Klimawandel und Landwirtschaft – eine Neubewertung

geschrieben von Andreas Von Tiedemann | 20. Dezember 2015

Klimawandel

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. (Abb. 1).

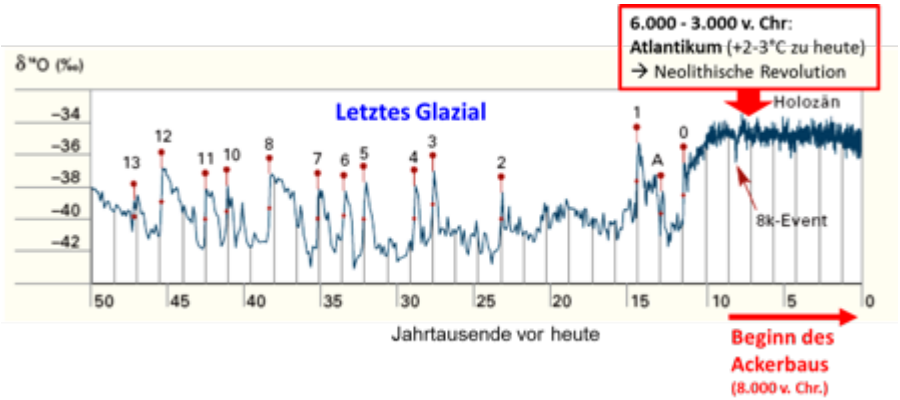

Abb. 1: Temperaturverlauf der letzten 50.000 Jahre, bestimmt anhand von Sauerstoff-isotopengehalten im Grönlandeis. Deutlich erkennbar sind die erheblichen Schwankungen bis vor etwa 15.000 Jahren und die auffällige Stabilisierung seit etwa 10.000 Jahren, in der im Zuge der neolithischen Revolution Landwirtschaft und Zivilisation entstanden (aus Behringer, 2010, basierend auf Daten von Rahmstorf, 2003).

Obwohl sich das Klima in der Neuzeit vergleichsweise deutlich stabilisiert hat, ist es dennoch nicht konstant. Klimaschwankungen, allerdings in deutlich geringerem Ausmaß als in der unmittelbaren Nacheiszeit, lassen sich auch in den letzten Jahrhunderten feststellen. Sie haben die Kulturgeschichte des Menschen maßgeblich geprägt. So fällt der Beginn des Ackerbaus in die Warmphase des sogenannten Atlantikums vor 8000 bis 5000 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 Vorderasiens 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 zurück geführt. 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. In dieser nacheiszeitlichen Wiedererwärmungsphase ist die moderne Zivilisation und Landwirtschaft entstanden.
Für diesen modernen Klimawandel liegen seit etwa 1860 kontinuierliche Thermometermessungen vor. Sie zeigen für Deutschland seit 1881 einen Temperauranstieg von etwa 1,2 Grad (Tab. 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.
Tab. 1: Beobachtete Temperatur- und Niederschlagsveränderungen in Deutschland 1881 bis 2000 (n. Petersen u. Weigel, 2015)

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**

Folgen für die Landwirtschaft

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 (Abb. 2). 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, insbesondere verbesserte Sorten, effektiverer Pflanzenschutz, bessere Düngung und verbesserte Anbau- und Erntetechnik genannt. In Anbetracht der gleichzeitig erfolgten Klimaveränderung stellt sich allerdings die Frage, in wieweit auch diese mit zu dem Produktivitätsfortschritt beigetragen hat.
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 beeinflußten System untersucht werden. Hierzu eignen sich Forstnutzungssysteme, weil hier das Wachstum von Pflanzenbeständen unter weitgehend gleichbleibenden Bedingungen über viele Jahrzehnte verfolgt werden kann. Eine solche Studie von der Technischen Universität 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 Tab. 2).
Tab. 2: Produktivitätsänderungen (in %) in Fichten- und Buchenbeständen in Deutschland 1960 – 2000 (n. Pretzsch et al., 2014)

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

Fichte: 36, Buche: 22 Standorte; 75jährige Bestände
Die Autoren führen diesen Produktivitätszuwachs auf gestiegene Temperaturen, längere Vegetationszeiten und erhöhte CO2-Gehalte zurück. Interessant ist, dass die Produktivitätszuwächse besonders groß in den 80iger Jahren waren, als in Deutschland das sog. ‚Waldsterben' diskutiert wurde.

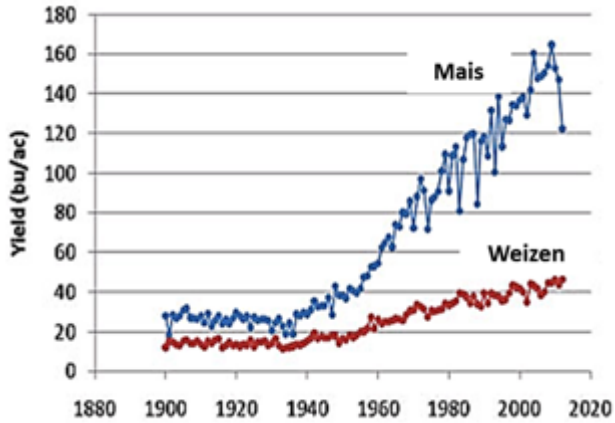

Abb. 2: Entwicklung der Erträge von Körnermais und Weizen in den USA von 1900 bis 2012. Auffällig ist der stark zunehmende Anstieg seit 1960 (Daten: USDA).

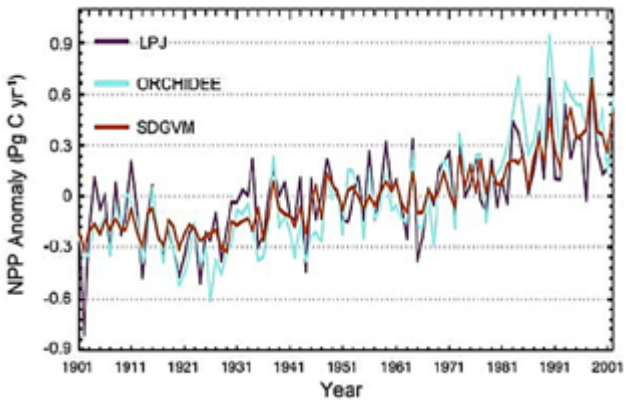

Abb. 3: Entwicklung der terrestrischen Netto-Primärproduktion in Ostasien von 1901 bis 2002. Zu beachten ist der besonders starke Anstieg seit ca. 1960 (Ergebnisse dreier Ökosystemmodelle; n. Piao et al., 2011).
Ähnlich auffällige Produktivitätszuwächse wurden in zahlreichen Forstnutzungssystemen seit 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 (NPP), 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 im zweistelligen Prozentbereich in den letzten Jahrzehnten (Abb. 3).
In gleicher Weise hat sich die Thundrenvegetation auf Nord- und Südhalbkugel in den polaren Randzonen 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.
Die von Wissenschaftlern als ‚globales Greening' bezeichnete Entwicklung in der Erwärmungsphase der Neuzeit ist inzwischen durch umfassende Daten klar belegt. Die Daten zeigen, dass eine wärmere Welt eine fruchtbarere Welt ist, was sich mit den Befunden aus dem Atlantikum deckt. 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 auch diesen insgesamt günstigeren Wachstumsbedingungen zuzuschreiben ist.

Anpassungsfähigkeit der Landwirtschaft an den Klimawandel

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 Hochertragsstandorten in Mitteleuropa untersucht. Die Klimadaten und Ertragszahlen für Zuckerrübe, Winterweizen, Wintergerste und Winterraps der 5 Standorte gehen aus Tabelle 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.
Tab. 3: Klimadaten und durchschnittliche Erträge (dt/ha) verschiedener Kulturarten an fünf europäischen Hochertragsstandorten mit überwiegend tiefgründiger Parabraun- und Braunerde (verändert nach Wendt, Masterarbeit Uni Göttingen 2013)

Kulturart	Pariser Becken (10,6°C/639 mm) Erträge 2000-2007	Kölner Bucht (9,8°C/802 mm) Erträge 2003-2012	Hildesheimer Börde (8,9°C/654 mm) Erträge 1998-2007	Niederschlesien (8,3°C/591 mm) Erträge 2000-2009	Poebene (13,2°C/708 mm) 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

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 ist, dass die betrachteten vier Ackerbaukulturen in einem Temperaturkorridor von fast 5°C keine wesentliche Klimasensitivität besitzen. Die Ertragsunterschiede sind viel mehr weitgehend 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.

Zusammenfassung

- Die neuzeitliche Erwärmung seit Mitte des 20. Jahrhunderts hat die globale Produktivität von natürlichen Ökosystemen und wenig beeinflussten pflanzlichen Produktionssystemen erheblich gesteigert.
- **Neben der gestiegenen Temperatur sind erhöhte Niederschläge, längere Vegetationsperioden und das gestiegene CO2-Angebot für diese Entwicklung verantwortlich.**
- Die Ertragssteigerungen in der modernen Pflanzenproduktion durch den agrotechnischen Fortschritt sind durch günstigere klimatische und atmosphärische Bedingungen in den letzten 50 Jahren zusätzlich verstärkt worden.
- **Bezüglich der notwendigen Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion zur besseren Nachfragebefriedigung und Ernährungssicherung hat sich die Klimaveränderung seit etwa 1960 als günstig erwiesen.**
- Im Hinblick auf eine zukünftige globale Ernährungssicherung ist eine klimatisch bedingte globale Steigerung der Pflanzenproduktivität uneingeschränkt positiv zu bewerten, insbesondere in Bezug auf die Alternative einer stagnierenden oder gar rückläufigen Temperaturentwicklung.
- 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 neueren Klimaforschung **ist eine Neubewertung des Klimawandels für die Landwirtschaft erforderlich**. Da die Landwirtschaft die Lebensgrundlage der Gesellschaft ist, erscheint eine solche Neubewertung auch insgesamt geboten.

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.

Zitierte Literatur:

Behringer, W. (2010) Kulturgeschichte des Klimas. Ch. Beck Verlag.Petersen, U. ,
H.-J. Weigel (2015) Klimaresilienz durch Agrobiodiversität? – Thünen-Report 25.
Piao, S. *et al.* (2011) Contribution of climate change and rising CO2 to terrestrial carbon balance in East Asia: A multi-model analysis. *Global & Planetary Change* 75, 133-142.
Pretzsch, H., P. Biber, G. Schütze, E. Uhl, T. Rötzer (2014) Forest stand growth dynamics in Central Europe have accelerated since 1870. *Nature Comm.* 5, 4967.

==========

)* Prof. Dr. Andreas von Tiedemann ; Georg-August-Universität Göttingen,

Department für Nutzpflanzenwissenschaften; Fachgebiet für Pflanzenpathologie und -schutz; Abt. Allgemeine Pflanzenpathologie und -schutz.

Die vorstehende Arbeit ist erschienen in: DLG-Mitteilungen ll/2015, S. 69-71
(PDF im Anhang zum download)
Die EIKE-Redaktion dankt Prof. von Tiedemann für die Gestattung des Nachdrucks

==========

Related Files

- tiedemann-landw-_klima-kpl-pdf