

# Berechnung

## Rechnen für die Zukunft

LandCaRe-DSS – Entscheidungshilfe für die Landwirtschaft im Klimawandel / Verschiedene Modelle zeigen Verlauf von Wasserbedarf und Ertragsentwicklung / Starker Einfluss der Treibhausgase

Abbildung 1: Zusatzwasserbedarf\*

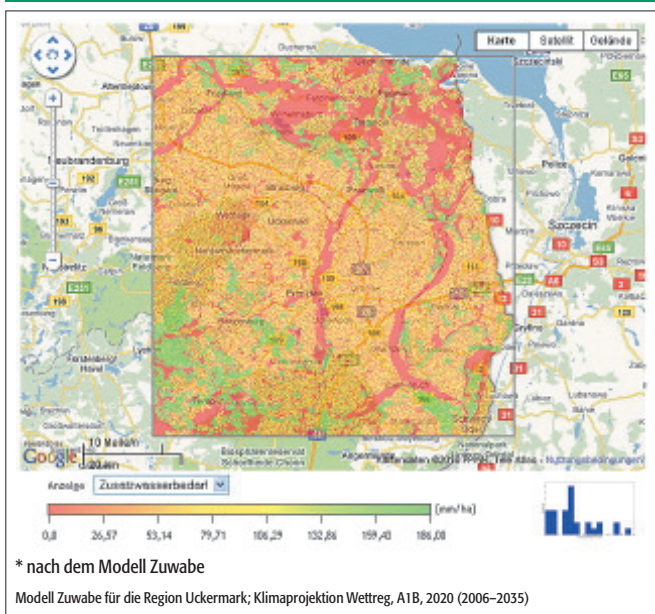
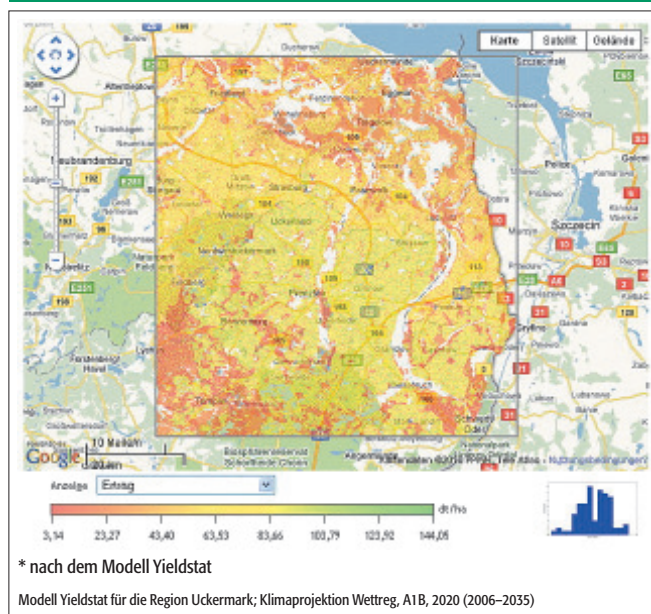


Abbildung 2: Landwirtschaftliche Erträge\*



Mit dem Klimawandel ändern sich Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft. Dies geschieht zum einen direkt durch Änderung der Witterung, aber auch indirekt durch die Veränderung von Märkten und Förderpolitiken. Neben Beiträgen zum Klimaschutz werden zunehmend Anpassungsmaßnahmen der Landwirtschaft erforderlich. Maßnahmen wie Entscheidungen über zukünftige Berechnungen setzen differenzierte Kenntnisse des Klimawandels und seiner möglichen Auswirkung auf die Landwirtschaft in den einzelnen Regionen voraus. Dafür wird nicht nur landwirtschaftliches Fachwissen, sondern auch Wissen über die regionale Klimaentwicklung benötigt.

Der Forschungsverbund LandCaRe (Land, Climate and Resources/Land, Klima und Ressourcen) 2020, besteht aus Fachleuten auf den Gebieten der Meteorologie, Agrarwissenschaften, Ökologie und Informationstechnologie und hat über drei Jahre hinweg gemeinsam mit Praxispartnern ein Entscheidungshilfesystem entwickelt, mit dem mögliche Auswirkungen des Klimawandels unter-

sucht und Anpassungsmaßnahmen abgeleitet werden können. Das LandCaRe-DSS (Entscheidungsunterstützungssystem) wurde zunächst beispielhaft für die Landkreise Uckermark in Brandenburg und Weißeritzkreis in Sachsen entwickelt und kann auf weitere Regionen übertragen werden. Das System wird zentral verwaltet und ist über das Internet zugänglich. Dadurch ist sichergestellt, dass hinsichtlich der zukünftigen Klimaentwicklung die aktuellen Szenarien und Klimaprojektionen verfügbar sind. Das DSS richtet sich vor allem an landwirtschaftliche Betriebe und Berater sowie an Fachbehörden und Verbände.

### Anbau, Preise, Kosten

Weiterhin werden im DSS auch ökonomische Szenarien bereitgestellt, die Annahmen über die zukünftige Anbauverteilung und die Preis- und Kostenentwicklungen in der Landwirtschaft treffen. Die Szenarien wurden am Institut für Ländliche Räume des Heinrich-von-Thünen-Instituts (vTI) in Braunschweig entwickelt. Damit soll es möglich sein, die Bedeutung der Klimawirkung für die Erträge gegenüber ande-

ren Einflüssen auf die Betriebsökonomie abzuschätzen. Neben den landwirtschaftlichen Erträgen, die eine zentrale Zielgröße darstellen, können weitere Wirkungen des Klimawandels getestet werden, die unter dem Begriff „ökologische Indikatoren“ zusammengefasst sind. Dazu gehören Auswirkungen auf den Grundwasserabfluss, den Bodenabtrag oder die zeitliche Entwicklung verschiedener Pflanzenstadien. Die Modelle wurden vom Institut für Landschaftssystemanalyse am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung in Müncheberg (Zalf) bearbeitet und teils eigens für das LandCaRe-DSS entwickelt.

Der Nutzer kann Analysen auf der regionalen oder lokalen Ebene durchführen. Zu beachten ist, dass keine einzelnen Jahre aus der Zukunft herausgegriffen werden können, da die Klimamodelle „mittlere“ klimatische Zustände und weniger einzelne extreme Jahre beschreiben können. Für klimabezogene Aussagen ist in der Regel ein Betrachtungszeitraum von 30 Jahren erforderlich. Es werden daher immer Zeitabschnitte von 30 Jahren in Fünfjahresschritten untersucht. Das heißt, dass auch

für Auswirkungen von Klimaänderungen, zum Beispiel auf die Entwicklung zukünftiger Ernteerträge, nur statistische Mittelwerte über 30 Jahre mit einer jährlichen Schwankungsbreite angegeben werden können.

### Online planen

Auf der Internetseite des LandCaRe-DSS können verschiedene Modelle und Funktionen aufgerufen werden. Bei den Berechnungsmodellen handelt es sich allerdings nicht um operative Entscheidungshilfen, die etwa für eine technische Anlage Berechnungsmengen für den kommenden Tag bestimmen. Vielmehr dienen die Modelle der strategischen Planung und unterstützen Abwägungen, ob in Zukunft in einer Region, für einen Betrieb oder eine Fruchtart eine Zusatzbewässerung in Betracht zu ziehen ist.

Mit dem Modell Zuwabe wird der mittlere Zusatzwasserbedarf (mm/ha) einer Region unter einem gewählten Klimaszenario abgeschätzt. Er wird in Abhängigkeit vom Standorttyp, der Fruchtart und dem Niederschlag mit einer räumlichen Auflösung von einem Hektar berechnet

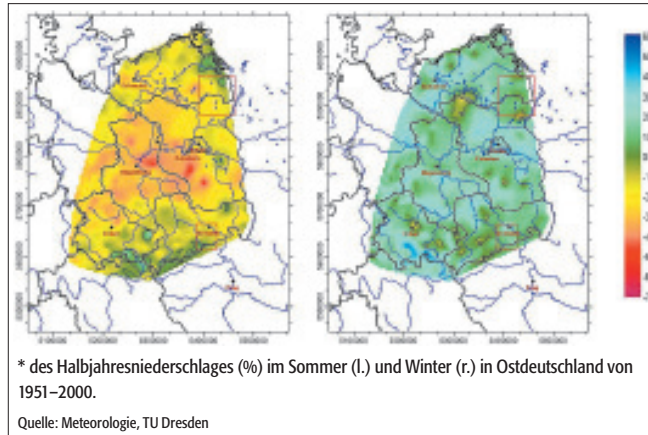
# Berechnung

(Abbildung 1). Die räumlichen Muster der regionalen Auswertungen zeigen besonders Abhängigkeiten vom Boden und der Anbauverteilung. Die Ergebnisse werden in Kartenform und statistischen Diagrammen ausgegeben. Dabei wird auch die zeitliche Varianz innerhalb von jeweils 30 Jahren betrachtet. Mit dem Modell Berbedü lässt sich auf der Basis des berechneten Zusatzwasserbedarfs der Grad der Berechnungsbedürftigkeit je nach Fruchtart oder Fruchtfolge angeben. Diese wird dimensionslos in 5 Stufen von 0 (keine) bis 4 (sehr hoch) ausgedrückt, wobei Stufe 4 einer zusätzlichen Wassergabe von mehr als 90 mm/ha entspricht. Die Modelle basieren auf langjährigen ostdeutschen Daten.

## Auf Betriebsebene

Die erwähnten Modelle zur Berechnung lassen sich auch auf Betriebsebene einsetzen. Hier ist von besonderem Interesse, wie sich zusätzliche Wassergaben auf den Ertrag auswirken. Dafür können das statistische Ertragsmodell Yieldstat (Abbildung 2) oder das prozessbasierte Modell Monica eingesetzt werden. Die Erträge lassen sich mit und ohne Berechnung berechnen. Die Bewirtschaftungsweise wird über das einzelbetriebliche Ökonomiemodul (EÖM) eingegeben. Für die gewählten Fruchtarten

Abbildung 3: Relativer Trend\*



oder Fruchtfolgen werden dann Berechnungsmenge, N-Dünger-aufwand und Erträge simuliert. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, ob eine gegebene Berechnungsbedürftigkeit auch einer Berechnungswürdigkeit entspricht und wirtschaftlich für eine Fruchtart oder für den Schlag oder Standort vertretbar ist. Generell lassen sich mit dem EÖM wirtschaftliche Auswirkungen des Klimawandels auf Betriebe anhand von Gesamtleistung, Deckungsbeitrag und prozesskostenfreier Leistung quantifizieren und verschiedenen Optionen austesten. Dabei wurde darauf Wert gelegt, dass dies mit wenig Aufwand bei der Dateneingabe möglich ist.

Bei der Nutzung eines modellgestützten Entscheidungshilfesystems fragt man sich natürlich, mit welcher Unsicherheit die Ergebnisse behaftet sind. Sichere Aussagen lassen sich nur über die Entwicklung des Klimas in den vergangenen Jahrzehnten machen, da hierfür Messdaten des Deutschen Wetterdienstes zur Verfügung stehen. Daraus ergibt sich für Ostdeutschland eine Temperaturzunahme, die im Winter und Frühjahr am stärksten ausgeprägt ist, während der Herbst im Mittel keine Änderung zeigt oder geringfügig kühler wurde. Weniger ausgeprägt ist die Veränderung der Jahresniederschläge, wobei jedoch eine Verlagerung von den Sommermonaten in den Winter zu verzeichnen ist.

Zukunft geblickt werden soll, da diese davon abhängt, wie sich die Treibhausgasemission entwickeln wird. Hier müssen Klimaprojektionen verglichen werden, die auf verschiedenen Emissionsszenarien beruhen. Die Unsicherheit nimmt etwa ab dem Jahr 2050 zu, wenn sich die Emissionsszenarien deutlich zu unterscheiden beginnen. Eine weitere Unsicherheit liegt darin, wie die Klimaentwicklung auf globaler und regionaler Ebene berechnet wird. Es ist daher ratsam, Ergebnisse verschiedener Methoden oder Modelle zu vergleichen. Im LandCaRe-DSS werden derzeit Klimaprojektionen der Emissionsszenarien A1B und B1 verwendet, die mit zwei unterschiedlichen Methoden (Modell Wettreg und Modell Cosmo-CLM) erzeugt wurden. Die Spannweite zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Methoden stellt ein weiteres Maß für Unsicherheit dar. Im DSS wird darauf geachtet, dass die aktuellen und allgemein verwendeten regionalen Klimaprojektionen angeboten werden. Problematisch bleibt die Darstellung von Extremereignissen. Extreme Witterungsjahre, wie sie im letzten Jahrzehnt erlebt wurden, werden nicht entsprechend in den zukünftigen Projektionen abgebildet. Weitere Unsicherheit ergibt sich durch die Kopplung der Klimadaten mit den Agrarmodellen. Auf diesem Gebiet ist weitere Forschung und Erfahrung notwendig. Auch hierzu soll das LandCaRe-DSS beitragen. Die Agrarmodelle gehen in der Regel davon aus, dass keine Managementfehler gemacht werden. In der Praxis sind diese allerdings oft nicht zu vermeiden. Andererseits können sich Anbausysteme und Technologien auch zukünftig verbessern.

DR. BARBARA KÖSTNER,  
PROFESSUR FÜR  
METEOROLOGIE, TU DRESDEN  
[www.landcare-dss.de](http://www.landcare-dss.de)

Tabelle: Modelle des LandCaRe-DSS

Modell	Thema	räumliche Skala
BAGLUVA	Grundwasserabfluss	regional
BERBEDÜ	Berechnungsbedürftigkeit	regional
EÖM-MONICA	einzelbetriebliches Ökonomiemodul, Erträge Wasser-, N-, C-Flüsse	lokal
EÖM-YIELDSTAT	einzelbetriebliches Ökonomiemodul, Erträge	lokal
EROSION	Bodenabtragsrisiko	regional und lokal
FREQUENZ	Häufigkeitsanalyse von Klimaelementen, Ereignistagen und Indizes	Klimastation
GL-PROD	Grünlandproduktion	regional und lokal
ONTO	Eintritt und Dauer von Entwicklungsstadien landwirtschaftlicher Fruchtarten	Klimastation
PHÄNO	phänologische Termine von Gehölzen und krautigen Pflanzenarten	Klimastation
RAUMIS	Karten für landwirtschaftliche Erträge, Berechnungsbedürftigkeit und -würdigkeit	Deutschland
SAISON	Jahresverlauf bzw. Monatsmittel für Klima- elemente, Ereignistage und Indizes	Klimastation
SVAT-CN	Karten für Photosynthese und Transpiration von Wald und Grasland	regional
TREND	Trendanalyse von Klimaelementen, Ereignistagen und Indizes	Klimastation
YIELDSTAD	statistisch basierte Erträge von 15 landwirtschaftlichen Fruchtarten	regional und lokal
ZUWABE	standortbezogener Zusatzwasserbedarf für Fruchtarten und Fruchtfolgen	regional und lokal

## Trockenheit nimmt zu

Für die Landwirtschaft bedeutsam ist, dass die Wachstumsperiode trockener wird, da durch die steigenden Temperaturen die Verdunstung zunimmt und die Sommerniederschläge abnehmen. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich an diesem Trend auch im nächsten Jahrzehnt wenig ändert. Schwieriger wird es, wenn in die weitere

**HYDRO-AIR**  
international irrigation  
systems GmbH  
Flugplatzweg 1  
14913 Niedergörsdorf  
Tel.: 033741/6206-0  
Fax: 033741/6206-99  
info@hydro-air.de

Bewässerungssysteme, Maschinen, Pumpen,  
Messtechnik und neue Verfahrenstechnik sparen  
Zeit, Energie und verbessern die Produktqualität