

# Auswirkungen des Klimawandels auf das Produktionsrisiko im Weizenanbau

Markus Gandorfer und Kurt-Christian Kersebaum

**Abstract** - Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf das Produktionsrisiko in der Weizenproduktion anhand dreier bayrischer Standorte unter Berücksichtigung von CO<sub>2</sub>-Effekten. Die Ergebnisse zeigen bei Annahme des Zukunfts-Szenarios „trocken“, dass an allen Standorten mit einem steigenden Produktionsrisiko bzw. sinkenden Deckungsbeiträgen gerechnet werden muss. Für das Zukunfts-Szenario „normal“ zeigen die Modellergebnisse für alle drei Standorte stabile bzw. steigende Deckungsbeiträge, wohingegen keine einheitlichen Aussagen für das Zukunfts-Szenario „feucht“ getätigt werden können.<sup>1</sup>

## EINLEITUNG

Zu den prognostizierten Folgen des Klimawandels in Deutschland gehören eine Zunahme von Niederschlägen im Winter und eine Abnahme der Niederschläge im Sommer mit oft ungünstigen Verteilungen und Starkregenereignissen, sowie eine Zunahme extremer Wetterereignisse. Diese Entwicklungen können das ökonomische Risiko im Ackerbau signifikant erhöhen. Die speziell für Deutschland verfügbaren Studien (Zebisch et. al., 2005; Schaller und Weigel, 2008) zeigen im Durchschnitt mittelfristig positive Auswirkungen des Klimawandels im Nord-Westen, wohingegen die Situation im Süd-Osten eher stabil und im Nord-Osten und Süd-Westen eher negativ für die Pflanzenproduktion sein wird. Diese für größere Gebiete durchschnittliche Betrachtung von Klimafolgen ist beispielsweise für Aussagen bezüglich der Nahrungsmittelsicherheit von größter Bedeutung. Stehen jedoch einzelbetriebliche Auswirkungen des Klimawandels sowie mögliche betriebliche Anpassungsoptionen im Zentrum des Interesses, so ist eine kleinräumigere Betrachtung angebracht, was auch das Ziel dieser Studie ist.

## METHODISCHE VORGEHENSWEISE

Die gewählte Vorgehensweise für diese Studie besteht darin, die Auswirkungen verschiedener Klimaszenarien auf das Ertragspotenzial sowie die Ertragsunsicherheit hinsichtlich der klimatischen und standörtlichen Produktionsbedingungen abzuschätzen und zwar anhand unterschiedlicher Referenzstandorte in Bayern. Der Untersuchungsstandort Weihestephan liegt im Tertiärhügelland, das durch ein mittleres Ertragspotenzial gekennzeichnet ist. Bei Metten handelt es sich um einen Standort mit hohem Ertragspotenzial, wohingegen der Standort Hof

als ertragsschwächer zu charakterisieren ist. Die verwendeten Klimaszenarien stammen aus den mit dem Modell WETTREG (Spektat et al., 2007) regionalisierten Datensätzen des Umweltbundesamtes für das IPCC Emissionsszenario A1B. Für die beschriebenen Klimaszenarien werden mit dem Pflanzenwachstumsmodell HERMES (Kersebaum, 1995) Naturalerträge für verschiedene Stickstoffintensitäten modelliert. Dabei wird sowohl die direkte Wirkung einer erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre auf die Fotosynthese sowie die indirekte Auswirkung durch einen verminderten Wasserverbrauch berücksichtigt. Die so geschaffene Datengrundlage wird mit Hilfe von Produktionsfunktionsanalysen sowie risikanalytischen Methoden für verschiedene Szenarien ausgewertet. Das Ist-Szenario besteht dabei aus der Zeitscheibe der Jahre 1970-1989. Als zukünftige Periode wurde ein Zeitraum von 2031-2050 gewählt. Die Zukunfts-Szenarien wurden in mehreren sogenannten Realisationen (normal, trocken und feucht) simuliert, die sich aus den unterschiedlichen statistisch generierten Wetterlagenabfolgen ergeben.

## ERGEBNISSE

Die durchgeführten Simulationen zeigen für den Standort Hof, dass sich bei Berücksichtigung des direkten und indirekten CO<sub>2</sub>-Effekts der Erwartungswert des Deckungsbeitrages (DB) bei zwei der untersuchten Zukunfts-Szenarien (normal & feucht) im Vergleich zum Ist-Szenario erhöht. Im Vergleich zum Zukunfts-Szenario „trocken“ können dagegen kaum Veränderungen im Erwartungswert des DB beobachtet werden. Auch unter Berücksichtigung des Produktionsrisikos kann für die Zukunfts-Szenarien „normal“ sowie „feucht“ ein positives Bild gezeichnet werden, da, wie aus Abb. 1 hervorgeht, auf jedem Wahrscheinlichkeitsniveau ein höherer DB erzielt werden kann als im Ist-Szenario. Sollte jedoch das Zukunfts-Szenario „trocken“ eintreten, so ist mit einer Zunahme der Eintrittswahrscheinlichkeit niedriger Deckungsbeiträge zu rechnen. Am Standort Metten zeigen die Modellkalkulationen, dass sich der mittlere DB im Zukunfts-Szenario „normal“ im Vergleich zum Ist-Szenario kaum verändern wird, im Vergleich zu den beiden anderen untersuchten Zukunfts-Szenarien (feucht & trocken) muss jedoch mit Einbußen gerechnet werden. Aus Abb. 1 wird ersichtlich, dass am Standort Metten bei allen drei analysierten Zukunfts-Szenarien die Wahrscheinlichkeit niedrigerer DB zunehmen wird. Für den Standort Weihestephan zeigen die Ergebnisse ein positiveres Bild: hier ist bei dem Zukunfts-Szenario „normal“ ein Anstieg des mittleren DB im Vergleich zum Ist-Szenario festzustellen. Sollten jedoch die Prognosen

<sup>1</sup>Markus Gandorfer ist am Lehrstuhl für Wirtschaftslehre der TU München tätig (markus.gandorfer@wzw.tum.de). Kurt-Christian Kersebaum ist am Institut für Landschaftssystemanalyse des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung Müncheberg e.V. tätig.

für das Zukunfts-Szenario „trocken“ zutreffen, so würde es zu einem starken Rückgang der mittleren DB kommen. Weiterhin kann aus Abb. 1 für den Standort Weihenstephan geschlossen werden, dass bei den Zukunfts-Szenarien „trocken“ und „feucht“ die Wahrscheinlichkeiten niedriger DB, im Vergleich zum Ist-Szenario, ansteigen. Um die veränderten Erwartungswerte der DB sowie deren Streuung in Abhängigkeit der Risikoeinstellung des Landwirtes bewerten zu können, werden für die verschiedenen Szenarien die Sicherheitsäquivalente (SA) der DB verglichen. Das SA kennzeichnet den sicheren Geldbetrag, den ein Entscheidungsträger mit einer bestimmten Risikonutzenfunktion als gleichwertig zu einer Alternative mit unsicherem Ausgang ansieht. Ist ein risikoaverser Entscheidungsträger mit verschiedenen Alternativen konfrontiert, so wählt er die mit dem höchsten SA. Die Analyse der SA der DB erfolgt über eine Bandbreite von absoluten Risikoaversionskoeffizienten (ARAC) von 0 bis 0.01, wobei 0 Risikoneutralität, höhere Werte zunehmende Risikoaversion implizieren. Diese Analyse lieferte das Ergebnis, dass am Standort Hof die Zukunfts-Szenarien „feucht“ und „normal“ das Ist-Szenario über die gesamte Bandbreite der untersuchten ARAC dominieren. Das Zukunfts-Szenario „trocken“ wird jedoch vom Ist-Szenario dominiert. Am Standort Metten ist das Ist-Szenario über die Zukunfts-Szenarien „trocken“ und „feucht“ dominant. Das Zukunfts-Szenario „normal“ liefert bei ARAC bis 0.003 ähnliche SA wie das Ist-Szenario, bei höheren ARAC wird es dann jedoch auch vom Ist-Szenario dominiert. Für Weihenstephan kann gezeigt werden, dass das Zukunfts-Szenario „normal“ über die gesamte Bandbreite der ARAC höhere Sicherheitsäquivalente liefert als das Ist-Szenario. Die beiden anderen Zukunfts-Szenarien (trocken und feucht) werden jedoch bereits bei sehr niedrigen ARAC vom Ist-Szenario dominiert.

#### DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die dargestellten Analysen zeigen, dass sich die zu erwartenden klimatischen Veränderungen in Bayern regional unterschiedlich auf die Weizenproduktion auswirken werden. Insgesamt kann gezeigt werden, dass an allen drei Standorten, sollte das Zukunfts-Szenario „trocken“ eintreten, mit einem Rückgang des mittleren Deckungsbeitrages gerechnet werden muss, wobei der Standort Hof am geringsten und der Standort Metten am stärksten betroffen ist. In Metten kann weiterhin bei Eintreten des Zukunfts-Szenarios „feucht“ mit negativen bzw. für das Zukunfts-Szenario „normal“ mit stabilen Auswirkungen gerechnet werden. Weihenstephan würde für den Fall des Zukunfts-Szenarios „normal“ durch die Veränderungen gewinnen und im Vergleich zum Zukunfts-Szenario „trocken“ verlieren. Bei Eintreten des Zukunfts-Szenarios „feucht“ ergeben sich dort dagegen kaum Auswirkungen hinsichtlich der mittleren DB. Aus der Analyse der SA für den Standort Metten kann gefolgert werden, dass zukünftig für risikoaverse Landwirte der Nutzen aus der Weizenproduktion wesentlich sinken wird. An den Standorten Hof und Weihenstephan sinken die SA und damit der Nutzen vor allem bei Annahme des Zukunfts-

Szenarios „trocken“ im Vergleich zum Ist-Szenario sogar enorm ab.

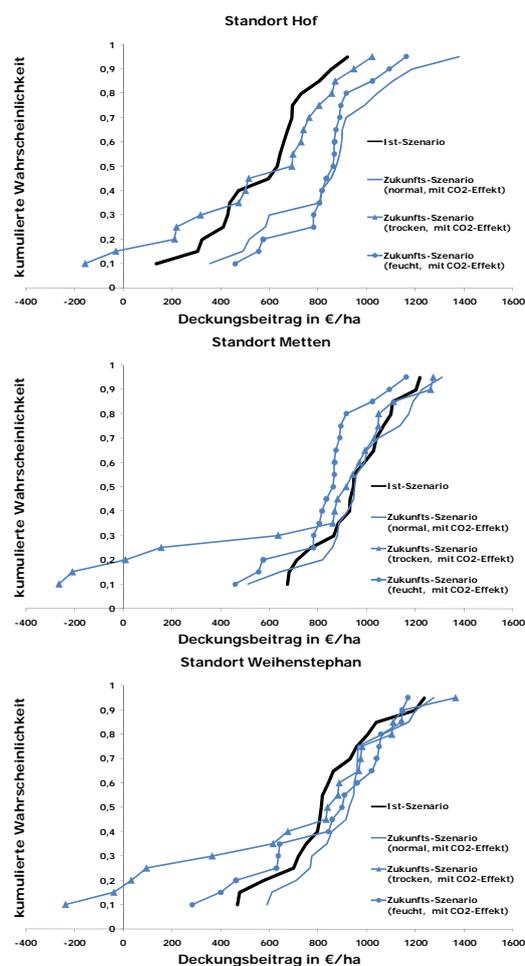


Abbildung 1. Kumulierte Verteilungsfunktionen der Deckungsbeiträge von Weizen für versch. Standorte und Szenarien. (N-Düngung erfolgt im jährlichen Optimum; Weizenpreis 20 €/dt, N-Preis: 1 €/kg).

#### LITERATUR

Kersebaum, K.C. (1995). Application of a simple management model to simulate water and nitrogen dynamics. *Ecol Model* 81:145–156.

Schaller, M. und Weigel, H.-J. (2008). Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung. *Landbauforschung Völknerode*, Sonderheft 316.

Spekat, A., Enke, W. und Kreienkamp, F. (2007). Neuentwicklung von regional hochaufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2. *Umweltbundesamt, Dessau*.

Zebisch, M., Grothmann, T., Schröter, D., Hasse, C., Fritsch, U. und Cramer, W. (2005). Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. *Climate Change* 08/05. *Umweltbundesamt, Dessau*.