

Mögliche Synergie-Effekte zwischen Landwirtschaft und Naturschutz unter den Bedingungen des Klimawandels

Ewald Schnug*, Silvia Haneklaus*, Kerr C. Walker**, Robin L. Walker*** und Gerold Rahmann****

Zusammenfassung

Auch wenn es nicht möglich ist zukünftige Klimaänderungen derzeit exakt zu prognostizieren und die erwartete Veränderung einzelner agrarrelevanter Parameter wie Temperatur, CO₂-Gehalt der Luft, Niederschlagsverteilung und -höhe im Jahresverlauf zu quantifizieren, so ist der Wandel im Klima doch unaufhaltsam. Während gemeinhin versucht wird, regional und global die Risiken des Klimawandels, zum Beispiel für die landwirtschaftliche Produktion abzuschätzen, sind Hypothesen für synergistische Effekte von Landwirtschaft und Naturschutz rar. Mit Zunahme der Temperatur ist auf der Nordhalbkugel eine höhere Produktivität landwirtschaftlicher Standorte zu erwarten, die eine höhere Düngungsintensität nach sich zieht, die wiederum zu erhöhten Nährstoffverlusten führen kann. Durch die Ausweitung des Anbaus von Leguminosen könnte die Stickstoff-Zufuhr in der Landwirtschaft deutlich verringert und gleichzeitig die Biodiversität erhöht werden. Längere Vegetationszeiten, verbunden mit höheren Temperaturen könnten sich in einer vielseitigeren Fruchtfolge widerspiegeln, da sich das Spektrum der in unseren Regionen anbauwürdigen Kulturpflanzen vergrößert. Die vielleicht bedeutendste synergistische Wirkung betrifft den vorbeugenden Hochwasserschutz. Nach derzeitigem Stand des Wissens kann dem Ausmaß der Überflutung entgegengewirkt werden, indem die Infiltrationsleistung der Böden nachhaltig verbessert wird. Unter diesem Aspekt erbringen ökologisch wirtschaftende Betriebe die größte Umweltleistung.

Schlüsselworte: C₄-Pflanzen, Ökologischer Landbau, Infiltration, Überflutung, Untersaaten, Zwischenfrüchte

Abstract

Potential synergistic effects between agriculture and nature conservation under the constraints of climate change

At present it is not feasible to provide a precise prognosis about future changes in temperature, CO₂-content of the air and (progression of) precipitation, which are relevant parameters for productivity in agriculture. Nevertheless there is no doubt that climate change is taking place. Usually, attempts are made to evaluate regional and global risks of climate change relevant to agricultural production, but hypotheses for synergistic effects between agriculture and nature conservation are scarce. Generally, an increasing temperature will increase crop production levels in the northern hemisphere, which will justify a higher fertiliser input and thus increased nutrient losses to the environment. Here, the expansion of legumes in the crop rotation may contribute efficiently to counteract the problem, and in doing so biodiversity of crop rotations will be promoted. Longer growing seasons, combined with higher temperatures offer the chance for diversification of crop rotations as the spectrum of suitable crops is broadened. Possibly the most important synergistic effect between agriculture and nature conservation is related to the protection against flooding. Based on current knowledge an increase of the infiltration rate of agricultural soils will reduce the flooded area. In this respect organic farming possibly provides the best environmental benefits.

Keywords: C₄-plants, catch crops, flooding, intercropping, infiltration, organic farming

* Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Deutschland, pb@jki.bund.de

** Merysystem Consultants Ltd., Liosmor, Kirkton of Tough, Alford, Aberdeenshire, Scotland, AB33 8ER, UK

*** Crop & Soil Systems Research Group, Scottish Agricultural College, (SAC), Ferguson Building, Craibstone Estate, Bucksburn, Aberdeen, AB21 9YA, UK

**** Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau, Deutschland

Einleitung

Klimawandel findet statt, insoweit ist sich die Fachwelt einig. Weitgehend einig sind sich die Experten und Expertinnen auch über zwei Kenngrößen, die sich binnen der nächsten 100 Jahre verändern werden, nämlich die mittlere Temperatur, die um ca. 3 °C steigen und der mittlere CO₂-Gehalt der Atmosphäre, der sich in etwa verdoppeln soll (Schnug, 1998; Zebisch et al., 2005). Die nächste Stufe der Orakel ist dann schon etwas vager: Werden die Sommer nun kühler und die Winter wärmer, welche Jahreszeit wird feuchter, welche trockener? Schätzungen zu Folge fallen 10 % weniger Niederschläge im Sommer, dafür aber 20 % mehr im Winter (Schnug, 1998). An dieser Stelle sei auf von Storch (2004) verwiesen: „Klima, das ist die Statistik des Wetters. ... Wenn wir von Klimavorhersagen sprechen, dann meinen wir nicht, dass wir das Wetter in 100 Jahren angeben wollen, sondern die Statistik des Wetters in 100 Jahren“ (s. a. Stehr und von Storch, 1999).

Der Mensch an sich scheut den Wandel, sei es in seinem eigenen Leben, oder in seiner Umwelt. Dabei vergessen wir, dass es gerade der Wandel in unserer Umwelt ist, der uns zur Fortentwicklung zwingt, und dadurch seit jeher Evolution erst ermöglicht hat. Dementsprechend kann man den zu erwartenden Klimawandel nicht nur als Bedrohung, sondern durchaus auch als Chance verstehen. Im Kontext dieses Beitrages wäre dies die Chance, die Entwicklung der Landwirtschaft dahingehend zu leiten, dass zielbedingte Kontroversen zum Naturschutz gemildert werden. Ganz werden sich derartige Diskussionen nie vermeiden lassen, denn Landwirtschaft ist „Naturnutz“ und damit in ihren Zielen und Methoden zwangsläufig auf eine Minderung der Biodiversität ausgerichtet. Der Ökologische Landbau entspricht zwar den gesellschaftlichen Erwartungen an den Naturschutz, aber auch hier ist Biodiversität nur begrenzt erwünscht. So ist im Ökologischen Landbau die Kontrolle von Beikräutern und Schaderregern eine notwendige Maßnahme, um auch ohne chemisch-synthetische Pestizide oder gentechnisch veränderte Pflanzen die Erträge zu sichern. So gesehen ist auch der Ökologische Landbau als eine naturschädliche Form der Landnutzung zu werten.

Ziel dieses Beitrages ist es, durch den Klimawandel zu erwartende Veränderungen der Rahmenbedingungen in der Pflanzenproduktion hinsichtlich möglicher synergistischer Nebenwirkungen mit Belangen des Naturschutzes zu evaluieren. Wenn dies gelänge, wäre dieser Wandel „Ein guter Tag für Deutschland“.

Im Nachfolgenden wird der besseren Darstellung halber das prognostizierte Gesamtszenario des Klimawandels in isolierte Faktoren zerlegt. Die Autoren sind sich dabei durchaus bewusst, dass dies eine beträchtliche Vereinfachung bedeutet und die erfolgte, um mögliche Hauptf-

fekte hervorzuheben. Der Beitrag verzichtet daher auch bewusst auf eine umfangreiche Darstellung und Diskussion von Wechselwirkungen und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern zielt primär darauf ab positive Denkanstöße zu geben.

Anstieg der mittleren Temperaturen

Pflanzenproduzenten auf der Nordhalbkugel der Erde werden grundsätzlich zu den „Gewinnern“ des Klimawandels gehören (Schnug, 1998): Höhere Temperaturen bei höheren atmosphärischen CO₂-gehalten bedeuten grundsätzlich höhere potenzielle Erträge (Zebisch et al., 2005), insbesondere auch durch die nördliche Ausdehnung des Anbaubereiches photosynthetisch effizienterer C₄-Pflanzen. Eine Erhöhung der spezifischen Intensität ist zwangsläufig die Folge, um dieses Potenzial voll auszuschöpfen. Es werden vermutlich mehr Düngemittel ausgebracht, wodurch das Risiko unerwünschter Nährstoffverluste aus der Landwirtschaft steigt. Bei geschickter Steuerung kann aber auch eine höhere Nährstoffausnutzung und damit eine geringere Eutrophierung mit weniger schädlichen Auswirkungen auf die Biodiversität erzielt werden. Besondere Chancen sind im Hinblick auf synergistische Wirkungen mit dem Naturschutz zu erwarten, wenn der kontinuierlich steigende Bedarf an Stickstoff (N) nicht ausschließlich über Handelsdünger, sondern über den forcierten Anbau von Leguminosen gedeckt würde. Ein zukünftig verstärkter Anbau von Eiweißpflanzen ist naheliegend, um so den steigenden Bedarf in der Tierfütterung kosteneffizient decken zu können. Sofern die Temperaturen im Winter ansteigen, verbleibt zudem eine längere Wachstumsphase für Zwischenfrüchte, die den Ertrag begünstigen, ohne jedoch das Wachstum der Folgekultur vor Winter zu gefährden. Besonders günstig hinsichtlich der Reduzierung des Aufwandes an Stickstoffdüngemitteln und auch zur Förderung der Biodiversität in Agrarökosystemen wäre hier bei einer Verstärkung von Gemengebau und Untersaaten, wo verschiedene Kulturarten gleichzeitig auf einem Feld angebaut werden. Neben ökologischen Vorteilen (Trydeman-Knudsen et al., 2004) haben solche Mischsysteme auch ihre ökonomische Rentabilität bewiesen (Bulson et al., 1997). Flächenbezogen ist die Biomasseproduktion im Gemengebau und in Ackerkulturen mit Untersaaten grundsätzlich höher als in Monokulturen. Grund hierfür ist die Tatsache, dass unterschiedliche Pflanzenarten mit morphologisch und physiologisch unterschiedlichen Wurzelsystemen unterschiedliche Bodenhorizonte besser erschließen und physikochemische Fraktionen des Bodens für ihre Ernährung effizienter ausnutzen (Andersen et al., 2005; Li et al., 2003). Insbesondere der Mischanbau von Getreide und Leguminosen zeigt eine deutlich höhere N-Ausnutzung als die von einzelnen Getreidearten (Haug-

gard-Nielsen et al., 2001; Berntsen et al., 2004). Hierdurch reduziert sich auch die Emission an klimaschädlichem N₂O (Pappa et al., 2008). Günstig für den Naturschutz ist auch die bessere Unkrautunterdrückung und Förderung der natürlichen Resistenz gegenüber Schaderregern in derartigen Systemen, was wiederum den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln reduzieren könnte (Liebman und Dyck, 1993).

Eine raschere Erwärmung der Böden im zeitigen Frühjahr könnte bedeuten, dass Winterfrüchte schneller mit der Ausnutzung von N und P aus den Vorräten des Bodens beginnen, was insgesamt mindernd auf die N- und P-Verluste und damit gegen die Biodiversitäts-feindliche Eutrophierung von Ökosystemen wirken würde.

Die vielleicht wichtigste Hypothese ist, dass wärmere Böden die naturschutz-freundliche Minimalbodenbearbeitung begünstigen, weil die systembedingt geringere Nitrifikation durch temperaturbedingt schnellere Umsetzungen konterkariert wird und sich so entsprechende Ausgleichdüngungen mit N erübrigen.

Wärmere und trockenere Sommer

Aus Sicht des Naturschutzes lässt sich dem folgenden, ansonsten stets als äußerst negativ für die Zukunft der Pflanzenproduktion erachteten Aspekt des Klimawandels (Zebisch et al., 2005) durchaus etwas Positives abgewinnen: Durch längere Vegetationszeiten, verbunden mit höheren Temperaturen vergrößert sich das Spektrum der in unseren Regionen anbauwürdigen Kulturpflanzen, was zu einer vielfältigeren Gestaltung von Fruchtfolgen führen könnte. Gleichzeitig ist aber auch denkbar, dass bisher noch als Acker nutzbare Böden, insbesondere wegen Wasserknappheit vermehrt wieder in Grünland umgewandelt werden.

Feuchtere und wärmere Winter

Die, insbesondere für den nicht-agrarischen Teil der Bevölkerung, unangenehmste Begleiterscheinung des Klimawandels wird die Zunahme der Intensität von Hochwasserereignissen sein. Die geht nicht ausschließlich auf das Konto der Klimaveränderung oder des fortschreitenden Flächenverbrauches durch Siedlung und Verkehr, sondern auch auf das der zunehmenden „schleichenden Versiegelung“ landwirtschaftlicher Flächen (Sparovek et al., 2002). Prozesse wie Verdichtung, Verschlammung und Verlust an biologischer Aktivität führen zu einem Verlust der Infiltrationskapazität landwirtschaftlich genutzter Böden und damit zu einer Erhöhung der Intensität von Hochwasserereignissen. Auslösende Faktoren für diese „schleichende Versiegelung“ in der landwirtschaftlichen Produktionstechnik sind die zu hohe mechanische Belastung von Böden bei Befahrung und Bearbeitung, monotone Fruchtfolgen,

unzureichendes Monitoring struktureller Merkmale und Prozesse und der Einsatz von Pestiziden.

Im Hinblick auf den Klimawandel ist daher die Erhaltung eines standorttypisch hohen Infiltrationspotenziales durchaus als einer der wichtigsten Beiträge der Landwirtschaft zur Milderung der gesellschaftlichen Folgen des Klimawandels zu sehen. Konservierende Bodenbearbeitung könnte systemunabhängig in erheblichem Umfang zur Verbesserung der Infiltration beitragen. In konventionellen Betrieben stellt sie jedoch in einem ansonsten ungünstigen Umfeld lediglich einen isolierten Faktor dar. In ökologisch wirtschaftenden Betrieben wirken sich hingegen eine Vielzahl von Faktoren positiv auf die Infiltration aus. Insbesondere durch günstigere Bedingungen für die Bildung von „Bioporen“ weisen ökologisch bewirtschaftete Ackerböden unter ansonsten gleichen Bedingungen etwa doppelt so hohe Infiltrationsraten auf wie konventionell bewirtschaftete Vergleichsflächen (Schnug und Haneklaus, 2002).

Diskussion

Ohne Wandel keine Evolution: In dem Sinne besteht durchaus die Möglichkeit die Zwänge des Klimawandels für die Beförderung nachhaltiger Entwicklung in der Landwirtschaft mit Fokus auf den Naturschutz zu nutzen. So vielversprechend diese Möglichkeiten auch erscheinen mögen, darf jedoch nicht vergessen werden, dass landwirtschaftliche Produktion in einer Marktwirtschaft primär den Anforderungen der Märkte, statt Zielen des Natur- und Umweltschutzes gehorcht. Aktuelles Beispiel ist die Förderung der landwirtschaftlichen Produktion von Bioenergie im Zuge der allgemeinen Verteuerung von Energie. Im Ergebnis bedingen steigende Produktpreise, den Mechanismen der Marktwirtschaft folgend, eine höhere spezifische Faktorintensität und damit auch stärkere Nebenwirkungen auf Natur und Umwelt. Marktmechanismen hebeln so rasch komplexe Förderinstrumente wie „Cross Compliance“ in hohem Maße aus.

Die vielleicht größte Chance Landwirtschaft und Naturschutz im Zuge des Klimawandels näher zu bringen, liegt wahrscheinlich in der Förderung der Ausweitung des ökologischen Landbaus als Ausgleichsmaßnahme für anthropogene Versiegelungen, da die Erhaltung eines standorttypisch hohen Infiltrationspotenziales durchaus als eine der wichtigsten, nicht durch Produktpreise entlohnte Leistung der Landwirtschaft angesehen werden kann, welche die Gesellschaft mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch monetär honorieren wird. Dadurch würde die Entwicklung des Ökolandbaus stärker von Produktpreisen entkoppelt und auf ein stabileres Fundament gestellt. Denn auch wenn Ökolandbau, wie konventionelle Landwirtschaft, im Grundsatz ein Antagonist von Biodiversität ist, sind sei-

ne Auswirkungen auf Natur und Umwelt doch erheblich geringer und seine Ausweitung ganz im Sinne der Abschwächung der auslösenden Faktoren des Klimawandels (BUND, 2008; NABU, 2008).

Schlussfolgerung

Der Klimawandel birgt auch die Chance die landwirtschaftliche Produktion stärker auf Belange des Natur- und Umweltschutzes auszurichten. Mögliche Entwicklungsoptionen sind der vermehrte Ersatz von Stickstoff aus Handelsdüngern durch den Anbau von Leguminosen, die Zunahme von Untersaaten und Gemengebau und die flächenmäßige Ausweitung des ökologischen Landbaus.

Conclusion

The threat of climate change offers also the chance to implement management systems which are in line with the interests of nature conservation and environmental protection. Possible options are the progressive replacement of nitrogen from commercial fertiliser products by cultivation of legumes, the extension of catch crops and mixed cropping, and the augmentation of organic farming systems.

Literatur

- Andersen MK, Hauggaard-Nielsen H, Ambus P, Jensen ES (2005) Biomass production, symbiotic nitrogen fixation and inorganic N use in dual and tri-component annual intercrops. *Plant Soil* 266:273-287
- Berntsen J, Hauggaard-Nielsen H, Olesen JE, Petersen BM, Jensen ES, Thomsen A (2004) Modelling dry matter production and resource use in intercrops of pea and barley. *Field Crops Research* 88:69-83.
- Modelling dry matter production and resource use in intercrops of pea and barley. *Field Crops Research* 88:69-83.
- Bulson HAJ, Snaydon RW, Stopes CE (1997) Effects of plant density on intercropped wheat and field beans in an organic farming system. *J Agric Sci* 128:59-71
- BUND (2008) Gut fürs Klima : Ökolandbau [online]. Zu finden in <<http://www.bund.net/index.php?id=1137>> [zitiert am 06.11.2008]
- Hauggaard-Nielsen H, Ambus P, Jensen ES (2001) Temporal and spatial distribution of roots and competition for nitrogen in pea-barley intercrops – a study employing P-32 technique. *Plant Soil* 236:63-74
- Li L, Zhang FS, Li XL, Christie P, Sun JH, Yang SC, Tang CX (2003) Interspecific facilitation of nutrient uptake by intercropped maize and faba bean. *Nutrient Cycl Agroecosyst* 65:61-71
- Liebman M, Dyck E (1993) Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecol Appl* 3:92-122
- NABU (2008) Prima Klima durch die Agrarwende [online]. Zu finden in <http://www.nabu.de/m01/m01_02/00288.htm> [zitiert am 06.11.2008]
- Pappa VA, Rees RM, Walker RL, Baddeley JA (2008) Intercropping can reduce environmental impact. In: Proceedings of the Joint SEPA and SAC Biennial Conference : Agriculture and the Environment VII, Land Management in a Changing Environment, Edinburgh, 26-27 March 2008, pp 287-290
- Schnug E (1998) Response of plant metabolism to air pollution and global change – impact on agriculture responses of plant metabolism to air pollution and global change. In: Kok L de, Stulen I (eds) Impact on agriculture responses of plant metabolism to air pollution and global change. Leiden, Netherlands : Backhuys, pp 15-22
- Schnug E, Haneklaus S (2002) Landwirtschaftliche Produktionstechnik und Infiltration von Böden : Beitrag des ökologischen Landbaus zum vorbeugenden Hochwasserschutz. *Landbauforsch Völknerode* 52:197-203
- Sparovek G, Jong van Lier de Q, Marcinkonis S, Rogasik J, Schnug E (2002) A simple model to predict river floods : a contribution to quantify the significance of soil infiltration rates. *Landbauforsch Völknerode* 52(3):187-194
- Stehr H, Storch H von (1999) Wetter, Klima, Mensch. München : Beck, 127 p
- Storch H von (2004) Anpassung und Vermeidung [online]. Zu finden in <<http://coast.gkss.de/staff/storch/ABSTRACTS/041026.ekberg.expose.pdf>> [zitiert am 06.11.2008]
- Trydeman-Knudsen M, Hauggaard-Nielsen H, Jørgensen B, Jensen ES (2004) Comparison of interspecific competition and N use in pea-barley, faba bean-barley and lupin-barley intercrops grown at two temperate locations. *J Agric Sci* 142:617-628
- Zebisch M, Grothmann T, Schröter D, Hasse C, Fritsch U, Cramer W (2005) Klimawandel in Deutschland : Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Potsdam, UBA-FB 000844, 203 p