

Erscheint in leicht gekürzter Form in:

*Mahammad Mahammadzadeh, Hendrik Biebeler und Hubertus Bardt (Hrsg.) 2009: Klimaschutz und Anpassung an die Klimafolgen - Strategien, Maßnahmen und Anwendungsbeispiele. Köln (im Druck)*

## **Anpassung ländlicher Räume an regionale Klimaänderungen – die Wissensplattform LandCaRe-DSS**

Barbara Köstner<sup>a</sup> / Christian Bernhofer<sup>a</sup> / Michael Berg<sup>c</sup> / Johannes Franke<sup>a</sup> / Horst Gömann<sup>b</sup> / K. Christian Kersebaum<sup>c</sup> / Peter Kreins<sup>b</sup> / Matthias Kuhnert<sup>a</sup> / Ralf Lindau<sup>f</sup> / Remy Manderscheid<sup>d</sup> / Heinz-Theo Mengelkamp<sup>e</sup> / Wilfried Mirschel<sup>c</sup> / Claas Nendel<sup>c</sup> / Enrico Nozinski<sup>d</sup> / Martina Richwien<sup>g</sup> / Anne Pätzold<sup>e</sup> / Clemens Simmer<sup>f</sup> / Roger Stonner<sup>b</sup> / Hans-Joachim Weigel<sup>d</sup> / Karl-Otto Wenkel<sup>c</sup> / Ralf Wieland<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Institut für Hydrologie und Meteorologie, Technische Universität Dresden; <sup>b</sup> Institut für Ländliche Räume, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) Braunschweig; <sup>c</sup> Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) Müncheberg; <sup>d</sup> Institut für Biodiversität, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) Braunschweig; <sup>e</sup> Institut für Küstenforschung, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht; <sup>f</sup> Meteorologisches Institut, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn; <sup>g</sup> Institut für Organisationskommunikation (IFOK) GmbH Bensheim

### **1 Einleitung**

Das klimazwei-Projekt „LandCaRe – Land, Climate and Resources 2020“ soll eine modellbasierte Wissensplattform bereitstellen, um strategische Planungsprozesse der Landwirtschaft, ihrer vor- und nachgelagerten Wirtschaftsbereiche sowie weiterer Akteure im ländlichen Raum bei der Anpassung an regionale Klimaänderungen zu unterstützen. Diese Wissensplattform – das Entscheidungsunterstützungssystem LandCaRe-DSS (DSS – Decision Support System) – spricht Nutzer an, die in verschiedenen Bereichen von Politik, Wirtschaft und Verwaltung wirken und mit ganz unterschiedlichen Aufgaben in ländlichen Räumen betraut sein können. Die Wissensplattform kann als Teil des Wissensmanagements eines Unternehmens oder einer Organisation aufgefasst werden, durch die komplexes, oft sektoral getrenntes Wissen verfügbar und mit dem eigenen Wissen oder Wissensbedarf verknüpfbar

wird. Die zentral bereitgestellten Daten sind von Fachleuten geprüft und ausgewählt und sollen die vielfältigen Informationen über den Klimawandel auf regionaler Ebene handhabbar und für Anpassungsmaßnahmen nutzbar machen.

## 2 Die Wissensplattform LandCaRe-DSS

Das LandCaRe-DSS trifft Aussagen in drei inhaltlichen Bereichen:

1. regionales Klima,
2. landwirtschaftliche Erträge und
3. Ökosystemleistungen.

Diese Reihenfolge der drei Themenbereiche spiegelt die Prioritäten wieder, die potenzielle Nutzer in Telefoninterviews genannt haben.

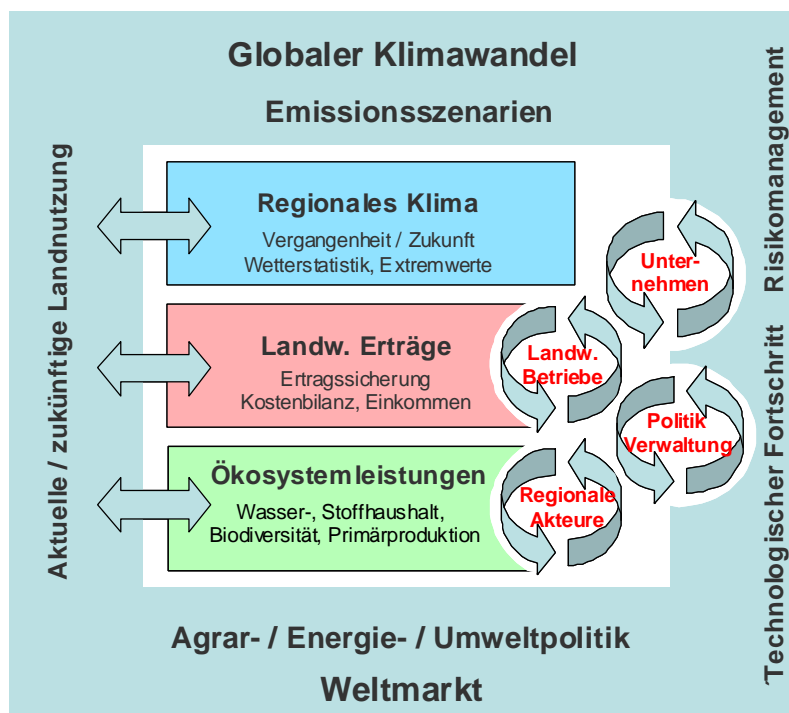


Abbildung 1: Inhalte und Akteursgruppen des LandCaRe-DSS

Um Aussagen in diesen Bereichen treffen zu können, sind verschiedene Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Der globale Klimawandel und seine von sozioökonomischen Szenarien (zum Beispiel IPCC, 2000;

Emissionsszenarien A1B, B1) abhängige zukünftige Entwicklung stellen die entscheidende Ausgangslage dar. Davon werden die im LandCaRe-DSS verfügbaren regionalen Klimaprojektionen abgeleitet.

Außerdem gelten als weitere Rahmenbedingungen der Weltmarkt für Agrarprodukte sowie politische Vorgaben und Maßnahmen, die auf verschiedenen Ebenen steuernd eingreifen. Die Landnutzung allgemein steht in Wechselwirkung mit allen inhaltlichen Bereichen des LandCaRe-DSS.

Eine weitere Nutzeranforderung war, dass Rahmenbedingungen (Szenarien, Landnutzung, technologischer Fortschritt, Risikomanagement) von Zeit zu Zeit im LandCaRe-DSS aktualisiert werden. Das LandCaRe-DSS hat daher eine offene Struktur, das heißt, Modelle und Daten können bei Bedarf ausgetauscht oder ergänzt werden.

## **2.1 Beteiligung der Akteursgruppen**

In der ersten Projektphase wurden potenzielle Nutzer des LandCaRe-DSS angesprochen und deren Nutzeranforderungen erhoben. Die Kommunikation mit potenziellen Nutzern bestand aus:

1. leitfragengestützten Telefoninterviews,
2. Stakeholder-Workshops (mit regionalen Akteuren aus dem Weißeritzkreis in Sachsen, der Uckermark in Brandenburg sowie überregionalen Akteuren) mit anschließender Bildung von Gruppen potenzieller Nutzer (Akteursgruppen) und
3. Treffen dieser Gruppen.

Die ausgewerteten Telefoninterviews bildeten neben den Workshops die Grundlage für die Anpassung der Projektkonzeption an die konkreten Bedarfe der Akteursgruppen. Befragt wurden zum größten Teil Vertreter landwirtschaftlicher Unternehmen. Andere befragte Unternehmen aus weiteren Bereichen der landwirtschaftlichen Wertschöpfung waren Saatzuchtunternehmen und Unternehmen der Versicherungswirtschaft. In der befragten Gruppe „Politik und Administration“ befanden sich vor allem Politik- und Verwaltungsvertreter mit landwirtschaftlichem und

regionalem Bezug. Da sie teilweise in der landwirtschaftlichen Beratung tätig sind, erbringen sie auch Dienstleistungen für die landwirtschaftliche Wertschöpfung. Die Gruppe „Verbände und Fachinstitutionen“ ist aus Vertretern von Berufsverbänden der Landwirtschaft und von Fachinstitutionen der Landwirtschaft zusammengesetzt. Diese Vertreter bringen auch die Aspekte der Energiewirtschaft mit ein. Darüber hinaus wurden weitere Unternehmen und Akteure befragt, die landschaftliche Ressourcen in Anspruch nehmen (Wasser, Forst) und gestaltend im ländlichen Raum tätig sind.

Zunächst wurden in den Telefoninterviews die Bedeutung des Klimawandels im eigenen Arbeitsfeld und damit verbundene Erwartungen thematisiert. Sowohl die Bedeutung als auch die Erwartungen wurden in der Gruppe der landwirtschaftlichen Unternehmen am höchsten, in der Gruppe von Politik und Verwaltung – aufgrund fehlender gesetzlicher Vorgaben – am niedrigsten eingestuft. Einen zentralen Platz nahm die Ertragsunsicherheit der landwirtschaftlichen Produktion ein, die aufgrund der geänderten klimatischen und phytosanitären Situation zu erwarten ist. Die Befragten erwarten folgende Reaktionen auf die Ertragsunsicherheit:

- Änderungen in der Arbeitsorganisation und in den Bearbeitungstechnologien,
- die Anpassung des Kulturartenspektrums und die Entwicklung von neuen Sortenstrategien,
- Änderungen bei der Risikominimierung,
- Strukturanpassungen und
- Änderungen in Förderprogrammen und Richtlinien.

Die Anforderungen an ein Entscheidungsunterstützungssystem (DSS) wurden nach folgenden Kategorien unterschieden:

- klimatologischen Szenarien,
- sozioökonomischen Szenarien und betrieblichen Entscheidungshilfen,
- Informationen über neue Kulturarten und -sorten sowie
- Wassermanagement und andere Informationen.

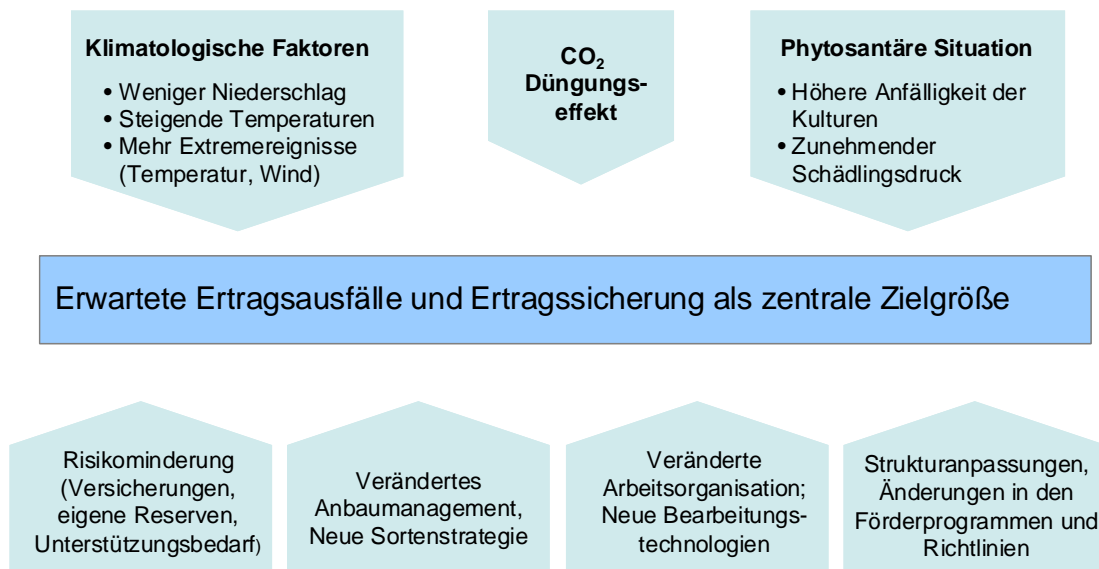


Abbildung 2

## Erwartungen der Akteursgruppen bezüglich Klimawirkung und Anpassung

Alle Akteursgruppen haben den klimatologischen Szenarien die größte Bedeutung zugemessen, gefolgt von den sozioökonomischen Szenarien, den Informationen über neue Kulturarten und -sorten und dem Wassermanagement.

Durch die überregional tätigen Akteure (Unternehmen der Saatzucht, Bewässerungstechnik und Versicherungswirtschaft) kamen keine vollkommen neuen Themen für das LandCaRe-DSS hinzu. Sie setzten jedoch teils andere Schwerpunkte. Sie nannten zum Beispiel als relevante Themen die Kennzeichnung von Extremwetter oder Extremereignissen, die Bedeutung von Extremtemperaturen und extremen Trockenperioden für die Züchtungsforschung, die Indikatoren für Schaderreger und Tiergesundheit, die Notwendigkeit der Luftfeuchte für die Indikation von Schädlingsgefahren sowie die Veränderung von Leitarten und Standortfaktoren in Ökosystemen.

Konkrete Vorstellungen hatten die Befragten bei der Entwicklung von sozioökonomischen Szenarien. Als mögliche Szenarien genannt wurden

„Business as usual“, „Steigende Preise für Agrarprodukte“ und „Erreichung energiepolitischer Ziele“ (EU-Förderpolitik, Erneuerbare-Energien-Gesetz). Weiterhin sollten in dem Entscheidungsunterstützungssystem nach dem Willen der Befragten Rahmenbedingungen wie die Europäische Wasserrahmenrichtlinie, Natura 2000 und Flora-Fauna-Habitat-Vorgaben berücksichtigt werden. Einen weiteren Schwerpunkt bildeten Entscheidungsgrundlagen für die Feldbewässerung unter Aspekten wie Chancen auf Ertragssicherung und Szenarien der Wasser- und Betriebskosten.

Im Gegensatz zu den regionalen Akteuren wurde von den überregionalen Akteuren der Prognosezeitraum bis zum Jahr 2040 als bedeutender für die Planungsprozesse eingeschätzt als der Prognosezeitraum bis zum Jahr 2020.

## **2.2 Modelle und Daten**

Die Partner dieses klimazwei-Projekts tragen in Teilprojekten Modelle und Daten zu den Modulen „Klima“, „Ökologie“, „Sozioökonomie“ und „Entscheidungsunterstützungssystem (DSS)“ bei (Abbildung 36.2). Im Modul „Klima“ wird eine Klimadatenbank mit Auswertungswerkzeugen erstellt. Die Klimadatenbank enthält Messdaten seit 1951, die sich auf Stationsdaten des Deutschen Wetterdiensts (DWD) beziehen. Regionale Klimadaten der Zukunft (Klimaprojektionen) beruhen auf den Emissionsszenarien A1B und B1 und reichen bis zum Jahr 2050. Zunächst werden dazu Klimaprojektionen des statistisch-dynamischen Modells WETTREG ([www.cec-potsdam.de](http://www.cec-potsdam.de)) und des dynamischen Modells CLM (<http://clm.gkss.de>) zur Verfügung gestellt. Die WETTREG-Daten sind stationsbasiert und können im LandCaRe-DSS auf ein 1-Kilometer-Gitter regionalisiert werden (Franke et al., 2008). Die CLM-Daten stehen in dem von der Gruppe Modelle und Daten ([www.mad.zmaw.de](http://www.mad.zmaw.de)) bereitgestellten 18-Kilometer-Gitter und in einem 4,6-Kilometer-Gitter zur Verfügung, das innerhalb des klimazwei-Projekts LandCaRe 2020 vom GKSS Forschungszentrum Geesthacht deutschlandweit simuliert wurde. Das Meteorologische Institut der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn hat die CLM-Daten

anhand regionalisierter Stationsdaten des Deutschen Wetterdiensts (DWD) angepasst und geprüft.

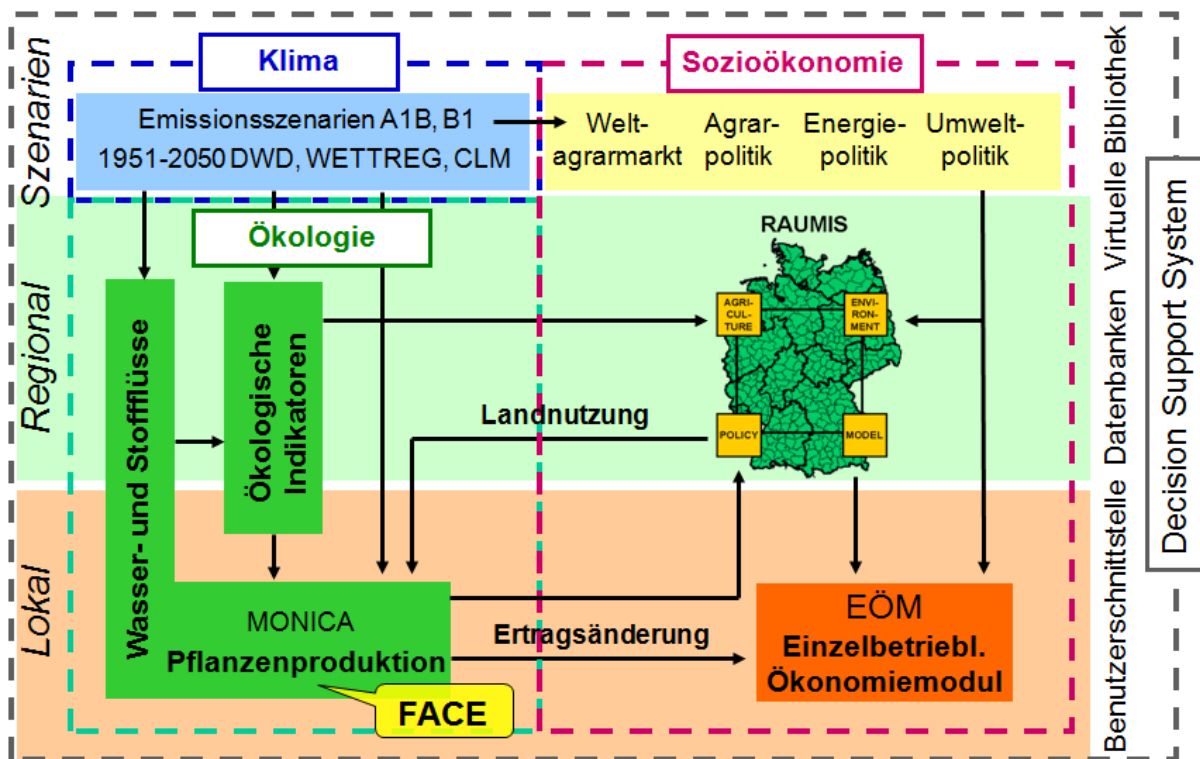


Abbildung 3  
Module und Ebenen des LandCaRe-DSS

Vergleichbar mit den Klimaszenarien werden durch das Institut für Ländliche Räume des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI), dessen Modell RAUMIS deutschlandweit den Agrarsektor abbildet, sozioökonomische Szenarien für das LandCaRe-DSS bereitgestellt. Neben deutschlandweiten Trends, zum Beispiel zur Entwicklung des Energiepflanzenanbaus und des Bewässerungsbedarfs (Anter et al., 2009), wurden auch Preisszenarien für das Einzelbetriebs-Ökonomiemodul (EÖM) abgeleitet.

Die Szenarien ermöglichen dem Nutzer, die Auswirkungen verschiedener Veränderungen zum Beispiel der Politik, des Marktes und des Klimas auf landwirtschaftliche Landnutzung, Produktion und

Einkommen getrennt voneinander oder kombiniert zu betrachten. Unterschieden wird zwischen folgenden Szenarien:

- „Business as usual“ (Abbildung klimatischer Änderungen, Berücksichtigung agrarpolitischer Rahmenbedingungen wie beispielsweise Verordnungen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU zum „Health Check“, Berücksichtigung des Status quo der Energieerzeugung aus Biomasse),
- „Steigende Preise für Agrarprodukte“ (Abbildung klimatischer Änderungen, Änderungen der Preisstruktur, steigende Nahrungsmittelpreise),
- „Erreichung energiepolitischer Ziele“ (Abbildung klimatischer Änderungen, Berücksichtigung der Meseberger Beschlüsse).

Einen wesentlichen Teil der dynamischen Komponente des LandCaRe-DSS stellen Modelle – zum Beispiel MONICA (Nendel et al., 2009) und YIELDSTAT (Mirschel et al., 2009) – dar, die in Abhängigkeit vom gewählten Klimaszenario und weiteren Umweltfaktoren die landwirtschaftliche Produktion sowie Wasser- und Stoffhaushaltsgrößen berechnen. Insbesondere auf regionaler Ebene können mit einfacheren Modellen ökologische Indikatoren (zum Beispiel die klimatische Wasserbilanz und die Primärproduktion) abgeleitet werden. Die Primärproduktion ist Grundlage für pflanzliches Wachstum und Ernteerträge. Ihre Simulation unter zukünftigen Klimaszenarien erfordert es, den CO<sub>2</sub>-Düngeeffekt in den Modellen hinreichend zu berücksichtigen. Der CO<sub>2</sub>-Düngeeffekt besteht darin, dass Pflanzen unter erhöhter atmosphärischer CO<sub>2</sub>-Konzentration ein verstärktes Wachstum aufweisen. Dies wird in sogenannten FACE-Experimenten (Free Air Carbon Dioxide Enrichment) untersucht. Ergebnisse aus dem LandCaRe-2020-Projekt haben gezeigt, dass selbst bei der C<sub>4</sub>-Pflanze Mais, bei der kein CO<sub>2</sub>-Düngeeffekt zu erwarten ist, Wachstumsverluste aufgrund von Trockenheit durch den geringeren Wasserverbrauch unter FACE-Bedingungen nahezu vollständig kompensiert werden (Manderscheid et al., 2008). Der CO<sub>2</sub>-Düngeeffekt kann bei der Simulation des zukünftigen Pflanzenwachstums über die Zu- oder Abnahme der Produktion entscheiden und muss daher möglichst spezifisch berücksichtigt werden. Entsprechende Parameter, abgeleitet

aus den FACE-Versuchen, stehen den Modellen im LandCaRe-DSS zur Verfügung.

Die einzelnen Komponenten wurden zu einem Prototyp des LandCaRe-DSS integriert. Dessen wichtigste Bestandteile sind die Benutzeroberfläche, die Simulationskontrolle und die Datenbanken für Modelle und Parameter, für klimabezogene und für geoinformationssystemgestützte Daten (Berg et al., 2008).

### **2.3 Bereitstellung des LandCaRe-DSS**

Der Prototyp des LandCaRe-DSS wird in der abschließenden Phase des klimazwei-Projekts vom Softwareentwickler LivingLogic AG in eine webfähige Version transferiert und über die Projektlaufzeit hinaus betreut. Die erste Internetversion des LandCaRe-DSS wird im Dezember 2009 vorgestellt. Übertragungen auf andere Regionen sind dann durch zusätzliche Daten- und Mittelbereitstellung möglich. Eine inhaltliche Weiterentwicklung des LandCaRe-DSS ist im Rahmen des KLIMZUG-Verbunds REGKLAM (Regionale Klimaanpassung Modellregion Dresden) vorgesehen. Ferner lässt sich an die Zusammenarbeit mit dem Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft anschließen. Im Rahmen der „Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel“ (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, 2009) erfolgten für das Land Sachsen bereits Ertragssimulationen bis zum Jahr 2050 mit dem Modell YIELDSTAT.

## **3 Mögliche Anwendungen**

Das LandCaRe-DSS wird vonseiten der potenziellen Nutzer als geeignetes Instrument zur Politikberatung eingeschätzt. Es soll der Evaluation der land- und energiewirtschaftlichen Fördermittel und der entsprechenden Richtlinien dienen sowie Handlungsempfehlungen an die Politik unterstützen. Generell soll das LandCaRe-DSS als Informationsquelle über vergangene und mögliche zukünftige Veränderungen meteorologischer Parameter in der jeweils betrachteten

Region genutzt werden. Erzeugte Karten und Grafiken sollen zum Beispiel für Weiterbildungsmaßnahmen einsetzbar sein.

Von der Wissensplattform werden Aussagen zur Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion erwartet. Die Wirkung veränderter Fruchtfolgen, Kulturpflanzen und -sorten soll ausgetestet werden, um den Anpassungsbedarf von Anbausystemen bewerten zu können. Anhand klimaabhängiger, standortbezogener ökologischer Kenngrößen soll abgeschätzt werden, ob Maßnahmen zur Wasserbewirtschaftung, zum Bodenschutz oder zur Landschaftspflege angepasst werden müssen. Hinsichtlich ökonomischer Aussagen sollen Einschätzungen zur künftigen Wertschöpfung und Änderungen der Flächennutzung möglich sein. Basierend auf den sich ändernden Ertragspotenzialen und Szenarien über Kosten-, Preis- und Prämienentwicklungen sollen strategische betriebswirtschaftliche Entscheidungen unterstützt werden.

#### **4 Zusammenfassung**

Die Landwirtschaft übernimmt im ländlichen Raum ökonomische, ökologische und soziale Funktionen. Klimaänderungen beeinflussen zunehmend die Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft und erfordern neben konsequentem Klimaschutz geeignete Anpassungsmaßnahmen. Das klimazwei-Projekt LandCaRe 2020 soll durch die Entwicklung einer modellbasierten Wissensplattform mehr spezifisches Wissen über die regionalen und lokalen Auswirkungen von Klimaänderungen vermitteln und damit Entscheidungen der Landwirtschaft und weiterer Akteure im ländlichen Raum über erforderliche Anpassungen unterstützen. Dabei wird die Landwirtschaft nicht isoliert vom Landschaftssystem betrachtet, sondern es werden Einflüsse auf Wasser- und Stoffkreisläufe sowie Veränderungen naturräumlicher Potenziale einbezogen. Die erste Version der Wissensplattform wird anhand der Beispielregionen – dem Weißeritzkreis in Sachsen und der Uckermark in Brandenburg – entwickelt und soll im Dezember 2009 im Internet publiziert werden.

## Literatur

**Anter**, Jano / **Gömann**, Horst / **Kreins**, Peter / **Richmann**, Agnes, 2009, Einfluss sich wandelnder ökonomischer Rahmenbedingungen auf die Berechnung landwirtschaftlicher Kulturen in Deutschland, in: Landbauforschung, Sonderheft 328 – Wasser im Gartenbau, S. 21–28

**Berg**, Michael / **Wieland**, Ralf / **Mirschel**, Wilfried / **Wenkel**, Karl-Otto, 2008, LandCaRe 2020 – ein Entscheidungsunterstützungssystem zur Vorhersage und Beurteilung der Potenziale ländlicher Gebiete unter dem Einfluss regionalen Klimawandels, in: Gnauck, Albrecht (Hrsg.), Modellierung und Simulation von Ökosystemen, Aachen, S. 214–229

**Franke**, Johannes / **Häntzschel**, Janet / **Goldberg**, Valeri / **Bernhofer**, Christian, 2008, Application of a trigonometric approach to the regionalization of precipitation for a complex small-scale terrain in a GIS environment, in: Meteorological Applications, Vol. 15, No. 4, S. 483–490

**IPCC** – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000, IPCC Special Report Emission Scenarios. A special report of IPCC Working Group III

**Manderscheid**, Remy / **Erbs**, Martin / **Nozinski**, Enrico / **Weigel**, Hans-Joachim, 2008, Freilanduntersuchungen (FACE) zur Wechselwirkung zukünftiger atmosphärischer CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und Sommertrockenheit auf Maisbestände, in: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 20, S. 15–16

**Mirschel**, Wilfried / **Wieland**, Ralf / **Wenkel**, Karl-Otto / **Albert**, Erhard / **Köstner**, Barbara / **Luzi**, Karin, 2009, Modell- und Datenanforderungen für eine regionale Folgenabschätzung von Klimaänderungen auf Erträge landwirtschaftlicher Fruchtarten, dargestellt am Beispiel des Freistaats Sachsen, in: Gnauck, Albrecht (Hrsg.), Modellierung und Simulation von Ökosystemen, Aachen, S. 18-42

**Nendel**, Claas, **Kersebaum**, K. Christian / **Mirschel**, Wilfried / **Manderscheid**, Remy / **Weigel**, Hans-Joachim / **Wenkel**, Karl-Otto,

2009, Testing different CO<sub>2</sub> response algorithms against a FACE crop rotation experiment. NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences, doi:10.1016/j.njas.2009.07.005, im Druck

**Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft,**  
2009, Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel, Dresden