeutschland. Aussagen zu der saisonalen Ausprägung des Temperaturanstiegs schwanken je nach Zeitraum und Methode. In den letzten 20 Jahren ist ein Trend zu einer stärkeren Erwärmung im Winter als im Sommer zu beobachten. So betrug in Deutschland die Erwärmung in der Periode von 1981 bis 2000 in den Wintermonaten 2,3° C, in den Sommermonaten nur 0,7° C (vgl. Tabelle 1). Aus dem Anstieg der Temperatur im Winter resultiert für die Landwirtschaft eine Verlängerung der Vegetationsperiode.

Tabelle 1
Übersicht der beobachteten Temperatur- und Niederschlagstrends in Deutschland

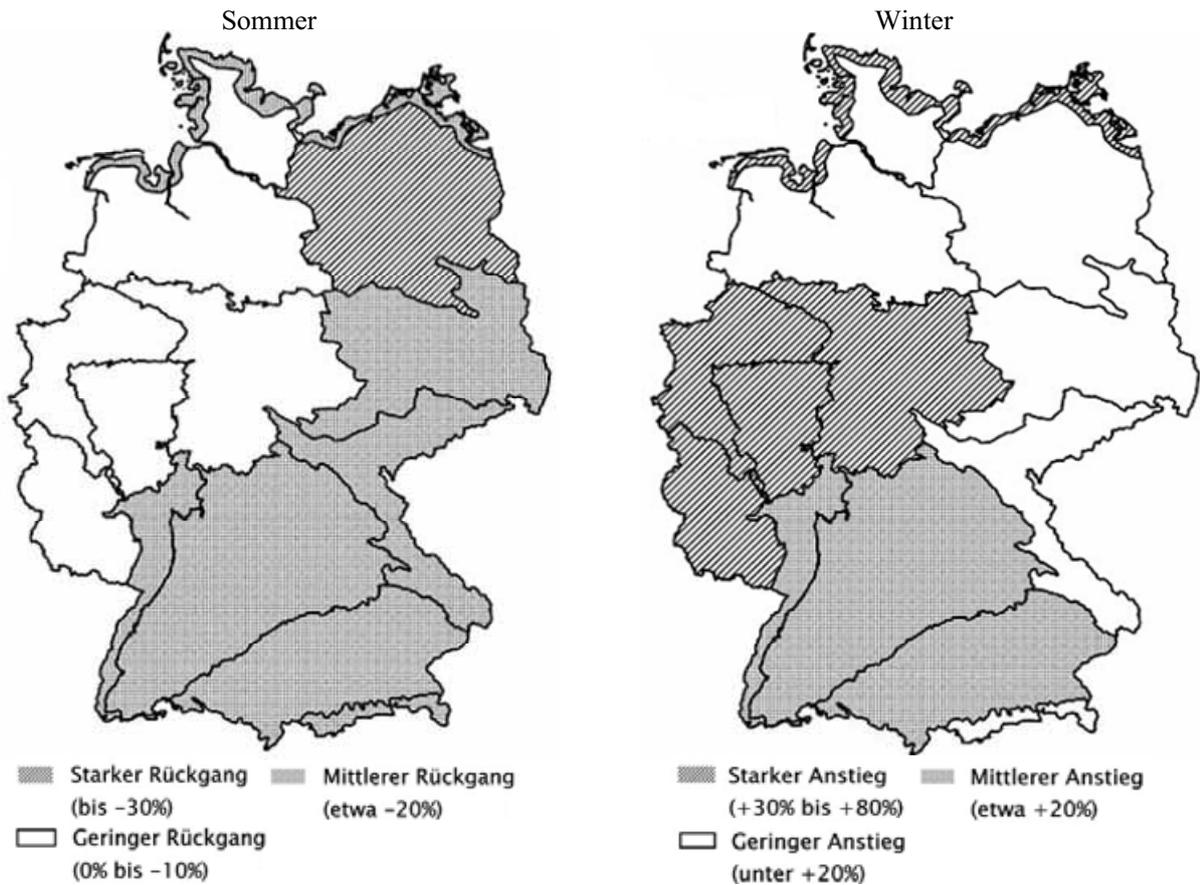
Klimaelement		Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Temperatur						
1901-2000	°C	+ 0,8	+ 1,0	+ 1,1	+ 0,8	+ 1,0
1981-2000	°C	+ 1,3	+ 0,7	- 0,1	+ 2,3	+ 1,1
Niederschlag						
1901-2000	%	+ 13	- 3	+ 9	+ 19	+ 9
1971-2000	%		+ 4	+ 14	+ 34	+ 16

Quelle: Schönwiese und Janoschitz, 2005 unter Verwendung von Daten von Rapp, 2000 und DWD.

Im Zeitraum von 1901 bis 2000 nahm der mittlere Niederschlag in Deutschland und insbesondere seit den 1970er Jahren zu (vgl. Tabelle 1), wobei Zebisch et al. (2005) weder in den Mittelwerten noch in der saisonalen oder regionalen Verteilung signifikante Trends feststellen konnten. Erst in den letzten 30 Jahren war eine deutliche Zunahme der Winterniederschläge zu verzeichnen, wohingegen sich die Sommerniederschläge nur wenig änderten bzw. im Osten Deutschlands sogar abnahmen. Räumlich haben die Winterniederschläge besonders im Süden und Westen zugenommen und weniger im Osten, sodass sich insgesamt für die Jahresniederschläge ein Anstieg im Westen und ein Rückgang im Osten ergibt. Im Hinblick auf eine ausreichende Wasserversorgung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen in der Hauptvegetationsperiode, die im Hinblick auf die Ertragsbildung eine zentrale Rolle spielt, wirken sich zwei beobachtete Trends der letzten 40 Jahre negativ aus. Dies ist zum einen die generelle Abnahme der (Früh-) Sommerniederschläge, die zum anderen häufiger als Starkregenereignisse auftreten und dadurch die Verfügbarkeit für die Pflanzen zusätzlich verschlechtern.

Die in Abbildung 4 dargestellten Ergebnisse der WETTREG-Klimasimulationen (UBA, 2007) für das SRES-Emissionsszenario A1B² zeigen, dass sich die in der Vergangenheit beobachteten Veränderungen der räumlichen und jahreszeitlichen Niederschlagshöhe und -verteilung verstärken können, sodass von einer Zunahme des Klimaeinflusses auf die Agrarproduktion ausgegangen werden muss.

² Special Report on Emission Scenarios (Nakićenović et al., 2000).



Quelle: UBA (2007)

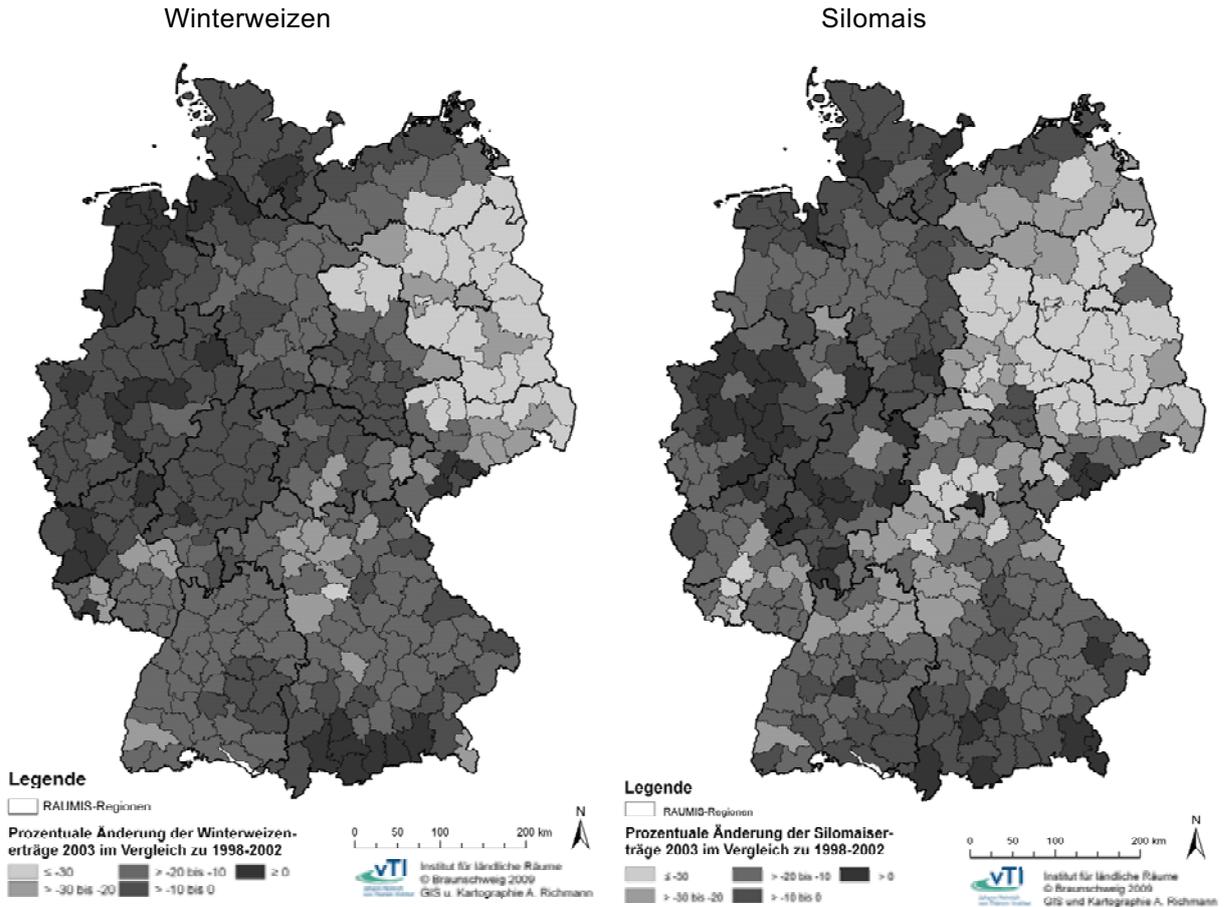
Abbildung 4

Prozentuale Änderung des Niederschlags zwischen dem Zeitraum 1961 bis 1990 und dem Zeitraum 2071 bis 2100 für das höhere Emissionsszenario A1B

Klimabedingte Ertragsveränderungen lassen sich derzeit jedoch nur mit einigen Unsicherheiten einschätzen. Die Unsicherheiten bestehen vor allem bei den Auswirkungen der Veränderung der Photosynthese- und Ertragsleistung der Pflanzen bei einem Temperaturanstieg oder der Veränderung des Atmungsverhaltens der Pflanzen bei einer den Klimawandel treibenden Erhöhung der CO₂-Konzentration in der Luft. Der sogenannte CO₂-Düngeeffekt kann trockenstressbedingten Ertragsdepressionen in landwirtschaftlichen Kulturarten entgegen wirken (Manderscheid und Weigel, 2007) und die Auswirkungen der Klimaveränderungen auf die Erträge möglicherweise kompensieren. Vor diesem Hintergrund stellt die Anpassung an einen prognostizierten Anstiegs der Klimavariabilität, der in einer Häufung von Extremereignissen wie Dürren und Hochwasserereignisse zum Ausdruck kommt, für die Land-

wirtschaft eine größere Herausforderung dar. So hat nach Schönwiese et al. (2004) die Wahrscheinlichkeit eines Hitzesommers wie im Jahr 2003 seit 1960/70 um mehr als das 20-fache zugenommen.

Das verstärkte Auftreten von Extremereignissen in den vergangenen 10 Jahren führte in Deutschland zu einer deutlichen Zunahme der mittelfristigen Ertragsschwankungen. Im Trockenjahr 2003 lag der sektorale Weizenertrag rund 10 dt/ha (13 %) unter dem erwarteten Trendertrag des Jahres. Die Ertragseinbußen fielen regional sehr unterschiedlich aus. Während die höchsten Ernteverluste in Brandenburg, Sachsen und Nordbayern zu verzeichnen waren, wurden in einigen Regionen Norddeutschlands sogar überdurchschnittliche Erträge erzielt (vgl. Abbildung 5). Dies gilt sowohl bei der Winterfrucht Weizen als auch bei der Sommerfrucht Silomais.



Quelle: Eigene Berechnungen.

Abbildung 5
Regionale Änderung der Weizen- und Maiserträge im Jahr 2003 gegenüber dem Durchschnitt des Zeitraums 1998 bis 2002 (in %)

Angesichts des hohen Intensitätsniveaus der landwirtschaftlichen Produktion in Deutschland nimmt bei den steigenden Agrarpreisen das Produktionsrisiko durch klimabedingte Ertragschwankungen zu. Sollte die klimabedingte Ertragsvariabilität zunehmen, steigt die Rentabilität von Investitionen in ertragstabilisierende Technologien wie der Beregnung und damit die Wassernachfrage der Landwirtschaft.

3 Anpassungen der landwirtschaftlichen Landnutzung in Deutschland

Angesichts nahezu gleich bleibender Produkt-preisrelationen in diesem Zeitraum führte u. a. die höhere Wachstumsrate bei Weizen zu einer Ausdehnung der Weizenfläche zu Lasten des Anbaus von Gerste und Roggen (vgl. Abbildung 6).

Aufgrund der in der Ausgangssituation regional sehr unterschiedlichen Verteilung der Flächenstilllegung (vgl. Abbildung 7) fallen die erwartbaren Effekte der Wiederbewirtschaftung stillgelegter Flächen im Hinblick auf den Wasserbedarf sehr unterschiedlich aus. Grundsätzlich waren im Wirtschaftsjahr 1999/2000 10 % der Anbaufläche für Getreide, Ölsaaten und Eiweißpflanzen stillzulegen. Dabei wurde von der Möglichkeit nachwachsende Rohstoffe auf den Stilllegungsflächen anzubauen insbesondere in den Ackerbaugebieten Thüringens und Sachsens Gebrauch gemacht, so dass dort die tatsächlich stillgelegten Flächen wiederbewirtschaftet wurden.

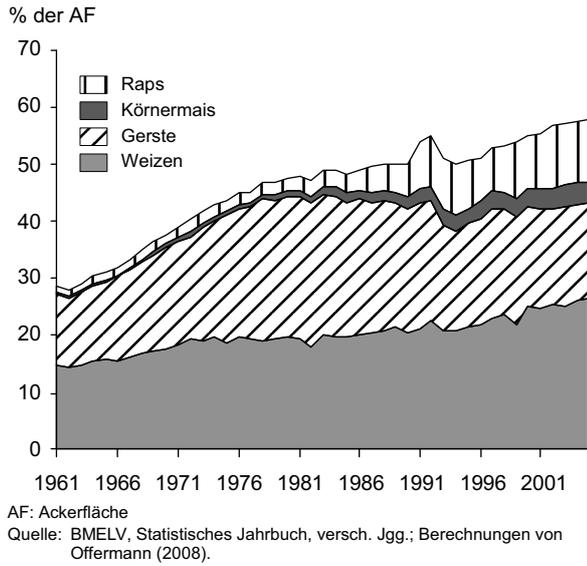
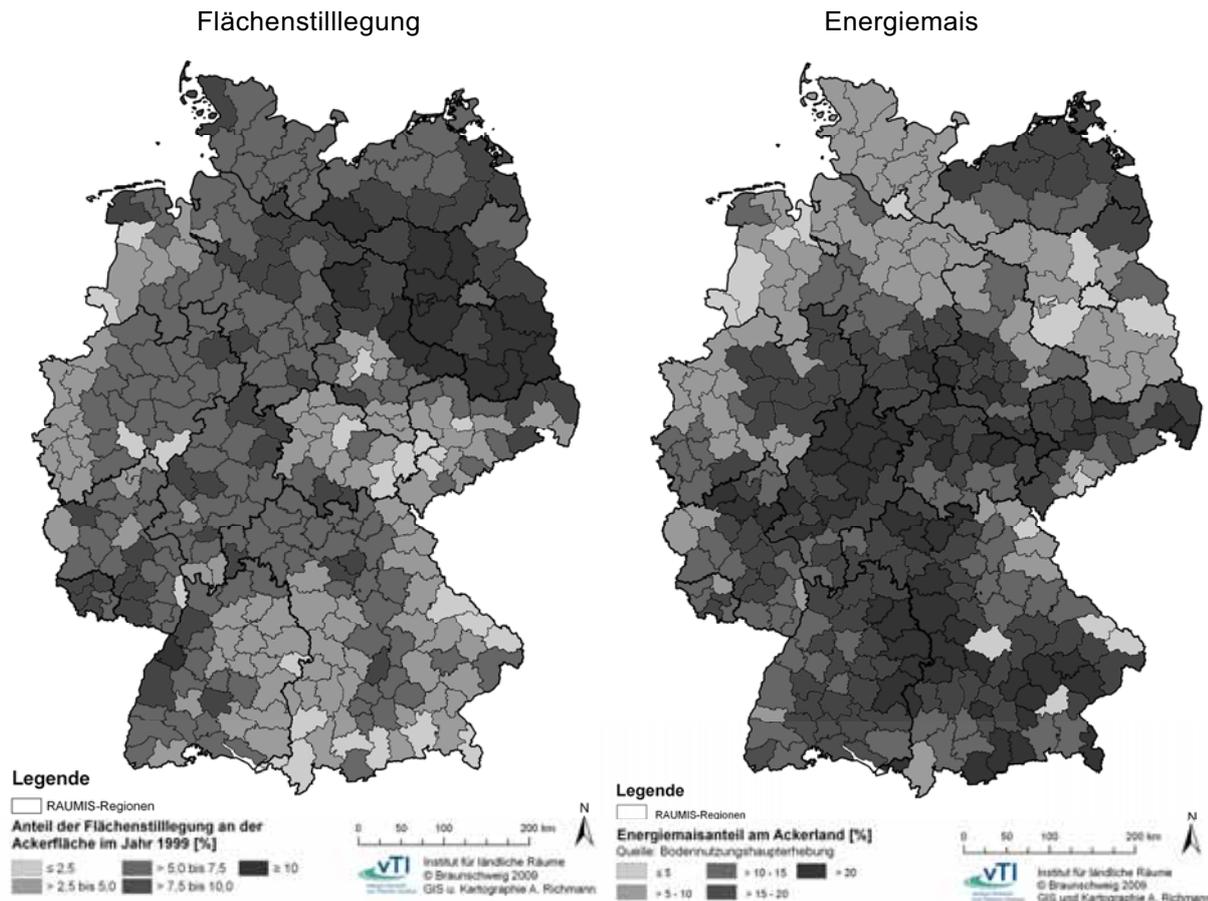


Abbildung 6
 Entwicklung der Ackerflächennutzung in Deutschland (% der AF; 1961 bis 2006)

Eine wesentliche Intensivierung der Landnutzung resultiert aus der Förderung des Biomasseanbaus („Energimais“) zur Biogaserzeugung. Wurden nachwachsende Rohstoffe (NaWaRos) bis zum Jahr 2007 noch überwiegend auf Stilllegungsflächen angebaut, so erfolgt ihr Anbau nach dem Aussetzen der obligatorischen Flächenstilllegung im Jahr 2007 aufgrund ihrer hohen Wettbewerbskraft in direkter Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelerzeugung. Nach eigenen Modellergebnissen (Kreins & Gömann, 2008) wird sich im Jahr 2015 der Anbau von Energimais auf knapp 1 Mio. ha belaufen, auf der etwa 59 Mio. t Biomasse erzeugt werden. Flächenstilllegungen finden somit nicht mehr statt. Auf der Basis der Biomasseerzeugung können rund 25 TWh elektrischer Strom erzeugt werden, was ca. 4 % des deutschen Stromverbrauchs entspricht, sowie etwa 750 Mio. Liter Heizöläquivalent.



Quelle: Eigene Berechnung.

Abbildung 7
 Flächenstilllegung 1999 und Biomasseanbau zur Energieerzeugung 2015 in Deutschland

4 Schlussfolgerungen

Die Folgen des Klimawandels können je nach regionaler Ausprägung sehr unterschiedlich sein. Analysen der klimatischen Entwicklung in der Vergangenheit sowie Simulationen bis 2100 weisen für Deutschland weniger Sommer- jedoch mehr Winterniederschläge auf. Sofern sich die regionale Jahresniederschlagsmenge nicht ändert, bedeutet diese Entwicklung eine Verschiebung des Wasserdargebots vom Sommer auf den Winter, in dem sich Hochwasserereignisse häufen. In Regionen, in denen eine Abnahme der Sommerniederschläge nicht durch eine Zunahme der Winterschläge kompensiert wird, werden sich Wasserknappheitssituationen verstärken. Der jahreszeitlichen Verschiebung des Wasserdargebots stehen Ansprüche an eine kontinuierliche Wasserversorgung der unterschiedlichen Sektoren gegenüber.

Der erwartete Klimawandel erfordert in der Landwirtschaft sowie in den vor- und nachgelagerten Wirtschaftsbereichen vielfältige Anpassungen, um einerseits die negativen Auswirkungen zu minimieren und andererseits mögliche Chancen zu nutzen. Konkrete Anpassungen in der Landwirtschaft bei sich häufenden sommerlichen Dürren reichen bspw. vom verstärkten Anbau trockenstressresistenterer Sorten bis hin zur Bewässerung. Eine Häufung von Sturzfluten oder sonstigen Schadereignissen wie Sturm oder Hagel erhöht die Erosions- und Hochwassergefahr und erfordert sowohl entsprechende ackerbauliche als auch betriebliche Anpassungen angesichts eines steigenden Produktionsrisikos. In Deutschland könnte durch eine klimawandelbedingte Verschiebung von Vegetationszonen der Anbau neuer (z.B. mediterraner) Kulturpflanzen möglich oder gar nötig werden. Es können neue Krankheiten und Schädlinge einwandern, die den Stress für Pflanzen und Tiere zusätzlich erhöhen. Umgekehrt kann sich der Schädlings- und Krankheitsdruck für einige Fruchtarten auch verringern. Angesichts der regional sehr unterschiedlichen Auswirkungen des Klimawandels und der spezifischen Anpassungsmöglichkeiten fallen die regionale und die einzelbetriebliche Betroffenheit der Landwirtschaft sehr unterschiedlich aus.

Durch die genannten veränderten landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und den erwarteten Anpassungen der Flächennutzungsstruktur ist eine Ausdehnung und Intensivierung der landwirtschaftlichen Beregnung für sensitive Fruchtfolgen bei mittelfristiger Wasserknappheit zu er-

warten. Vor dem Hintergrund der regional bereits bestehenden Wassernutzungskonflikte ist daher zu prüfen, welches Erweiterungspotenzial für Beregnungsflächen erstens grundsätzlich besteht und zweitens unter zukünftiger Klimaentwicklung entsteht. Im Rahmen der Forschungsarbeiten am vTI (Institut für Ländliche Räume) wird eine regional differenzierte Analyse der Beregnung in Deutschland als Anpassungsstrategie der Landwirtschaft an den Klimawandel erarbeitet, um die zukünftig zu erwartende Rolle der Beregnung landwirtschaftlicher Kulturen einschätzen zu können. Das Vorhaben dieser Analyse ist es, unter Berücksichtigung ökonomischer Rahmenbedingungen sowie der betriebsspezifischen und hydrogeologischen Standortbedingungen, Aussagen über die potenzielle Entwicklung der Beregnung in Deutschland treffen zu können. Neben einer ausführlichen Beschreibung der rechtlichen Rahmenbedingungen, der Entwicklung und dem Ist-Zustand sowie der vorhandenen Technologien der landwirtschaftlichen Beregnung in Deutschland, befasst sich diese Analyse mit relevanten Parametern, um fundierte Aussagen machen zu können, wo die Beregnung unter sozioökonomischen Aspekten eine sinnvolle Anpassungsstrategie darstellt. Das erste Ziel ist es, die Beregnungsbedürftigkeit bundesweit auf Gemeindeebene abzugrenzen. Darüber hinaus wird der potenzielle standortbezogene Beregnungsbedarf für diese Gemeinden ermittelt, um mit Hilfe von betriebs- und standortspezifischen Parametern sowie verfahrensspezifischer Kosten unterschiedlicher Beregnungstechnologien die mittleren Beregnungskosten abzuschätzen. Mittelfristiges Ziel ist es, diese Daten in die agrarökonomische Modellierung einfließen zu lassen.

Literaturverzeichnis

- Europäische Kommission (2007) Vorbereitung auf den „GAP-Gesundheitscheck“. Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament. KOM(2007) 722 endgültig. Brüssel. 20.11.2007
- Europäisches Parlament und Rat (2003) Richtlinie 2003/30/EG vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor. Amtsblatt der Europäischen Union L 123/42
- Eurostat (1989) Handbuch zur landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung, Luxemburg

- Gerstengarbe FW, Werner PC (2003) Klimaänderungen zwischen 1901 und 2000. In: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, S. 58-59
- Gömman H, Kreins P, Breuer Th (2007) Deutschland – Energie-Corn-Belt Europas? In: Agrarwirtschaft 56 (5/6): S. 263-71
- Henrichsmeyer W, Cypris Ch, Löhe W, Meudt M, Sander R, Sothen F von, Isermeyer F, Schefski A, Schleef KH, Neander E, Fasterding F, Helmke B, Neumann M, Nieberg H, Manegold D, Meier Th (1996) Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht für das BML (94 HS 021). Vervielfältigtes Manuskript, Bonn/Braunschweig. <http://www.faa-bonn.de>
- Howitt RE (1995) Positive Mathematical Programming. In: Amer J, Agr. Econ. 77 (2): p. 329-342
- Kreins P, Gömman H (2008) Modellgestützte Abschätzung regionaler landwirtschaftlicher Landnutzung und Produktion in Deutschland vor dem Hintergrund der „Gesundheitsüberprüfung“ der GAP. Agrarwirtschaft, Band 57, Heft 3-4, S. 195-206
- Manderscheid R, Weigel HJ (2007) Drought stress effects on wheat are mitigated by atmospheric CO₂ enrichment. Agron. Sustain. Dev. 27, p. 79-87
- Nakićenović N, Alcamo J, Davis G, de Vries B, Fenhann J, Gaffin S, Gregory K, Grübler A, Jung T.Y, Kram T, Emilio la Rovere E, Michaelis L, Mori S, Morita T, Pepper W, Pitcher H, Price L, Riahi K, Roehrl A, Rogner HH, Sankovski A, Schlesinger ME, Shukla PR, Smith S, Swart RJ, van Rooyen S, Victor N, Dadi Z (2000) Special Report on Emissions Scenarios. Cambridge University Press, Cambridge
- Schönwiese CD, Janoschitz R (2005) unter Verwendung von Daten von Rapp, 2000 und DWD: Übersicht der beobachteten bodennahen Temperatur- und Niederschlagstrends in Deutschland
- Schönwiese CD, Staeger T, Trömel S (2004) The hot summer 2004 in Germany. Some preliminary results of a statistical time series analysis. Meteorol. Z., 13, p. 323-327
- Umweltbundesamt UBA (2007) Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen. Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG. Dessau. Januar 2007
- USDA (2007) USDA Agricultural Projections to 2016. Long-term Projections Report OCE-2007-1. <http://www.ers.usda.gov/publications/oce071/oce20071.pdf>. Zugriff im Februar 2007
- Wechsung F, Becker A, Gräfe P (Hrsg.) (2005) Auswirkungen des globalen Wandels auf Wasser, Umwelt und Gesellschaft im Elbegebiet. Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft, Bd. 6, 416 Seiten
- Zebisch M, Grothmann T, Schröter D, Hasse C, Fritsch U, Cramer W (2005) Climate Change in Germany. Vulnerability and Adaptation of climate sensitive Sectors. UBA Reihe Climate Change, Heft 10/05, 205 Seiten