

Nährstoff- und Wasserversorgung der Pflanzenbestände unter den Bedingungen der Klimaerwärmung

Internationale wissenschaftliche Konferenz
am 18. und 19. Oktober 2012 in Bernburg-Strenzfeld

Kurzfassung der Beiträge



Hochschule Anhalt
Anhalt University of Applied Sciences



SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für
Landwirtschaft, Forsten
und Gartenbau



Hochschule Anhalt
Anhalt University of Applied Sciences



SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für
Landwirtschaft, Forsten
und Gartenbau

Veranstalter

Hochschule Anhalt
Anhalt University of Applied Sciences
Strenzfelder Allee 28
D-06406 Bernburg-Strenzfeld

Landesanstalt für Landwirtschaft,
Forsten und Gartenbau (LLFG)
Sachsen-Anhalt
Strenzfelder Allee 22
D-06406 Bernburg-Strenzfeld

Plenarveranstaltung

18.10.2012, 10:00 - 12:30 Uhr, Mensa

Arbeitskreis 1

Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen bei zunehmenden Trockenperioden

18.10.2012, 14:00 - 17:30 Uhr, Müntzer-Haus

19.10.2012, 09:00 - 12:30 Uhr, Müntzer-Haus

Arbeitskreis 2

Bodenbearbeitungs- und Aussaatssysteme zur Verbesserung der Wasser- und Nähr- stoffversorgung

18.10.2012, 14:00 - 17:30 Uhr, Hellriegel-Haus

19.10.2012, 09:00 - 12:30 Uhr, Hellriegel-Haus

Arbeitskreis 3

Effiziente Bewässerung im Ackerbau

18.10.2012, 14:00 - 17:30 Uhr, Thünen-Haus

19.10.2012, 09:00 - 12:30 Uhr, Thünen-Haus

Inhalt

Plenarveranstaltung 6

Der Klimawandel und seine Folgen - global bis regional	6
Climate change impact on cereal growth and its yield potential	6
Auswirkungen von Trockenstress zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien des Getreides	7
Anpassung an Klimaveränderungen im mitteleutschen Trockengebiet	8

Arbeitskreis 1: 9

Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen bei zunehmenden Trockenperioden

Dissecting the physiological mechanisms of potassium starvation in terminal drought stress in barley lines during anthesis and post anthesis	9
Improved Water Use by Potassium and Magnesium Fertilization	10
Wechselseitiger Einfluss des Wasser- gehaltes des Bodens und Phytin-Zufuhr auf die Phosphor-Ernährung von Pflanzen	10
Phosphordynamik im Boden nach lang- jähriger pflugloser Bodenbearbeitung - Konsequenzen für die P - Düngung im Trockengebiet	11
Die Bedeutung der Mikronährstoffe für die Pflanze und ihr Einsatz unter wechselnden Wetterbedingungen	12
Ergebnisse zur N-Düngung mit dem CULTAN-Verfahren auf verschiedenen sächsischen Standorten	13
Präzisere Grunddüngung durch Ableitung von schlaginternen Management-Zonen	13
Integrierte N-Düngung - angepasst und differenziert, Garant für hohe N-Effizienz	14
Biotechnological and agrochemical methods of growing soya beans in the conditions of the belarusian palese	15

Wirkung der Mineralstoffversorgung auf die photosynthetische Aktivität von Apfelblättern unter den Bedingungen der Zentralen Schwarzerderegion Russlands	15
Impact of weather conditions and fertilizers on growth and yield potential of cereal	16
Role of fertilizers and growth regulators in the improvement of winter wheat resistance to stress and yield	17
N-Düngestrategien unter sich ändernden Witterungsbedingungen	17
Präzisierung der Stickstoffdüngung zu verschiedenen Stadien des Weizens in Abhängigkeit von Standort und Bestandesentwicklung	18
Der Einfluss der Bodenfeuchte auf gasförmige N-Verluste aus dem Boden nach Gärrestdüngung	19

Arbeitskreis 220

Bodenbearbeitungs- und Aussaatsysteme zur Verbesserung der Wasser- und Nährstoffversorgung

Erkenntnisse aus dem Praxiseinsatz von Gülle-Strip-Till in Sachsen-Anhalt	20
Praktische Erfahrungen zu Strip-tillage in der S. u. W. Agrar GmbH Bergzow	21
Strip-tillage im Feldgemüsebau – Schutz vor Erosion und Austrocknung	21
Schadverdichtungsgefährdung von Ackerböden unter besonderer Berücksichtigung des Bodenwassergehaltes	22
Bodenverdichtungen im Ackerbau – Beurteilen, Vermeiden und Beheben	22
Erfahrungen der Gerbstedter Agrar GmbH bei der Vermeidung und Beseitigung von Schadverdichtungen	23
Bodenwasserhaushalt eines schwach schluffigen Sandbodens in Beziehung zur organischen Bodensubstanz	24
Einfluss der Dynamik der Bodenstruktur auf die Humusentwicklung am Beispiel „Statischer Düngungsversuch“ Bad Lauchstädt	25

Zwischenfrüchte, die Bodenkur zwischen den Früchten	25
Energie- und ressourcenschonende Bodenbearbeitungs- und Aussaatverfahren in Reihenkulturen.....	26
Strategien der Aussaat und Bodenbearbeitung in einem Getreidevermehrungsbetrieb Niederschlesiens (Polen)	26
Agrophysikalische Eigenschaften der Pflugschicht von Waldpodsolböden unter den Bedingungen des Oblast Kostroma	27

Arbeitskreis 328

Effiziente Bewässerung im Ackerbau

Maßnahmen und ökonomische Betrachtungen zur Bewässerung in Sachsen im Zuge des Klimawandels	28
Landwirtschaftliche Verwertung von Klarwasser und gütegesichertem Klärschlamm - Das Braunschweiger Modell-.....	29
Klimawandel und seine Konsequenzen – eine Herausforderung für den Gemüsebau.....	29
Einsatz verschiedener Bewässerungsstrategien zur Sicherung des Ertragspotenzials im Gemüsebau unter den trockenen Bedingungen im Süden Russlands.....	30
Entwicklung der Beregnungsbedürftigkeit landwirtschaftlicher Kulturpflanzenarten vor dem Hintergrund des Klimawandels	30
Methoden zur operativen Steuerung des Zusatzwassereinsatzes in der Pflanzenproduktion - Stand und zukünftige Herausforderungen	31
Selbststeuernde Unterflurbewässerung – Vom Tonkrug zum Kunststoffrohr.....	31
Trockenstress?- Praktischer Einsatz von Sentek-Bodenfeuchtesensorik.....	32
Möglichkeiten und Ideen für eine effizientere Bewässerung in Deutschland	33

Poster zur Tagung28

Mit frühjahrsbetonten N-Düngestrategien Erträge und Qualitäten bei Winterweizen trotz Vorsommertrockenheiten sichern	34
Mischfruchtanbau mit Leguminosen. Effiziente Nutzung von Wachstumsfaktoren als Beitrag zum Ressourcen- und Gewässerschutz.....	35

Plenarveranstaltung

Der Klimawandel und seine Folgen - global bis regional

*Friedrich-Wilhelm Gerstengarbe
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
gerstengarbe@pik-potsdam.de*

Vor 185 Jahren beschrieb der Franzosen Jean-Baptiste Fourier den natürlichen Treibhauseffekt. Der Schwede Svante Arrhenius (1859-1927) wies nach, dass das CO₂ einen Beitrag zum natürlichen Treibhauseffekt liefert. Aber erst Mitte der 50er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde CO₂ ein Thema. Das erste Mal konnte an Hand von aktuellen Messungen nachgewiesen werden, dass die Konzentration dieses Gases in der Atmosphäre anstieg. Die anfangs nur vorsichtig geäußerte Hypothese, dass der zu beobachtende rasche Anstieg des CO₂ zu einer deutlichen Erwärmung der Atmosphäre führen könnte, wurde durch mehr und mehr wissenschaftliche Arbeiten belegt. 2007 erschien der bisher letzte Bericht des IPCC mit deutlichen Hinweisen auf die Gefahren, die eine weitere globale Erwärmung mit sich bringen wird. Diese Erkenntnis geht einher mit einem schon jetzt nachweislich verstärkten Auftreten klimatisch bedingter Extremereignisse. Ursache dafür ist die erhöhte Instabilität des Klimas. Betrachtet man die Entwicklung des Auftretens von Extremen weltweit während der letzten drei Dekaden, so erhält man einen starken Hinweis darauf, dass wir uns schon mitten in einer starken Klimaänderung befinden. Während zwischen 1980 und 1990 die Anzahl der Extreme im Mittel bei etwa 420 weltweit lag, waren es im Zeitraum von 1991 bis 2000 schon 680 und in der letzten Dekade (2001 – 2010) rund 800. Aber nicht nur anhand der Extreme lassen sich Klimaänderungen nachweisen. Die globale Veränderung der Flächen einzelner Klimatypen liefert ebenfalls einen deutlichen Hinweis. So erfuhren zum Beispiel innerhalb der letzten 15 Jahre die tropischen bis subtropischen Steppen- und Wüstengebiete einen Zuwachs von ca. 822.000 km². Das entspricht einer Zunahme von rund 150 km² pro Tag. Den flächenmäßig größten Verlust erlitten dagegen die kalten Klimatypen (Tundren- und Eisklimate) mit insgesamt -1.895.000 km² bzw. -346 km² pro Tag Rückgang. Regional lässt sich der Klimawandel ebenso nachweisen. Ein Beispiel dafür ist der dramatische Rückgang des arktischen Meereises von 7,5 Mio km² vor 30 Jahren auf aktuell 3,4 Mio km². Diese Klimaänderungen setzen sich auch in der regionalen Skala fort. Der Pasterze-Gletscher in Österreich ist zwischen 1852 und heute von 11 km Länge auf nur noch 8 km geschrumpft. Aktuell stellt sich die Situation so dar, dass die tatsächlich gemessenen Treibhausgasemissionen bereits heute über den für den nächsten IPCC-Bericht (2014) angenommenen Werten für den „Worst-Case-Fall“, also das Extremszenarium, liegen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden:

- Es gibt bereits Klimaänderungen die durch ein erhöhtes Auftreten extremer Ereignisse gekennzeichnet sind.
- Diese Änderungen werden sich in den nächsten Dekaden fortsetzen, aller Wahrscheinlichkeit nach unter sich verstärkenden Randbedingungen.
- Ein Erreichen des angestrebten 2°-Ziels ist nur bei Einleitung sofortiger umfassender Maßnahmen zur Reduktion von CO₂ zu erreichen.

Climate change impact on cereal growth and its yield potential

J. Křen¹, L. Neudert¹, P. Hlavinka¹, P. Martínek², V. Smutný¹

¹Department of Agrosystems and Bioclimatology, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, ²Agrotest fyto Ltd., Kroměříž, Czech Republic

kren@mendelu.cz

Climate and weather are important factors which influence plant growth and development as well as yield quality and quantity. However, it is very difficult to assess the impact of climate on yield development in field crops, because a series of related positive and negative impacts have to be quantified and these are mutually interactive.

The increase of CO₂ concentration (direct effect; 380 ppm is for C3 plant types under-saturation) stimulates the intensity of photosynthesis. This is dependent on the growth stage of a plant and other factors (such as temperature, light, water, mineral nutrition), and can increase biological and economic yield, that being the fertilization effect of CO₂. Moreover, with higher levels of CO₂, the stomata do not have to be open as wide. The narrower opening means that less water is transpired and plants use water more efficiently. However, with higher biomass production, the total water consumption can be higher.

The increase of temperature (indirect effect) has a predominantly negative impact on shortening the phenological stages (developmental acceleration), and the total growth period, resulting in decreased yield. With regard to yield formation of field crops, the indirect effects of increased temperature, in combination with precipitations and global radiation, are of crucial importance. These are presented in the form of increased variability in the intensity of climatic factors, such as more frequent torrential rains (leading to soil erosion, leaching of NO₃ ions, crop lodging, etc.), a decline in spring and summer precipitations, negative water balance (drought during the vegetative period), and the occurrence of spring frosts. All these factors affect the terms of crop management practices and result in their decreased efficiency.

The increase of these risk factors has a negative impact on the biological potential of yield and production quality of field crops.

There are basically two ways to assess whether the positive fertilisation effect of increased CO₂ concentration will prevail or whether the negative impact of increased temperature and changes of other meteorological factors will dominate. Firstly, experiments in a controlled atmosphere can be carried out. However, these can be costly and time-consuming and there is a limited application for experimental results in large areas (with different soil and climatic conditions). Secondly, growth and developmental models can be used. The disadvantage is a simplification of the simulated system. This can be eliminated to a large extent by detailed calibration of a suitable model when sufficient measurement data are available (e.g. components of water balance, phenological development, biomass increase, yield, development of leaf area, nutritional balance, soil moisture etc.). A combination of both approaches was used for the prediction of the impact of climate change on the yield of winter wheat and spring barley under Czech conditions using the model CERES-wheat and CERES-barley. The results showed the negative impacts of climate change on yield formation in both cereals grown on the warm South Moravian plains, which are in contrast to the potential yield increase in the colder locations of the Czech-Moravian Highland which enjoy fertile, well-watered soil. As a consequence of the presumed impacts which might be obtained, adaptation possibilities available in breeding and crop management increasing utilisation of cereal yield potential will be discussed.

This study was supported by the Czech Ministry of Agriculture, Project N°s: QJ111A133 and QJ 121008.

Auswirkungen von Trockenstress zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien des Getreides

Heike Hahn

SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH, Landwirtschaftliche Anwendungsforschung, Cunnersdorf

Heike.Hahn@skwp.de

Trockenstress zählt zu den wichtigsten limitierenden Faktoren der landwirtschaftlichen Produktion. Infolge des fortschreitenden Klimawandels werden die Auswirkungen von Wassermangel auf Ertragshöhe und -stabilität sowohl in Deutschland als auch weltweit steigen. Die komplexen Reaktionen der Pflanze auf Wassermangel, zu denen morphologisch-anatomische, physiologische, biochemische und molekulare Veränderungen zählen, sind bisher jedoch nur teilweise erforscht. Entscheidend für die pflanzliche Stressantwort sind Intensität und Dauer der Trockenstressperiode sowie das Entwicklungsstadium der Pflanze. So werden beispielsweise bei Getreide die frühesten Stadien der Blattentwicklung unmittelbar nach der Keimung, die Schossphase und die Blütezeit als kritische Stadien betrachtet, in denen die Pflanze besonders sensitiv auf Wassermangel reagiert.

In mehreren Gefäßversuchen mit Sommergerste wurde geprüft, welchen Effekt Trockenstress unterschiedlicher Intensität und zu verschiedenen Entwicklungsstadien auf den Ertrag und auf verschiedene Parameter des Wasserhaushalts der Pflanzen hervorruft. Durch Wiederbewässerung nach der Stressperiode konnten Hinweise darauf gewonnen werden, inwieweit die Pflanzen in der Lage sind, ihren Wasserhaushalt zu regenerieren.

Um signifikante Veränderungen wichtiger Merkmale des Wasserhaushaltes zu erzielen, war bei Gerste zu verschiedenen Entwicklungsstadien eine Reduktion der Bodenwasserkapazität um mehr als die Hälfte nötig. Die Verringerung der maximalen Wasserkapazitäten im Substrat auf 30 %, 20 % und 10 % (Kontrolle 60 %) zur Blüte über einen Zeitraum von 32 Tagen führte zur Reduktion des Kornertrages auf entsprechend 92 %, 82 % und 47 % (Kontrolle = 100 %).

Wiederholt zeigten Versuche, dass Trockenstress in der frühen Schossphase (BBCH 32) die größte Verringerung des Kornertrages bewirkt im Vergleich zu Stress während der Blattentwicklung (BBCH 14), am Ende des Schossens bei vollständig ausgebildetem Fahnblatt (BBCH 39) sowie zur Blüte (BBCH 65). Eine zweite Versuchsserie lieferte Hinweise darauf, dass Stressperioden zu unterschiedlichen Zeiten während der frühen generativen Entwicklung vergleichbare Ertragsverluste bewirken und zu signifikant erhöhten Proteinkonzentrationen gegenüber der Kontrolle führen.

Anhand der vor, während und nach den Stressperioden gemessenen Merkmale des Wasserhaushaltes wurden unterschiedlich schnelle Stressreaktionen differenzierter Intensität erfasst. Die Messungen wurden jeweils am jüngsten vollständig entwickelten Blatt durchgeführt.

Die Prolinkonzentration – ein Indikator für Trockenstress – stieg sofort nach Verringerung der Bewässerung an und erreichte einen Peak unmittelbar nach Heruntertrocknen der Töpfe auf die während der Stressperiode eingestellte Wasserkapazität (10 % bzw. 20 %). Bereits am Ende der Stressperiode und vor dem Wiedereinsetzen der Bewässerung sank die Prolinkonzentration wieder auf Ausgangsniveau ab. Auch der Blattlängenzuwachs ist ein Merkmal, welches sehr schnell auf Wassermangel reagiert. Zeitlich unterschiedlich schnelle Reaktionen wurden für die Merkmale relativer Wassergehalt und osmotisches Potential gemessen. Für beide Merkmale wurden signifikante Unterschiede zwischen Stress- und Kontrollvarianten entweder unmittelbar nach Heruntertrocknen der Töpfe bzw. in einigen Versuchen erst am Ende der Trockenstressphase nachgewiesen. Bei der Versuchsdurchführung ist zu berücksichtigen, dass die Merkmale Prolinkonzentration, relativer Wassergehalt und osmotisches Potenzial nur destruktiv bestimmt werden können. Daraus ergibt sich eine entsprechend hohe Anzahl an Versuchspflanzen bzw. Gefäßen. Außerdem liegen die Ergebnisse erst nach Aufarbeitung und Analyse vor. Demgegenüber ist neben der Blattlänge auch die Effizienz des Photosystems II ein Merkmal, welches rasch Informationen liefert. Beide Merkmale sind zerstörungsfrei am Blatt messbar und die Werte sind direkt ablesbar. Die Stressantwort für die Effizienz des Photosystems II war sowohl vom Zeitpunkt während der Stressperiode als auch von der Blattetage abhängig.

Anpassung an Klimaveränderungen im mitteldeutschen Trockengebiet

*Prof. Dr. Dr. h. c. Dieter Orzessek, Dr. Annette Deubel
Hochschule Anhalt, Bernburg (Saale)
a.deubel@loel.hs-anhalt.de*

Das mitteldeutsche Trockengebiet erstreckt sich von der Magdeburger Börde über die Querfurter Platte bis in das Thüringer Becken. Typisch für diese Landschaften sind sehr gute Böden mit sehr guten Potenzialen für hohe Qualitäten bei pflanzlichen Produkten, aber auch geringe Jahresniederschläge um 500 mm und darunter. Durch Trockenperioden oft bereits im Frühjahr und fast regelmäßig im Vorsommer entstehen erhebliche Ertragsschwankungen. Der Standort Bernburg ist charakteristisch für das mitteldeutsche Trockengebiet. Als Besonderheiten ist die Lage im Regenschatten des Harzes zu nennen sowie hohe pH-Werte der Böden, die in Verbindung mit Trockenperioden die Aufnahme von Phosphor und Mikronährstoffen erschweren.

Mit einer Masterarbeit von BÖTTCHER (2012) wurden die klimatischen Veränderungen in den letzten 30 Jahren untersucht. Wichtige Ausgangswerte für den Pflanzenbau sind:

- Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperatur um 0,6 °C, wobei die Temperaturen in der Hauptvegetationszeit überdurchschnittlich ansteigen,
- Erhöhung der Niederschlagssummen vorwiegend im Herbst,
- Vorverlegung der Vegetationsperiode im Frühjahr sowie Verlängerung der Vegetationsperiode,
- Erhöhung der Anzahl der Sommertage sowie der heißen Tage.

Diese sehr spürbare Klimaveränderung erfordert Anpassungsmaßnahmen im Pflanzenbau, wobei die Nährstoff- und Wasserversorgung der Pflanzenbestände im Rahmen der Bestandesführung eine herausragende Rolle spielen.

Im Rahmen der angewandten Forschung wurden an der Hochschule Anhalt folgende Anpassungsstrategien untersucht:

- Anpassung von Aussaatzeiten und Aussaatmengen bei Getreide in Verbindung mit N-Düngungsstrategien. Während Aussaatzeiten nach wie vor erheblichen Einfluss auf Erträge ausüben, bleibt die Wirkung unterschiedlicher N-Düngestrategien begrenzt. Bei Sommergetreide können Erhöhungen der Aussaatmengen die geringe Bestockung bei Trockenheit in gewissem Maße kompensieren.
- Einsatz wassersparender Methoden der Bodenbearbeitung. Im Dauerversuch wird über mehrere Fruchtfolgezyklen die Wirkung der pfluglosen Bodenbearbeitung untersucht. Bei diesem Verfahren, das bereits in der Praxis dominiert, entsteht ein erheblicher Tiefengradient für die P-Versorgung. Das Verfahren der Unterfußdüngung wird an Bedeutung zunehmen.

- Prüfung von Produktionsverfahren für Arten mit höherem Wärmeanspruch und besserer Trockentoleranz. Mit der Erzeugergemeinschaft „Qualitätshartweizen Vorharz“ wurden Versuche zum Durumanbau abgestimmt. Dreijährige Ergebnisse wurden dazu in einer Masterarbeit von FISCHER/DÖHLER (2011) ausgewertet. Feldversuche laufen auch bei Sojabohnen und Körnerhirse.
- Verstärkter Einsatz von Winterformen zur besseren Ausnutzung der Winterfeuchtigkeit. Untersuchungen zum Anbau von Winterdurum brachten sehr gute Ergebnisse, während beim Winterhafer die Winterfestigkeit Probleme bereitete und bei Wintererbsen und Winterackerbohnen das Ertragsniveau der eingesetzten Sorten noch nicht ausreichend ist.
- Sicherung eines optimalen Intensitätsniveaus bei Getreide. Wassermangel in der Vegetationsperiode verhindert hohe Naturalerträge. Deshalb dominiert das Ziel hoher Qualitäten. Über gemeinsame Versuche mit der Nationalen Universität für Umwelt- und Lebenswissenschaften Kiew sowie der Mendel-Universität Brno werden Untersuchungen zur Optimierung des Intensitätsniveaus zu Weizen geführt.

Die Anpassung der Pflanzenproduktion an Klimaveränderungen ist ein laufender Prozess und wird in den nächsten Jahrzehnten zu einer erheblichen Herausforderung für die Wissenschaft und Praxis. Nur in einer gemeinsam abgestimmten Arbeit lassen sich dabei nachhaltige Verbesserungen im Pflanzenbau erreichen.

Arbeitskreis 1

Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen bei zunehmenden Trockenperioden

Dissecting the physiological mechanisms of potassium starvation in terminal drought stress in barley lines during anthesis and post anthesis

Seyed Abdollah Hosseini, Nese Sreenivasulu, Mohammad Reza Hajirezaei, Bernhard Bauer, Vokkaliga T. Harshavardhan, Nicolaus von Wirén

Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK) Gatersleben

hosseini@ipk-gatersleben.de

Drought is one of the major environmental stresses limiting cereal crop production worldwide. Occurrence of drought during the late phase of plant development results in retardation of growth and limits crop yield by affecting flowering and seed set followed by shortening of the grain filling period. Remobilization of nutrient and assimilate reserves from straw to grain is critical for grain yield during drought stress. Plants have developed a wide range of adaptive strategies to maintain productivity and ensure survival under this harsh condition. The nutritional status of plants plays a critical role in increasing plant tolerance to environmental stress factors. In particular potassium (K) has many biochemical and physiological functions related to drought tolerance and also a specific regulatory role in stress responses to drought. To unravel the role of potassium in drought tolerance, we designed an experiment with 3 barley lines differing in their senescence behavior and classified as a stay green, an early senescing and an efficient remobilizing phenotype. These lines were subjected to low, medium and high potassium fertilization under control and drought conditions. Flag leaves and seeds were harvested for physiological measurements as well as metabolite and hormone analyses. Preliminary results show that the potassium concentration in flag leaves was higher under medium and high potassium supplies than under low potassium and this delayed early leaf senescence. Moreover, the efficient remobilizing line was accumulating potassium most efficiently, in particular under drought stress. Therefore, high K acquisition and allocation appears as an advantage to overcome drought stress. An additional metabolite profiling uncovered profound effect of K deficiency on the levels of sugars and amino acids suggesting that a high potassium nutritional status stabilized primary C and N metabolism in flag leaves.

Key words: drought stress, potassium, primary metabolites, barley

Improved Water Use by Potassium and Magnesium Fertilization

Andreas Gransee

K+S KALI GmbH, Kassel

Andreas.Gransee@kali-gmbh.com

Changed precipitation pattern with prolonged dry spells are a severe threat to agricultural and horticultural production systems. In the last decade hot and dry weather conditions were frequently observed particularly during spring time. As a consequence of global change such extreme weather conditions as currently experienced in the United States, are predicted to occur even more frequently and in higher intensities. Strategies to improve crop production under changing environmental conditions include (i) breeding for drought-tolerant or water-efficient crops, (ii) use of irrigation and fertigation techniques to prevent water losses and (iii) agronomic tools like soil preparation and fertilization. In this contribution the focus is set on fertilization.

To cope with drought stress crop plants need to use the scarce water resources efficiently. A measure of the efficiency of water use is the dry matter produced per unit water supplied (e.g. g d.m. l⁻¹), the so-called water use efficiency WUE. Generally, plants well supplied with nutrients show a better WUE than nutrient deficient plants. Among other essential nutrients particularly potassium (K) and magnesium (Mg) are important nutritional ions affecting the WUE of plants.

What is the reason for the importance of both nutrients in improving WUE? Within the plant K and Mg have important and distinct functions in regulating the water household by regulating and maintaining (i) stomata movement, (ii) the osmotic status of the plant (turgor), (iii) and root growth. These functions of K and Mg are well known, even though the exact mechanisms underlying are even nowadays not completely understood. Nevertheless a short overview over the existing knowledge on the roles of both nutrients in the plant with respect to the plant water use is given.

However, very recent results also show that among improvement of the plant water status fertilization with K and Mg also improves the soils' capacity to keep water plant available. In long-term field trials at different locations including sandy, loamy and clay soils it could be proven that K and Mg changed the soil porosity in a way that the water holding capacity was increased. Even though the exact mechanism remains obscure it is hypothesized that K and Mg enhance the formation of medium pores resulting in higher water storage and, therefore, higher plant water availability. The observation of a changed soil structure due to K and Mg supply was further underlined by rheological measurements showing a significant higher shear strength of soil samples from soils fertilized with K and Mg compared to unfertilized plants under field capacity, which fits into the hypothesis of increased formation of medium pores.

Even though future work is necessary to understand the mechanisms underlying not only the plant but particularly soil responses to K and Mg fertilization, these results strongly suggest that fertilization with K and Mg improve the water use of crops by improving both the plant water availability in the soil and the WUE of the crop.

Wechselseitiger Einfluss des Wassergehaltes des Bodens und Phytin-Zufuhr auf die Phosphor-Ernährung von Pflanzen

Christine Brandt, Bettina Eichler-Löbermann

Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät,
Professur für Pflanzenbau, Universität Rostock

christine.brandt@uni-rostock.de

Vor dem Hintergrund des Klimawandels wird es vermutlich auch in Mitteleuropa zu einer Verminderung der Regenmengen während der Sommermonate kommen. Dies kann besonders auf leichten Böden zu Ertragsrückgängen führen (Jacob et al. 2008). Unter Trockenstress kommt es zudem häufig zu Nährstoffmangel. Das betrifft wegen der geringen Mobilität im Boden insbesondere Phosphor (P) (Ge et al. 2010).

Der positive Einfluss einer mineralischen P-Düngung zur Erhöhung der Trockentoleranz wurde bereits in zahlreichen Studien nachgewiesen (u.a. Jones et al. 2005). Dagegen liegen bisher nur wenige Untersuchungen zur Wirkung von organischer P-Zufuhr unter Trockenstress vor. Organische P-Quellen sind jedoch für den Pflanzenbau von großer Bedeutung und stellen ca. 50 % der P-Quellen im Boden dar.

In drei Gefäßversuchen wurde die P-Aufnahme aus Phytin in Abhängigkeit von der Wasserversorgung untersucht. Dabei wurde Ca-Inositolhexaphosphat (C₆H₁₆CaO₂₄P₆) als organische P-Quelle (0,20 bzw. 0,40 g P pro Gefäß) genutzt. Als Vergleich wurden eine Kontrollvariante ohne P-Zufuhr sowie eine mineralisch gedüngte Variante mit Triple-Superphosphat (0,20 g P pro Gefäß) angelegt. Zwei Wasserstufen wurden entsprechend 60 % (optimale Versorgung) und 30 % (Trockenstressvariante) der maximalen Wasserkapazität des Bodens eingestellt. Zudem wurde eine Variante mit periodischem Trockenstress induziert. Für die Versuche wurden ein P-armer schwach lehmiger sowie ein P-armer stark lehmiger Sand verwendet.

Die P-Aufnahme, der Biomasseertrag sowie der Prolin-Gehalt der Fruchtarten Sorghum (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* - Inka), Amaranth (*Amaranthus cruentus* - Bärnkrafft), Raps (*Brassica napus* - Palma) und Roggen (*Secale cereale* - Arantes) wurden untersucht. Im Boden wurden der pH-Wert, ausgewählte P-Fractionen sowie der Grad der P-Sättigung ermittelt. Zudem wurde die Aktivität der sauren und alkalischen Phosphatase bestimmt.

Die Ergebnisse belegen fruchtartenspezifische Reaktionen auf Wasser- und P-Mangel. Unter Trockenstress wurden stark erhöhte Prolin-Gehalte bei Raps gemessen. Bei Sorghum und Amaranth wurden erhöhte Wurzel-Spross-Verhältnisse infolge des Wasserdefizits nachgewiesen. Unabhängig von der Wasserversorgung zeigten die dikotylen Fruchtarten eine höhere P-Aufnahme als die monokotylen. Trotz hoher P-Aufnahmen durch Amaranth wurden nach Versuchsende hohe Gehalte an wasserlöslichem P im Boden gemessen, was auf eine P-Mobilisierung durch die Fruchtart hindeutet.

Der Biomasseertrag und die P-Aufnahme erhöhten sich mit höherer Wasser- und P-Zufuhr. Andererseits wurde für Sorghum in den Varianten mit P-Zufuhr ein stärkerer Rückgang der Biomasse infolge des Trockenstress als in der P-freien Kontrolle nachgewiesen. Vermutlich, weil das erhöhte Pflanzenwachstum nach P-Zufuhr in einen höheren Wasserverbrauch resultierte.

Die P-Pools im Boden wurden durch die P-Zufuhr und die P-Aufnahme beeinflusst. Unter Trockenstress wurden höhere Gehalte an doppellactatlöslichem P im Boden gemessen, was mit dem geringeren Pflanzenwachstums und den sich daraus ergebenden geringeren P-Entzügen aus dem Boden begründet werden kann.

Ein Anstieg der P-Aufnahmen und Erträge war nach mineralischer P-Zufuhr bereits mit 0,20 g P pro Gefäß nachweisbar, wohingegen erst die doppelte Menge an Ca-Phytin zu vergleichbar hohen Ergebnissen führte. Die Hydrolyse von organischem P durch Phosphatasen verläuft nur langsam und in unmittelbarer Nähe der Wurzel, wohingegen mineralischer P schneller und in höherem Maße für die Pflanze zur Verfügung steht (Tarafdar und Claassen 2005). Die Aktivität der sauren Phosphatase im Boden stieg auf schwach lehmigem Sand unter Trockenstress sowie durch Zufuhr von organischem P an.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass die Zufuhr von organischem P in Form von Ca-Phytin die P-Verfügbarkeit erhöht und damit die P-Aufnahme unter Trockenstress steigert, jedoch hinter der Wirksamkeit einer mineralischen P-Düngung zurück bleibt.

Ge, T.D.; F.G. Sui; A. Nie; N.B Sun; H. Xiao und C.L. Tong 2010: *Differential responses of yield and selected nutritional compositions to drought stress in summer maize grains. J. Plant Nutr.* 33: 1811-1818.

Jacob, D.; H. Göttel; S. Kotlarsk; P. Lorenz und K. Siek 2008: *Climate Change. Klimaauswirkungen und Anpassungen in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland. Nr. 11/2008, Umweltbundesamt*

Jones, C.A.; J.S. Jacobsen und J.M. Wraith 2005: *Response of Malt Barley to phosphorus fertilization under drought conditions. J. Plant Nutr.* 28: 1605-1617.

Tarafdar, J.C. und N. Claassen 2005: *Preferential utilisation of organic and inorganic sources of phosphorus by wheat plant. Plant Soil* 275: 285-293.

Phosphordynamik im Boden nach langjähriger pflugloser Bodenbearbeitung - Konsequenzen für die P- Düngung im Trockengebiet

Wilfried Zorn¹, Hubert Schröter¹,
Sabine Wagner¹, Mark Heubach²

¹Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena

²Heubach-Schröder KG, Elxleben

wilfried.zorn@tll.thueringen.de

Die P-Versorgung vieler Ackerstandorte ist in den letzten 2 Jahrzehnten stark gesunken. Diese Entwicklung resultiert aus dem überwiegend restriktiven Einsatz mineralischer Phosphatdünger sowie den gestiegenen Nährstoffexporten aus den Betrieben infolge gesteigerter Erträge und dem zunehmenden Anbau von Marktfrüchten. Zum Beispiel liegt in Thüringen auf 46 % des Ackerlandes eine niedrige und sehr niedrige P-Versorgung (Untersuchungszeitraum: 2007 bis 2009) vor. Im Zeitraum 1990 – 1994 betrug der unterversorgte Flächenanteil nur 15 %. Parallel dazu haben viele Landwirte ihr Bodenbearbeitungssystem auf pfluglose Verfahren umgestellt. Daraus resultiert unter anderem eine zunehmende ungleichmäßige Verteilung von Nährstoffen im ehemaligen Pflughorizont (Tab. 1).

Tabelle 1: P-Gehalt im Boden nach mindestens 6 Jahren pflugloser Grundbodenbearbeitung (13 Standorte)

Tiefe (cm)	PCAL	P _{H2O} 1:20	P _{freisetzbar} (Floßmann und Richter, 1982)
	mg/100g		mg P/(100g Boden * min)
0 – 10	6,9	0,60	64,8
10 – 20	4,3	0,22	28,0
20 - 30	2,5	0,12	10,7

Mit zunehmender Bodentiefe nimmt der CAL-lösliche P-Gehalt deutlich ab. Noch stärker sinken der wasserlösliche P-Gehalt und die P-Freisetzungsrate (= P_{freisetzbar}), welche die Geschwindigkeit der Wiederauffüllung der Bodenlösung mit Phosphaten aus der festen Bodensubstanz nach deren „Entleerung“ durch die Pflanzenwurzel beschreibt. Dieser Zusammenhang weist auf die überproportional reduzierte P-Verfügbarkeit in den Bodenschichten unterhalb 10 cm Tiefe hin. Bei Austrocknung der oberen Bodenschicht ist eine deutliche Verminderung der P-Verfügbarkeit zu erwarten. Die Sicherung einer ausreichenden P-Ernährung der Kulturen auf stark unterversorgten Böden erfordert daher besondere Anstrengungen. Aus den genannten Gründen besitzt die Erhöhung der Effektivität der mineralischen P-Düngung besondere Bedeutung. Eine gute Möglichkeit hierfür stellt die P-Unterfußdüngung zu Getreide, Raps und anderen Kulturen dar. Durch die platzierte Düngung wasserlöslicher Phosphate (TSP, DAP) in einem Düngerband im Boden wird die bei breitwürfiger Düngung auftretende schnelle P-Festlegung deutlich reduziert.

Durch die P-Düngerablage in Bodenbereichen, die bereits im Jugendstadium der Pflanzen intensiv durchwurzelt werden, ist zusätzlich eine erhöhte Ausnutzung des Düngerphosphats zu erwarten. Eine kostenintensive Aufdüngung mit Mineraldünger-P ist deshalb ohne Ertragsverlust nicht erforderlich. Erste Parzellenversuche bei sehr niedriger bis niedriger P-Versorgung bestätigen die gute Wirkung der Unterfußdüngung (TSP zwischen jede 2. Reihe, ca. 10 – 12 cm tief) zu Wintergetreide im Vergleich zu breitwürfiger Düngung zur Saat sowie Frühjahrskopfdüngung. Die P-Unterfußdüngung in Höhe von 50 % der Abfuhr erreichte annähernd den Optimalertrag. Die Frühjahrskopfdüngung war allen anderen Applikationsformen signifikant unterlegen.

Tabelle 2: Mehrertrag (dt/ha) durch P-Düngung zu Wintergetreide (Elxleben, 2008/09)

P-Düngung % der Abfuhr	breitflächig zur Saat	Unterfuß- düngung	Frühjahr Kopfdüngung
50	4,4	10,8	1,1
100	7,5	11,1	4,3
150	10,8	11,5	-

Die Ergebnisse unterstreichen das große Potenzial der P-Unterfußdüngung auf unterversorgten Flächen. In weiteren Untersuchungen sind die optimale Ablagetiefe und Entfernung des Düngerbandes von der Saatreihe sowie die langfristige sinnvolle Höhe der P-Düngung zu ermitteln.

Die Bedeutung der Mikronährstoffe für die Pflanze und ihr Einsatz unter wechselnden Wetterbedingungen

Henning Jaworski
Lebosol – Dünger GmbH
h.jaworski@lebosol.de

Die Fragen, die sich sehr häufig in der Praxis aus diesem Thema ergeben, lauten:

- Welche Elemente spielen eine Rolle?
- Welche Bedeutung haben diese für die Pflanze?
- Was bringt dem Landwirt eine Düngung mit Mikronährstoffen?
- Was ist die richtige Strategie für den Einsatz von Mikronährstoffen?

In den folgenden Absätzen sollen diese 4 Fragen das Grundgerüst bilden. In ihrer Bedeutung werden die Mikronährstoffe häufig unterschätzt. Zwar ist ihr Bedarf gemessen an den Elementen Stickstoff, Phosphor oder Kalium eher klein, doch reagieren die Kulturpflanzen bei Mangel sehr empfindlich. So sind aus der Literatur Mindererträge von 10 bis 20% bekannt (Bergmann 1993), ohne dass vorher Symptome sichtbar wurden.

Ein anderer wichtiger Punkt ist der Zusammenhang zwischen der Mikronährstoffversorgung und der Krankheitsresistenz der Kulturpflanzen. Dies erklärt sich zum einen aus ihrer Katalysatorfunktion im Ernährungskreislauf zum anderen sind sie Bausteine bei der Synthese von Abwehrfermenten. So ist z. B. bekannt, dass Mangan den Weizen gegenüber Schwarzbeinigkeit und Halmbruch stärkt (Bergmann 1993).

Die Elemente, die für die landwirtschaftliche Praxis eine Rolle spielen sind Mangan, Kupfer, Bor, Zink und Molybdän. Dabei ist zu beachten, dass es Unterschiede gibt in der Bedeutung der einzelnen Elemente in Bezug auf die Fruchtart. Bor und Molybdän sind besonders wichtig für Raps und Zuckerrüben. Für Bor liegen die Entzüge dieser Kulturen zwischen 300 – 600 g/ha je nach Ertrag und für das Getreide zwischen 50 – 150 g/ha. Mangan, Kupfer und Zink spielen wiederum im Ernährungskreislauf der Getreidepflanzen eine wichtigere Rolle.

Die Kenntnis über die Bedarfsmenge sagt aber noch nichts über die Düngewirkung aus. Insbesondere bei den Mikronährstoffen ist der Zeitpunkt der Verfügbarkeit ganz entscheidend. Wird der wichtigste Bedarfszeitpunkt der Elemente an dem optimalen Einsatztermin für die Blattdüngung fest gemacht, dann gilt nach Zorn (2011) folgendes: Hier soll das Element Mangan stellvertreten für alle als Beispiel dienen.

Kultur	Element	Optimaler Zeitpunkt	Keinesfalls nach
Getreide	Mangan	EC 31-37	EC 45
Kartoffel		Knospe - Blühbeginn	Blühende

Gemessen an den optimalen Bedarfszeitpunkten für die Mikronährstoffe haben wir oft nicht die besten Wetterbedingungen. Sieht man von den Schwankungen der einzelnen Jahresniederschlagsmengen mal ab, so gibt es erhebliche Unterschiede innerhalb der Monate in verschiedenen Jahren. Lag die durchschnittliche Niederschlagsmenge im Monat April 2008 bei 83,6 mm und die durchschnittliche Monatstemperatur bei 8,7 °C, waren es im April 2009 nur 17,8 mm Niederschlag und es wurden 12,5 °C (DWD 2012) im Durchschnitt gemessen. Einem feuchten und kühlen April 2008 folgte ein warmer und trockener April 2009. Das stellt nicht nur den Landwirt vor erhebliche Probleme sondern in erster Linie die Pflanzen.

Eine Möglichkeit den Ernährungszustand zu bestimmen ist die komplexe Pflanzenanalyse. Sie gibt Einblicke in das Aufnahmeverhalten der Elemente zu einem bestimmten Zeitpunkt in Abhängigkeit aller Standortfaktoren (pH – Wert, Nährstoffangebot, Wetterbedingungen usw.). Mit dem Ergebnis lässt sich dann die Düngebedürftigkeit klären und auch eine Strategie für den optimalen Einsatz erarbeiten. Für die komplexe Pflanzenanalyse gibt es ebenfalls Zeitfenster. So sind zum Beispiel Grenzwerte für das Getreide bekannt im Zeitraum zwischen EC 25 und EC 45 und für den Raps zwischen EC 53 und EC 64.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass das Wetter nun mal nicht beeinflussbar ist. Das Ziel eines jeden Landwirts ist es aber, den bestmöglichen Ertrag am Standort, in Abhängigkeit zu den jeweils vorherrschenden äußeren Bedingungen, zu realisieren. Daher sollte er alles tun, dass die Pflanzenernährung so gut wie möglich funktioniert, unabhängig von den wechselnden Wetterbedingungen.

Jedes Fehlen von Nährstoffen, auch wenn es nur vorübergehend ist, führt zu Ertrags- und/ oder Qualitätsverlust. Deshalb ist die Analytik zur Ermittlung des Düngebedarfs unerlässlich. Die Blattdüngung gibt dem Landwirt dann die Möglichkeit, auf mögliche Nährstoffdefizite schnell und gezielt zu reagieren.

Literaturverzeichnis:

Breuer, et al (2003) Die Pflanzenanalyse zur Diagnose des Ernährungszustandes von Kulturpflanzen, Agrimedia GmbH, Bergen/ Dumme

Bergmann, W. (1993) Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen 3. Erweiterte Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena

DWD – Wetterdaten Standort Bernburg – zusammengestellt 2012

Zorn, W. (2011) – Vortrag auf dem Ackerbausymposium der Firma Lebosol, Jena

Ergebnisse zur N-Düngung mit dem CULTAN-Verfahren auf verschiedenen sächsischen Standorten

*Erhard Albert, Wilfried Schliephake und Michael Grunert
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG);*

Michael.Grunert@smul.sachsen.de

Trockenperioden in den für die Ertragsbildung der Winterungen besonders wichtigen Monate April, Mai und Juni haben in den letzten Jahrzehnten in Sachsen deutlich zugenommen. Infolge des voranschreitenden Klimawandels ist damit zu rechnen, dass sich diese ungünstige Entwicklung künftig weiter fortsetzt. Steigende Temperaturen in Verbindung mit abnehmenden Niederschlägen in diesem Vegetationsabschnitt führen zu einer zunehmenden Austrocknung der Bodenkrume, wodurch die Nährstoffverfügbarkeit stark eingeschränkt wird. Auch wenn den Pflanzen in tieferen Bodenschichten noch genügend Wasser zur Verfügung steht, kann die Nährstoffaufnahme aus dem oberen Krumbereich stark eingeschränkt sein, so dass eine optimale Nährstoffversorgung nicht mehr gegeben ist. Mit Ausbringungsverfahren, die den Dünger in tiefere, noch feuchte Bodenschichten applizieren, wie z. B. die Injektionsdüngung, kann unter derartigen Bedingungen die Nährstoffwirkung verbessert werden.

Die vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) mehrjährig durchgeführten Versuche zur N-Injektionsdüngung (CULTAN) auf drei unterschiedlichen Standorten (Forchheim, V8; Pommritz, LÖ4; Baruth, D3) zu Winterraps, Winterweizen und Wintergerste führten zu folgenden Ergebnissen:

Bei Winterweizen und Wintergerste wurden auf den LÖ- und V-Standorten mit einer einmaligen N-Injektionsdüngung zu Vegetationsbeginn vergleichbare Erträge wie mit der Standard-N-Verteilung in drei Gaben erzielt.

Auf dem leichten, trockenen D-Standort in Baruth erwies sich vor allem in Jahren mit ausgeprägter Frühsommertrockenheit die Injektionsdüngung der konventionellen N-Düngung überlegen. Ein später Injektionstermin erst zu Beginn des Streckungswachstums (EC 31) war gegenüber dem zu Vegetationsbeginn in Pommritz und Forchheim ertraglich nicht von Nachteil. Auf dem leichten Boden in Baruth kam es bei dem späten Düngungstermin zu EC 31 jedoch zu einer zeitweiligen N-Unterversorgung mit negativen Auswirkungen auf die Ertragsbildung.

Bei Winterraps führte die N-Injektion im Frühjahr zu ebenbürtigen Erträgen wie die Standarddüngung mit zwei Gaben. Mit einer alleinigen Herbstinjektion konnten zwar in Einzeljahren wie 2012 ähnlich hohe Erträge wie mit der Frühjahrsdüngung erreicht werden. Allerdings besteht ein erhöhtes Risiko, dass ein Teil des gedüngten Stickstoffs während des Winters verloren geht. Im Hinblick auf das Erreichen der Ziele der Wasser-rahmenrichtlinie (WRRL) und aus Gründen der Ertragsstabilität kann die Injektion der gesamten N-Menge im Herbst nicht empfohlen werden. Die Injektion einer Teilmenge im Spätherbst in Verbindung mit einer KAS-Gabe im Streckungswachstum lieferte auf den sorptionsstarken Standorten Pommritz und Forchheim gute Erträge. Eine Kombination von Herbstinjektion und Streudüngung im Frühjahr bietet sich daher vor allem auf nicht auswaschungsgefährdeten Standorten an, die zu Vegetationsbeginn häufig nicht befahrbar sind. Durch die Injektion einer Teilgabe im Herbst ist eine ausreichende N-Versorgung zu Vegetationsbeginn gegeben, so dass die Anschlussgabe erst zu Beginn des Streckungswachstums bei meist guter Befahrbarkeit auszubringen ist. Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, dass die späte Frühjahrsgabe sensorgestützt appliziert werden kann.

Präzisere Grunddüngung durch Ableitung von schlaginternen Management-Zonen

Bernd Dohmen

Hochschule Anhalt, Bernburg (Saale)

b.dohmen@loel.hs-anhalt.de

Die globalen Auswirkungen des Klimawandels sind für die weltweite Sicherstellung der Nahrungsmittelversorgung eine ernstzunehmende Herausforderung, weil global betrachtet wichtige Agrarregionen in Trockengebieten liegen. Auch die mitteldeutsche Landwirtschaft ist schon immer in ihrer Produktivität stark von der Verfügbarkeit des Produktionsfaktors Wasser abhängig. Zunehmende Erwärmung und Änderung der Niederschlagsverteilung als Folge des Klimawandels werden voraussichtlich nicht nur hier, sondern auch in anderen Teilen Deutschlands und sogar weltweit signifikante Auswirkungen auf die Produktivität der Landwirtschaft und des Gartenbaus haben, weil diese Sektoren aufgrund ihrer klimaabhängigen Produktionsbedingungen unmittelbar betroffen werden.

Diese Entwicklung erfordert neben langfristigen Ansätzen zur generellen Reduktion von Treibhausgasemissionen aber auch entsprechende mittel- und kurzfristige Anpassungsstrategien in verschiedenen Bereichen des Pflanzenbaus und der Tierhaltung.

In der Pflanzenproduktion ist neben der „strategischen“ Anpassung des Anbauprogramms an die sich längerfristig ändernden Temperaturen und Niederschläge zusätzlich auch über den Betriebsmittelinput mittel- und sogar relativ kurzfristig eine Reaktion auf tendenziell zunehmende Witterungsextreme wie Trockenphasen, Kälteeinbrüche und Nässeperioden erforderlich. In diesem Kontext ist klar absehbar, dass der Klimawandel auch bei der Düngung neue Strategien erforderlich macht, da u. a. die immer häufiger zu beobachtenden Frühjahrstrockenheiten je nach Bodenart und –mächtigkeit sowohl die Wirksamkeit der ausgebrachten Düngemittel als auch die Verfügbarkeit der im Boden vorhandenen Nährstoffe wie Phosphat, Kalium, Magnesium und die Palette der Spurenelemente mehr oder weniger stark reduzieren.

Nicht gerade einfacher wird die Situation vor dem Hintergrund einer zunehmend kritischen Gesellschaft, die nachdrücklich von der Politik strengere Vorgaben „zu mehr Nachhaltigkeit“ in der Agrarproduktion einfordert. Vor allem im Bereich der Düngung wird aus Sicht der betroffenen Produzenten und Vorleistungsindustrien daher u. a. eine zunehmende Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten für ortsvariable Inputprozesse in die Überlegungen zur Erfüllung dieser Forderungen einbezogen werden müssen.

Mit den heute verfügbaren Navigations-, Steuerungs- und Informationstechnologien ist es in der Praxis grundsätzlich technisch möglich, Betriebsmittel zonenspezifisch (site specific) auszubringen und damit ggf. auch effizienter einzusetzen. Moderne Düngerstreuer und Pflanzenschutzspritzen können weitgehend problemlos über entsprechende Schnittstellen angesteuert werden. Wie wichtig derartige Überlegungen sind, beweist der provokative „Teaser“ auf der Homepage von Green Peace mit dem Titel: „Deutsche Landwirte düngen den Klimawandel“. Dass aber die Medien als Meinungsmacher auch positive Entwicklungen im Bereich der Düngung aufgreifen und „landwirtschaftsfreundlich“ darstellen, war auf der Homepage des Deutschlandfunks mit einem Artikel zum „Klimaschutz auf dem Bauernhof“ zu lesen. In dem Artikel wurde auf die Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung in der Düngung und den daraus resultierenden positiven Umweltwirkungen verwiesen.

Ein „ackerbaulicher Schlüssel“ zu einer möglichen Effizienzsteigerung des Düngereinsatzes durch zonenspezifische Düngung im Bereich der Stickstoff- und Grunddüngung ist die richtige Ausweisung und Nutzung von sogenannten „Management-Zonen“. Darunter versteht man räumlich definierte Polygone, die einen zonenspezifischen Input rechtfertigen, weil ein oder mehrere inputrelevante Parameter ähnliche oder gar gleiche Werte aufweisen.

Während in der Stickstoffdüngung bereits seit Jahren optoelektronische Sensoren die zonenspezifische Düngung „online“ durch indirekte Messung der N-Versorgung unterstützen, verfügt die Praxis derzeit noch nicht über vergleichbare Online-Verfahren im Bereich der Grunddüngung.

Allerdings zeichnen sich auf Basis entsprechender anwendungsorientierter Forschungs- und Entwicklungsarbeiten neue Wege ab, wie über multitemporale satellitengestützte Mapping-Ansätze Grunddünger präziser ausgebracht werden können. Der folgende Beitrag gibt einen Einblick, wie mit Hilfe moderner Satelliten-, Navigations- und Steuertechnik sowie neuer Softwarepakete aus dem Bereich der Spektroskopie der Einsatz von Grunddünger in naher Zukunft ggf. deutlich effizienter und damit auch im Sinne der gesellschaftlichen Forderungen auch nachhaltiger erfolgen kann.

Integrierte N-Düngung - angepasst und differenziert - Garant für hohe N-Effizienz

Arnim Grabo

Agri Con GmbH, Jahna

arnim.grabo@agrimon.de

Eine nicht angepasste Stickstoffdüngung führt zu erheblichen Umwelt- und Klimabelastungen. So sind in Deutschland z.B. ca. 30 % der Grundwasserkörper mit zu hohen Nitratgehalten belastet. Dabei sind erfolgreicher Pflanzenbau und Umweltschutz gut vereinbar. Eine integrierte N-Düngung - optimiert nach Menge, Zeit und Ort - führt sowohl zu hoher Wirtschaftlichkeit als auch zu hoher N-Effizienz und damit zu geringen Auswirkungen auf Klima und Umwelt.

Integriert:

Wirksamkeit der N-Düngung verbessern

Die Integrierte Düngung ist ein Systemkonzept, welches flexibel die unterschiedlichen Wachstumsbedingungen berücksichtigt. Die Stickstoffapplikation wird nicht isoliert betrachtet, sondern in Wechselwirkung mit der Grunddüngung, organischen Düngung und Zufuhr von Mikronährstoffen und Schwefel. Bei Mangelsituationen in einem dieser Nährstoffkomplexe, kommt es zu abnehmender Nährstoffverfügbarkeit.

Angepasst:

N-Bedarf sicher ermitteln

Speziell während der Vegetationszeit bietet sich die Anlage eines Düngefensters oder noch besser, die regelmäßige Messung (N-Monitoring) des N-Bedarf über den Nitrat- oder Chlorophyllgehaltes (Nitrachek, N-Tester) an.

Dass der N-Tester ein zuverlässiges Werkzeug für die N-Bedarfsbestimmung ist, bezeugen über 200 N-Steigerungsversuche, die das Institut für Pflanzenernährung und Umweltforschung Hanninghof seit 1993 jährlich durchgeführt hat. Sie bescheinigen dem Werkzeug eine Treffsicherheit von +/- 3 % zum Optimum. Für eine Düngeempfehlung genügt bereits die Messung von nur 30 Blättern. Generell eingesetzt wird der N-Tester während des Schossens und Ährenschiebens. Bis zu einem gewissen Entwicklungsgrad der Bestände ist auch die Ermittlung der Qualitätsgabe mit dem N-Tester möglich.

Differenziert:

Teilflächenspezifisch düngen mit dem YARA N-Sensor

In Verbindung mit einem N-Monitoring behält der Landwirt den Düngebedarf seiner Bestände stets im Blick. Zeitpunkt und Höhe der N-Gabe lassen sich exakt ermitteln. Der Einsatz des YARA N-Sensors hilft, die Düngeempfehlung in die Teilfläche optimal umzusetzen. Das System misst die N-Aufnahme, unabhängig von der Art, Sorte, dem EC-Stadium und der Saatstärke. Die N-Aufnahme hat eine enge Beziehung zur optimalen N-Düngermenge und ist damit am besten für die teilflächenspezifische Düngung geeignet.

Ergebnis:

Auf Dauer deutlich ausgeglichene N-Bilanzen

In einer Stichprobe hat Agri Con 2012 den Einfluss des YARA N-Sensors auf die N-Bilanz untersucht. Betrachtet wurden in sechs Betrieben jeweils drei Jahre vor und nach Einführung der Sensortechnik. In allen Fällen zeigte die Kurve bereits im ersten Einsatzjahr eine wesentliche Verbesserung der N-Bilanzen. Mit zunehmender Nutzung der integrierten Düngung stabilisiert sich das Niveau auf dauerhaft unter 60 kg N/ha. Dass das nicht zu Lasten des wirtschaftlichen Ergebnisses geht, zeigen langjährige und vielfältige Versuche. Beim Vergleich zur ortsüblichen Düngung wurden mit dem Ansatz durchschnittlich 6 % höhere Erträge bei ca. 12 % weniger N-Einsatz erreicht.

Biotechnological and agrochemical methods of growing soya beans in the conditions of the belarusian paisesse

Prof. Dr. Viktor Bosak

Belarusian State Technological University

bosak1@tut.by

In the studies on the sod-podzolic loamy sandy soil in the conditions of the Belarusian Paisesse, the application of mineral fertilizers $N_{30-70}P_{40}K_{90}$ increased the yield of green mass of soya beans by 5.39-10.94 t ha⁻¹ with a total yield of 10.94-16.13 t ha⁻¹, a content of raw protein of 11.1-14.9% at somewhat higher rates of productivity in the cultivation of the variety of soya beans as Pripyat.

During the cultivation of soya beans into the grain the application for cultivation $N_{30-70}P_{40}K_{90}$ increased the productivity by 1.01-1.78 t ha⁻¹ with a total yield of 2.12-2.96 t ha⁻¹, payback period of 1 kg NPK 6.3-9.3 kg of grain, the content of raw protein 27.9-33.1%, fat – 17.0-17.5% with better rates of productivity when adding $N_{50}P_{40}K_{90}$ into the studies with the variety of soy beans as Pripyat.

Unrooted cultivation of crops of soya beans under $N_{30}P_{40}K_{90}$ boric acid (300 g ha⁻¹) provided an increase of soybean yield by 0.30 t ha⁻¹, manganese sulphate (220 g ha⁻¹) – 0.18, ammonium molybdate (100 g ha⁻¹) – 0.27, a mixture of ammonium molybdate and boric acid (100 + 300 g ha⁻¹) – 0.32, a liquid complex fertilizer $N_5P_7K_{10}B_{0.15}Mo_{0.01}$ – 0.37-0.43, a regulator of growth epin – 0.23-0.31 t ha⁻¹ with a total yield of 2.58-3.09 t ha⁻¹, a

content of raw protein of 30.4-33.0 %, fat – 17.4-18.2 %.

Inoculation of soya beans seeds with nitrogen-fixing (SoyaRiz) and phosphate-mobilizing (Phytostimofos) bacterial preparations increased grain yield by 0.39-0.68 t ha⁻¹ with a total yield of 2.46-2.96 t ha⁻¹, a content of raw protein of 29.0-33.4%, fat – 17.4-19.8% with potential savings of 20 kg ha⁻¹ operating substances nitrogen and phosphate fertilizers.

Literature

Босак, В.Н. Оптимизация питания растений / В.Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.

Давыденко, О.Г. Соя для умеренного климата / О.Г. Давыденко, Д.Е. Голоенко, В.Е. Розенцвейг. – Минск: Техналогія, 2004. – 173 с.

Параўнальная біялагічная каштоўнасць і амінакіслотны склад збожжавых і збожжаваструкавых культур у залежнасці ад выкарыстання мінеральных угнаенняў / В.М. Босак, Т.В. Каласкова, В.М. Мінюк, В.М. Марцэль // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2011. – № 4. – С. 46-51.

Применение удобрений при возделывании сои / В.Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2011. – 24 с.

Эфектыўнасць прымянення бактэрыяльных удобреньняў пры возделывании сои / В.Н. Босак [и др.] // Земляроства і ахова раслін. – 2011. – № 5. – С. 12-14.

Wirkung der Mineralstoffversorgung auf die photosynthetische Aktivität von Apfelblättern unter den Bedingungen der Zentralen Schwarzerderegion Russlands

A. I. Kuzin^{1,2}, Y. W. Trunov², E.M. Tsukanova²,
N. S. Vyazmikhina²

¹Staatliche Agraruniversität Mitschurinsk,

²Russisches Forschungsinstitut für Gartenbau I.V.

Mitschurin, Russland

kuzin@mgau.ru

Die Photosynthese spielt eine entscheidende Rolle bei der Ertragsbildung der Kulturpflanzen. Die photosynthetische Aktivität und der Prozess der Ertragsbildung sind eng mit Blattfläche und Chlorophyll-Gehalten der Blätter verbunden und stark abhängig von Licht, Boden- und Luftfeuchtigkeit, Temperatur sowie der Verfügbarkeit mineralischer Nährlemente. Ein Mangel an Stickstoff und Phosphor hat zum Beispiel einen erheblichen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Photosynthese und die Chlorophyllgehalte der Blätter.

Eine Optimierung der Mineralstoffversorgung ist ein wesentlicher Faktor bei der Erhöhung der photosynthetischen Kapazität. Der wichtigste Weg der Nährstoffversorgung ist die Aufnahme über die Wurzeln, die ca. 90 % der benötigten Menge an Makronährstoffen ausmacht.

Die restlichen 10 % des Pflanzenbedarfs können über Blätdüngung zugeführt werden. Eine wesentlich größere Bedeutung hat die Blätdüngung im Bereich der Mikronährstoffe. Bis zu 80 % der benötigten Menge an essentiellen Spurenelementen können so abgestimmt auf die phänologischen Phasen fristgerecht zugeführt werden.

Wir untersuchten die Wirkung verschiedener Düngungsverfahren in Apfelplantagen des Russischen Forschungsinstitut für Gartenbau I.V. Michurin und dem Lehrbetrieb „Komsomolez“ der Staatliche Agraruniversität Michurinsk. Bei den Stämmen Welsy/B118, Synap Orlovskiy/B118, Zhigulevskoe/B396 und Zhigulevskoe/B118 werden Effekte auf die gebildete Blätfläche, Chlorophyllgehalte sowie die Aktivität der Photosynthese bestimmt.

Eine Erhöhung die Verfügbarkeit mineralischer Nährstoffe führte zu einem Anstieg der Blätfläche der Pflanzen (um ca. 15-20 %) sowie zu einer Zunahme der Chlorophyllgehalte (um bis zu 12 %). Das erhöht die biologische Kapazität der Pflanzen und auch die wirtschaftliche Produktivität.

Zur genauen Beurteilung des Ernährungszustandes der Pflanzen wird eine Chlorophyll-Fluoreszenz-Messung eingesetzt. Eine Optimierung der Nährstoffversorgung der Pflanzen zur Stabilisierung des funktionellen Status der Apfelbäume wird insbesondere bei Anwendung der Blätdüngung in Kombination mit Fertigation (Applikation von Mineräldünger mit Bewässerungswasser) erreicht.

Impact of weather conditions and fertilizers on growth and yield potential of cereal

Svitlana Kalenska, Roman Kovalenko, Ievgenii Kachura, and Natalia Novitska

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev

inter@nauu.kiev.ua

Rapid and sustained growth of winter wheat grain production and improving of its quality is a key problem in agriculture. Introduction of highly productive varieties of winter wheat into production on a background of crops sown areas structure diversification, which lay in significant changes in the structure of the winter wheat predecessors, requires justification of productivity formation levers through biological and technological characteristics of each variety. Formation of the yield biological potential features for varieties and their implementation depending on environmental factors and elements of cultivation technology is a key issue for today.

The aim of research was to determine the peculiarities of yield formation for winter wheat varieties of new generation depending on fertilization and predecessor in crop rotation under conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Experimental work was carried out during 2008-2011 years in a stationary trial of the Crop Science Department of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine on typical black soil.

Weather conditions during the vegetation years show that there are changes in temperature regime and rainfall amount in autumn and spring- summer vegetation periods. There is a rise in air temperature in autumn period compare to average data, which in turn leads to an extension of the autumn growing season. Over the years of studies non uniform rainfall distribution should be noticed: some month amount of precipitation exceeds average data, some month the absences of precipitation were observed.

Application of nitrogen in several topdressings provides high range of formation and realization of plants morphogenetic potential with the low level of ear elements reduction – up to 5-9%. Increase in amount of differentiated and synchronically developed florets in winter wheat ears provides by regulation of mineral nutrition range – from 5/3 florets on control up to 10/6 with application of P85K105+N60II+30IV+30VII+30X on V stage of ontogenesis.

Yield of wheat was determined by all researched factors. During the years of study share of such factors as “year”, “predecessor” and “variety” was relatively low – 13, 13 and 9% respectively. The highest increase in yield provides fertilization system – the share of “fertilizers” factor made up 65%. Depending on year, fertilization and predecessor yield of winter wheat varieties vary from 0.89 to 7.58 t/ha.

The highest yield all varieties was achieved with application of P85K105+N60(II)+N30(IV)+N30(VII)+ N30(X), in particular Батько – 7.42 and 7.21; Трипільська – 6.75 and 6.73; Brilliant – 7.37 and 7.58; Національна – 6.81 and 6.55; Вдала – 6.15 and 6.78; Артемiда – 6.32 and 6.49 t/ha respectively been placed after rape and soya as predecessors in different years. The close correlation between yield and fertilization rates ($r = 0.95-0.98$) was established.

Supply of plants with mineral nutrients has an integral influence on technological quality of grain – quality class of grain varies from IV to II. Protein content in grain increased from 10.6 to 14.2, gluten – from 21.9 to 30.9% depending on fertilization rate and variety. Quality of grain mainly determined by fertilization system – with application of P85K105+N60(II)+N30(IV)+N30(VII)+ N30(X) forms grain of second class of quality for Миронівська 65, Артемiда and Батько varieties sown after soya and Артемiди and Батько sown after rape.

Role of fertilizers and growth regulators in the improvement of winter wheat resistance to stress and yield

Viktor Kalenskiy and Lubov Gonchar

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev

inter@nauu.kiev.ua

Among the many factors that determine the productivity and quality of crops, an important place belongs to the growing technology. Concentration of resources in order to obtain maximal output from them requires integrated application of chemicals, and determination of their optimal ratio.

In solving the problem of development of modern crop production a significant role belongs to growth regulators. Modern growth regulators containing complex of biologically active substances that contribute to the metabolic processes in the soil and in plant organisms, increase plant resistance to adverse weather conditions, promote the use of extra capacity of inherent in them productivity and improve the quality of products grown.

The aim of our research was to determine the peculiarities of the productivity formation, technological quality of winter wheat grain depending on the use of fertilizers and growth regulators, effective combinations of their applications and determination of these factors impact on the increasing plant resistance.

Experimental work was carried out during 2010-2012 years in stationary trial of Crop Science Department of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine on typical black soil.

To improve efficiency of complex chemicals in technology of winter wheat growing with different fertilization rates the three-factor field trial was established. Factor A – “Variety”: 1. Національна; 2. Brilliant. Factor B – “Fertilization”: 1. Control (Treated with water); 2. Lamardor 400 FS, treatment of seed, 0.15 l/t; 3. Deimos, treatment of seed, 0.6 l/t; 4. Lamardor 400 FS + Deimos (0.15+0.6 l/t); 5. Deimos, treatment of seed, 0.6 l/t + Antistress, spraying of crop in autumn, 1.5 l/ha; 6. Antistress, spraying of crop in autumn, 1.5 l/ha. Lamardor 400 FS (Bayer Crop Science) - fungicide. Deimos (PE «ПКФ «Импторсервис») – growth regulator with fungicide action suitable for seed treatment and spraying during vegetation. Antistress (PE «ПКФ «Импторсервис») - growth regulator with cryo- and fungi-protective action and adaptogenic properties to plants overwintering.

During the autumn vegetation depending on fertilization and complex chemicals application morphological differences between the plants were observed. Essential differences in development of root system and intensity of tillering (side shoots formation) were detected. At the time of autumn vegetation termination amount of tillers per plant made up 5-6 with treatment of seed with Deimos compare to 1-2 on control variants.

The integral effect of macro- and micro-fertilizers, growth regulators is an intensification of production process that resulted in increasing of vegetative mass and dry matter accumulation and their rational redistribution between vegetative generative organs, intensity of efficiency of use of nitrogen, phosphorus and potassium, formation of efficient assimilation apparatus with prolonged period of functioning, increase in chlorophyll (a+b) and carotenoids. Application together of fertilizers and plant growth regulators provide increase in photosynthesis capacity of leaves up to 25 %.

Use of plant growth regulators as resistance inductors activates genetic protective functions of plant organism. Level of plants infestation with fungi infection (*Septoria ssp.* and *Fusarium ssp.*) decrease on 5-15 % together with limitation in their spreading. Protective effect increases with combine application of growth regulators and fungicides as seed treatment and spraying during vegetation together with simultaneous decrease in pesticides phytotoxicity.

N-Düngestrategien unter sich ändernden Witterungsbedingungen

Michael Fuchs

SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH, Landwirtschaftliche Anwendungsforschung, Cunnersdorf

Michael.Fuchs@skwp.de

Die sich verändernden Witterungsbedingungen stellen die Landwirtschaft vor neue Herausforderungen. Während von den steigenden Temperaturen eher positive Effekte zu erwarten sind, stellen vor allem schwankende Niederschlagsmengen und deren ungünstigere Verteilung ein schwerwiegendes Problem für Wachstum sowie Ertragsbildung und die damit verbundene N-Versorgung dar. Im Unterschied zu anderen Nährstoffen werden N-Dünger vorwiegend ab Vegetationsbeginn und während der Vegetation über mehrere Einzeldosen ausgebracht. Die 1. N-Gabe zu Vegetationsbeginn fällt dabei oft auf nahezu wassergesättigte Böden. Das Risiko von Stickstoffverlusten aus der Nitratform bei nachfolgenden Niederschlägen ist hoch und steigt, je mehr Stickstoff verabreicht wird. Bei nachfolgenden N-Gaben hingegen fehlt dann oft ausreichend Niederschlag selbst für das Eindringen des Stickstoffs in die Ackerkrume. Die Folge ist eine unzureichende N-Versorgung der Pflanzen verbunden mit geringeren Erträgen und N-Bilanzüberschüssen nach der Ernte. Es müssen also Lösungen gefunden werden, die nachhaltig zur Ertragssicherung beitragen und gleichzeitig potenzielle Umweltbelastungen reduzieren. In zahlreichen Versuchen konnte nachgewiesen werden, dass eine ammoniumstabilisierte N-Düngung hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten kann. Nitrifikationsinhibitoren bewirken sowohl kombiniert mit mineralischen als auch mit organischen Düngern eine verlangsamte Umsetzung des Ammoniumstickstoffs in die Nitratform.

Da sich die Pflanzen von beiden N-Formen gleichermaßen gut ernähren können, ist deren Versorgung stets gesichert. Ammonium-N ist im Gegensatz zu Nitrat durch Adsorption am Sorptionsträger des Bodens vor Verlagerung in tiefere Bodenschichten geschützt, jedoch durch Austauschvorgänge jederzeit pflanzenverfügbar. N-Gaben können deshalb zusammengefasst werden, ohne dass davon das Risiko einer Auswaschung ausgeht. Die ammoniumbetonte Pflanzenernährung bewirkt zudem eine N-Aufnahme entsprechend dem tatsächlichen aktuellen Bedarf. Übermäßiges vegetatives Wachstum wird dadurch vermieden, was bei späteren Trockenphasen von Vorteil ist. Der zu Vegetationsbeginn auf noch feuchten Boden als Vorrat verabreichte ammoniumstabilisierte Dünger verteilt sich in kurzer Zeit in der Wurzelzone und ist somit auch in nachfolgenden Zeiten mit Niederschlagsdefizit pflanzenverfügbar. Gerade unter trockenen Frühjahrs- und Sommerbedingungen wird so eine kontinuierliche Nährstoffbereitstellung abgesichert, was die Ertragsbildung begünstigt. In Feldversuchen erbrachten N-stabilisierte Dünger im Vergleich zu traditionellen mittlere Mehrerträge von 4 % und ebenso höhere N-Entzüge. In einem statischen Dauerversuch wurden speziell unter trockenen Bedingungen Ertragsvorteile zwischen 5 und im besten Fall 18 % erreicht. Die N-Düngung in den Versuchen erfolgte mit erhöhten Mengen vor oder zu Vegetationsbeginn bis hin zur Verabreichung des gesamten N-Bedarfes. Nur bei Wintergetreide mit hoher Ertragserwartung wurde nachfolgend noch eine weitere N-Gabe verabreicht.

Generell ermöglicht der Einsatz von Nitrifikationsinhibitoren eine größere Flexibilität hinsichtlich Termin, Gabenanzahl und Aufteilung der N-Düngermenge. Da die Zeitfenster für eine optimale N-Verteilung im Boden durch Trockenperioden im Frühjahr und Frühsommer kleiner werden, kann diese Flexibilität entscheidend zur Steigerung der Dünger-N-Effizienz und zur Vermeidung von N-Verlusten beitragen.

Präzisierung der Stickstoffdüngung zu verschiedenen Stadien des Weizens in Abhängigkeit von Standort und Bestandesentwicklung

Hansgeorg Schönberger¹, Bernhard Bauer²

¹N. U. Agrar GmbH, Schackenthal;

²Institut für Bodenkultur und Pflanzenbau e.V. (IfBP), Schackenthal

NU-agrar@NU-agrar.de

Die Ertragsbildung des Getreides vollzieht sich in den Phasen der Bildung der vegetativen Masse (Blätter, Triebe), der Anlage und Ausbildung der Speicherorgane (Ährentragende Halme mit Karyopsen) und der Kornbildung und Kornfüllung. Durch die Stickstoffdüngung wird der Mengenbedarf für die notwendige Proteinbildung ergänzt. Gleichzeitig greift die Stickstoffdüngung in die phytohormonelle Regulation ein und steuert somit die Ausbildung der Ertragsorgane und die Translokation der Assimilate in die Speicherorgane.

Somit lässt sich die Stickstoffdüngung nicht allein auf die Kalkulation des Mengenbedarfes reduzieren, auch die Terminierung der Stickstoffdüngung ist entscheidend für die Ertragsbildung.

Auf der Basis langjähriger Untersuchungen wurde in der N.U. Agrar GmbH ein praxistaugliches Verfahren zur Prognose der entscheidenden „kritischen Phasen“ der Entwicklung von Weizenbeständen entwickelt. Auf der Prognose der Bestandesentwicklung beruht das in den Beratungsbetrieben der N.U. Agrar GmbH eingeführte Verfahren zur Präzisierung der Stickstoffdüngung.

In dieses Verfahren gehen für die **Startgabe (N1) für den Bestandesaufbau** folgende Parameter ein:

- Zielbestandesdichte in Abhängigkeit von Sorte und Standort
- Feldaufgang und Entwicklung bis Vegetationsbeginn im Frühjahr
- N-Aufnahme bis Abschluss der Ährenanlage („Spitzenährchen“)
- N-Konzentration in der Wurzelzone, um die N-Aufnahme zu gewährleisten.
- gemessener $N_{\min}$ -Vorrat im bis zum Schossen nutzbaren Wurzelraum
- prognostizierte N-Nachlieferung (N_{mob}) bis EC 31

Für die **Ertragsdüngung (N2 für den Ertragsaufbau)** sind folgende Parameter notwendig:

- Ertragsziel und Proteingehalt
- Bestandesentwicklung 14 Tage vor Abschluss der Ährenanlage
- N-Aufnahme bis zur Blüte in Abhängigkeit von Ertragsziel und Proteingehalt
- N-Konzentration in der Wurzelzone
- gemessener $N_{\min}$ -Vorrat im gesamten Wurzelraum
- prognostizierte N-Nachlieferung (N_{mob}) bis EC 61

Der Termin der N_2 wird aufgrund der Bestandesentwicklung festgelegt.

Die **N-Spättdüngung (N3 für Ertrag und Qualität)** wird analog zu den vorherigen Schritten berechnet

- Ertragsziel und Proteingehalt
- Bestandesentwicklung im Fahrenblattstadium
- N-Aufnahme nach der Blüte in Abhängigkeit von Ertragsziel und Proteingehalt
- N-Konzentration in der Wurzelzone
- gemessener $N_{\min}$ -Vorrat im gesamten Wurzelraum
- prognostizierte N-Nachlieferung (N_{mob}) bis zur Reife.

Der Termin für die Spätgabe orientiert sich an den Standortverhältnissen.

Bei der hohen Bodenfeuchte deutete dies auf eine hohe Freisetzung von N_2 hin. Kalkulationen zu den im Feldversuch erfassten NH_3 - und N_2O -Freisetzungen ergaben, dass diese Verluste unter den geprüften Bedingungen (Lehmboden, Gärrestearbeitung) und nicht extremen Bodenfeuchten für die Landwirtschaft nicht relevant sind. Auch für die Umwelt (Klima) sind unter diesen Bedingungen diese Verluste im Vergleich zur CO_2 -Freisetzung unbedeutend. Bei hohen Bodenfeuchten sind dagegen die N_2O - und N_2 -Verluste für die Landwirtschaft und die N_2O -Freisetzung für die Umwelt bedeutsam.

Die Arbeiten wurden mit Mitteln des BMELV / FNR gefördert (FKZ 22025207)

Der Einfluss der Bodenfeuchte auf gasförmige N-Verluste aus dem Boden nach Gärrestdüngung

*Friedhelm Herbst¹, Jürgen Augustin², Bernd Apelt³,
Wolfgang Gans¹*

¹MLU Halle-Wittenberg, Professur für Pflanzenernährung,

²ZALF Müncheberg, Institut für Landschaftsbiogeochemie,

³UFZ Leipzig-Halle GmbH, Department Bodenphysik

friedhelm.herbst@landw.uni-halle.de

Innerhalb eines BMELV-Projektes zur Minderung der Freisetzung von klimarelevanten Gasen nach der Ausbringung von Gärresten wurde der Einfluss der Bodenfeuchte auf die gasförmigen N-Emissionen geprüft. Dazu fanden ein Mikroparzellenversuch auf Lehmboden bei Maisanbau und ein Laborversuch mit sandigem Lehm ohne Pflanzen bei Raumtemperatur statt. Die Bodenfeuchte wurde im Freilandversuch in 3 Stufen und im Laborversuch in 5 Stufen variiert. Die Applikation des Gärrestes erfolgte oberflächlich mit nachfolgender Einarbeitung in Höhe von äquivalent 92 bzw. 100 kg NH_4 -N/ha. Lachgas wurde über mehrere Wochen im Freilandversuch mittels Gashauben und im Labor mittels eines offenen Pumpsystems erfasst und gaschromatographisch analysiert. Die Erfassung von Ammoniak geschah mit den gleichen Systemen mittels Borsäure solange, wie solches auftrat. Analysiert wurde es potentiometrisch bei Titration mit Schwefelsäure. Zum Abschluss des Laborversuches erfolgte zusätzlich eine Analyse des mineralischen Stickstoffs im Boden.

In beiden Versuchen senkte eine zunehmende Bodenfeuchte die NH_3 -Freisetzung, sicherlich aufgrund der guten Löslichkeit des Ammoniaks im Wasser. Im Gegensatz dazu erhöhte die zunehmende Bodenfeuchte die N_2O -Freisetzung, offensichtlich aufgrund von Sauerstoffmangel. Zum Abschluss des Laborversuches lagen im Boden bei den niedrigsten und höchsten Bodenfeuchtegehalten die geringsten $N_{\min}$ -Mengen vor.

Arbeitskreis 2

Bodenbearbeitungs- und Aussaatssysteme zur Verbesserung der Wasser- und Nährstoffversorgung

Erkenntnisse aus dem Praxiseinsatz von Gülle-Strip-Till in Sachsen-Anhalt

Joachim Bischoff

*Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten
und Gartenbau (LLFG), Bernburg (Saale)*

joachim.bischoff@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de

Zielstellung der Streifenbearbeitung und gleichzeitiger Gülle-Unterflurdüngung ist die Stickstoff-Effizienz in Maisfruchtfolgen zu verbessern. Hierzu werden in Praxisversuchen Einsatzvarianten untersucht:

- Strip Till mit Herbstausbringung von 20 m³ Gülle-/Gärs substrat in einen stehenden Zwischenfruchtbestand ohne bzw. mit Nitrifikationshemmer (Piadin).
- Strip Till mit Frühjahrsausbringung von 20 m³ Gülle-/Gärs substrat in einen abgefrorenen Zwischenfruchtbestand ohne bzw. mit Nitrifikationshemmer (Piadin).
- Je Kubikmeter Gülle-/Gärs substrat werden 0,4 Liter Piadin zugesetzt, das entspricht 8 l/ha Piadin.

Es zeigte sich, dass bei ammoniumhaltigen Düngern durch den Zusatz von N-Stabilisatoren der überwiegende Teil des Stickstoffs auch über die Wintermonate in der stabilen Ammoniumform im Krumbereich (0-30 cm) erhalten bleibt und nicht in tiefere Bodenschichten verlagert wird. 125 Tage nach Gülleinjektion lag der Anteil von NH₄-N am N_{min} bei:

- 10 % ohne Piadin,
- 89 % mit Piadin,
- 11 % im unbearbeiteten und ungedüngten Reihenzwischenraum.

Das Gülle-/Gärs substrat-Depot in 25 cm Tiefe wurde von den Maiswurzeln 34 Tage nach der Aussaat bei Frühjahrsausbringung erschlossen. Die Maispflanzen befanden sich in EC 16. Wurde dagegen die gleiche Menge Gärs substrat im Herbst ausgebracht, waren es 43 Tage nach Aussaat als das Depot erschlossen wurde. Die „Piadinvariante“ zeichnete sich sowohl bei der Herbst- als auch Frühjahrsausbringung durch mehr Wurzelmasse und Wurzeltiefgang aus.

Praktische Erfahrungen zu Strip-tillage in der S. u. W. Agrar GmbH Bergzow

Jörg Schulze-Wext

S. u. W. Agrar GmbH, Bergzow

s.u.w.agrar.gmbh@t-online.de

Die S. u. W. Agrar GmbH Bergzow bewirtschaftet im Jerichower Land 1300 ha Ackerland und 200 ha Grünland. Neben Ackerbau und Rinderhaltung wird noch eine Biogasanlage mit Hydrolyseturm betrieben. Landwirtschaftlich bedeutsam ist die erhebliche Variabilität in den Jahresniederschlagsmengen: bei mittleren Jahresniederschlägen von 523 mm (Wetterstation Genthin) gab es wiederholt Jahre mit weniger als 450 mm. Auf den grundwasserfernen, wenig wasserspeicherfähigen lehmigen Sanden wird das Wasserdargebot immer mehr zum ertragsbegrenzenden Faktor. Im Mittelpunkt aller ackerbaulichen Maßnahmen steht deshalb die Verbesserung der Wassernutzungseffizienz: Dabei geht es darum, unproduktive Wasserverluste zu minimieren, die Speicherfähigkeit des Bodens zu verbessern und außerdem die Durchwurzelungstiefe durch eine Kombination biologischer und mechanischer Maßnahmen deutlich zu erhöhen.



Foto: Zwischenfruchtanbau und Streifenbearbeitung zu Mais. Im Maisanbau wird dies in der S. u. W. Agrar GmbH wie folgt umgesetzt:

- Ständige Bodenbedeckung mit Stroh und Zwischenfrüchten, um die Infiltration des Bodens zu verbessern und der unproduktiven Verdunstung vorzubeugen,
- Intensiver Zwischenfruchtanbau unter Einbeziehung von Tiefwurzeln, damit Anreicherung mit Humus und eine intensive biologische Verbauung,
- Vermeidung von Schadverdichtung durch das CTF-Verfahren,
- Vermischungsarme Bodenlockerung durch Streifenbearbeitung.

Aufgrund der langjährigen Erfahrungen im Bereich der konservierenden Bodenbearbeitung, der Direktsaat und des Zwischenfruchtanbaus wurde die S. u. W. Agrar GmbH Bergzow 2009 vom französischen Landtechnikhersteller Kuhn damit beauftragt, den Prototyp des Strip Till-Gerätes Striger in Sachsen-Anhalt zu erproben.

Der Striger wurde in den vergangenen Jahren an die spezifischen Anbaubedingungen angepasst und gemeinsam mit dem Landwirt weiterentwickelt und verbessert. Mit dem Streifenbearbeitungsgerät besteht nun die Möglichkeit, die schützende Bodenbedeckung zu erhalten und gleichzeitig in dem bearbeiteten Streifen optimale Wachstumsbedingungen für den Mais zu schaffen. Darüber hinaus wurden im Herbst 2011 Feldversuche zu Gülle-Strip-Till mit dem von Anton Hirl entwickelten Prototyp des heutigen XTill S durchgeführt. Im Frühjahr 2012 erfolgte dann der Einsatz eines der ersten serienmäßigen XTill S-Geräte von Vogelsang in der S. u. W. Agrar GmbH. Durch die Kombination von Strip-Tillage mit einer Gülleunterflurdüngung soll die Verwertung des Gülle-Stickstoffs durch den Mais verbessert werden, so dass Mineraldünger eingespart werden kann. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die nahezu vollständige Vermeidung der Geruchsbelästigung bei der Gülleausbringung.

Strip-tillage im Feldgemüsebau – Schutz vor Erosion und Austrocknung

A. Übelhör, N. Billen, W. Hermann, J. Morhard & W. Claupein

Universität Hohenheim

annegret.uebelhoer@uni-hohenheim.de

Bodenerosion, hervorgerufen durch Wasser, wird durch vermehrt auftretende Starkniederschläge zu einem immer größer werdenden Problem der Landwirtschaft.

Durch den großen Reihenabstand und den späten Bestandeschluss ist vor allem der Feldgemüsebau stark gefährdet. Die Bodenabträge sind beträchtlich und die Bodenqualität wird sehr in Mitleidenschaft gezogen. Im Rahmen des vom Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) geförderten Projektes „Entwicklung erosionsmindernder Anbauverfahren im Feldgemüsebau“ wird auf der Versuchsstation der Universität Hohenheim „Ihinger Hof“ und in verschiedenen Praxisversuchen auf der Filderebene seit 2010 unter anderem an dem konservierenden Bodenbearbeitungssystem „Strip-tillage“ im Feldgemüsebau geforscht.

Mit diesem Verfahren konnte 2011 bei Beregnungsversuchen bei Kopfsalatkultivierung der Bodenabtrag im Vergleich zu den konventionell gepflügten Varianten um das Fünffache reduziert werden. Um dieses bodenschonende Verfahren in der Gemüsebaupraxis zu etablieren, wurden verschiedene Modifikationen an dem Streifenlockerungsgerät (Horsch-Focus) und an der Pflanzmaschine (Checci & Magli) vorgenommen. Im Jahr 2011 konnten in einem Feldversuch bei Weißkohl mit einem Flächenertrag von 58 t/ha in der Strip-till Variante und 59 t/ha in der Pflugvariante keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den Verfahren festgestellt werden.

Die Pflanzstreifen werden nach der Getreideernte im Herbst mit einem automatischen Lenksystem (GPS-RTK) gelockert und die aufgezeichneten Spuren bei der Weißkohl- oder Kopfsalatzpflanzung im darauffolgenden Frühjahr für eine exakte Ablage der Jungpflanzen wiederverwendet.

Um eine gute und ausreichende Stickstoffversorgung der Jungpflanzen zu gewährleisten, wird seit 2012 eine Reihenstickstoffdüngung mit einer breitflächigen N-Düngung verglichen. Für die Reihendüngung wurde auf Grund des hohen Stickstoffbedarfs der Gemüsekultur (270 kg N/ha) die Stickstoffmenge in zwei Gaben geteilt, wobei die erste Gabe mit einer zweiten Lockerung im Frühjahr in den Pflanzstreifen appliziert wurde und die Zweite bei der Pflanzung durch das Schar in die Reihe unter die Pflanze abgelegt wurde. Mittels Untersuchungen zum Wurzel/Spross-Verhältnis, Bestimmung der Stickstoffgehalte in ober- und unterirdischen Pflanzenteilen, sowie einer Ertragsaufnahme soll die Hypothese einer höheren N-Aufnahme und eines gesteigerten Ertrages durch die platzierte Düngung überprüft werden.

Neben dem hohen Erosionsschutzpotenzial dieses Verfahrens, konnte in verschiedenen bodenkundlichen Untersuchungen in den Jahren 2010 bis 2012 gezeigt werden, dass durch die konservierende Bodenbearbeitung eine bessere Infiltration und Wasserleitfähigkeit erreicht wird, so dass der Niederschlag in tiefere Bodenschichten vordringen kann und somit Stauwasser, aber auch schnelles Austrocknen des Bodens durch die Strohaufgabe vermieden wird.

Das Strip-till Verfahren stellt für den Feldgemüsebau ein nachhaltiges Anbausystem dar, welches in Zukunft auf Grund von veränderten Anbau- und Klimabedingungen mehr und mehr an Bedeutung gewinnen könnte.

Schadverdichtungsgefährdung von Ackerböden unter besonderer Berücksichtigung des Bodenwassergehaltes

Jan Rücknagel, Olaf Christen

*Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,
Professur Allgemeiner Pflanzenbau/Ökologischer Landbau
jan.ruecknagel@landw.uni-halle.de*

Der Bodenwassergehalt stellt einen Schlüsselfaktor bei der Entstehung von Schadverdichtungen dar. Er unterliegt in der Regel einem Jahresgang, der prinzipiell durch sinkende Wassergehalte mit Beginn der Vegetation im Frühjahr, einem Minimum in den Sommermonaten und der Wiederauffüllung der Wassergehalte im Herbst charakterisiert ist. Die Ausprägung dieses Jahresverlaufs ist von der Lage des Standortes, der tatsächlichen Witterung und dem Vegetationsverlauf im einzelnen Jahr, den physikalischen Bodeneigenschaften und der angebauten Kulturart anhängig. Im Zuge des Klimawandels ist sicher davon auszugehen, dass die Schwankungen des Bodenwassergehaltes innerhalb eines Jahres zunehmen werden. Der Bodenwassergehalt beeinflusst einerseits die mechanische Vorbelastung („Eigenstabilität“) als wichtiges Kriterium für die Stabilität von Böden gegenüber Druckbelastungen. Bei einem Bodenwassergehalt entsprechend der Feldkapazität ist die niedrigste Vorbelastung und damit höchste Verdichtungsgefährdung gegeben.

Mit abnehmendem Bodenwassergehalt und damit zunehmender Vorbelastung nimmt auch die Verdichtungsgefährdung insgesamt ab. Die Zunahme der Vorbelastung beruht dabei auf einer annähernd parallelen Verschiebung der in Laborversuchen ermittelten Druck-Setzungsfunktion in Richtung höherer Drücke. Zum anderen nimmt die Tiefenausbreitung des von landwirtschaftlichen Fahrzeugen verursachten Bodendrucks mit steigendem Wassergehalt zu, weil sich die Linien gleicher Hauptspannung stärker um die Lastachse konzentrieren. Bodenverdichtungen entstehen immer dann, wenn der Bodendruck die Vorbelastung zum gegebenen Zeitpunkt überschreitet. Sie müssen insbesondere im Unterboden vermieden werden, da sie langfristige Einschränkungen der Bodenfunktionen erwarten lassen und eine gezielte Melioration aufwändig, kostenintensiv und oft von geringer Nachhaltigkeit ist. Praxisnahe Versuche zeigen, dass auf vielen mitteldeutschen Ackerböden unter feuchten Bedingungen Radlasten von weniger als 6 t mit entsprechend angepassten Bereifungen und Reifeninnendrücken von 0,8-1,0 bar die notwendige Voraussetzung für die Reduzierung des Schadverdichtungsrisikos im Unterboden sind.

Bodenverdichtungen im Ackerbau- Beurteilen, Vermeiden und Beheben

Lars Heier

LEMKEN GmbH & Co. KG, Alpen

l.heier@lemken.com

Bodenfunktionen

In der Landwirtschaft ist der Produktionsfaktor Boden kaum vermehrbar. Der Boden stellt den Standort der Pflanzen dar und ist somit ein unverzichtbarer Produktionsfaktor. Durch größer werdende Geräte und Kombinationen in modernen Bearbeitungssystemen entsteht immer mehr der Zielkonflikt: Der Boden als Pflanzenstandort oder Fahrbahnbereich für die Maschinen.

Jede verantwortungsbewusste Landbewirtschaftung sollte den Erhalt oder die Verbesserung der standortspezifischen Ertragsfähigkeit des Bodens sichern. Daher ist eine nachhaltige Nutzung der Ressource Boden notwendig.

Bodenverdichtung

Durch vermehrte hohe Bodendrücke durch Gerätewirkung oder Überfahrten kann der Boden nachhaltig geschädigt werden. Dauerhaft sinkt das Porenvolumen und der nutzbare Wurzelraum wird reduziert. Bei starken Unterbodenverdichtungen spricht man von physiologischer Flachgründigkeit. Trotz eines ausreichenden Bodenraumes kann die Pflanzenwurzel diesen nicht erschließen. Die Beinigkeit der Zuckerrübe ist eine typische Reaktion.

Beurteilen und Einstufen von Bodendichten

Um Strukturschäden an Flächen zu erkennen, stehen dem Landwirt einige Feldmethoden zur Verfügung. Ein einfacher erster Indikator ist das unterschiedliche verzögerte Abtrocknen der unbedeckten Flächen im Frühjahr. So lassen sie sich leicht kartieren und im Frühsommer weitergehend untersuchen. Mit Hilfe einer Handsonde kann man die Tiefe und die Mächtigkeit möglicher Verdichtungen im Boden feststellen und die folgenden Bodenbearbeitungsmaßnahmen in Intensität und Tiefe darauf abstimmen.

Aufwändiger, aber auch aussagekräftiger, ist die Spatendiagnose. Mit ihr ist es möglich Struktur, Durchwurzelung und allgemeinen Zustand des Bodens zu beurteilen.

Ergänzend kann dann über die Abwurfprobe, den ausgehobenen Bodenziegel aus Hüfthöhe auf einen festen Untergrund fallen lassen, der Boden weitergehend beurteilt werden. Das Zerbrechen der Probe gibt Aufschlüsse über das Bodengefüge und den Strukturzustand.

Vermeiden von Bodenverdichtungen

Bodendruck verursacht eine Bodensetzung, bewirkt eine höhere Lagerungsdichte der Bodenfestsubstanz und das Porenvolumen nimmt ab. Für optimale Wachstumsbedingungen der Pflanzen ist es wichtig, auf die Richtwerte für Lagerungsdichte und Porenvolumen des Bodens zu achten. Zur Vermeidung ist besonders auf den richtigen Zeitpunkt des Geräteeinsatzes, das regelmäßige Wechseln der Arbeitstiefe sowie auf den richtigen Luftdruck des Traktors zu achten.

Technische Aspekte der Bodenlockerung

Besonders schwierig sind Verdichtungen zu beheben, die unterhalb der Krumbasis bzw. der regelmäßigen Bearbeitungstiefe liegen und die bodenphysikalischen Kennwerte dauerhaft verschlechtern. Erste Anzeichen einer Schadverdichtung kann das Auftreten einer so genannten Pflugsohle sein, eine Verdichtung an der Bodenbearbeitungsgrenze in der Krume.

Speziell bei der Behebung tiefer Verdichtungen wird der technische Aufwand deutlich größer und es muss auf den richtigen Zeitpunkt und eine nachhaltige Stabilisierung der Maßnahmen geachtet werden.

Erfahrungen der Gerbstedter Agrar GmbH bei der Vermeidung und Beseitigung von Schadverdichtungen

Wolfgang Beer

Gerbstedter Agrar GmbH

beer@agrar-gerbstedt.de

Die Gerbstedter Agrar GmbH bewirtschaftet als reiner Ackerbaubetrieb im östlichen Vorharz ca. 1.800 ha Ackerland bei einer durchschnittlichen Bodenwertzahl von 87. Grünland hat mit 1 % nur eine geringe Bedeutung. Getreide, Raps, Zuckerrüben und Erbsen sind die wichtigsten Anbaukulturen. Im Betrieb stand von Beginn an das Ziel, hohe Qualitäten für die Nahrungsmittelproduktion nachhaltig zu produzieren.

Mit einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 465 mm liegt der Betrieb im Zentrum des mitteldeutschen Trockengebietes. Dabei sind im unmittelbaren östlichen Vorharz oft extreme Witterungsbedingungen festzustellen. Dies sind kurzfristig starke und richtungswechselnde Winde und Niederschläge, lange Trockenfrostperioden im Winter aber auch lange Trockenperioden in der Vegetationszeit.

Diese Gegebenheiten erfordern entsprechende Maßnahmen, um die Wind- und Wassererosion sowie in deren Folge auch die Schadverdichtungen möglichst gering zu halten. Vor dreißig Jahren waren durch die damals vorherrschende Großflächenwirtschaft, die zur Verfügung stehende Technik sowie die teilweise staatlichen Zwänge im Anbau, noch erhebliche Schäden durch Wind- und Wassererosion sowie innerhalb der Ackerflächen große, nicht zu bewirtschaftende Flächen durch Nässe und Schadverdichtungen festzustellen.

Um unter diesen Bedingungen alljährlich eine ordnungsgemäße Bodenbewirtschaftung zu gewährleisten, wurden in den zurückliegenden Jahren kontinuierlich Investitionen in den Grabenerhalt und -ausbau, Dränagen, Windschutzstreifen, Wegebau, Landschaftselemente, Blühstreifenanbau und Anpflanzungen an den Feldfluren vorgenommen, die als Ausgleichsmaßnahmen für entsprechende Baumaßnahmen im Rahmen des sogenannten „Ökokontos“ beantragt, genehmigt und uns von Investoren zum Nachweis ihrer Ausgleichsmaßnahme bezahlt werden.

Im Ackerbau wurde 1988 begonnen und nach der Wende konnte durch die zunehmend zur Verfügung stehende Technik ab 1992 zu 100 % die nicht wendende Bodenbearbeitung und damit die durchgängige Mulchsaattechnik bei allen Kulturen angewendet werden. Eine Ausnahme bilden neu hinzukommende Flächen, die gepflügt werden. Damit wurde das Ziel verfolgt, die Feldgefügestruktur zu verbessern, eine rasche Wasseraufnahme bei gegebenen Niederschlägen einerseits und andererseits eine möglichst stabile Wasserversorgung für die Pflanzen zu gewährleisten, den Feinbodenabtrag bei starken Winden und Niederschlägen zu verringern (Wind- und Wassererosion) sowie die Kosten für die Bewirtschaftung zu verringern.

Von 1992 bis 1996 wurden jährlich ca. 20 % der Ackerflächen mit dem Tiefengrubber (bis 90 cm Tiefe) aufgelockert, um die damals vorherrschenden Schadverdichtungen zu beseitigen. Im gleichen Zeitraum wurde bei den Traktoren für die Bodenbearbeitung und Bestellung kontinuierlich auf Terrabereifung umgestellt sowie auf den Anbau von Zwillingsreifen bzw. Großreifen mit großen Aufstandsflächen mit niedrigem Reifendruck gesetzt. Bei der Zuckerrüben-ernte wird der Roder „Maxtron 620 mit Entblätterung FM 270“, welcher mit einem Raupenlaufwerk ausgestattet ist, eingesetzt.

Die Technologien in der Getreide-, Raps- sowie Zuckerrübenproduktion wurden durch entsprechende Investitionen zunehmend so entwickelt, dass eine gleichmäßige Stroh- bzw. Blattverteilung und eine möglichst nur einmalige Überfahung, außer bei den angelegten Fahrgassen, erfolgt. Der Bodendruck wird durch die o. g. Fahrwerksausstattung so gering wie möglich gehalten. Eine ausreichende Technikausstattung und somit eine hohe Schlagkraft zu optimalen Bewirtschaftungszeitpunkten ist ebenfalls Voraussetzung, Schadverdichtungen entgegenzuwirken. Zur Anlage der Fahrgassen (2,25 m breite Fahrspur mit 36 m Abstand) und zur Arbeitsbreiteneinhaltung

ist die jeweilige Technik mit GPS ausgerüstet. Die Fahrgassen werden nach Aberntung mit einem Fahrgassen- Tiefengrubber mit Nachlaufwalze aufgelockert. Mit Zuckerrübenmieten zeitweise belegte Felldränder werden beräumt und ebenfalls mit Tiefenlockerer aufgelockert.

Seit 1996 wird im Rahmen der Dienstleistung durch die Firma „Agricon“ eine kontinuierliche Bodenbeprobung mit dem Bodenscanner durchgeführt und entsprechende Düngungskarten für die Grundnährstoffe erstellt. Bei der Stickstoff- und Grunddüngung wird teilflächenspezifisch mit GPS-Überfahrungsabschaltung gedüngt. Gleiche Voraussetzungen bietet die selbstfahrende Pflanzenschutzspritze.

Zur Beurteilung unseres Bodens wird jeweils an verschiedenen Stellen eine Analyse des Gefüge-Zustandes vorgenommen, um so die Planung der geeigneten Vorgehensweise für die Bodenbearbeitung vorzunehmen. Dazu bedienen wir uns der Tafel zur einfachen Feldgefügeansprache, die vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, in Braunschweig entwickelt wurde.

Da in den mitteldeutschen Trockengebieten in besonders trockenen Jahren auch das Massenaufkommen von Feldmäusen nicht ausgeschlossen werden kann, ist bei der durchgängigen pfluglosen Bewirtschaftung von enormer Bedeutung, dass ein Großscheibengrubber mit gezackten Scheiben und einer möglichen Arbeitstiefe von 18 cm zur Verfügung steht. Der Einsatz erfolgt nur bei Feldmausbesatz und unmittelbar nach Aberntung. Dieser hat sich im Betrieb bewährt. Zur verdeckten Feldmausbekämpfung wird, wenn notwendig, unmittelbar nach Aussaat im Randbereich das Rohrgrindellegegerät mit Kanalrohr und Andruckwalze eingesetzt.

Durch die Umsetzung der oben genannten Darlegungen konnten wir in Laufe der Jahre erreichen, dass in unserer Feldflur kaum nennenswerte Wind- und Wassererosionsschäden sowie Schadverdichtungen festzustellen sind.

Dies wurde zum Beispiel nach dem großen Unwetter am 11. September 2011 (67 mm Niederschlag in 20 min) sichtbar, wo es auf Flächen von Landwirten, die kein konsequentes Bodenmanagement betreiben, zu erheblichen Bodenabträgen in unserer Region kam, die teilweise größere Schäden verursachten.

Die erzielten Ergebnisse im Betrieb zeigen eine stetig wachsende Effizienz bei allen Kulturen. Im Interesse einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung und damit der Sicherung einer langfristigen Effizienz der landwirtschaftlichen Produktion von Rohstoffen für die Nahrungs-, Futter- und Energieproduktion gilt es, kontinuierlich an der Vermeidung und Beseitigung von Schadverdichtungen bei unserem wichtigsten Produktionsmittel zu arbeiten. Unsere Erfahrungswerte wurden dargelegt. Für neue weiterbringende Erkenntnisse sind wir jederzeit offen und dankbar.

Bodenwasserhaushalt eines schwach schluffigen Sandbodens in Beziehung zur organischen Bodensubstanz

Thomas Gäbert¹, Frank Ellmer¹, Michael Baumecker²

Humboldt-Universität zu Berlin, ¹FG Acker- und Pflanzenbau,

²Lehr- und Forschungsstation Albrecht-Thaer-Weg 5

thomas.gaebert@agrar.hu-berlin.de

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff im Boden hat neben Veränderungen bodenchemischer und –biologischer auch Veränderungen bodenphysikalischer Parameter zur Folge. Letztere haben maßgeblichen Einfluss auf den Bodenwasserhaushalt. Um diese Zusammenhänge quantifizieren zu können, wurden im Statischen Nährstoffmangelversuch Thyrow bodenchemische Parameter, die Trockenrohdichte und ausgewählte Parameter des Bodenwasserhaushaltes (Porenvolumen, Porengrößenklassen, gesättigte hydraulische Leitfähigkeit und zweimal wöchentlich Wassergehalt) ermittelt. Der Nährstoffmangelversuch ist als einfaktorielle Blockanlage mit acht Prüfgliedern in vierfacher Wiederholung angelegt.

Nach 75 Jahren differenzierter organisch-mineralischer Düngung hat sich ein deutlich abgestufter C_{org} -Gehalt eingestellt. Während nach kombiniert organisch-mineralischer Düngung (NPK, Kalk und Stallmist) der höchste Gehalt von 806 mg 100 g⁻¹ vorliegt, weist die ungedüngte Kontrolle mit nur 305 mg 100 g⁻¹ eine starke Humusverarmung auf. Diese weite Differenzierung führt zu deutlichen Unterschieden bei verschiedenen bodenphysikalischen Parametern und damit auch zu einem wesentlichen Einfluss auf die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens. So weist der Boden der optimal versorgten Parzelle eine über 10 % geringere Lagerungsdichte und ein um 13 % größeres Gesamtporenvolumen auf. Damit wird durch fortgesetzte organisch-mineralische Düngung das Gesamtporenvolumen im Vergleich zur Kontrolle um 5,7 Vol.-% erhöht. Bei den Messungen im Feld konnte ein 2,5 Vol.-% (2011) bzw. 2,9 Vol.-% (2012) höherer Wassergehalt nach organisch-mineralischer Düngung festgestellt werden. Die Diskrepanz zwischen dem Labor- und den Feldwerten lässt sich im Wesentlichen mit den unterschiedlichen Anteilen der Porengrößenklassen und der damit verbundenen unterschiedlichen Wasserretention erklären. In Abhängigkeit vom Wasserbedarf der Pflanzen und den aktuellen Niederschlägen verliefen die Bodenwassergehalte in den Jahren 2011 und 2012 sehr dynamisch.

Einfluss der Dynamik der Bodenstruktur auf die Humusentwicklung am Beispiel des „Statischer Düngungsversuch“ Bad Lauchstädt

Katrin Kuka, Uwe Franko

*Helmholtzzentrum für Umweltforschung (UFZ)
Halle/Saale*

katrin.kuka@ufz.de

Der Humusgehalt von Böden bestimmt wesentlich die Bodenstruktur und beeinflusst damit die im Boden stattfindenden Prozesse und die Bodenfunktionen. Sowohl aus Gründen des Bodenschutzes, als auch im Rahmen der aktuellen Klimadebatte sind der Humus und die C-Sequestrierung in Böden von großem wissenschaftlichem Interesse.

Um die real existierenden Stabilisierungsmechanismen organischer Bodensubstanz im Boden besser abbilden zu können, wurde das CIPS (Carbon turnover In Pore Spaces) – Modell (Kuka et al., 2007) im Rahmen des SPP1090 „Böden als Quelle und Senke für CO₂-Mechanismen und Regulation der Stabilisierung organischer Substanz in Böden“ entwickelt, welches den Kohlenstoffhaushalt bodenstrukturabhängig behandelt. Dieses Modell wurde in das CANDY Modellsystem implementiert. Im CANDY_CIPS Modellsystem wurde außerdem ein Modul zur dynamischen Beschreibung der Bodenstruktur-Kennwerte integriert, die damit von Parametern zu Zustandsgrößen werden.

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der Modellierung der Wechselwirkung zwischen Humusumsatz und Bodenstrukturdynamik im Ackerboden. Für den Volldüngungsplot und die Kontrollvariante des „Statischen Düngungsversuches“ Bad Lauchstädt sollen Modellierungsergebnisse im Vergleich zu experimentellen Untersuchungen zur Dynamik von bodenphysikalischen Bodenparametern vorgestellt werden. Dabei geht es sowohl um die Langzeitdynamik als Folge der Änderung des C_{org}-Gehaltes als auch um die saisonale Dynamik aufgrund des Managements und des Klimas.

Kuka, K., Franko, U., Rühlmann, J. (2007): Modelling the impact of pore space distribution on carbon turnover Ecol.Modell. 208 (2-4), 295-306

Zwischenfrüchte - die Bodenkur zwischen den Früchten

Christoph Felgentreu

Deutsche Saatveredelung AG Lippstadt

felgentreu@dsv-saaten.de

Unabhängig von der Frage, ob eine Futternutzung der Zwischenfrucht erfolgt oder nicht, steht die maximale Gesamtbiomasseproduktion von Zwischenfrüchten im Vordergrund.

Dazu gehört auch oder insbesondere der Wurzelraum (Rhizosphäre).

Nur mit Hilfe von Zwischenfruchtmischungen sind wir in der Lage, den Wurzelraum effizient zu erschließen.

Die Hauptaufgabe der Wurzel besteht nach Lore Kutschera darin, die im Überschuss gebildeten Assimilate (z.B. Zucker, org., Säuren u.a.) an die Umgebung (Rhizosphäre) abzugeben, um im Gegenzug über Bakterien und Pilze (Beispiel Mycorrhiza) Nährstoffe zurück zu bekommen bzw. Pathogene abzuwehren (Antibiose).

Die wichtigste Quelle an Kohlenstoff und Energie für Bodenbakterien und Pilze stellen somit die Wurzelausscheidungen (Exsudate) dar. Die Pflanze wendet im Mittel der Kulturarten etwa 30 % ihrer Assimilationsleistung dafür auf. Diese Exsudate können eine hohe Pflanzenspezifität aufweisen. Das Wissen darüber ermöglicht es, die optimale Vorfruchtwirkung einer Pflanzenart auf die folgende Hauptfrucht zu nutzen.

Eine wichtige Voraussetzung für eine hohe Wurzelleistung ist allerdings auch, dass der Boden frei von Schadverdichtungen ist. Ziel sollte es deshalb sein, den Boden mittels tiefwurzelnder Arten nach unten zu erschließen und somit zu stabilisieren.

Die Auswahl der Pflanzenarten ist demzufolge von entscheidender Bedeutung. Eine ausgewogene Mischung aus Spross- (z. B. Gräser) und Pfahlwurzelern (z. B. Kreuzblütler) garantiert eine gute Ausnutzung des Wurzelraumes und fördert somit direkt die biologische Aktivität des Bodens und ermöglicht über die Artenzusammensetzung eine maximale und gezielte Exsudatbildung.

Energie- und ressourcenschonende Bodenbearbeitungs- und Aussaat- verfahren in Reihenkulturen

A. N. Zepljaew, M. N. Schaprow, W.A. Zepljaew,
Agraruniversität Wolgograd, Russland
vgsha-grishina@yandex.ru

Das Gebiet Wolgograd liegt in der streng kontinentalen Klimazone, für die hohe Temperaturen im Frühling und im Sommer bei nahezu fehlenden Niederschlägen typisch sind. Für die effektive Landwirtschaft wurde in der Region das System des Trockenackerbaus entwickelt.

Für den Anbau von Reihenkulturen (Mais, Sonnenblumen, Wassermelonen) spielen sowohl die Entwicklungen neuer Maschinen als auch die Modernisierung der vorhandenen Technik eine wichtige Rolle.

Der Grubber für das Jäten im Hackfruchtanbau wurde mit Rotorwerkzeugen für die Bodenbearbeitung in den Reihen und zwischen den Reihen ergänzt. Durch diese Modernisierung lässt sich Unkraut effektiv bekämpfen sowie der Energieaufwand reduzieren.

Um die Samenkeimung zu verbessern und eine zügige Jugendentwicklung zu gewährleisten, wurde eine Sämaschine entwickelt, die die Ablage vorgekeimten Saatguts ermöglicht.

Außerdem wurde die Sämaschine für die Ablage des Saatguts in verschiedene Tiefe optimiert. Auf diese Art und Weise wird auch unter ungünstigen Witterungsverhältnissen (Frost und Trockenwind im Frühling) eine ausreichende Samenkeimung gewährleistet.

Strategien der Aussaat und Bodenbearbeitung in einem Getreidevermehrungsbetrieb Niederschlesiens (Polen)

Dag von Kap-herr
KWS Lochow Polska
v.kap-herr@kws-lochow.pl

Die Strategien der Aussaat und Bodenbearbeitung sollen am Beispiel des Getreidevermehrungsbetriebes des Unternehmens KWS LOCHOW POLSKA dargestellt werden.

Das Unternehmen hat seinen Sitz in der niederschlesischen Ackerbauebene etwa 50 km südlich von Breslau (Wrocław) und gliedert sich in folgende Teilbereiche:

- Saatzeit
- Landwirtschaft
- Saatgutbereitung
- Vertrieb
- Verwaltung – Controlling

Der landwirtschaftliche Betrieb umfasst eine Fläche von knapp 1.600 ha. Angebaut werden Hybridroggen, Winter- und Sommerweizen, Winter- und Sommergerste, sowie Winterraps, Körnermais und Zuckerrüben. Der Schwerpunkt liegt in der Getreidevermehrung. In der Fruchtfolge werden jeweils im Wechsel Halmfrüchte (Getreide) und Blattfrüchte (Raps, Mais, Rüben) angebaut.

Das Produktionsverfahren Getreidevermehrung beginnt mit der **Ernte der Vorfrucht** (in der Regel Getreide), denn hier kann bereits ein Gefahrenpotential für die in zwei Jahren stattfindende Getreidevermehrung gelegt werden. Eine exakte Stroh- und vor allem Ausfallgetreideverteilung sind ebenso zwingend, wie eine unmittelbar nach dem Dreschen stattfindende flache Stoppelbearbeitung, mit dem Ziel, das Ausfallgetreide zum Keimen zu bringen, welches nach 10 bis 14 Tagen mit Glysofatprodukten (z.B. Round up) abgespritzt wird. Ein weiterer mitteltiefer Stoppelbearbeitungsgang dient in erster Linie zur Förderung der Strohhrotte.

Vor der Bestellung oder nach Aberntung **der Vorfrucht** (Blattfrucht) wird meistens der Pflug eingesetzt. Auf schweren Böden erfolgt ein Arbeitsgang zur Saatbettbereitung mit einem Kultivator oder einer Kreiselegge, gefolgt von der Aussaat mit einer Drillkombination. Noch vorhandener Getreidedurchwuchs in der Vorfrucht ist während der Vegetationsperiode gewissenhaft mit Grametiziden auszuschalten.

Zur Bestellung des **Vermehrungsgetreides** ist nach der Vorfrucht zu differenzieren. Nach Raps wird ein bis zweimal flach bearbeitet und vor der Aussaat erfolgt ein ca. 18 cm tiefer Grubberstrich. Nach Rüben genügt ein ca. 22 cm tiefer Arbeitsgang. Nach der Aberntung des Körnermaises muss das Maisstroh gemulcht, mitteltief eingearbeitet und eingepflügt werden. Bei der Aussaat des Vermehrungsgetreides ist die Drillmaschine nach jedem Sorten- und Fruchtwechsel gründlich zu reinigen.

Die Maßnahmen der Bestandesführung gleichen denen der Konsumkulturen, sind zur Qualitätssicherung eventuell etwas intensiver. Vor der Ernte sind alle Vermehrungskulturen auf Fremdbesatz zu kontrollieren und ggf. zu bereinigen. Ein schonender Drusch bei 14% Kornfeuchte trägt zur Sicherung der Keimfähigkeit bei. Dabei ist zu bedenken, dass das zu beerntende Saatgetreide wiederum die Vorvorfrucht für die kommende Getreidevermehrungsplantage darstellt. Der Kreis schließt sich.

1. Pflügen nach Mais und zu Raps
2. Gute Stoppelbearbeitung in Kombination mit Round up Behandlung mit dem Ziel das Ausfallgetreide zum Keimen zu bringen
3. Kombination Pflug – Pfluglos
4. Gründliche Ausfallgetreidebekämpfung in Blattfruchtanbau (Raps, Rüben, Mais)
5. Tiefenlockerung

Agrophysikalische Eigenschaften der Pflugschicht von Waldpodsolböden unter den Bedingungen des Oblast Kostroma

Petr A. Soldatov

Staatliche Agrar Akademie Kostroma, Russland

vmisx@nw.ksaa.edu.ru

Das System der Grundbodenbearbeitung in der Landwirtschaft des Oblast Kostroma schließt in der Regel eine tiefe Pflugfurche im Herbst ein. Jährlich werden auf diese Weise 90.000 - 120.000 Hektar bearbeitet. Dieses Verfahren trägt zur Schaffung einer lockeren Bodenschicht mit einer Dichte von 0,8–1,0 g/cm³ und einer Porosität von mehr als 60 % bei, die sich positiv auf die Speicherung der Bodenfeuchtigkeit auswirkt.

In der Regel sichert dieses Bodenbearbeitungssystem zu Beginn der Vegetationsperiode in der Bodenschicht von 0 - 100 cm einen Vorrat an nutzbarem Bodenwasser von 130 - 140 mm. Bei üblichen Niederschlagsmengen in der Frühjahrs- und Sommerperiode von 250 - 300 mm erleidet die Mehrzahl der landwirtschaftlichen Kulturen kein Feuchtigkeitsdefizit während der Vegetation und ist in der Lage, Erträge von bis zu 4 - 5 t/ha Futtereinheiten zu erzeugen.

In Trockenperioden dagegen, die in den zentralen Regionen Russlands alle 3 - 5 Jahre auftreten, reicht die Wasserspeicherkapazität der Waldpodsolböden häufig nicht aus, um die Pflanzen ausreichend zu versorgen. So standen z.B. im Juli 2010 (50 Tage im Sommer fast ohne Regen) dem Sommerweizen auf dem Versuchsfeld unseres Lehrstuhls in der Schicht von 0 - 100 cm nur 55 - 80 mm Wasser zur Verfügung, was zu starkem Trockenstress führte.

Als eine geeignete Methode zur Verringerung des negativen Trockenstresses bei konventioneller Bodenbearbeitung im Oblast Kostroma hat sich die Verbesserung der agrophysikalischen Eigenschaften der Pflugschicht sowie der tiefer liegenden Bodenschichten erwiesen. Das verlangt, sich mit den genetischen Besonderheiten des podsolbildenden Prozesses zu befassen.

Die Böden unseres Oblast verfügen in einer Tiefe von 25 - 60 cm über einen stark ausgeprägten Eluvialhorizont (E), der eine niedrige Wasserspeicherkapazität und einen Mangel an strukturbildenden Aggregaten aufweist.

Untersuchungen zur Verbesserung agrophysikalischer Eigenschaften bei konventioneller Bodenbearbeitung (25 - 27 cm Pflugfurche) wurden auf Waldpodsolböden des südwestlichen Teils des Oblast Kostroma durchgeführt. Sie basieren auf Feldversuchen der Agrar Akademie Kostroma, die seit 1969 laufen.

Derzeit verfügt die langjährig ungedüngte Kontrollvariante über einen Humusgehalt von 1,5 %. Der Pflughorizont dieser Versuchsfläche grenzt zudem in der Regel unmittelbar an den eluvialen Horizont.

Auf den Versuchsflächen, die von Beginn an organischen Dünger erhielten (30 t pro ha und Jahr) oder eine kombinierte organisch-mineralische Düngung (15 t organische Dünger + 60 kg N, 90 kg P₂O₅, 90 kg K₂O aus Mineraldünger pro ha und Jahr) wurden Humusgehalte von 3 % in der Krume erreicht. Von 2010 - 2012 in verschiedenen Varianten angelegte Bodenprofile zeigten zudem eine Verringerung des Eluvialhorizontes auf den Bereich 40 - 55 cm.

Bodenstrukturanalysen im Jahr 2010 zeigten weiterhin, dass der Anteil von Kluten mit mehr als 10 mm Durchmesser ohne Düngung bei 21 % lag, in den gedüngten Varianten dagegen nur bei 13 %. In diesen Varianten herrschten mit 67 % Makroaggregate von 0,25 - 10 mm vor, die eine wesentlich bessere Wasserspeicherkapazität haben. Im Trockenjahr 2010 standen hier in der Bodenschicht von 0 - 100 cm 120 - 130 mm nutzbares Wasser zur Verfügung, in der ungedüngten Variante dagegen nur 80 - 100 mm.

Im Ergebnis kann festgestellt werden, dass im Oblast Kostroma empfehlungsgemäße organische und mineralische Düngung bei konventioneller Bodenbearbeitung einen positiven Einfluss auf die agrophysikalischen Eigenschaften sowohl der Pflugschicht als auch der tiefer liegenden Bodenhorizonte hat und zur besseren Nutzung der Niederschläge beiträgt.

Arbeitskreis 3

Effiziente Bewässerung im Ackerbau

Maßnahmen und ökonomische Betrachtungen zur Bewässerung in Sachsen im Zuge des Klimawandels

Kerstin Jäkel

*Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie (LfULG)*

Kerstin.Jaekel@smul.sachsen.de

Unter den Bedingungen des Klimawandels wird Bewässerung zunehmend ökonomisch sinnvoll. Dabei weisen die Kulturen unterschiedliche Berechnungswürdigkeit auf. Neben den Auswirkungen für Sachsen wird kurz auf den Stand der Bewässerung in Sachsen eingegangen.

Es folgen Ausführungen zu Projekten, die sich mit Anpassungsmaßnahmen im Zuge des Klimawandels in Sachsen befassen.

Seit 2009 gibt es das Projekt „Untersuchungen zu pflanzenbaulichen Anpassungsstrategien und deren Wirtschaftlichkeit an den klimabedingten Trockenstress unter Nutzung wassersparender Verfahren der Bewässerung“. Hierbei werden praxisrelevante Daten zur Bewässerung in Sachsen auf vielfältige Weise ermittelt. In Kooperation mit Zalf und ATB wird ein Praxisversuch zu unterschiedlichen Beregnungsverfahren und zur Beregnungsteuerung durchgeführt. Mit Hilfe einer Befragung sächsischer Betriebe werden ökonomische Kennzahlen zur Beregnung ausgewertet.

Weiterhin gibt es seit 2006 einen Klimaanpassungsversuch am Versuchsstandort Baruth mit dem Titel „Entwicklung und Erprobung standortangepasster Anbausysteme für Sachsen unter dem Einfluss des Klimawandels“. Ein Prüffaktor des Versuchs ist die Prüfung der Berechnungswürdigkeit von verschiedenen Kulturarten. Hier werden Maßnahmen bezüglich Boden und Bodenwasser, Niederschlagsereignis und Düngung unter den Bedingungen von Bewässerung erläutert.

Innerhalb des EVA-Projekts existiert außerdem ein Unterprojekt zur Bewässerung.

Die Auswirkungen der Bewässerung auf das finanzielle Ergebnis werden am Beispiel dargestellt (kalkulatorische Betrachtungen zu verschiedenen Kulturen, erste Ergebnisse zu variablen Kosten aus der Befragung sächsischer Betriebe, Schwerpunkte für eine wirtschaftliche Beregnung).

Zum Abschluss werden zukünftige Schwerpunkte des Landes Sachsen bezüglich der Beregnung und Zukunftsaussichten dargestellt.

Landwirtschaftliche Verwertung von Klarwasser und gütegesichertem Klärschlamm - Das Braunschweiger Modell-

Heinrich Ripke

Abwasserverband Braunschweig

Heinrich.Ripke@abwasserverband-bs.de

Der 1954 als Wasser- und Bodenverband gegründete Abwasserverband Braunschweig betreibt im Norden von Braunschweig die landwirtschaftliche Verwertung von gereinigtem Abwasser (Klarwasser) auf einer Fläche von ca. 3000 ha. Mitglieder des Verbandes sind die Stadt Braunschweig und einige Gemeinden des Wasserverbandes Gifhorn als Abwasserlieferanten, sowie die Grundstückseigentümer des Gebietes, in dem das Klarwasser verwertet wird.

Ziel ist es, den Zusatzwasserbedarf der landwirtschaftlichen Kulturen wie Zuckerrüben, Mais und Getreide auf den sandigen und damit stark beregnungsbedürftigen Böden sicherzustellen, da insbesondere im Frühjahr und Sommer die natürlichen Niederschläge nicht ausreichen, um ein uneingeschränktes Pflanzenwachstum zu gewährleisten. Zur Verteilung des in der Kläranlage Steinhof des Abwasserverbandes vollbiologisch gereinigten Klarwassers ist das gesamte Gebiet in 4 Pumpwerksbezirke aufgeteilt und mit einem 120 km langen Druckrohrleitungsnetz erschlossen, an das die 165 Beregnungsmaschinen angeschlossen werden können.

Auch außerhalb der Vegetationszeit wird das Klarwasser verregnet und dient dann nach der Bodenpassage der Grundwasseranreicherung, sodass der Wasserhaushalt der Region erheblich entlastet wird. Diese Bodenpassage dient als weitere Reinigungsstufe des Abwassers, sodass der als Vorfluter dienende Fluss Oker unterhalb des Verbandsgebietes eine bessere Wasserqualität aufweist als oberhalb.

Der in der Kläranlage anfallende ausgefaulte Klärschlamm wird zum Teil in der Vegetationszeit dem Klarwasser wieder zugeetzt. Die darin enthaltenen Nährstoffe werden von den Pflanzen aufgenommen. Durch eine bereits seit den 80er Jahren konsequent umgesetzte Indirekteinleiterverordnung in Braunschweig ist die Schadstoffbelastung des Klärschlammes sehr gering. Als Beleg hierfür ist der Abwasserverband Braunschweig bundesweit der erste Kläranlagenbetreiber gewesen, bei dem der Klärschlamm und die Verwertung in der Landwirtschaft gemäß den Richtlinien der Qualitätssicherung landbauliche Abfallverwertung (QLA) zertifiziert wurde.

Zur Sicherung des Verwertungssystems von Klarwasser und gütegesichertem Klärschlamm, betreibt der Abwasserverband seit 2007 eine Biogasanlage, in der Energiepflanzen, die Landwirte im Verbandsgebiet anbauen, in Biogas umgewandelt werden. Dieses Biogas wird in einer Leitung zu einem Kraftwerk in Braunschweig transportiert und dort in Strom und Wärme umgewandelt. Es besteht somit ein Kreislauf, bei dem durch die Nutzung des Abwassers der Braunschweiger Bürger Energiepflanzen erzeugt werden, die über die Umwandlung in Biogas Strom für 5000 Haushalte und Wärme für 1500 Haushalte liefern.

Klimawandel und seine Konsequenzen – eine Herausforderung für den Gemüsebau

Nadine Schmidt, Jana Zinkernagel

Fachgebiet Gemüsebau, Forschungsanstalt Geisenheim

Nadine.Schmidt@fa-gm.de; J.Zinkernagel@fa-gm.de

Der Klimawandel wird zukünftig einen starken Einfluss auf die Landwirtschaft in Hessen haben (Berthold 2008). Um die Auswirkungen des Klimawandels und die damit verbundenen Veränderungen des Bewässerungsmanagements und des Zusatzwasserbedarfs konkret für die stark beregnungswürdige Sonderkultur Gemüse aufzuzeigen, bedarf es einer Projektion der zu erwartenden Entwicklung des regionalen Klimas. Diese beinhaltet eine Auswertung der Veränderungsintensität von Niederschlag und Verdunstung in Bezug auf die klimatische Wasserbilanz, sowie der niederschlagsfreien Zeiträume. Es zeigt sich, dass für klimatisch unterschiedliche Gemüseanbauregionen potenziell zukünftige Szenarien des Wasserbedarfs und der Wasserversorgung zu ermitteln sind, um kultur- und flächenspezifisch die Beregnungsmenge und ihre zeitliche Verfügbarkeit abzuschätzen. Diese gemeinsame Studie mit dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie untersucht deshalb die Klimafolgen für die gemüsebaulich wichtige Anbauregion „Hessisches Ried“.

Zur Bemessung der Bandbreite von zukünftig möglichen Klimaänderungen werden sowohl statistische als auch dynamische Regionalmodelle ausgewertet: WETTREG 2010 (Wetterlagen-basierte Regionalisierungsmethode), REMO und CLM, angetrieben durch die globalen Klimamodelle ECHAM5 und HadCM3 für das Szenario A1B. Die Simulationen umfassen den Zeitraum von 1971 bis 2100, wobei die Validierung anhand der Dekade 1971 – 2000 erfolgt.

Für die Jahresniederschläge zeigen die betrachteten Klimamodelle übereinstimmend nur geringe Veränderungen auf. Bezogen auf die zukünftige Niederschlagsverteilung simulieren alle innerhalb der Studie verwendeten regionalen Klimamodelle bis 2100 eine starke Umverteilung von Sommerniederschlägen (rund -30 %) hin zu Winterniederschlägen (fast +40 %). Zudem muss mit einer Zunahme niederschlagsfreier Zeiträume gerechnet werden. Im Bezugszeitraum wurden zwischen 1971 und 2000 Trockenperioden mit einer Dauer von 30 Tagen oder mehr Tagen registriert. Folgt man dem Trend der Simulationen, erhöht sich bis 2100 sowohl die Häufigkeit längerer niederschlagsfreier Zeiträume von mehr als 10 Tagen als auch die Andauer der Trockenphasen. Demnach weisen alle Simulationen einen Trend zu trockeneren Verhältnissen und zunehmend negativer klimatischer Wasserbilanz während der Vegetationsperiode hin.

Diese Veränderung der klimatischen Wasserbilanz bedingt, dass zukünftig noch stärker ein Ausgleich des Wasserdefizites durch Bewässerung stattfinden muss, um weiterhin eine effiziente Produktion im Freiland zu ermöglichen. Es gilt zu prüfen, inwiefern Bewässerungsverfahren und die Bewässerungssteuerung im Hessischen Ried anzupassen sind, um der erwarteten, erhöhten, räumlich und zeitlich variablen Sommertrockenheit zu begegnen.

Einsatz verschiedener Bewässerungsstrategien zur Sicherung des Ertragspotenzials im Gemüsebau unter den trockenen Bedingungen im Süden Russlands

*Jewgenij Aleksejewitsch Chodjakow,
Staatliche Agraruniversität, Wolgograd Russland
vgsha-grishina@yandex.ru*

Im Süden Russlands beträgt die jährliche Niederschlagssumme 300 mm, davon 200 mm in der Vegetationszeit. Dem steht eine potenzielle Evapotranspiration von 900 mm gegenüber. Folglich ist der Gemüseanbau nur mit Bewässerung möglich.

In diesem Zusammenhang war die Hauptaufgabe unserer Untersuchungen (1998-2000) Bewässerungsstrategien für eine geplante Ernte von Tomaten in Höhe von 40, 60, 80 bzw. 100 t/ha zu entwickeln. In den Jahren 2002-2005 wurde die notwendige Bewässerungsintensität für die Produktion von 70, 80 bzw. 90 t/ha Tomaten sowie 50, 60 bzw. 70 t/ha Paprika und Auberginen geprüft. Dabei sind die jeweiligen Niederschlagssummen zu berücksichtigen und die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit sowie Umweltsicherheit zu gewährleisten.

Die Untersuchungen wurden auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb „Gornaja Poljana“ (Bergwiese) der Staatlichen Agraruniversität Wolgograder auf mittel- und schwerlehmigen, nicht salzigen hellbraunen Böden mit Humusgehalten von 1-2 % durchgeführt.

Die Jahre 1998, 1999, 2002, 2003, 2004 waren strenge Dürrejahre, weil die hydrothermische Wertezahl (Verhältnis der Niederschlagssumme zu Temperatursummen während der Vegetationszeit) unter 0,4 lag. Im Unterschied zu diesen Jahren war das Jahr 2005 ein Dürrejahr, das Jahr 2000 war dagegen ein feuchtes Jahr.

Während der Untersuchungen wurden das Bewässerungsschema, die zu dosierende Düngemittelmenge sowie Pflanzschema und Pflanztermine bestimmt, um die vorgesehene Ernte zu erzielen.

Die Untersuchungen zeigten eine Verbesserung der Gehalte an verfügbarem Stickstoff-, Phosphor und Kalium im Boden.

Es wurde ein Bewässerungsschema für Gemüsekulturen mit der Berechnungsmaschine «Fregat», entwickelt, das Wassererosion, Bodenversalzung und Bodenverschlämmung vermeidet.

Entwicklung der Beregnungsbedürftigkeit landwirtschaftlicher Kulturpflanzenarten vor dem Hintergrund des Klimawandels

Falk Böttcher¹, Friederike Lilienthal², Benjamin Hage², Marian Müller³, Kerstin Jäkel⁴

¹Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie Außenstelle Leipzig, ²Meteorologisches Institut, Universität Leipzig, Deutschland, ³Geographisches Institut, Universität Leipzig, Deutschland, ⁴Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Leipzig

Falk.Boettcher@dwd.de

Einführung

In Anbetracht der steigenden Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten auf den Weltmärkten und des globalen und regionalen Klimawandels gewinnt das Thema Beregnungsbedürftigkeit landwirtschaftlicher Kulturpflanzenarten zunehmend an Bedeutung. Die zusätzliche Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen zum Ausgleich von ausbleibenden Niederschlägen in Phasen extremer Trockenheit stellt eine wichtige Maßnahme zur Vermeidung von Ertragsminderungen und –ausfällen dar. Damit liefert sie einen wesentlichen Beitrag zur Qualitäts- und Ernährungssicherung. Untersuchungen der vergangenen und zukünftigen Entwicklung der Beregnungsbedürftigkeit bestimmter landwirtschaftlicher Kulturpflanzenarten in Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen geben eine Entscheidungshilfe, ob in Zukunft zusätzliche Beregnungsmaßnahmen durchgeführt werden sollten.

Methodik

1. Wahl repräsentativer Wetterstationen für Standortregionen
2. Festlegung der Anbaukulturen (nach Bodenverhältnissen)
3. Modellierung von Tageswerten der Bodenfeuchte mittels Bodenwasserhaushaltsmodell METVER (Inputdaten: Meteorologische Messwerte von 1961 bis 2010, Projektionsdaten regionaler Klimamodelle (CLM, STAR, WEREX IV, WETTREG2006, WETTREG2010) von 1961 bis 2050)
4. Klassifizierung der Beregnungsbedürftigkeit durch drei Grenzwerte der Bodenfeuchte, Bestimmung der Anzahl der Tage pro Jahr im Vegetationszeitraum jeder Fruchtart mit Bodenfeuchten unter den Grenzwerten, Mittelung über 10-Jahres-Intervalle, Trendanalyse mittels linearer Regression und Trend-Rausch-Verfahren.

Ergebnisse

Die regionalen Klimamodelle liefern recht differenzierte Aussagen über die Entwicklung der Beregnungsbedürftigkeit. Insbesondere das dynamische Modell CLM weist eine kontinuierliche starke Unterschätzung der beregnungsbedürftigen Tage im Vergleich zu den Messwerten auf. Am besten stimmen die auf den WETTREG-Daten basierenden Werte mit den messwertbasierten Berechnungen überein.

Bei Betrachtung der unteren Grenze der optimalen Wasserversorgung (50 % nFK) tritt allgemein bis 2040 nur eine geringe Änderung der fruchtartspezifischen Beregnungsbedürftigkeit und erst danach eine starke Zunahme auf. Die anhand des Grenzwertes 30 % nFK bestimmte Beregnungsbedürftigkeit nimmt bereits in den kommenden drei Dekaden leicht zu und zeigt ab 2040 ebenfalls eine starke Zunahme. Der Trend der Veränderungen der Beregnungsbedürftigkeit ist je nach Standort, Kulturpflanzenart und regionalem Klimamodell schwach signifikant bis hoch signifikant.

Methoden zur operativen Steuerung des Zusatzwassereinsatzes in der Pflanzenproduktion - Stand und zukünftige Herausforderungen

Karl-Otto Wenkel

*Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.
Müncheberg, Institut für Landschaftssystemanalyse
karlotto@zalf.de*

Die Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft haben sich in den vergangenen Jahren stark gewandelt. Extensive Produktionsverfahren verlieren an Vorzüglichkeit, während intensive auf ein hohes Ertragsniveau ausgerichtete Produktionsverfahren an Wettbewerbskraft gewinnen. In diesem Zusammenhang erweist sich Wasser zunehmend als begrenzender Produktionsfaktor. Wasser steht auch in Deutschland nicht unbegrenzt zur Verfügung, so dass mit dieser Ressource verantwortungsvoll umgegangen werden muss. Der Klimawandel verstärkt diese Problematik noch. Sowohl eine Über- als auch einen Unterversorgung der Pflanzenbestände mit Wasser kann das Betriebsergebnis negativ beeinflussen. Daher gilt auch bei der Bewässerung das gleiche wie bei der Düngung: „Nur bei einer richtigen Dosierung wird sie sich rentieren.“ In der Praxis wird die Bedeutung einer bedarfsorientierten Zusatzwassereinsatzsteuerung häufig unterschätzt. Zu oft erfolgt der Bewässerungseinsatz noch auf der Grundlage von Erfahrungswerten der Landwirte. Das liegt einerseits an fehlenden Sachkenntnissen und andererseits daran, dass Bewässerungsfehler häufig nicht oder zu spät erkannt werden. Es ist deshalb eine Frage der Zukunftssicherung und ein wichtiger Aspekt der Nachhaltigkeit, das Wasser hoch effizient und umweltschonend einzusetzen und die Nährstoffverlagerung in den Bereich unter der Wurzelzone so weit wie möglich zu verhindern. Nur durch eine objektiv begründete Bewässerungseinsatzsteuerung in Verbindung mit einer zunehmend verbesserten Bewässerungstechnik können hohe und stabile Erträge in der gewünschten Qualität und mit möglichst geringen Kosten erzielt werden.

Bewässerung steuern heißt zu entscheiden, ab wann, mit welchen Einzelgaben, in welchen Zeitintervallen und in welchem Zeitraum der Pflanzenentwicklung zu bewässern ist, um ein optimales Pflanzenwachstum zu sichern und eine Belastung des Grundwassers durch einen bewässerungsbedingten Nährstoffeintrag zu vermeiden.

Für eine objektivierte fruchtart- und schlagspezifische Bewässerungssteuerung stehen inzwischen zahlreiche Methoden, Berechnungsansätze und Messgeräte (Sensoren) zur Verfügung. An neuen Lösungen für eine intelligente funkbasierte Bewässerungssteuerung wird gearbeitet. Welche Lösungen zu bevorzugen sind, hängt häufig von den konkreten Anwendungsbedingungen ab. Alle Verfahren haben Vor- als auch Nachteile. In dem Vortrag wird der Versuch unternommen, den gegenwärtigen Entwicklungsstand auf dem Gebiet der operativen Bewässerungssteuerung darzustellen und bezüglich ihrer Anwendungspotentiale unter Berücksichtigung praktischer Anforderungen zu bewerten. Ein Blick in die Zukunft rundet den Beitrag ab.

Selbststeuernde Unterflurbewässerung – Vom Tonkrug zum Kunststoffrohr

Andrea Dührkoop, Oliver Hensel

*Universität Kassel, Fachgebiet Agrartechnik
andrea.duehrkoop@uni-kassel.de*

Unter Einfluss des gegenwärtigen Klimawandels muss in den nächsten 25 Jahren der landwirtschaftliche Wasserverbrauch um 10 bis 20 % gesenkt werden. Gleichzeitig ist als Folge des Bevölkerungswachstums eine Steigerung der weltweiten Nahrungsmittelproduktion um ca. 45 % erforderlich. Eine besondere Rolle kommt dabei deshalb dem effizienten Einsatz des Bewässerungswassers zu.

Der Bewässerungslandwirtschaft wird unterstellt, nur einen relativ geringen Teil des Bewässerungswassers wirklich produktiv den Pflanzen zuzuleiten, und erhebliche Teilmengen durch Verdunstung und Tiefensickerung zu verlieren. In vielen Bewässerungssystemen erreichen nur etwa 25 bis 30 % des zugeführten Wassers auch tatsächlich die relevanten Nutzpflanzen (Lotze-Campen 2006).

Eine besondere Form der Wasserversorgung von Pflanzen stellt die Unterflurbewässerung dar. Eine bereits seit Jahrtausenden in China und in ariden sowie semiariden Gebieten verbreitete Sonderform der Unterflurbewässerung stellt die Gefäßbewässerung dar, bei der die Wassergabe aus in den Boden eingelassenen, unglasierten, wassergefüllten Tonkrügen erfolgt. Besonderes Kennzeichen dieser Bewässerungsart ist das Potenzial zur Selbstregulierung der Wassergabe, die auf der Wechselwirkung zwischen Pflanze, Boden und Gefäßmaterial basiert. Die Pflanze saugt dabei über den Boden das Wasser nach Bedarf durch die poröse Gefäßwandung.

Bei trockenem Boden können so erhebliche Wassermengen bereitgestellt werden, während die Wassergabe bei feuchtem Boden auf annähernd null sinkt. Das Verfahren ermöglicht im Vergleich zu konventionellen Verfahren eine erhebliche Wassersparnis.

Trotz der hohen Wassereffizienz kommt die Gefäßbewässerung in großflächiger Bewirtschaftung kaum zum Einsatz. Die Gründe dafür liegen in der aufwändigen Herstellung, Installation und Betrieb dieses Bewässerungssystems. Die mechanische Empfindlichkeit der eingesetzten Materialien verhindert zudem den Maschineneinsatz in der Feldbearbeitung.

Eine zur Zeit am Institut für Agrartechnik der Universität Kassel / Witzenhausen entwickelte Lösung dieser Probleme besteht in einem unterirdisch verlegten dauerhaft installierten Rohr- oder Schlauchsystem aus einem semipermeablen High-Tech-Material, das ohne aufwändige elektronische Regeleinrichtung entsprechend des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens die abgegebene Wassermenge selbst reguliert. Das Verfahren kopiert damit das Wirkprinzip der antiken Gefäßbewässerung und stellt eine außerordentlich effiziente Art der Bewässerung dar. Weitere Vorteile sind der Verzicht auf eine u.U. aufwändige Steuerung und Bedienung sowie die systembedingt trockene Pflanzen- und Bodenoberfläche (vermindertes Unkrautwachstum, verbesserte Pflanzengesundheit).

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Vorhabens (2011 bis 2013) werden derartige Kunststoff-Schläuche praxisnah in Feldversuchen in Algerien, Kenia und Deutschland hinsichtlich ihrer Wassernutzungseffizienz und des Langzeitverhaltens bei Einsatz von behandeltem Abwasser bzw. von Wasser mit hohen Salz- bzw. Trübbanteilen getestet. Weiterhin wird ein Verfahren zur maschinellen Verlegung der Rohre entwickelt.

¹Hermann Lotze-Campen (2006): *Wasserknappheit und Ernährungssicherung, Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ), 25, S. 8 - 13*

Trockenstress?- Praktischer Einsatz von Sentek-Bodenfeuchtesensorik

Nico Rose

Agro-Sat Consulting GmbH Baasdorf

rose@agro-sat.de

Das sich verändernde Klima mit längeren Trockenperioden, vor allem im Frühjahr, zwingt die Landwirtschaft in Deutschland verstärkt über das Thema Bewässerung nachzudenken, um weiterhin hohe Erträge mit guten Qualitäten sicher zustellen. Diese zusätzlichen Wassergaben sollten entsprechend effizient eingesetzt werden, um nicht das kostbare Gut Wasser und andere teure Betriebsmittel unnötig zu vergeuden.

Das A und O effektiver Beregnung ist natürlich, die Pflanzen nie in kritische Phasen, sei es unter anderem Trockenstress oder auch Wasserstress durch Überbewässerung, abrutschen zu lassen.

In diesem Zuge bietet die Firma Sentek aus Australien eine Kombination aus selbstentwickelten Sensoren und eigener Software an, die es dem Anwender ermöglicht, genau dieses Optimum für seine Felder und seine Anbaukulturen zu definieren, noch bevor die Pflanzen äußere Stressanzeichen erkennen lassen.

Die Sensoren sitzen freiwählbar, aber mindestens alle zehn Zentimeter auf dem Sensorträger. Dieser befindet sich in einem speziellen Plastikrohr, welches mit einem vorgegebenen Verfahren im Boden vergraben wird. Somit haben die Sensoren selbst keinen direkten Kontakt zum Boden. Die Bodenfeuchtemessungen erfolgen kapazitiv und sind hochgenau. Der Wassergehalt wird letztendlich in Millimeter pro zehn Zentimeter Bodenschicht bestimmt und ausgegeben.

Die Messwerte werden in einem Datenlogger gespeichert oder mittels Mobilfunk übertragen.

Die Software Sentek-IrriMAX zeigt die gemessenen Werte sowohl für jeden einzelnen Sensor, als auch für das gesamte Profil an. In den Kurven lässt sich dann für das geschulte Auge sehr gut ablesen, wann wo wie viel Wasser nach einer Wassergabe angekommen ist. Ebenso kann man sehr gut erkennen, wo sich die Wurzeln befinden und deren Wachstum beobachten. Wetterdaten und Angaben über die Bodenart können die Interpretation der Kurven zusätzlich erleichtern.

Innerhalb kürzester Zeit ist es von daher möglich die Bewässerung optimal an den jeweiligen Vegetationsverlauf der Pflanzen anzupassen.

Weitere Einsatzgebiete der Technik sind neben bewässerten Flächen auch nicht bewässerter Ackerbau, in Bezug auf zum Beispiel die Sinnhaftigkeit von Düngungsmaßnahmen bei fehlender Bodenfeuchte. Aber auch in Forschung und Entwicklung, sowie bei der Überwachung von Deponien und Grundwasserständen sind die Sensoren denkbar und im Einsatz.

Möglichkeiten und Ideen für eine effizientere Bewässerung in Deutschland

Jano Anter

Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei Braunschweig

jano.anter@vti.bund.de

Eine Ausdehnung der berechneten Flächen vor dem Hintergrund des Klimawandels und die steigende Energiekosten lassen das Wasser in Deutschland zu einem immer knapperen und teureren Betriebsmittel werden. Nachdem sich die Weiterentwicklungen der Bewässerungstechnik in den letzten Jahrzehnten auf besser regulierbare Verfahren und weniger arbeitsintensive Methoden konzentriert hat, werden in Zukunft verstärkt wassereffiziente und energiesparende Techniken gefragt sein.

Das Thünen-Institut für Agrartechnologie untersucht mehrere Lösungsansätze um den Aufwand an Wasser und Energie für die landwirtschaftliche Feldbewässerung zu reduzieren. Hierzu gehört unter anderem das Verfahren der mobilen Tropfbewässerung. Für dieses Verfahren werden an den Beregnungsmaschinen anstelle von Regnern und Düsen handelsübliche Tropfrohre installiert um die Vorteile des geringen flächenbezogenen Kapitalbedarfes und des sehr niedrigen Arbeitszeitbedarf einer Kreisberegnungsmaschine mit dem geringen Betriebsdruck und der guten Wassereffizienz einer Tropfbewässerungsanlage zu verbinden.

Des Weiteren werden im Rahmen des EU Aquarius Projekts praktische Versuche mit der teilflächenspezifischen Beregnung (precision irrigation) durchgeführt. Ziel dieses Verfahrens ist es, die Beregnung durch Berücksichtigung der ortsspezifischen Heterogenität des Bodens und des Pflanzenbestandes anzupassen und den produktbezogenen Aufwand, hier Wasser und Energie, zu reduzieren. Dabei werden unterschiedliche Beregnungshöhen über die beregnende Fläche verteilt, um die ungleiche Wasserspeicherfähigkeit des Bodens auszugleichen.

In der Präsentation „Möglichkeiten und Ideen für eine effizientere Bewässerung in Deutschland“ werden diese Verfahren vorgestellt und die Ergebnisse aus den unterschiedlichen Feldversuchen diskutiert.

Poster zur Tagung

Mit frühjahrsbetonten N-Düngestrategien Erträge und Qualitäten bei Winterweizen trotz Vorsommertrockenheiten sichern

Thomas Makary¹, Rudolf Schulz¹,
Torsten Müller¹, Carola Pekrun²

¹Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Fg. Düngung und Bodensteinhaushalt, Stuttgart;

²Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, Fg. Pflanzenbau, Nürtingen

Thomas.Makary@uni-hohenheim.de,
Torsten.Mueller@uni-hohenheim.de,
R.Schulz@uni-hohenheim.de,
carola.pekrun@hfwu.de

Niederschläge, die den applizierten Stickstoff in den Wurzelbereich transportieren, sind bei N-Düngung über den Boden Voraussetzung für die Düngewirksamkeit. Mit Qualitätsgaben zu BBCH 49/51 verfolgen Landwirte das Ziel, Rohproteingehalte zu erhöhen. Während trockene Perioden zur Applikation der Qualitätsdüngung (Mai - Juni) vermehrt beobachtet werden, sind ausreichende Niederschläge zu den Startdüngungsterminen BBCH 25/27 oder auch Ende Bestockung / Anfang Schossen (BBCH 29/31, März - April) wahrscheinlicher. Zu dieser Zeit sind auch die Wasserverluste durch Evapotranspiration geringer, wodurch der Oberboden langsamer austrocknet und zudem geringere Ammoniakverluste zu erwarten sind. Dadurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass der applizierte Stickstoff relativ schnell in den Wurzelbereich gelangt und den Pflanzen zur Verfügung steht. Eine Strategie, die nur bedingt wirksamen N-Applikationen zu BBCH 49/51 zu umgehen, könnte die Applikation des gesamten N-Düngebedarfs zu BBCH 25/27 oder 29/31 sein. Dagegen spricht das Risiko, durch die ausbleibende Qualitätsdüngung, Qualitätsziele nicht zu erreichen.

Ziel des vorgestellten Versuchs war es, gabenreduzierte N-Düngestrategien mit Kalkammonsalpeter (KAS) hinsichtlich Ertragswirksamkeit und Rohproteingehalt zu untersuchen. Getestet wurden die Varianten 1x KAS früh (100 % des N-Düngebedarfs zu BBCH 25/27) sowie die Variante 1x KAS spät (100 % des N-Düngebedarfs zu BBCH 29/31). Als Vergleich diente die konventionell dreigeteilte Applikation von KAS (30 % zu BBCH 25/27, 40 % zu BBCH 29/31, 30 % zu BBCH 49/51). Die Versuche wurden 2011 als randomisierte Blockanlagen mit 4-5 Wiederholungen auf tiefgründigen Lehm Böden Südwestdeutschlands (3 Versuchsstandorte, S1-S3) mit der Sorte „Akteur“ durchgeführt.

Auf keinem der Standorte konnten zwischen den Düngungsvarianten signifikante Unterschiede im Kornertrag gemessen werden (S1: 7,7 t; S2: 7,0 t; S3: 6,8 t TS ha⁻¹). Signifikante Unterschiede zeigten sich jedoch in den Rohproteingehalten. An allen Standorten zeigte die Variante 1 x KAS früh gegenüber den Varianten 1 x KAS spät und 3 x KAS signifikant geringere Rohproteingehalte. Diese betrugen bei 1 x KAS früh auf S1: 13,4 %, auf S2: 14,4 % und auf S3: 11,6 %, während bei den Varianten 1 x KAS spät und 3 x KAS auf S1: 15,8 % bzw. 15,3 % auf S2: 15,6 % bzw. 15,9 % und auf S3: 13,2 % bzw. 13,0 % gemessen wurden.

Die Untersuchung zeigt, dass auf tiefgründigen Lehm Böden ne-

ben der konventionell dreigeteilten N-Düngung eine gabenreduzierte Düngungsstrategie wie die der Variante 1 x KAS spät durchaus für das Erreichen von Ertrags- und Qualitätszielen geeignet ist. Die Variante 1 x KAS früh ist ebenfalls für das Erreichen von Ertragszielen, jedoch weniger für die Produktion von Weizen mit hohen Rohproteingehalten geeignet.

Mischfruchtanbau mit Leguminosen. Effiziente Nutzung von Wachstums- faktoren als Beitrag zum Ressourcen- und Gewässerschutz

Stefanie Busch, Bettina Eichler-Löbermann

*Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche
Fakultät, Professur Pflanzenbau
stefanie.busch@uni-rostock.de*

In Folge des zunehmenden Anbaus von Energiepflanzen kann es zur Flächen- und Ressourcenkonkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion kommen. Dabei steht insbesondere die endliche Ressource Phosphor (P) nur in begrenztem Maße zur Verfügung. Tritt Wassermangel auf, so sinkt die Mobilität des ohnehin schwer verfügbaren Pflanzennährstoffes P. Dies wird besonders mit im Zuge des Klimawandels verlängerten Fröhsommertrockenperioden an Bedeutung gewinnen. Der Anbau von Kulturpflanzen im Mischfruchtanbau kann wegen der unterschiedlichen Anpassung der Pflanzen an suboptimale Wachstumsbedingungen zur effizienten komplementären Nutzung von Wachstumsfaktoren und somit zur Steigerung von Nährstoff- und Wassernutzungseffizienz beitragen. Mischanbau mit Leguminosen ist wegen der zusätzlichen N-Fixierung aus der Luft besonders interessant.

In mehreren geplanten Feld- und Gefäßversuchen (2012 - 2014) werden die Wasser- und P-Ausnutzung von Energiepflanzen (Sorghum, Mais) in Mischung mit Leguminosen (Ackerbohne, Sojabohne, Kuhbohne, Stangenbohne) geprüft.

Ziel der Untersuchungen ist, den Anbau von Energiepflanzen in Mischfruchtssystemen zu optimieren und Nährstoffverluste zu reduzieren. Dabei werden drei Teilprojekte verfolgt: I) Untersuchungen zur Phosphor- und Stickstoffeffizienz von Fruchtarten im Reinanbau und im Gemenge, II) Bewertung und Modellierung hydrologischer Parameter als maßgebliche Begleitfaktoren für Stoffhaushalt und Pflanzenphysiologie, III) Beschreibung von additiven Stresseffekten durch Phosphor- und Wassermangel.

Hierzu werden der Nährstoffgehalt des Bodens (P-Pools) sowie die Nährstoffaufnahme der Pflanzen untersucht. Darüber hinaus werden Mechanismen zur Phosphormobilisierung aus dem Boden, d.h. Enzymaktivitäten im Boden und organische Säuren in der Rhizosphäre, quantifiziert. Zusätzlich werden hydrologische Parameter erfasst, mit denen sich Nährstoffausträge aus landwirtschaftlichen Systemen kalkulieren lassen.

