

DAS FACHMAGAZIN FÜR DEN PROFESSIONELLEN PFLANZENBAU

Betriebsreportage

**PFLUGLOS IM MÜNSTERLAND:
DAS MECHANISCHE GLYPHOSAT**

Erdmandelgras

**VORBEUGENDE MASSNAHMEN:
VERSCHLEPPEN VERBOTEN!**

Zwischenfrüchte

**SPÄTSAATEN ENTZERREN
ARBEITSSPITZEN**





4

BETRIEBSREPORTAGE

Foto: Wendt



PFLANZENSCHUTZ

INHALT

Betriebsreportage Münsterland 4	Mikronährstoffe bei Zuckerrüben . . 34
Streifenbearbeitung, Direktsaat und ultraflache Bodenbearbeitung: Das mechanische Glyphosat	Mikronährstoffe sind für Zuckerrüben essenziell: Bedarf hat zugenommen
Pflanzenschutz Getreide 14	Praxislabor digitaler Ackerbau 40
Ährenkrankheiten vorbeugen und bekämpfen: Gesunde Sorten bevorzugen	Digitale Ära auf dem Hof: Wie smarte Technologien die Landwirtschaft verändern Digitaler Ackerbau praxisnah erprobt
Erdmandelgras bekämpfen 21	Kurz notiert 45
Vorbeugende Maßnahmen und Herbizideinsatz gegen Erdmandelgras: Verschleppen verboten!	Neues aus Industrie und Wissenschaft
Anbau von Zwischenfrüchten 27	Impressum 46
Zwischenfruchtanbau – weit mehr als nur eine lästige Pflicht: Spätsaaten entzerren Arbeitsspitzen	Termine 47

14



Foto: Werboldt

27



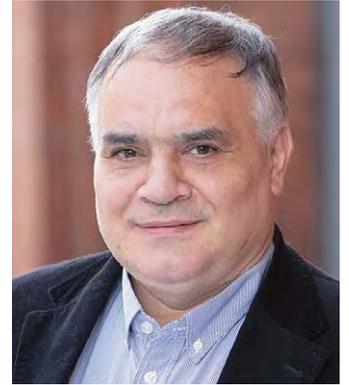
Foto: Werboldt

ZWISCHENFRÜCHTE

EDITORIAL

Liebe Leser,

gerade bei Mulch- und Direktsaat hat der Zwischenfruchtanbau – unabhängig von diversen Förderungen und Umweltprogrammen – eine große Bedeutung. Manchmal kann dies aber auch frustrierend sein, wenn sich die Zwischenfrüchte wegen ausbleibender Niederschläge nicht so entwickeln wie gewünscht. Statt vielfältiger blühender Mischungen dominiert dann meist das Ausfallgetreide, außerdem kommen Ungräser und Unkräuter auf. Bisher lautet die Empfehlung, die Zwischenfrucht sofort nach dem Drusch zu säen, um die Restfeuchtigkeit unter dem Bestand für den Aufgang der Zwischenfrucht zu nutzen. Optimal ist hierbei eine Direktsaat in die Stoppel unmittelbar nach dem Mähdrusch.



In trockenen Jahren hilft uns das aber oft nicht weiter, weil es kaum noch Restfeuchtigkeit unter der Stoppel gibt. Erschwerend wirkt auch eine Strohbergung, die unweigerlich zu Saatverzögerungen führt und den Boden aufgrund der fehlenden Bodenbedeckung noch schneller austrocknen lässt. Ein Aufgang der Zwischenfrucht kann dann erst nach einsetzenden Niederschlägen erfolgen. Unter diesen Bedingungen ist es besser, auf Regen zu warten, um der Zwischenfrucht einen zügigen Start zu ermöglichen. Nicht selten setzen die Niederschläge erst wieder gegen Mitte September ein. Mit der Klimaerwärmung zeigt sich andererseits ein Trend zu einer verlängerten Vegetationsperiode im Herbst, verbunden mit ergiebigen Herbstniederschlägen. Häufig geht das Wachstum noch bis weit in den Dezember hinein und setzt dann bereits ab Februar wieder ein.

Darauf sollten wir uns einstellen und entsprechend angepasste Mischungen säen. Dazu gehören auch winterharte Arten wie Grünroggen, Winterwicken und -erbsen sowie Winterrübsen. Einige Arten wie Ölrettich, Phacelia und Grünhafer zeigen besonders bei später Saat eine gute Frosthärte und sterben in vielen Jahren über Winter nicht ab. So lässt sich auch in Trockengebieten eine Zwischenfrucht sicher etablieren; darauf gehen wir in unserem Beitrag ab Seite 27 ein. Der Zeitraum zwischen Mähdrusch und Zwischenfruchtbestellung kann dabei für eine effiziente Unkrautkontrolle auf der Stoppel genutzt werden. Um den Boden vor Austrocknung und Erosion zu schützen, ist auf einen weitgehenden Erhalt der Strohbedeckung zu achten. Deshalb sollte zunächst der Strohmähdresch zum Einsatz kommen. Unmittelbar vor der Saat kann dann noch eine ganzflächige und ultraflache Bodenbearbeitung zur Beseitigung der aufgelaufenen Schadpflanzen erfolgen.

Dr. Konrad Steinert

BETRIEBSREPORTAGE



Acticut bei der ultraflachen Stoppelbearbeitung.

Streifenbearbeitung, Direktsaat und ultraflache Bodenbearbeitung

Das mechanische Glyphosat

Hermann Krauß

Die besten Argumente für die konservierende Bodenbearbeitung und Direktsaat liefern stabile Erträge bei gleichzeitig sinkenden Kosten.

Der Hof der Familie Afhüppe liegt bei Warendorf an der Ems im östlichen Münsterland. Dieser Teil der Westfälischen Tieflandsbucht ist von einer intensiven, relativ kleinteiligen landwirtschaftlichen Nutzung geprägt. Wegen des abwechslungsreichen Bilds, das Äcker, Wiesen, Weiden, kleine Wäldchen und Wallhecken ergeben, spricht man von der „Münsterländer Parklandschaft“. Der Familienbetrieb Afhüppe bewirtschaftet das flache Land bereits seit 1910. Mitte 2023 übernahm Mathias Afhüppe den Hof in vierter Generation als Betriebsleiter. „Mein Vater hilft noch viel mit und unterstützt mich auch bei der Arbeit, meine Mutter arbeitet noch im Büro mit. Entscheidungen treffen und die Verantwortung dafür tragen – das liegt jetzt bei mir“, sagt der 39-jährige.

Der Generationenwechsel funktionierte gut, wenngleich der junge Landwirt doch einiges an Überzeugungsarbeit leisten musste und muss, als er sich dafür entschied, auf die wendende Bodenbearbeitung seiner Äcker zu verzichten. „An die Mulch- und Direktsaat muss sich mein Vater einfach immer noch gewöhnen, da er ein richtig eingewachsener Pflüger ist und lieber heute als morgen wieder den Pflug zurückkaufen würde“, schmunzelt der Betriebsleiter.

Erstkontakt mit Direktsaat in Kanada

Mathias Afhüppe ist mit drei Geschwistern aufgewachsen. Schon früh war klar, dass er den elterlichen Hof weiterführen wird. „Für mich gab es keinen anderen Beruf, den ich machen wollte, außer Landwirt“, erklärt er



Landwirtschaftsbetrieb Mathias Afhüppe Warendorf, Nordrhein-Westfalen

Anbau:

Silo-, Körner- und CCM-Mais,
Winterweizen, Wintergerste,
Roggen, Feldgras

Fläche:

130 ha Ackerland,
20 ha Grünland

Böden:

Sand bis sandiger Lehm;
18 bis 60 Bodenpunkte

Höhenlage und Klima:

63 m über NN,
Mittlerer Niederschlag 750 mm/a,
Jahresmitteltemperatur: 9,6 °C



dazu. Zunächst ging er in die Ausbildung, während der er auf drei verschiedenen Betrieben mitarbeitete. Nach einem Gesellenjahr auf dem elterlichen Hof absolvierte er im rund 30 km entfernten Münster über einen Zeitraum von zwei Jahren noch eine Ausbildung zum Staatlich Geprüften Agrarbetriebswirt.

Direkt nach der Fachschule ging es dann für drei Monate über den großen Teich in die kanadische Provinz Alberta, um Erfahrungen zu sammeln. Die Dimensionen auf dem Acker waren in Nordamerika natürlich andere. So wurde unter anderem mit den achtfach bereiften 450-PS-Knicklenkern von Versatile gearbeitet. „Da wurde alles in Schwad gelegt, sowohl der Raps als auch das Getreide, um das rechtzeitig druschreif zu bekommen. Es gibt dort nur 150 frostfreie Tage im Jahr, wodurch das Getreide nicht rechtzeitig abreift“, erklärt Afhüppe. „Dort bin ich dann auch das erste Mal mit der Direktsaat konfrontiert worden. Da wurde nach dem Drusch höchstens einmal mit dem Strohstriegel gefahren und das war es dann“, blickt er zurück.

Obwohl er sich bis dato weder groß mit dem Thema auseinandergesetzt hatte noch während der Ausbildung damit in Berührung kam, war damit sein Interesse geweckt. In Kanada wurde vornehmlich mit Zinkenmaschinen gearbeitet. So kann sich der Ackerbauer unter anderem an eine 11 m breite Direktsaatdrille von Flexi-Coil erinnern. Als er wieder zurückkam, stieg Afhüppe zunächst über eine GbR als Teilhaber in den elterlichen Betrieb mit ein.

—Organik aus eigenen Ställen

Bis Mitte der 90er Jahre hielt Paul Afhüppe noch 25 Milchkühe, entschied sich dann aber, den Betrieb auf Bullen- und Schweinemast umzustellen. Die beiden Betriebszweige wurden über die Jahre stetig und behutsam ausgebaut. Mit einer 75-kW-Hofbiogasanlage, die 2014 installiert wurde, kann der anfallende Wirtschaftsdünger veredelt werden; außerdem können ein vierter Schnitt an Grassilage oder Reste der Maissilage vergoren werden.

Die anfallenden Arbeiten bei den Tieren und auf dem Acker teilen sich Mathias Afhüppe und sein Vater Paul auf, für den Pflanzenschutz ist der 39-jährige Sohn allein verantwortlich. Unterstützt bei den Arbeiten werden die beiden von einem Auszubildenden. Zur Landwirtschaft gehören mittlerweile zwei Höfe, denn im Jahr 2015 kam ein na-

hegelegener Betrieb samt Hofstelle hinzu. Neben Wohnhaus, Wirtschaftsgebäuden, Güllelager und Schweinestall wurden damit noch 30 ha LN übernommen. „Wir haben den Betrieb auf Rentenbasis gekauft. Der ehemalige Eigentümer hat ein lebenslanges Wohnrecht, lebt auf dem Hof und erhält eine monatliche Rentenzahlung. Er versorgt dann täglich die 300 Mastschweine und macht auch Futterbestellung und Tierkontrolle“, erklärt Mathias Afhüppe. Auf der familieneigenen Hofstelle werden weitere 2.500 Mastschweine sowie 230 Mastbullen gehalten.

Die Rinder der Fleischrassen Charolais und Limousin stehen zu 80 Prozent auf Festmist im Stall. Hier wird jeden Morgen frisch von oben – über den Bullen sind Quaderballen auf Strohbühnen unter der Stalldecke gelagert – eingestreut. Alle sechs bis sieben Wochen wird der Tiefstreu ausgemistet. Das Material wird aufbereitet, geschreddert und dann in der Biogasanlage



Mathias Afhüppe

GETREIDE



Foto: B. Werner

Nach der Körnermaisernte muss eine gründliche Stoppelzerkleinerung und Einarbeitung der Rückstände erfolgen.

Ährenkrankheiten im Weizen – vorbeugen und bekämpfen

Gesunde Sorten bevorzugen

Dr. Bernhard Werner, Bezirksstelle Hannover der Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Wenn ein hoher Befallsdruck mit Ährenfusariosen besteht, z. B. bei Maisweizen in Mulchsaat, sollten sehr gesunde Sorten mit den BSA-Noten 2 oder 3 gewählt werden.

Die Gefährdung des Getreides ab dem Ährenschieben durch pilzliche Schaderreger ist vielschichtig, wobei insbesondere die Ährenfusariosen auch von wesentlicher wirtschaftlicher Bedeutung sind. Aber nicht immer besteht die Notwendigkeit, eine Ährenbehandlung mit Fungiziden durchzuführen, da sowohl verschiedene pflanzenbauliche Parameter und auch die Witterung einen entscheidenden Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Pilzkrankheiten haben.

Neben den Fusarienpilzen ist der Braunrost die wichtigste Krankheit im späten Entwicklungsstadium des Weizens. Dieser lässt sich mit den aktuell zugelassenen Fungiziden noch sehr gut kontrollieren, bei der Fusarienbekämpfung stoßen die Mittel aber bereits sehr schnell an ihre Grenzen.

Deshalb besteht hier die besondere Notwendigkeit, über die Wahl von Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Sorte das Infektionsrisiko auf ein Minimum zu reduzieren. Gelingt dieses, ist eine Fungizidmaßnahme bei trockenen Witterungsbedingungen vor und während der Blüte oft überflüssig.

Besteht aber ein erhöhtes Infektionsrisiko mit Abreifekrankheiten, dann gilt es gezielt mit Fungiziden einzugreifen. Im Folgenden sollen verschiedene Möglichkeiten der Wahl geeigneter Mittel mit den entsprechenden Aufwandmengen, aber auch Möglichkeiten, das Infektionsrisiko im Vorfeld zu minimieren, aufgezeigt werden.

— Wichtige Krankheiten

Die wichtigste Ährenkrankheit des Weizens (und auch der Triticale) sind die Ähren-

fusarien. Dabei handelt es sich um einen Erregerkomplex verschiedener Fusarienarten. Stellvertretend seien hier die beiden wichtigsten Arten *Fusarium graminearum* und *Fusarium culmorum* genannt. Beide bilden im Erntegut Giftstoffe, sogenannte Mykotoxine, vorrangig Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA). Aufgrund ihrer Giftigkeit wurden auf EU-Ebene einheitliche Grenzwerte festgelegt. Diese liegen für DON bei 1,0 mg/kg unverarbeitetes Getreide und für ZEA bei 0,1 mg/kg. Auch in der Tierhaltung gibt es einzuhaltende Richtwerte für DON: in der Sauenhaltung 0,9 mg/kg Futtergetreide, bei Kälbern 2 mg/kg, bei Milchkühen, Mastrindern und Geflügel 5 mg/kg. Für ZEA liegen die Richtwerte je nach Nutztierart bei 0,1 bis 0,5 mg.

Optisch erkennt man einen Befall mit Ährenfusarien daran, dass einzelne Ähren vorzeitig bleich werden. Es entsteht die Partielle Weißährigkeit oder Taubährigkeit. Die für den Fusarienbefall typischen Körner sind weißlich bis leicht rötlich verfärbt. Dieses Befallsbild verstärkt sich bei feuchter Witterung. Infektionsquellen für die Ährenfusarien sind befallene Erntereste an der Bodenoberfläche. Dort kann bei feuchter Witterung eine Sporenvermehrung erfolgen. Die durch den Wind verbreiteten Ascosporen befallen dann

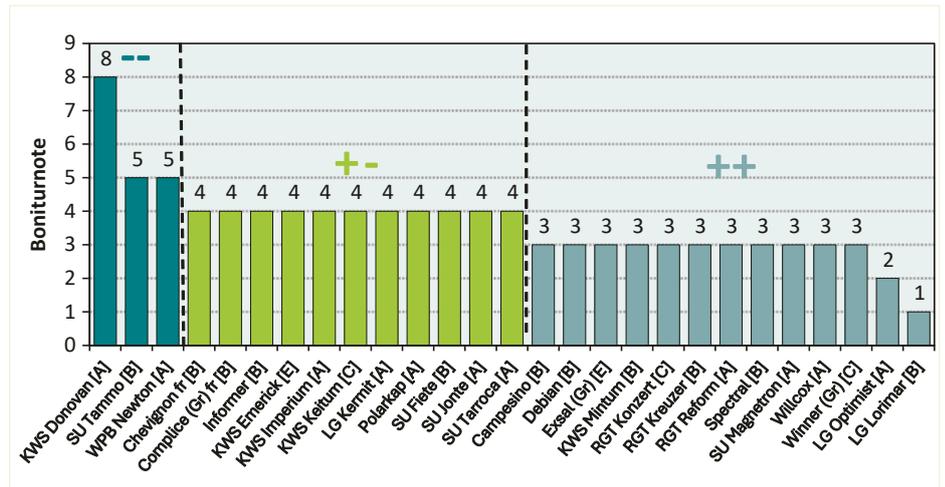


Abb. 1: LSV Winterweizen 2024 – Anfälligkeiten gegen Braunrost, Braunrostanfälligkeit nach BSA-Einstufung (Bundessortenamt): 1 = gering; 9 = hoch.

weißlich bis leicht rötlich verfärbt. Dieses Befallsbild verstärkt sich bei feuchter Witterung. Infektionsquellen für die Ährenfusarien sind befallene Erntereste an der Bodenoberfläche. Dort kann bei feuchter Witterung eine Sporenvermehrung erfolgen. Die durch den Wind verbreiteten Ascosporen befallen dann

direkt die Ähren. Nach einer erfolgreichen Infektion kommt es zu den oben beschriebenen Symptomen. Eine Bekämpfung von Ährenfusarien erfolgt vorrangig mit Azolfungiziden.

Neben den beschriebenen Fusarienarten kann auch *Septoria nodorum*, die Blatt- und Spelzenbräune von Weizen und Triticale

pronutiva®

Crop Protection + BioSolutions

Das Plus gegen alle Blattkrankheiten & für sicheren Weizenertrag

BBCH 37-45

FUNGIZID

CHAMANE®

0,6 l/ha

+

BBCH 37-45

FUNGIZID

TOKYO®

0,8 l/ha

Azoxystrobin

Prothioconazol

BBCH 37-45

SPEZIAL-DÜNGEMITTEL

ARY-AMIN™ C

3 l/ha

Pflanzliche Aminosäuren mit Mg, Mn und Zn



Erfolgskombi für optimale Versorgung:

- Erfasst alle wichtigen Blattkrankheiten zuverlässig
- Steigerung von Ertrag, Vitalität und Qualität
- Optimierte Pflanzengesundheit auch unter schwierigen Bedingungen



Mehr Infos zu ProNutiva in Weizen

pronutiva.de/weizen

Hotline: 02233-49218 0 | beratung-de@upl-ltd.com

® = registriertes Warenzeichen der Hersteller; Pflanzenschutzmittel vorsichtig verwenden. Vor Anwendung stets Gebrauchsanleitung und Produktinformation sorgfältig lesen.



ERDMANDELGRAS



Das schwer bekämpfbare Erdmandelgras kann zu hohen Ertragsverlusten führen.

Bekämpfung des Erdmandelgrases

Verschleppen verboten!

Dr. Dirk Michael Wolber, Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Das Erdmandelgras ist ein invasiver Neophyt, dessen Verschleppung auf weitere Anbauflächen unbedingt vermieden werden muss.

Das Erdmandelgras (*Cyperus esculentus*) ist eine wärmeliebende, mehrjährige Pflanze und gehört zur Familie der Sauergräser. Es kann eine Wuchshöhe von ca. 1 m erreichen, seine Blätter sind V-förmig und hellgrün bis grau, der Stängel ist dreikantig, markhaltig und ohne Knoten. Die Heimat dieses Sauergrases ist Ostafrika. Als Neophyt konnte es sich bereits auf allen Kontinenten verbreiten, mittlerweile sind in Niedersachsen ca. 200.000 ha befallen. Vor allem während des nassfeuchten Jahreswechsels 2023 /2024 konnte sich das Erdmandelgras besonders rasch vermehren.

— Vermehrung über Mandeln und Rhizome

Das Erdmandelgras nutzt dabei eine besondere effektive Technik, um sich zu verbreiten. Einerseits werden die sogenannten Mandeln als Überdauerungsorgan gebildet, hiervon ausgehend werden vegetative Nebentriebe über die Ausbildung von Rhizomen entwickelt. Die Keimfähigkeit der Mandeln ist mehrere Jahrzehnte gegeben. Außerdem gibt es noch eine generative Vermehrung über die Samenbildung, welche aber im Vergleich zur vegetativen Vermehrung über Mandeln und Rhizome einen deutlich geringeren Teil ausmacht.

Die Mandeln des Erdmandelgrases befinden sich in einem Bodenhorizont bei ca. 10 bis 15 cm Tiefe, sie sind 3 bis 5 mm groß und braun gefärbt. Die im Boden vorhandenen Mandeln keimen ab einer Bodentemperatur von 8–10 °C im Frühjahr vornehmlich aus den obersten 15 cm Bodentiefe, vereinzelt auch aus bis zu 100 cm Tiefe.

– Vorwiegend in Hackfrüchten zu finden

Die größten Ausbreitungsmöglichkeiten hat das Erdmandelgras in Beständen mit Hackfrüchten wie Zuckerrüben, Mais und Kartoffeln. In diesen Früchten läuft das Wachstum des Erdmandelgrases mit der Kultur parallel, so dass die Konkurrenz um Nährstoffe, Wasser und Licht intensiv ist und die Ertragseinbußen hoch sind. Hingegen ist das Wachstum des Sauergrases in konkurrenzstarken Winterkulturen wie Wintergetreide oder -raps deutlich gehemmt, mit Ausnahme von lückigen Beständen oder Fahrgassen.

– Wachstumszyklus des Erdmandelgrases

Aus den primären Knospen der Knollen entstehen Mutterpflanzen. Nach wenigen Wochen wachsen aus den Mutterpflanzen unterirdische 6 bis 60 cm lange Rhizome, die bis zu 33 Internodien haben können. Am Ende dieser Rhizome bilden sich Tochterpflanzen. Mit zunehmender Tageslänge und Wärme werden zunächst viele Tochterpflanzen gebildet. Zum Ende der Vegetationszeit bei Tageslängen unter 12 Stunden werden an den abwärts gerichteten Rhizomen die Knöllchen gebildet. Diese stellen die Überdauerungsorgane dar und können Temperaturen bis zu -15 °C überstehen. Die oberirdischen Pflanzenteile und die Rhizome sterben bei 0 °C im Herbst und Winter ab. Über die Anzahl der pro Pflanze gebildeten Knöllchen gibt es unterschiedliche Angaben in der Literatur. Eigene Erhebungen zeigen, dass sich aus einer Mandel in nur 8 Wochen 7 Tochterpflanzen bilden konnten.

Die Blüten sind gelb bis bräunlich und bilden Ährchen. Das Erdmandelgras blüht von August bis September, bei günstigen

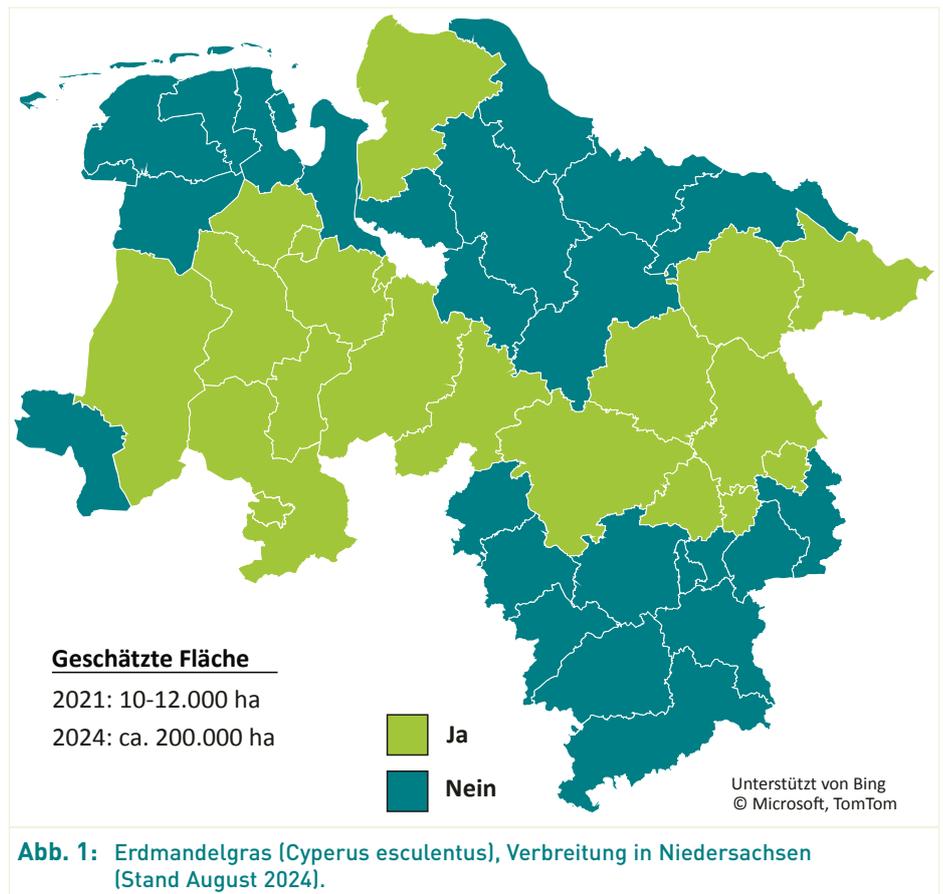


Abb. 1: Erdmandelgras (*Cyperus esculentus*), Verbreitung in Niedersachsen (Stand August 2024).

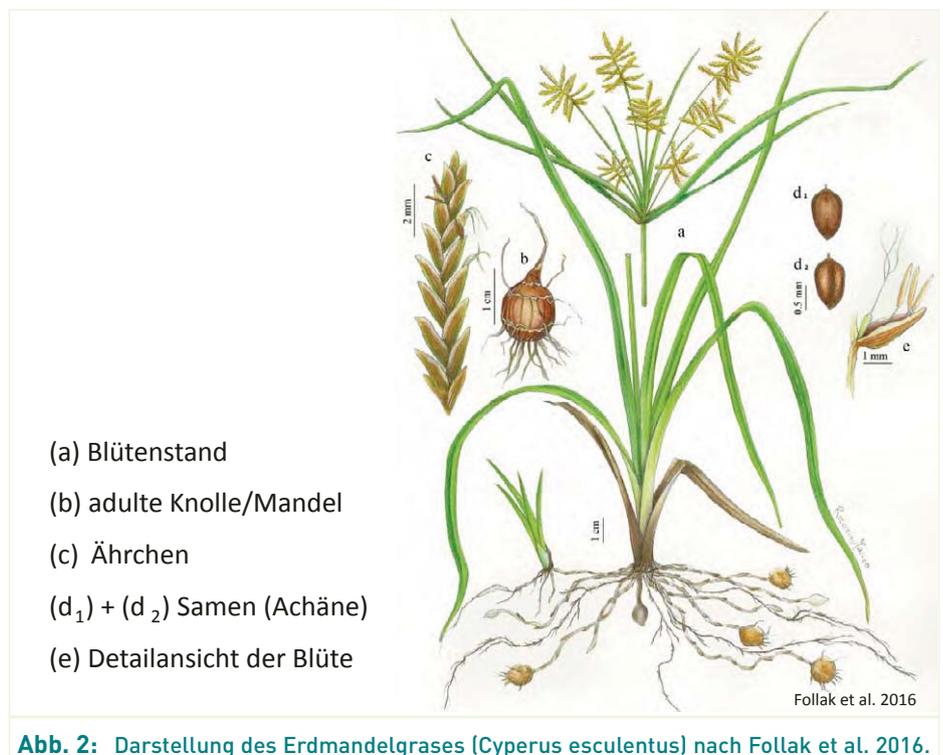


Abb. 2: Darstellung des Erdmandelgrases (*Cyperus esculentus*) nach Follak et al. 2016.

Bedingungen auch schon ab Juli. Danach werden die 1 bis 1,5 mm großen Samen gebildet. Verglichen mit den Mandeln sind sie vergleichsweise klein und oft

mit bloßem Auge nicht zu erkennen. Die Blätter sind v-förmig hellgrün bis grün. Der Stängel ist dreikantig, markhaltig und ohne Knoten.

ZWISCHENFRÜCHTE



Bild 1: Links Zwischenfrucht-Frühsaat, rechts Ökrettich-Spätsaat

Zwischenfruchtanbau – weit mehr als nur eine lästige Pflicht

Spätsaaten entzerren Arbeitsspitzen

Sebastian Thielen, DLR Eifel

Spätsaaten von Phacelia und Ökrettich sind bei rein vegetativer Vorwinterentwicklung weitgehend frosthart und setzen ihr Wachstum im Frühjahr fort.

Nicht nur für Landwirte werfen Extremereignisse wie Hitzewellen oder Überschwemmungen viele Fragen auf. Allerdings sind diese auch in ihrer täglichen Arbeit von Klimaveränderungen direkt betroffen. Ob nun Tierhalter oder Ackerbauer, man fragt sich zu Recht, wie man auf all das reagieren soll. Was passiert mit meinem Boden, wenn er komplett staubtrocken ist und das Bodenleben zum Erliegen kommt? Was macht der viele Regen in kürzester Zeit mit meinen Nährstoffen im Boden und meiner Bodenstruktur? Wie erhalte ich langfristig mein Ertragsniveau und meine Wirtschaftlichkeit? Diese und andere Fragen stellen sich derzeit viele Landwirte.

Die Antworten darauf sind umfangreich und betreffen alle Bereiche des Ackerbaus – von der Bodenbearbeitung bis zur Fruchtfolge. Der Drang nach Veränderung führt jedoch nicht nur zu vollkommen neuen Ansätzen, sondern auch dazu, bewährte Methoden wieder in den Blick zu nehmen. Während beispielsweise die Digitalisierung dabei hilft, die Effizienz und Genauigkeit zu steigern und somit unter anderem bei der Wirtschaftlichkeit ansetzt, kann man beim Thema Boden und Bodenschutz manchmal auch auf bewährte Methoden zurückgreifen. Ein klassisches Beispiel hierfür ist der Zwischenfruchtanbau. Früher hauptsächlich als Werkzeug zur zusätzlichen Futtererzeugung genutzt, hat man den Nutzen dieser Zwischenkultur zwischen zwei Hauptkulturen



Bild 2: Strohmatte behindern die Durchwurzelung des Bodens.

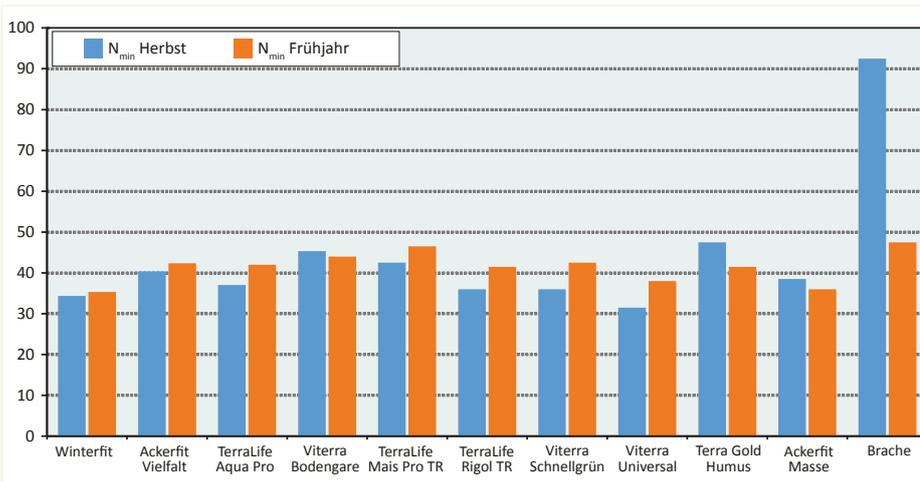


Abb. 1: N_{min}-Gehalte (kg N/ha) im Herbst und Frühjahr bei verschiedenen Zwischenfrucht-mischungen und einer Kontrolle (Brache). Dargestellt sind die gemittelten Werte von drei Standorten in Rheinland-Pfalz über drei Jahre (2015–2017). Die blauen Balken zeigen die N_{min}-Werte im Herbst, die orangefarbenen Balken die N_{min}-Werte im Frühjahr.

wieder vermehrt zu schätzen gelernt. Zwar lässt sich nicht jedes der eingangs erwähnten Probleme mit Zwischenfrüchten lösen, sie können aber dennoch ein wichtiger Baustein in einer angepassten Strategie sein.

Zwischenfrüchte in der Fruchtfolge

Was verspricht man sich vom Zwischenfruchtanbau und was kann er im Rahmen einer Fruchtfolge wirklich leisten? Zunächst einmal versteht es sich von selbst, dass man keine Zwischenfrüchte integriert, die

negative Auswirkungen auf irgendeine der angebauten Hauptkulturen haben. Wer Raps anbaut, stellt keine weiteren Kreuziferen oder Sonnenblumen in die Zwischenfrucht. Wer Erbsen oder Ackerbohnen im Anbau hat, verzichtet auf großkörnige Leguminosen. Sind diese Dinge bedacht, sollte man sich mit den eigentlichen Zielen befassen, denen der Zwischenfruchtanbau in der eigenen Fruchtfolge dienen sollte. Diese können jedoch sehr unterschiedlich sein. Neben allgemeinen Aspekten wie Nährstoffbindung, Erosionsschutz oder auch Unkrautunter-

drückung können darüber hinaus speziellere Faktoren wie Durchwurzelungstiefe oder die Reduktion von Schaderregern (z. B. Reduktion von Nematoden durch resistente Ölrettichsorten) eine Rolle spielen.

Für einen Praktiker stellt sich zunächst einmal die Frage, wie gestaltet sich meine Fruchtfolge und habe ich drängende Probleme, bei denen die Zwischenfrucht einen Beitrag zur Lösung bringen kann. Danach geht es darum, die passenden Arten oder Mischungspartner zu finden. Und hier ist die Antwort alles andere als trivial. Es kommt nämlich auf viele unterschiedliche Parameter an. Wie eingangs beschrieben, dürfen Zwischenfrüchte keinerlei negative Fruchtfolgeeffekte auf die Hauptkulturen haben. Darüber hinaus gilt es noch an weitere Dinge wie Saatzeitpunkt, Sätechnik oder auch Nährstoffangebot bzw. -verfügbarkeit zu bedenken.

Sommer- oder Winterzwischenfrucht?

Bevor man sich Gedanken um die Artenzusammensetzung einer Zwischenfrucht macht, sollte man sich grundsätzlich fragen, zu welchem Zeitpunkt die Aussaat stattfindet und welche Fruchtfolge bzw. Hauptkultur auf die Zwischenfrucht folgt. Wer beispielsweise zwischen zwei Winterungen (z. B. nach Raps bzw. vor Winterweizen) eine Zwischenfrucht mit nur wenig Vegetationszeit anlegen möchte, muss auf schnellwachsende Arten setzen. Hier sind in erster Linie Ramtillkraut, Buchweizen oder auch Hirse geeignet. Dieses Verfahren ist in der Praxis noch eher selten. Besonders in No-Till-Verfahren wird diese Art des Zwischenfruchtanbaus für das Planting-Green-Verfahren verstärkt genutzt.

Deutlich häufiger werden Zwischenfrüchte vor Sommerungen und somit über Winter angelegt. Hier unterscheidet man zwischen abfrierenden und nicht abfrierenden Arten. Und auch hier spielt die Folgekultur eine entscheidende Rolle. Je früher im Folgejahr gesät werden soll – beispielsweise vor Zuckerrüben oder auch Sommergetreide – desto zuverlässiger muss die Zwischenfrucht abgestorben sein.

MIKRONÄHRSTOFFE



Foto: K. J. J. J.

Bild 1: Blattspritzungen sind preiswert, gezielt wirksam und lassen sich zusammen mit PSM-Maßnahmen nahezu kostenfrei ausbringen.

Mikronährstoffe sind für Zuckerrüben essenziell

Bedarf hat zugenommen

Dr. Rudolf Haberland, Produktionstechnik Zuckerrüben & Kartoffeln, Oschersleben

Die Mikronährstoffe lassen sich sowohl als Blatt- als auch Bodengabe problemlos in das Gesamtkonzept der Düngung integrieren.

Das hohe Ertragsniveau der Zuckerrüben in den letzten zwei Jahren lässt die Ansprüche an eine ausreichende und ausgewogene Versorgung mit Mikronährstoffen steigen. Auch in Regionen mit witterungsbedingt differierten Erträgen werden zunehmend Fragen zur richtigen Strategie einer Mikronährstoffdüngung gestellt. Hauptanliegen muss ein gezielter und ökonomischer Einsatz sein. Dadurch lässt sich der Bedarf an einzelnen oder mehreren Mikronährstoffen sichern und akuter bzw. latenter Mangel beheben. Gleichzeitig werden ein optimales Wachstum und der Ertragsaufbau gefördert.

— Funktion und Mangelsymptome

Die Funktion und typischen Mangelsymptome von Mikronährstoffen sind vielfältig und lassen sich nicht ohne weiteres erkennen. Dennoch gibt es spezifische Merkmale.

Bor ist während des Wachstums an Prozessen der Membranbildung und Zellwandsynthese beteiligt. Es stabilisiert die Zellwände und fördert den Transport der Assimilate, wie Zucker. Einfluss hat Bor gleichfalls auf die Eiweiß- und Nukleinsäuresynthese. Bei akutem Bormangel wachsen die Rüben langsamer und vergilben. Die Blätter werden von den Rändern her welk und im Juli und August fallen schwarze, verdorrte Herzblätter auf. Eine Regeneration ist weitgehend ausgeschlossen, da eingelagertes Bor aus den älteren Blättern nicht mehr in junge Blätter verlagert wird. Die äußeren Blätter bleiben zunächst noch grün und fallen später durch Vergilbung, Marmorierung und Wellung der Blätter auf (**Bild 2**). Die Blattstiele verfärben sich schwarzbraun mit anfänglicher Pickelbildung und Verdickungen, die später aufreißen. Am Rübenkopf und -körper sind

zuerst blassgraue Flecken erkennbar, die später schwarz werden und häufig faulen. Oft entstehen in den Rüben Hohlräume mit verschorften Rändern. Das ist typisch für die Herz- und Trockenfäule, die durch fehlendes Bor verursacht wird.

Mangan aktiviert in der Rübe eine Vielzahl von Enzymen und fördert damit insbesondere die Photosynthese, die Chlorophyllbildung und den Eiweiß- und Kohlenhydratstoffwechsel. Eine ausreichende Mn-Versorgung begünstigt dadurch die Vitalität und reduziert den Wasserverbrauch. Mangan kann in der Pflanze nur in geringen Mengen transportiert werden, so dass sich Mängel nur durch eine wiederholte Blattspritzung beheben lassen. Bereits ein latenter Manganmangel kann ab Mitte Mai auf der ganzen Blattspreite gesprenkelte Flecken mit oft scharf begrenzten chlorotischen Aufhellungen hervorrufen (Bild 3).

Zink und Kupfer ergänzt sich bei zahlreichen Stoffwechselvorgängen und enzymatischen Reaktionen. Die Nährstoffe Zn und Cu sind in jeder Wachstumsphase besonders für das Wachstum und die Vitalität erforderlich. Charakteristisch für Zn-Mangel sind Blattaufhellungen, die sich gelbgrün verfärben. Zwischen den Blattadern bilden sich narbenartige weiße Flecken, die später austrocknen (Weißfleckigkeit). Kupfermangel führt an mittleren und älteren Blättern zu hellgelben Marmorierungen bis zu graubraunen Verfärbungen und Nekrosen (Bild 4).

Notwendig ist **Molybdän** für verschiedene Stoffwechselfunktionen und die Stickstoffverwertung in der Pflanze. Eine Blattanalyse zeigt bei Mo-Mangel immer erhöhte Nitratgehalte an. Typische Mo-Mangelsymptome sind chlorotische Veränderungen an den Blättern, die bei starkem Mangel flächige, weißgelbe Nekrosen aufweisen.

Mikronährstoff-Strategie sehr vielfältig

Mikronährstoffe reagieren auf Klima- und Standorteinflüsse besonders stark. So sind die wichtigen Mikronährstoffe Bor (B), Mangan (Mn) und Kupfer (Cu) bei Trockenheit im Boden unzureichend mobil und nur be-

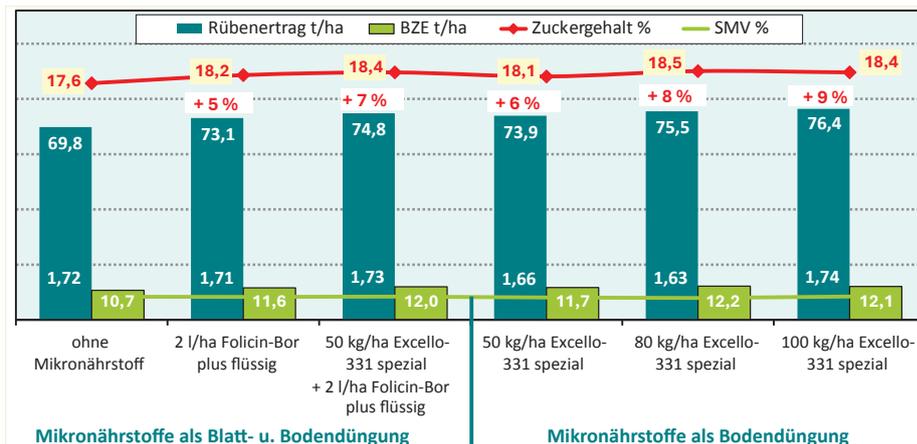


Abb. 1: Mikronährstoff-Düngung zu Zuckerrüben, mehrjähriger Praxisversuch; Standort: Löß/L2, AZ 84, Magdeburger Börde.

Tab. 1: Merkmale von Pflanzen-Biostimulanzien

- Das sind Substanzen und Mikroorganismen, die natürliche Prozesse zur Verbesserung der Nährstoffaufnahme, der Nährstoffeffizienz und der Pflanzenqualität anregen können (genau definiert in der EU-Düngeprodukte-Verordnung 2019/1009).
- Biostimulanzien sind breit aufgestellt und in ihrer Wirkung oft schwer einzuschätzen. Sie entsprechen den Bestrebungen, die Umweltbelastungen so gering wie möglich zu halten und das Pflanzenwachstums und den Ertrag zu fördern.
- Aufgabe mikrobieller und nichtmikrobieller Biostimulanzien ist es vor allem, witterungsbedingten pflanzlichen Stress entgegen zu wirken und Stoffwechselprozesse anzuregen (u. a. werden Photosynthese, Wurzelentwicklung oder Aneignung von Nährstoffen begünstigt).
- Pflanzenhilfsmittel und Bodenhilfsstoffe sind z. Z. in Deutschland nicht zulassungspflichtig. Notwendig sind eine Etikettierung und der Konsens mit der Düngemittelverordnung. Bei Pflanzenstärkungsmitteln ist die Zusammensetzung nach Art und Menge anzugeben.
- Ab 2022 werden Biostimulanzien als eigene Produktgruppe in der EU geführt (PFC 6). Die CE-Kennzeichnung verlangt eine Nachweispflicht zur Wirksamkeit. Im Einzelnen werden dadurch eine Vielzahl von Vorschriften neu definiert.
- Biostimulanzien haben sich als Wachstumsregulatoren in Getreide, auf der Basis von Algen vorrangig in Kartoffeln oder Aminosäuren in Zuckerrüben bewährt. Für eine weitere Akzeptanz ist vor allem der Nachweis einer sicheren Wirksamkeit notwendig.

dingt für das Pflanzenwachstum verfügbar. Die Aufnahme von Zink (Zn) aus dem Boden wird neben Wassermangel besonders durch Kälte im Frühjahr gehemmt. Auch Molybdän (Mo) ist unter trockenen Bedingungen, einem niedrigen pH-Wert oder organischer Substanz nur begrenzt pflanzenverfügbar.

Eine hohe Wirksamkeit einer Bodendüngung wird erreicht, wenn die Mikronährstoffe in der Bodenlösung einen schnellen und direkten Kontakt zur Wurzel haben. Optimal ist eine Ausbringung vor der Rübenaussaat und eine anschließende flache Einarbeitung. Aber auch ein Bodendüngung während (Unterfuß) oder kurz nach der Aussaat ist möglich.

Eine Blattspritzung wirkt dagegen temporär und ergänzt die Nährstoffversorgung während der Vegetation. Relativ neu ist die stetige Zunahme von Biostimulanzien mit oder ohne zugesetzte Nährstoffe. Sie sollen in erster Linie witterungsbedingten Stress abbauen und das Wachstum stimulieren (Tab. 1). Die Nährstoffgehalte sind jedoch oft nur gering, sodass eine Reduzierung der bedarfsgerechten Düngung und des Pflanzenschutzes nicht ratsam ist.

Ausbringung von Mikronährstoffen

Bei der Ausbringung von Mikronährstoffen werden verschiedene Verfahren angeboten:

DIGITALISIERUNG



Bild 1: Multikopter mit optischen Sensoren.

Digitale Ära auf dem Hof: Wie smarte Technologien die Landwirtschaft verändern

Digitaler Ackerbau praxisnah erprobt

Jobst Gödeke, Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Der technische Fortschritt findet nicht nur auf dem Acker statt, sondern setzt sich in der Luft fort.

Die Herausforderungen des Ackerbaus der Zukunft sind vielfältig. Forderungen nach mehr Klimaschutz, Biodiversität sowie Restriktionen bei Düngung und Pflanzenschutz stehen abnehmenden Produktionsflächen und volatilen Märkten gegenüber. Als vielversprechender Lösungsansatz dieses Zielkonflikts wird oftmals die Digitalisierung genannt. Jedoch ist „DIE“ Digitalisierung nicht als Allheilmittel zu betrachten, sondern eher als eine Kiste mit Werkzeugen und Methoden, die dazu beitragen können, Kosten zu senken, Erträge zu optimieren und negative Einflüsse auf die Umwelt zu reduzieren.

Vor diesem Hintergrund wurde im Dezember 2019 der Grundstein für das „Praxislabor digitaler Ackerbau“ gelegt. Hinter dem vom Niedersächsischen Ministerium für Landwirtschaft geförderten Projekt verbergen sich Fachleute der Land-

wirtschaftskammer Niedersachsen, die den Bereichen Versuchswesen und Agrartechnik zuzuordnen sind. Erprobt und bewertet werden digitale Verfahren unter praxisüblichen Bedingungen. Dies erfolgt auf den Flächen der Domäne Schickelsheim (Landkreis Helmstedt, Niedersachsen). In Schickelsheim befindet sich bereits seit Jahrzehnten eine Versuchsstation der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, was einerseits den Vorteil bietet, eine weit zurückreichende und flächenbezogene Datengrundlage zu haben, andererseits verfügt der Betrieb über großstrukturierte Flächen, die ausreichend Raum für „On Farm-Experimente“ bieten. Weiterhin werden im Rahmen von Projekten und Demonstrationen Kooperationen mit regionalen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft eingegangen, um neue Verfahren und Digitalisierungsansätze auf ihre Praxistauglichkeit zu überprüfen.

– Kommunikation

Neben der Durchführung von Versuchen ist auch der Wissenstransfer ein bedeutender Baustein für den Einzug der Digitalisierung in die landwirtschaftliche Praxis. Die Ergebnisse werden nicht nur in Vorträgen (**Bild 2**) und wissenschaftlichen Ausarbeitungen zur Verfügung gestellt, sondern sie werden auch in die unterschiedlichen Regionen Niedersachsens getragen. Hierfür ist ein Präsentations-LKW im Einsatz (**Bild 3**), der es Landwirten und interessierten Besuchern ermöglicht, sich über die aus den Feldversuchen gewonnenen Erkenntnisse zu informieren. Unterwegs ist der LKW in den unterschiedlichsten Regionen Niedersachsens auf Feldtagen und Messen, aber auch auf dem „Tag des offenen Hofes“, um der Öffentlichkeit einen Einblick in die moderne Landwirtschaft zu geben.

– Einsparungen von Pflanzenschutzmitteln

Im Zukunftsprogramm Pflanzenschutz legt das BMEL fest, dass der Gesamteinsatz von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland bis 2030 um 50 % reduziert werden soll. Beim Blick in die Praxis wird jedoch deutlich, dass an einer mechanischen Unkrautregulierung im Ackerbau kein Weg vorbeiführt. Bevor sich in den vergangenen Jahrzehnten effektive Herbizide durchgesetzt haben, kam die Maschinenhacke zum Einsatz. Durch die weiten Reihenabstände der Hackfrüchte



Bild 2: Interessierte Landwirte im Präsentations-LKW.

von ca. 45 cm bis 75 cm und den Einsatz von automatischen Lenksystemen – mit einer Spurtreue von ± 2 cm – erfährt die Maschinenhacke eine Renaissance. Deutlich aufwändiger ist jedoch eine Unkrautbekämpfung innerhalb der Reihe. Ist eine manuelle Unkrautbeseitigung erforderlich, so rechnet man aktuell mit ca. 200 Arbeitsstunden pro Hektar. Angesichts steigender Mindestlöhne und der grundsätzlichen Herausforderung, Arbeitskräfte für handarbeitsintensive Tätigkeiten zu gewinnen, bedarf es neuer Technologien.

Ein vielversprechender Ansatz, der sich im Gemüsebau bereits etabliert hat, ist der Inrow-Weeder (**Bild 4**). Vor dem Hinter-

grund der sinkenden Anzahl an Wirkstoffen, die im konventionellen Anbau von Hackfrüchten zur Verfügung stehen, stellt sich die Frage, ob derartige Maschinen auch dort zum Einsatz kommen können, um die Wirkstofflücken der Herbizide zu schließen. Der Inrow-Weeder Robocrop der Firma Garford ist eine 6-reihige Hackmaschine, die mit zwei Kameras ausgestattet ist, welche die einzelnen Pflanzen an ihrer Form und Farbe erkennen. Jeweils drei Reihen werden von einer Kamera erfasst und richten zunächst die Hackmaschine präzise aus. Wird eine Kulturpflanze erkannt, so wird sie von einem Sichelschar in einem Abstand von bis zu 2 cm umkreist. Zwischen den Reihen



Bild 3: Präsentations-LKW im Einsatz auf Feldtag