

Profiteur des Klimawandels

Die Landwirtschaft sieht sich überwiegend als Opfer des Klimawandels. Zu Unrecht, findet Andreas von Tiedemann. Denn die massiven Ertragssteigerungen der letzten 50 Jahre waren nicht nur die Folge der »grünen Revolution«, sondern auch des Klimas.

Der Klimawandel hat längst den Status einer wissenschaftlichen Frage verloren. Er ist ein emotionales, ethisch-moralisches und politisches Thema geworden. Die Landwirtschaft ist in doppelter Weise davon betroffen, als möglicher Leidtragender wie möglicher Verursacher. Beide Rollen bedürfen allerdings einer kritischen Prüfung und Bewertung. Hier soll es um die Landwirtschaft als Betroffene gehen.

Für den Klimawandel in der Neuzeit liegen seit etwa 1860 kontinuierliche Thermometermessungen vor. Sie zeigen für Deutschland seit 1881 einen Temperaturanstieg von etwa 1,2 Grad (Übersicht 1). Dieser war verbunden mit einer Zunahme des Niederschlags um insgesamt etwa 11 % und einer Verlängerung der Vegetationsdauer um 22 Tage. Hinzu kommt ein Anstieg des atmosphärischen CO₂-Gehalts von 300 auf etwa 390 ppm.

Ertragszuwächse: Nur die Folgen der »grünen Revolution«? In der Landwirtschaft werden die klimatischen und atmosphärischen Veränderungen des letzten Jahrhunderts von einem bis etwa 1950 stetigen, danach aber äußerst dynamischen Ertrags- und Produktivitätsfortschritt begleitet. So haben sich seit 1960 die Erträge der wichtigsten Fruchtarten des Ackerbaus wie Weizen, Mais oder Zuckerrübe um den Faktor 2 bis 3 erhöht. Die weltweite Weizenproduktion hat sich seit 1960 mehr als verdoppelt, und dies auf weitgehend der gleichen Anbaufläche.

Als Ursache dieser in der Geschichte der Menschheit einmaligen Ertragssteigerung wird üblicherweise der agrotechnische Fortschritt genannt, insbesondere verbesserte Sorten, effektiverer Pflanzenschutz, bessere Düngung und verbesserte Anbau- und Erntetechnik. In Anbetracht der gleichzeitig erfolgten Klimaveränderung stellt sich allerdings die Frage, inwieweit auch diese mit zu dem Produktivitätsfortschritt beigetragen hat.

Der Wald als »Produktivitätszeiger«. Da sich in der Landwirtschaft ein ständiger Wandel in der Anbautechnik vollzogen hat, kann der Einfluss von Klimaveränderungen auf die Pflanzenproduktivität nur in einem vom Fortschritt wenig berührten System untersucht werden. Hierzu eignen sich Forstnutzungssysteme, weil hier das Wachstum von Pflanzenbeständen unter weitgehend gleichbleibenden Bedingungen über viele Jahrzehnte verfolgt werden

Übersicht 1: Klimaveränderungen in Deutschland (Jahre 1881 bis 2000)

Klimafaktor	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Mittl. Temperatur (°C)	+1,4	+1,1	+1,2	+1,0	+1,2
Mittl. Niederschlag (%)	+11,0	0,0	+7,5	+27,4	+10,8

Quelle: Petersen und Weigel 2015

Übersicht 2: Produktivität im Wald (Änderung in % 1960–2000)

Parameter	Fichte	Buche
Mittl. Bestandsvolumen	+34	+20
Mittl. Zuwachsrate	+32	+77

Fichte: 36, Buche: 22 Standorte; 75-jährige Bestände in Deutschland. Quelle: Pretzsch et al. 2014

kann. Eine solche Studie der TU München-Weihenstephan hat kürzlich die Inventurdaten zu Produktivitätsveränderungen seit 1900 von Fichte und Buche an 36 bzw. 22 Standorten in Deutschland analysiert.

Die Ergebnisse zeigen einen generellen Anstieg der Produktivität seit 1900, der sich allerdings ab 1960 massiv verstärkt hat (Übersicht 2). Die Autoren führen diesen Produktivitätszuwachs auf gestiegene Temperaturen, längere Vegetationszeiten und erhöhte CO₂-Gehalte zurück. Interessant am Rande ist, dass die Produktivitätszuwächse in den 80er Jahren besonders groß waren, als in Deutschland das sogenannte »Waldsterben« diskutiert wurde.

Ähnlich auffällige Produktivitätszuwächse wurden in zahlreichen Forstnutzungssystemen seit etwa 1960 auch weltweit nachgewiesen. So wurden bei mehreren Baumarten in Nordamerika und Europa ähnlich starke Zuwächse wie bei Fichte und Buche in Deutschland gemessen. Dies deckt sich mit zahlreichen weiteren Befunden über eine signifikante Zunahme der Netto-Primärproduktion (also der gesamten Photosyntheseleistung) der wenig oder gar nicht beeinflussten Vegetationsdecke seit 1900, die vor allem seit 1980 unter anderem durch Satellitenmessungen in allen Teilen der Welt festgestellt werden. Die Produktionszuwächse sind erheblich und liegen in vielen Regionen in den letzten Jahrzehnten im zweistelligen Prozentbereich.



Foto: landpixel

Direkt lässt sich der langjährige Einfluss von Klimaveränderungen auf das Pflanzenwachstum nur im Wald messen, nicht auf dem Acker.

In gleicher Weise hat sich die Tundravegetation in den polaren Randzonen der Nord- und Südhalbkugel von 1980 bis 2010 signifikant ausgeweitet. Nicht zuletzt ist in den letzten Jahrzehnten der Erwärmung auch ein erheblicher Rückgang der Wüsten weltweit feststellbar. So haben Satellitenmessungen eine deutliche Wiederbegrünung der Sahelzone Nordafrikas ermittelt, und auch die ariden und semiariden Regionen Chinas sind seit 1982 deutlich zurückgegangen. Neben den gestiegenen Niederschlägen wird als Grund hierfür auch die erhöhte Wassernutzungseffizienz der Pflanzen durch das höhere CO₂-Angebot genannt.

Diese von Wissenschaftlern als »globales Greening« bezeichnete Entwicklung in der Erwärmungsphase der Neuzeit ist inzwischen durch umfassende Daten klar

belegt. Die Daten bestätigen, dass eine wärmere Welt eine fruchtbarere Welt ist. Als wesentliche Treiber werden übereinstimmend die Erwärmung, verbunden mit höheren Niederschlägen, und der CO₂-Anstieg angesehen. Es besteht kein Zweifel, dass auch die landwirtschaftliche Produktion von dieser Klimaentwicklung profitiert hat und ein nicht unbedeutender Anteil der Ertragssteigerungen besonders seit 1960 diesen günstigeren Wachstumsbedingungen zuzuschreiben ist.

Muss sich die Landwirtschaft dem Klimawandel anpassen? Für die Abschätzung der Anpassungsfähigkeit der Pflanzenproduktion an Klimaveränderungen ist die Klimasensitivität bestimmter Ackerbaukulturen ein wichtiges Maß. Dies wurde in einer Studie der Universität Göttingen durch einen Vergleich der Produktivität des Ackerbaus unter den unterschiedlichen Klimabedingungen an fünf Hohertragsstandorten in Mitteleuropa untersucht. Die Klimadaten und Ertragszahlen für Zuckerrübe, Winterweizen, Wintergerste und Winterraps der

Übersicht 3: Klimadaten und Erträge (dt/ha) auf Hohertragsstandorten*

Kulturart	Pariser Becken (10,6°C/639 mm)	Kölner Bucht (9,8°C/802 mm)	Hildesheimer Börde (8,9°C/654 mm)	Niederschlesien (8,3°C/591 mm)	Poebene (13,2°C/708 mm)
	Erträge 2000–2007	Erträge 2003–2012	Erträge 1998–2007	Erträge 2000–2009	Erträge 1998–2007
Zuckerrübe	767	630	590	467	567
Winterweizen	77	87	90	46	55
Winterraps	30	38	37	27	34
Wintergerste	70	79	72	63	52

*überwiegend tiefgründige Parabraun- und Braunerden (verändert nach Wendt, Masterarbeit Uni Göttingen 2013)

fünf Standorte gehen aus Übersicht 3 hervor. Die Temperaturspanne umfasste dabei maximal 4,9°C zwischen den Standorten Poebene und Niederschlesien. Die maximale Niederschlagsdifferenz lag zwischen 802 mm in der Kölner Bucht und 591 mm in Niederschlesien.

Interessanterweise zeigen die langjährigen mittleren Erträge keine systematische Beziehung zu den Temperatur- und Niederschlagsbedingungen der verschiedenen Standorte. Während in der warmen Poebene höhere Erträge als im kühleren Niederschlesien erzielt werden, liegen die Erträge beim Vergleich des wärmeren Pariser Beckens meist unter den Erträgen der kühleren Hildesheimer Börde. Die beiden klimatisch ähnlichsten Standorte Niederschlesien und Hildesheimer Börde zeigen dagegen deutlich unterschiedliche Ertragsniveaus.

Die Schlussfolgerung daraus: Die betrachteten vier Ackerbaukulturen besitzen

in einem Temperaturkorridor von fast 5°C keine wesentliche Klimasensitivität. Die Ertragsunterschiede sind eher auf die Anbautechnik zurückzuführen.

Die in dieser Studie untersuchte Temperaturdifferenz liegt deutlich über den pessimistischsten Erwärmungsszenarien des Weltklimarats. Es ist also davon auszugehen, dass sich der moderne Ackerbau in einem hinreichend großen Temperaturkorridor an die jeweiligen Klimaveränderungen anpassen und unabhängig von diesen eine hohe Produktivität erzielen kann. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass dem Landwirt eine moderne Anbautechnologie in vollem Umfang zur Verfügung steht, um vor allem auf die viel wichtigeren kurzfristigen Jahresschwankungen der Witterung reagieren zu können.

Fazit. Die Ertragssteigerungen in der Pflanzenproduktion sind durch günstigere klimatische und atmosphärische Bedingungen in den letzten 50 Jahren zusätzlich

verstärkt worden. Durch die Möglichkeiten moderner Anbautechniken kann der Pflanzenbau hohe und höchste Produktivität innerhalb eines breiten Temperaturkorridors realisieren. Im Hinblick auf die durch Klimamodelle angenommenen zukünftigen Klimaveränderungen ist nur von einer geringen Klimasensitivität und damit geringen Gefährdung der Pflanzenproduktion auszugehen.

Vor dem Hintergrund dieser umfangreichen Ergebnisse der Klimaforschung ist eine Neubewertung des Klimawandels für die Landwirtschaft erforderlich. Dies schließt die Bewertung des CO₂ als bedeutenden Wachstumsfaktor für Pflanzen mit ein. Dieser Neubewertung sollten die inzwischen messbaren und signifikant positiven Wirkungen der Klimaveränderungen der letzten 50 Jahre zugrunde gelegt werden.

*Prof. Dr. Andreas von Tiedemann,
Universität Göttingen*

Das Klima war noch nie konstant

Klimaänderungen sind eine dauerhafte Begleiterscheinung aller Phasen der Erdgeschichte. Die mittlerweile sehr sicheren Daten der vergangenen 50 000 Jahre zeigen, dass es während der ausklingenden letzten Eiszeit einen häufigen und zum Teil sehr abrupten Wechsel von Warm- und Kaltphasen um bis zu 5–6°C gab.

Verglichen damit leben wir seit etwa 10 000 Jahren in einer klimatisch außergewöhnlich stabilen Phase, die vermutlich die entscheidende Voraussetzung für die Entwicklung des Ackerbaus und des modernen Menschen war. In dieser nacheiszeitlichen Wiedererwärmungsphase ist die moderne Zivilisation und Landwirtschaft entstanden.

Obwohl sich das Klima in der Neuzeit vergleichsweise deutlich stabilisiert hat, ist es dennoch nicht konstant. Klimaschwankungen lassen sich auch in den letzten Jahrhunderten feststellen, allerdings in deutlich geringerem Ausmaß als in der unmittelbaren Nacheiszeit. Sie haben die Kulturgeschichte des Menschen maßgeblich geprägt. So fällt der Beginn des Ackerbaus in die Warmphase des sogenannten Atlantikums vor 8 000 bis 5 000 Jahren, der wärmsten Phase seit der letzten Eiszeit, als es mindestens 2–3 Grad wärmer war als heute. Unter diesen Bedingungen gab es in den heute ariden Gebieten Vorder-

asiens und Nordafrikas einschließlich der Sahara feuchte Grassavannen, bestens geeignet für fruchtbaren Ackerbau. Der für die Menschheitsentwicklung einschneidende Beginn des sesshaften Ackerbaus und der Benutzung von Werkzeugen (neolithische Revolution) wird auf diese Warmphase zurückgeführt. Weitere Warmphasen wie die römische Warmzeit von 400 v. Chr. bis 200 n. Chr. und die Mittelalterwarmzeit von 800 bis 1100 folgten. Sie waren Blütezeiten der Kulturentwicklung des Menschen. Die ab 1500 einsetzende »kleine Eiszeit« dagegen brachte Hungersnöte über Europa und wird als Mitverursacher von Pest, Hexenverfolgung und Bauernkriegen angesehen. Erst seit etwa 1850 steigen die Temperaturen wieder an.

Temperaturschwankungen in den letzten 50 000 Jahren

Maßstab: Veränderung (‰) von Sauerstoff-Isotopengehalten im Grönlandeis

