

DAS FACHMAGAZIN FÜR DEN PROFESSIONELLEN PFLANZENBAU

Betriebsreportage Niederösterreich
MIT VIELFÄLTIGEN FRUCHTFOLGEN
DER TROCKENHEIT ENTKOMMEN

Herbizideinsatz Getreide
ACKERBAULICHE MASSNAHMEN
GEGEN UNGRÄSER IM FOKUS

Pflanzkohle im Praxistest
AUFBAU VON BODENKOHLENSTOFF:
EFFEKTE AUF PFLANZE UND BODEN





BETRIEBSREPORTAGE

Foto: Hans Günther



HERBIZIDEINSATZ

INHALT

Betriebsreportage Niederösterreich	4	Einzelkornsaat	35
Direktsaat mit vielfältigen und standortangepassten Fruchtfolgen: Der Trockenheit entkommen		Georeferenzierte Aussaat von Zuckerrüben: Einzelpflanzen per GPS orten	
Herbizideinsatz	15	Pflanzkohle	40
Unkrautbekämpfung in Getreide im Frühjahr bei pfluglosem Anbau: Ackerbauliche Maßnahmen im Fokus		Pflanzkohle im Praxistest: Aufbau von Bodenkohlenstoff	
Wachstumsregulatoren	26	Kurz notiert	45
Einsatz von Wachstumsregulatoren zur Ertragsabsicherung im Getreideanbau: Den richtigen Wirkstoff wählen		Neues aus Industrie und Wissenschaft	
Düngung	30	Impressum	46
Nitratauswaschung unter CULTAN-Düngung: Was bringt die Düngerinjektion?		Termine	47

15



Foto: Weiskopf

30



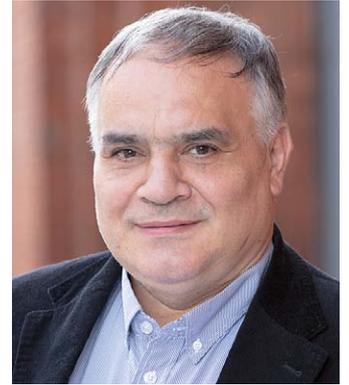
DÜNGUNG

Foto: Weiskopf

EDITORIAL

Liebe Leser,

nach wie vor ist der Humusaufbau ein wichtiges Thema für die Landwirtschaft. Einerseits ermöglicht der Aufbau von Humus im Boden eine Festlegung von Kohlenstoff im Boden, der zuvor von den Pflanzen als CO_2 der Luft entzogen wurde. Humus hat aber auch positive Auswirkungen auf den Luft- und Wasserhaushalt, die Bodenstruktur sowie auf die Nährstoffdynamik und somit eine große Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit. Dabei kann Humus das bis zu 20fache seines Eigengewichtes an Wasser festhalten und hilft den Pflanzen damit, Trockenperioden besser zu überstehen.



Leider ist es aber nicht so einfach, Humus im Ackerboden anzureichern, da das organische Material relativ schnell wieder mineralisiert wird. Einzelne Maßnahmen wie der Anbau von Humusmehrern wie Luzerne, Klee gras oder Zwischenfrüchten, aber auch die organische Düngung mit Stallmist, Gülle, Stroh oder Kompost können daher den Humusgehalt des Bodens nur über wenige Jahre erhöhen. Auch eine reduzierte Bearbeitungintensität wie bei der Mulch- und Direktsaat wirkt sich nur bedingt auf den Humusgehalt aus.

Einen möglichen Weg, um den Gehalt an Bodenkohlenstoff dauerhaft zu erhöhen, haben indigene Völker im Regenwald Südamerikas gefunden. Die fruchtbare „Terra Preta“ ist offenbar dadurch entstanden, dass die Indios dem Boden über lange Zeit immer wieder Pflanzenkohle zugeführt haben. Diese Pflanzenkohle ist gegenüber einem mikrobiellen Abbau weitgehend resistent und kann überdies organische Verbindungen adsorbieren, wodurch die Terra Preta-Böden langfristig erhalten geblieben sind. Wir berichten ab Seite 40 über die Erfahrungen aus einem Dauerfeldversuch mit Einsatz von Pflanzenkohle. Tatsächlich ermöglichte die Ausbringung von Pflanzenkohle erhebliche Steigerungen des Bodenkohlenstoffgehaltes, welche so mit anderen Methoden nicht erreichbar sind. So wurde innerhalb von drei Jahren eine Anreicherung von bis zu knapp 10 t/ha erreicht. Die Autoren weisen darauf hin, dass endgültige Aussagen zum Einsatz von Pflanzenkohle nur langfristig möglich sind. Schließlich wurden auch die Böden am Amazonas wahrscheinlich über mehrere Jahrhunderte hinweg regelmäßig mit Pflanzenkohle versorgt. Ein Problem besteht aber darin, dass die Herstellung von Pflanzenkohle recht aufwendig ist und man dafür Rohstoffe wie z. B. Hackschnitzel benötigt, die nur beschränkt verfügbar bzw. anderweitig gefragt sind.

Dr. Konrad Steinert



Direktsaat von Hanf in die stehende Winterzwischenfrucht mit der Sky EasyDrill.

Direktsaat in Niederösterreich mit vielfältigen und standortangepassten Fruchtfolgen

Der Trockenheit entkommen

Hermann Krauß

*Durch Direktsaat,
ständige Bodenbedeckung
und eine dauerhafte
Begrünung wird mehr
Wasser im Boden gehalten.*

Während er sein Auto Mitte August auf den Feldwegen am Fuße des Manhartsberges im Weinviertel steuert, erklärt Hans Gnauer: „Das ist auch ein Feld von mir. Da probiere ich jetzt am Rand, ob ich die Wintermariendisteln im Planting-Green-Verfahren in die Zwischenfrüchte hineinbringe“. Man merkt schnell, dass sich der 50jährige niederösterreichische Landwirt schon den einen oder anderen neuen Gedanken über seinen Ackerbau gemacht hat. „Seit Mitte Juli ist es hier komplett trocken gewesen“, erklärt Gnauer. Während seine Kollegen die Gerste noch sauber gedroschen haben, zeigte der Weizen doch Ausfälle aufgrund der Trockenheit.

In der Vorwoche kamen dann im benachbarten Schmidatal plötzlich bis zu 80 mm Regen in einer halben Stunde vom Himmel. Dieses Starkregenereignis sorgte dafür, dass erntereife Kürbisse kilometerweit von Schlägen in Hanglagen bis in die Dorfmitte gespült worden sind. Drei Wochen später, zweite Septemberwoche: Niederösterreich ist zum Katastrophengebiet erklärt worden, tagelange Starkniederschläge in Polen, Tschechien und Österreich haben kleine Bächlein zu reißenden Strömen anschwellen lassen. Die Natur zeigt ihre Macht. „Aktuell ist hier viel Wasser, aber es ist noch okay. In der Nähe sieht es teilweise schlimm aus, Land unter“, textet Ackerbauer Gnauer auf Nachfrage über WhatsApp.

Landwirtschaftsbetrieb Gnauer
Maissau, Bezirk Hollabrunn, Niederösterreich



Anbau:

Winterweizen, Durum,
Raps, Sojabohnen, Mohn,
Kartoffeln, Zuckerrüben,
Öllein, Mariendistel

Fläche:

170 ha Ackerland, 13 ha Rebflächen

Böden:

Braunerde und Tschernosem; Sand, sandiger Lehm; 18 bis 90 Bodenpunkte

Höhenlage und Klima:

200 bis 450 m über NN, mittlerer Niederschlag 500 mm/a
Jahresmitteltemperatur: 10,4 °C



Foto: Hans Gnauer

— Familienbetrieb mit langer Tradition

Die erste schriftliche Erwähnung der Familie Gnauer in der Region war um 1760 herum. So kamen die Vorfahren der Gnauers aufgrund der aktiven Besiedlungspolitik der Habsburger in der damaligen Zeit aus Bayern und ließen sich in Maissau am Manhartsberg nieder. Der Manhartsberg ist ein ca. 50 km langer Höhenzug in Nord-Süd Richtung mit bis zu 537 m Höhe, er trennt das Wein- vom Waldviertel. Der Manhartsberg entstand zur Zeit der „Variszischen Gebirgsbildung“ als Teil des Böhmisches Massivs an dessen südöstlichem Rand. Der Granit in dem Gebirgsstock lässt sich auf ein Alter von 700 bis 800 Mio. Jahre datieren. Am Fuße des Berges war einst das „Mare Eggenburgensis“, ein flaches subtropisches Urmeer, wovon der Sandstein im Unterboden und viele Fossilien wie Muscheln oder Seesterne Zeugnis liefern.

Ein Teil der Flächen liegt allerdings am Wagram, der Heimat seiner Frau. Sie brachte einen Weinbaubetrieb ein, der sich in Fels am Wagram befindet, ein bis zu 40 Meter

hoher, langgestreckter Höhenzug in Niederösterreich, die sich von Krems nach Osten erstreckt. Der Wagram begleitet die Donau auf deren Nordseite als weithin sichtbare Geländestufe aus eiszeitlichem Löss. Er entstand zunächst aus Meeresablagerungen und später durch eiszeitliche Erosions- und Ablagerungsprozesse. Der Höhenzug bildet die nördliche Grenze des Tullnerfelds, von dem er steil ansteigt, um oben in das wellige Weinviertler Hügelland überzugehen.

Während des Tertiärs war das Donau- becken um Wien ein Meer. An den Abhängen des Wagrams findet man daher Meeressande mit Muscheln, was den Wagram quasi zum vorzeitlichen Meeresstrand macht. Darüber ist der Wagram mit einer Schicht aus Donauschotter überzogen, auf dem schließlich der rezente Boden liegt. „Unsere Betriebsflächen sind vorwiegend Tschernoseme und Braunerden. Die Schläge sind jedoch teils sandig, teils bindig und recht heterogen“, sagt Gnauer. So reichen die Bodenpunkte von 18 bis 90.

— Betriebsflächen deutlich ausgeweitet

Auf der in Maissau gelegenen, alten Betriebs- stätte, wo die Eltern heute leben, wurden bis 2006 Bullen gemästet. „Die hat mein Vater ab 1983 auf dem Hof gehalten, zuvor hatten wir noch – wie es damals eben üblich war – ein paar Schweinerln, Kühe, Gänse und Hühner hier“, blickt Hans Gnauer zurück. Sein Vater Johann Gnauer hatte die Landwirtschaft in den 70er Jahren mit 18 ha übernommen und

Anfang der 2000er bis auf 40 ha landwirt- schaftliche Nutzfläche erweitert.

Nachdem Hans Gnauer in den Betrieb hineingewachsen war und ihn schließlich im Jahr 2007 übernahm, erweiterte er die bewirtschaftete Fläche stetig weiter und ist heute für 170 ha LN verantwortlich. „Man braucht ja aa Arbeit“, fügt der wissens- durstige Gnauer mit etwas Schmä hinterher. Zur Landwirtschaft gehören ferner noch zehn Hektar Wald sowie ein Hektar Wiese. Gudrun Grill-Gnauer, die Ehefrau von Hans Gnauer, führt unabhängig davon noch ein Weingut mit 13 ha Rebflächen.

— Wetterstation liefert Empfehlung zum Pflanzenschutz

Die betrieblichen Flächen liegen zwischen 200 bis 450 m über NN. In den vergangenen Jahren kamen im Schnitt um die 470 mm Nie- derschläge vom Himmel. Generell nehmen die Trockenperioden zu. Den klassischen Landregen gibt es immer seltener, vielmehr häufen sich plötzlich auftretende, lokale Starkniederschläge wie auch heiße Vorsom-



Hans Gnauer

HERBIZIDEINSATZ



Foto: Wehrhelfer

Das Striegeln im Getreide gewinnt auch im konventionellen Ackerbau zunehmend an Interesse und kann zu Einsparungen beim Herbizideinsatz beitragen.

Unkrautbekämpfung in Getreide im Frühjahr bei pfluglosem Anbau

Ackerbauliche Maßnahmen im Fokus

Ewa Meinschmidt, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Christine Tümmeler, Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Brandenburg

Katrin Ewert, Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum, Thüringen

Elke Bergmann, Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, Sachsen-Anhalt

Ackerbauliche Maßnahmen können den Unkrautdruck reduzieren und sind ein wichtiger Baustein im Antiresistenz-Management.

Enge Fruchtfolgen, insbesondere im Zusammenhang mit pflugloser Bodenbearbeitung und frühen Aussaatterminen von Wintergetreide, schaffen für Ungräser wie Ackerfuchsschwanz, Windhalm und Weidelgras gute Entwicklungsbedingungen und fördern somit deren Verbreitung. Werden bei der Bekämpfung über Jahre einseitige Herbizidbehandlungen durchgeführt, kommt es zur Entwicklung hoher Besatzdichten und zur Entstehung von Resistenzen. Gleichzeitig wird die Anzahl wirksamer Präparate durch den Wegfall von Wirkstoffen sowie verschärfte Anwendungsbestimmungen weiter eingeschränkt.

Mit Ausgang des Winters empfiehlt es sich, die im Herbst behandelten Flächen auf Ungräser und schwerbekämpfbare Unkräuter zu kontrollieren. Besonders nach milden Wintern erfordern weiter entwickelte Unkräuter/Ungräser eine frühzeitige Regulierung. Dennoch sollte die Unkrautbekämpfung erst dann durchgeführt werden, wenn sich die Getreidebestände regeneriert haben und die Befahrbarkeit der Flächen gegeben ist. Die Behandlungen sollten in der Regel spätestens bis zum Ende der Bestockung des Getreides (BBCH 29) abgeschlossen sein, weil bei späteren Anwendungen sowohl die Verträglichkeit im Getreide als auch die

Tab. 1: Herbizide Getreide - Frühjahrsanwendung (Auswahl)

PSM	AWM (pro ha)	Wirkstoff	WSG (g/l o. kg)	HRAC-Einstufung	Ausfalltraps*	Ehrenpreis	Erdrauch	Gänsefuß, Weißer	Hohlzahn	Kamille	Kerbel, Hunds-	Klatschmohn	Klettenlabkraut	Knötericharten	Kornblume	Kratzdistel, Acker-	Stiefmütterchen	Storchschnabel	Taubnessel	Vogelmiere	A.-Fuchsschwanz	Windhalm	Kosten (€/ha)	
Vorwiegend bodenaktive Herbizide																								
Boxer	5,0l	Prosulfocarb	800	15	++	+++		+	+++	+	-		++	-	-	-	+		+++	+++	++	+++	78	
Fantasia Gold	5,0l	Prosulfocarb	800	15	++	+++		+	+++	+	-		++	-	-	-	+		+++	+++	++	+++	58	
Boden- und blattaktive Herbizide																								
Accurate Extra	70 g	Metsulfuron	67	2			+	++	+++	+++	++		+	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	-	++		
		Thifensulfuron	655	2	+++	+																		
Alliance	100 g	Metsulfuron	58	2	+++	++	++	++	+++	+++	+++	++	+	++	++	+	+++	+++	+++	+++	+++	-	+	27
		Diflufenican	600	12																				
Artus	50 g	Metsulfuron	96	2	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	+	+	+++	+++	+++	+++	+++	-	+	30
		Carfentrazone	373	14																				
Attribut	100 g	Propoxycarbazone	663	2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+++	+++	62	
Boudha	20 g	Metsulfuron	240	2	+++	+	+	++	+++	+++	+++	+++	+	++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	
		Tribenuron	241	2																				
Concert SX	150 g	Metsulfuron	38	2	+++	+	+	++	+++	+++	+++	++	+	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	++	41
		Thifensulfuron	385	2																				
Connex	70 g	Metsulfuron	66	2	+++	+	+	++	+++	+++	+++	++	+	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	++	27
		Thifensulfuron	657	2																				
Dirigent SX	35 g	Metsulfuron	137	2	+++	+	+	++	+++	+++	+++	+++	+	++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	23
		Tribenuron	138	2																				
Finish SX	75 g	Metsulfuron	64	2	+++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	
		Thifensulfuron	321	2																				
Finy	30 g	Metsulfuron	192,7	2	+++	+	-	-	+++	+++	++	++	-	+	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	-	+	10
Lentipur 700	3,0l	Chlortoluron	700	5	-	-	+	+	-	++		+	-	+	++	-	-	+	+	++	+	++	57	
Saracen Delta	0,1l	Diflufenican	500	12	+++	+	+	+		+++	+	+++	+++	++	++	+	+	++	++	+++	+++	-	-	
		Florasulam	50	2																				
Savvy	25 g	Metsulfuron	193	2	+++	+	-	-	+++	+++	++	++	-	+	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	-	+	
Toluron 700 SC	3,0l	Chlortoluron	700	5	+	+	+	++	-	++			-	+	++	-	-		+	++	+	++	57	
Vorwiegend blattaktive Herbizide																								
Ariane C	1,5l	Clopyralid	80	4																				
		Fluroxypyr	100	4	+++	-	-	+	+++	+++	+	+++	+++	++	+++	+++	+++	-	++	+	+++	-	-	53
		Florasulam	2,5	2																				
Assynt	30 g	Tribenuron	500	2	+++	+	+	+	+++	+++	++	+++	+	++	++	++	++	++	+++	+++	-	-		
Atlantis OD	1,5l	Iodosulfuron	2	2	+++	-	-	-	-	+++	-	+++	+	+	-	-	-	-	+	+++	+++	+++		
		Mesosulfuron	10	2																				
Atlantis Flex + Biopower	330 g + 1,0	Mesosulfuron	44	2	+++	+	-			++	+	++	-	-	+	-	-	+	+	+++	+++	+++	76	
		Propoxycarbazone	68	2																				
Aurora	50 g	Carfentrazone	372	14	+	+++	+	+++	+++	+	-	+	+++	+++	+	+	+		+++	+	-	-	18	
Avoxa	1,8l	Pinoxaden	33	1	+++	+	+	+	+++	+++	+	+	++	++	+	+	+	+	+	+++	+++	+++	68	
		Pyroxulam	8	2																				
Axial 50	1,2l	Pinoxaden	50	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+++	+++	64	
Axial Komplett	1,3l	Pinoxaden	45	1	+++	-	-	+		+++	+	++	+++	+	++	+	-	+	-	+++	+++	+++	59	
		Florasulam	5	2																				
Biathlon 4D + Dash	70 g + 1,0	Tritosulfuron	714	2	+++	++	+	+++	+++	+++	-	+++	+++	+++	++	+	+	++	++	+++	+++	-	-	36
		Florasulam	54	2																				
Broadway + Netzmittel	275 g + 1,2l	Pyroxulam	68	2	+++	++	-	+	+++	+++	++	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	-	+++	+++	+++	75	
		Florasulam	23	2																				
Broadway Plus + Netzmittel	62,5 g + 1,0	Pyroxulam	240	2																				
		Florasulam	80	2	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	64
		Halauxifen-methyl	83	4																				
Clyde FX	1,5l	Fluroxypyr	100	4	+++	-	-	-	+++	+++		++	+++	++	++	+	-	+	+	+++	-	-		
		Florasulam	1	2																				
Croupier OD	0,67l	Fluroxypyr	225	4	+++	++	+	+		+++	+++	++	+++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	-	+	
		Metsulfuron	8,7	2																				
Duplosan DP	1,33l	Dichlorprop-P	600	4	+++	+	++	++	-	+	+	+	++	+++	+	++	-	+	+	++	-	-	30	
Duplosan Super	2,5l	Dichlorprop-P	310	4																				
		Mecoprop-P	130	4	+++	++	+++	+++		+	++	++	++	++	++	++	-	++	++	++	++	-	-	44
		MCPA	160	4																				
Flurostar 200	0,9l	Fluroxypyr	200	4	-	-	-	-	++	-	-	-	+++	++	+	-	-	-	+	+++	-	-		

WACHSTUMSREGULATOREN



Für einen effizienten Mährusch und gute Getreidequalitäten muss dem Lagergetreide vorgebeugt werden.

Einsatz von Wachstumsregulatoren zur Ertragsabsicherung im Getreideanbau

Den richtigen Wirkstoff wählen

Jakob Angerer, Landwirtschaftskammer Oberösterreich

Gerade bei Mulch- und Direktsaat muss Lagergetreide durch den gezielten Einsatz von Wachstumsregulatoren vorgebeugt werden.

Durch den gezielten Einsatz von Wachstumsregulatoren im Getreideanbau können Lagerverluste effektiv verhindert werden. Dies trägt dazu bei, den Ertrag sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht zu sichern und eine effiziente Ernte zu gewährleisten. Dabei spielen Faktoren wie Temperatur, Sonneneinstrahlung, Wasserversorgung und die Standfestigkeit der jeweiligen Sorte eine entscheidende Rolle. Grundsätzlich lässt sich der Einsatz von Wachstumsregulatoren in zwei Hauptziele unterteilen: die Förderung der Bestandesdichte und die Stärkung der Halme beziehungsweise deren Verkürzung.

Ab EC 25: Förderung der Bestandesdichte mit Chlormequatchlorid

In einigen Regionen ist es üblich, bei der Unkrautbekämpfung im Frühjahr Produkte mit Chlormequatchlorid – wie zum Beispiel Stablan 400 (0,5–1,01/ha) oder Regulator 720 (0,3–0,81/ha) – beizumischen, um die Bestockung der Pflanzen anzuregen. Durch den Wirkstoff Chlormequatchlorid wird vor allem der Haupttrieb verkürzt, was die Bildung von Nebentrieben fördert. Dies führt zu einer gleichmäßigeren Entwicklung des Bestandes, bei der alle Ähren auf einer Höhe liegen.

Allerdings hat Chlormequatchlorid nicht nur Auswirkungen auf den Haupttrieb, sondern kann auch das Wurzelwachstum einschränken. Daher muss unbedingt sichergestellt werden, dass die Kronwurzeln der Pflanzen im Frühjahr bereits eine Länge von mindestens drei Zentimetern erreicht haben. Andernfalls wird das Wurzelwachstum gehemmt, wodurch die Pflanzen weniger Nährstoffe und Wasser aufnehmen können. Dies kann sich negativ auf den Ertrag auswirken.

Ab EC 30: Halme einkürzen und Halmwand stärken

Ab dem Beginn des Schossens (EC 30), wenn sich der erste Knoten vom Bestockungsknoten abhebt, kann der Einsatz von Wachstumsregulatoren zur Einkürzung der Internodien erfolgen. Hierfür stehen Wirkstoffe wie Prohexadion-Calcium und Trinexapac-ethyl zur Verfügung, die in Produkten wie Fabulis OD, Moddus oder Prodxax enthalten sind. Um ein Ährenpaket zu erhalten, bei dem alle Ähren auf einer Höhe sind, werden Produkte wie Fabulis OD oder Moddus mit chlormequatchloridhaltigen Produkten gemischt. Wichtige Aspekte bei der Anwendung sind:

- **Witterungsbedingungen:** Die Witterung hat einen erheblichen Einfluss auf die Wirkung der Wachstumsregulatoren. Strahlungsintensität und Wärme fördern in der Regel die Wirksamkeit der Präparate. Bei kühler und bewölkter Witterung sollte die Anwendung verschoben werden, um eine unzureichende Wirkung zu vermeiden.
- **Vitalität der Pflanzen:** In gestressten Beständen, beispielsweise bei einer Gelbfärbung der Pflanzen, sollte die Aufwandmenge reduziert werden. Die Bestände sollten zur Anwendung vital sein und ein sattes Grün aufweisen. Gelblich verfärbte oder aufgehellte Pflanzen deuten auf Stress hin, was die Verträglichkeit der Produkte beeinträchtigen kann.
- **Anwendungszeitraum:** Die Hauptkürzung des Getreides ist sinnvoll von EC 30 (erster Knoten hebt sich vom Bestockungsknoten ab) bis EC 32 (wenn der

zweite Knoten 2 cm vom ersten Knoten entfernt ist). Danach beginnt die sogenannte „Große Periode“. Um Schäden an der Ährenentwicklung zu vermeiden, sollte die Ähre im Halm bereits eine Länge von etwa 4 cm erreicht haben, bevor eine Nachkürzung in Betracht gezogen wird. Für eine Nachkürzung stehen Produkte auf Wirkstoffbasis Ethephon (z. B. Cerone 480 SL) oder eine zweite Anwendung von Prodxax zur Verfügung. Bei der Nachkürzung ist darauf zu achten, dass die Ähren und Grannen noch gut durch Blätter geschützt sind und bei der Applikation nicht benetzt werden.

Dabei bieten Prognosemodelle wie z.B. isip.de in Deutschland eine wertvolle Unterstützung beim Bestimmen des Entwicklungsstadiums.

Kombination mit Fungiziden

Bereits zu Beginn des Schossens treten häufig Pilzkrankheiten auf, wie Netzflecken in der Gerste oder *Septoria tritici* im Weizen. In solchen Fällen ist es sinnvoll, den Einsatz von Wachstumsregulatoren mit einer Fungizidbehandlung zu kombinieren. Azolhaltige Fungizide weisen neben ihrer fungiziden Wirkung auch leicht wachstumsregulierende Eigenschaften auf. Da diese Fungizide den wachstumsregulierenden Effekt ver-

stärken können, sollte die Aufwandmenge des Wachstumsregulators um etwa 20 % reduziert werden.

Kombination mit Herbiziden

Wenn noch Korrekturmaßnahmen gegen zweikeimblättrige Unkräuter wie Taubnessel, Ehrenpreis oder Kornblume erforderlich sind, können Herbizide ohne Wirkung gegen Gräser und ohne Wuchsstoffen – wie z. B. Express SX, Flame Duo oder Saracen Max – mit Wachstumsregulatoren kombiniert werden. Die Beimengung von gräserwirksamen Sulfonylharnstoffen wird nicht empfohlen.

Wirkungsweise von verschiedenen Wirkstoffen

Chlormequatchlorid (CCC): Chlormequatchlorid ist beispielsweise in den Produkten Stabilan 400 oder Regulator 720 enthalten. Dieser Wirkstoff reduziert vor allem das Wachstum des Haupttriebs und fördert dadurch die Ausbildung von Nebentrieben. Der Einsatz ist ab einer Temperatur von 6 °C und bei etwa 8 Stunden Sonneneinstrahlung pro Tag möglich. Die Wirkung hält etwa 10 Tage an. Chlormequatchlorid ist mit allen gängigen Pflanzenschutzmitteln mischbar. Produkte mit diesem Wirkstoff dürfen jedoch nur einmal pro Jahr angewendet werden.



Werden azolhaltige Fungizide zusammen mit Wachstumsregulatoren ausgebracht, sollte die Aufwandmenge des Wachstumsregulators um etwa 20 % reduziert werden.

STICKSTOFF



CULTAN-Düngung zu Winterweizen mit einem Igelrad-Injektionsgerät.

Weniger Nitratauswaschung unter CULTAN-Düngung

Was bringt die Düngereinjektion?

Ernst Spiess, Guénola Bernert und Frank Liebisch
Agroscope, Zürich-Reckenholz, Schweiz

Mit der CULTAN-Düngung wurden insbesondere beim Getreide häufig höhere Erträge als mit Ammonsalpeter erreicht.

In der Landwirtschaft Westeuropas nahm der Düngereinsatz nach Mitte des letzten Jahrhunderts stark zu. Dadurch konnten die Pflanzenerträge, die tierischen Leistungen und damit die gesamte landwirtschaftliche Produktion stark gesteigert werden. Damit in Verbindung erhöhten sich aber auch die Nährstoffverluste in die Umwelt und führten zu verschiedenen Umweltproblemen. Die Nitratauswaschung beispielsweise ist im Acker- und Gemüsebau eine große Herausforderung, weil hier die größten Nitratmengen ins Grundwasser gelangen.

Im Jahr 2022 lag die Nitrat (NO_3^-)-Konzentration bei 16 % der Messstellen des deutschen Grundwassermessnetzes über dem Schwellenwert von 50 mg NO_3^- je Liter. Überschreitet das Trinkwasser diesen Schwellenwert, eignet es sich nicht mehr für den menschlichen Konsum. Ausgewaschenes Nitrat kann aber auch über das

Grundwasser und Fließgewässer in den Rhein oder die Elbe und damit in die Nordsee gelangen, wo es zur Eutrophierung der Küstengewässer beiträgt. Stickstoff (N) ist dort oftmals derjenige Nährstoff, der das Algenwachstum begrenzt. Nicht zuletzt sind die Nitratverluste auch mit Kosten für die Landwirtschaftsbetriebe verbunden, denn sie müssen mehr Dünger zukaufen, um den verlorenen Stickstoff zu kompensieren.

Die CULTAN-Düngungstechnik

Schon vor Jahrzehnten hat der Bonner Professor Karl Sommer die CULTAN-Düngungstechnik entwickelt. CULTAN steht für „Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition“ und bedeutet sinngemäß „kontrollierte, langfristige Ernährung mit Ammonium“. Bei dieser Düngungstechnik wird der Dünger nicht wie üblich auf den Boden ausgebracht oder breitflächig eingear-



Abb. 1: Ausschnitt aus dem Lysimeterversuch mit der Kontrolle ohne Stickstoff (63 und 70) sowie den mit Ammonsalpeter (52 und 68) und CULTAN gedüngten Lysimetern (64 und 69) am 10. Mai 2012.



Abb. 2: Die Lysimetergefäße stehen auf einem Sockel in einem unterirdischen Raum. Die Messeinrichtungen sind deshalb zugänglich.

Tab. 1: Ertragsstruktur des Getreides in den drei Verfahren (Mittelwert der drei Getreidearten in den Jahren 2010, 2012 und 2014).

	Ähren/m ²	Körner/Ähre	TKG
Kontrolle	302	32	46
Ammonsalpeter	458	41	47
CULTAN	598	39	44

Tab. 2: Mittlere Sickerwassermenge, Nitratkonzentration des Sickerwassers und ausgewaschene Stickstoffmenge der drei Verfahren während der gesamten Versuchsdauer.

	Sickerwassermenge mm/Jahr	Nitratkonzentration mg NO ₃ -N/L	Nitratauswaschung kg N/ha und Jahr
Kontrolle	418	12	11,7
Ammonsalpeter	343	17	13,5
CULTAN	320	13	9,5

Tab. 3: Unterschiede zwischen den beiden Düngungssystemen

Eigenschaft	CULTAN	Ammonsalpeter
Stickstoffform	Ammonium (und eventuell geringe Anteile an Nitrat und Harnstoff)	Ammonium und Nitrat
Konsistenz	flüssig	granuliert
Anzahl Düngergaben	1	2–3
Ausbringungsort	Injektion in den Boden	auf die Bodenoberfläche
Platzierung	punktförmig in Pflanzennähe	breitflächig

beitet, sondern punkt- oder linienförmig in den Boden eingebracht. Mit einer speziellen Injektionstechnik werden Nährstoffdepots im Wurzelbereich der Pflanzen angelegt, indem eine hochkonzentrierte Ammonium-Lösung seitlich versetzt zu den Saat- oder Pflanzreihen 5 bis 15 cm tief in den Boden

injiziert wird. Die gesamte Stickstoffdüngung für eine Kultur erfolgt zudem oftmals mit einer einzigen Gabe.

Die sehr hohen Ammoniumkonzentrationen im Depot sind nicht nur für die Pflanzenwurzeln, sondern auch für die Bodenmikroorganismen toxisch. Dadurch

wird die Nitrifikation – die Umwandlung von Ammonium in Nitrat – im Innern des Depots stark gehemmt. Es wird angestrebt, dass die Pflanzenwurzeln das Depot umwachsen und es allmählich von außen nach innen entleeren, sodass während der gesamten Kulturzeit eine kontinuierliche Versorgung der Kulturen mit Stickstoff gewährleistet ist. Dabei sollen die Pflanzen den Stickstoff primär in Form von Ammonium aufnehmen und nicht wie üblicherweise als Nitrat, denn der Aufbau von Pflanzenproteinen aus Ammonium erfordert weniger Energie.

Zwölfjähriger Lysimeterversuch

In einem zwölfjährigen Versuch wurde in Zürich-Reckenholz mit Lysimetern gemessen, wie gut die CULTAN-Düngung gegenüber der üblichen Düngung mit oberflächlich ausgebrachtem granuliertem Ammonsalpeter in Bezug auf den Ertrag und die Nitratauswaschung abschneidet (**Abb. 1**). Diese Lysimeter sind zylinderförmige Gefäße, die rund 3 Tonnen gewachsenen sandigen Lehmboden bis in 1,35 m Tiefe enthalten. Vom Auslass auf der unteren Seite des Gefäßes fließt das Sickerwasser durch eine Kippwaage, mit der die Sickerwassermenge gemessen wird und wo bei jeder Kippung 1–2 ml Wasser in die Probenflasche für das Labor fließen (**Abb. 2**).

EINZELKORNSAAT



Einzelkornsaat von Zuckerrüben mit Kverneland Monopill E-Drive.

Georeferenzierte Aussaat von Zuckerrüben

Einzelpflanzen per GPS orten

Magnus Tomforde, Jan-Uwe Niemann und Dieter von Hörsten
Julius Kühn-Institut (JKI) Braunschweig

Wird mit einer höchstmöglichen Präzision gearbeitet, können die Pflanzenpositionen für vielfältige Anwendungen genutzt werden.

Den genauen Standort einer Einzelpflanze zu kennen, kann viele Vorteile in der Bewirtschaftung mit sich bringen. Gerade in den Bereichen Pflanzenschutz und Düngung können die Ressourcen zielgerichteter als bei konventionellen Applikationen in der Fläche eingesetzt werden. Hierfür werden direkt bei der Einzelkornsaat die GPS-Positionen der Saatkörner aufgezeichnet und stehen anschließend zur weiteren Bewirtschaftung sowie für Auswertungen zur Verfügung. Aufgrund der allgemeinen GPS-Ungenauigkeit von

+/- 3 cm ist die sogenannte georeferenzierte Aussaat derzeit nur in den klassischen Hackfrüchten mit einem größeren Abstand (ab 15 cm) zwischen benachbarten Pflanzen umsetzbar.

—Schwerpunkt bei Zuckerrüben

Der wesentliche Beweggrund zur Entwicklung der georeferenzierten Aussaat (zunächst) von Zuckerrüben ist die Zulassungssituation bei Rübenherbiziden, die sich vor dem Hintergrund des „European Green Deal“ wahrscheinlich auch nicht verbessern



Abb. 1: Rübenpflanzen und Unkräuter lassen sich hier nur schwer unterscheiden.

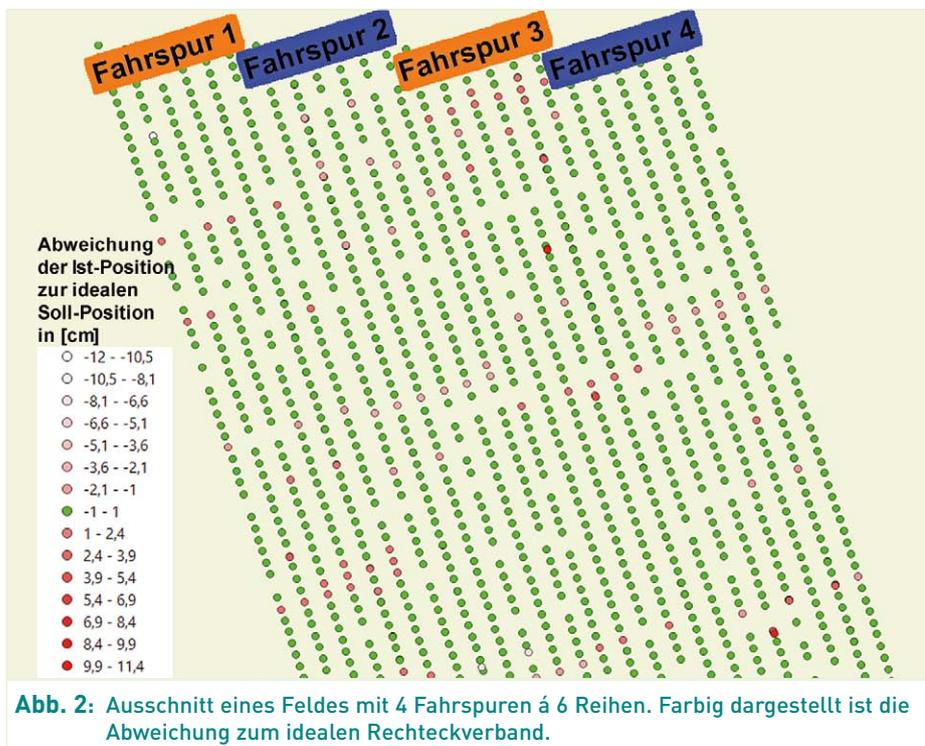


Abb. 2: Ausschnitt eines Feldes mit 4 Fahrspuren á 6 Reihen. Farblich dargestellt ist die Abweichung zum idealen Rechteckverband.

wird. Zielforderung ist die Minimierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes um 50 % bis zum Jahr 2030. Gleichzeitig ist in Zukunft von einer Zunahme kritischer Wittersituationen auszugehen, welche die Jugendentwicklung von Zuckerrüben im Vergleich zu Unkräutern benachteiligen. Die Abb. 1 aus dem Frühjahr 2021 zum ersten Hacktermin zeigt eine so starke Verkrautung im Rübenbestand, dass verfügbare Hackgeräte mit Kamerasteuerung keine Reihen mehr erkennen konnten. Ein früherer Hacktermin

war in dem Jahr aufgrund kühler Witterung und entsprechend verlangsamer Jugendentwicklung nicht möglich.

Um zukünftig solchen Extremsituationen sowohl im konventionellen Anbau, aber insbesondere im ökologischen Landbau begegnen zu können, ist es zielführend, das Hackgerät per GPS-Reihenführung zu steuern. So ist auch ein Einsatz zu einem früheren Zeitpunkt möglich, wenn sich die Zuckerrüben noch im Keimblattstadium befinden oder zu einem sehr späten Zeit-

punkt zum Reihenschluss. Darüber hinaus wäre die mechanische Unkrautbekämpfung auch innerhalb der Reihen zwischen den Pflanzen vorteilhaft, um einen höheren Wirkungsgrad bei der Unkrautbekämpfung zu erzielen.

— Ablage im Rechteckverband

Die Ablage der Rüben in einem Rechteckverband bietet hierfür – neben den Vorteilen bezüglich der Wachstumsparameter – ideale Voraussetzungen. Somit ist das Hacken sowohl in Saatrichtung als auch quer dazu möglich. Für einen solchen Einsatz ist es allerdings notwendig, nicht nur die Position der Pflanzenreihe, sondern auch die Position jeder einzelnen Pflanze möglichst genau zu kennen. Obwohl verschiedene mechanische Einzelkornsäegeräte bereits einen Rechteck- oder Dreiecksverband GPS-gesteuert auf dem gesamten Feld anlegen können (flächendeckender Rechteckverband bzw. Dreiecksverband), werden hierbei die Pflanzenpositionen bisher nicht elektronisch gespeichert.

Derzeit ist erst ein Robotersystem auf dem Markt, bei dem GPS-Positionen aus der Aussaat für die nachfolgenden Pflegearbeiten genutzt werden. Dazu werden die Koordinaten der ersten Saatpillen gespeichert und aus dem gewünschten Lege- und Reihenabstand das restliche Feld vorgeplant. Dank einer sehr geringen Fahrgeschwindigkeit < 1 km/h wird das Saatkorn bei Erreichen der berechneten Position präzise abgelegt und bei den nachfolgenden Hackdurchgängen auch wiedergefunden. Bei dem sechsreihigen Roboter ist die Flächenleistung jedoch entsprechend gering, wobei er auch ein perfekt vorbereitetes feines Saatbeet benötigt.

— Modifizierte Einzelkornsämaschine

Die im Folgenden betrachtete konventionelle Einzelkornsämaschine wurde im Rahmen des BMEL-geförderten Projekts „OptiKult“ mit einer neu entwickelten Einrichtung zur georeferenzierten Aussaat von Zuckerrüben ausgestattet. So ist die Maschine für praxisübliche Fahrgeschwindigkeiten im Bereich

PFLANZENKOHLE



Versuchsanlage mit unterschiedlichen Gaben organischer Düngemittel.

Pflanzenkohle im Praxistest: Wie profitieren Böden und Pflanzen?

Aufbau von Bodenkohlenstoff

Emanuel Jaufmann und Thomas Sixt; Technische Universität München,
Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, Freising

Mit dem Einsatz von Pflanzenkohle konnten die C-Vorräte im Boden nach knapp drei Jahren um bis zu knapp 10 t/ha gesteigert werden.

Der Einsatz von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft ist ein viel diskutiertes Thema. Die Idee, Pflanzenkohle in der Landwirtschaft einzusetzen, stammt ursprünglich aus dem Amazonasgebiet. Dort wird die sogenannte „Terra Preta“ als ein Beispiel für fruchtbare Böden inmitten versauerter Regenwaldböden angeführt. Diese ist über Jahrhunderte hinweg durch menschliche Aktivität (Akkumulation von organischen Rückständen und Holzkohle) entstanden und wird bis heute teils intensiv genutzt. Die Idee, Biomasse zu verkohlen, um Kohlenstoff technologisch abbaustabil zu machen (Negativemissionstechnologie) und damit gleichzeitig die landwirtschaftlich genutzten Böden

zu verbessern und die Erträge der Kulturpflanzen zu stabilisieren oder zu steigern, ist vielversprechend (Woolf *et al.* 2010).

Die Ergebnisse weltweit durchgeführter Versuche zeigen im Mittel positive Ertragswirkungen (Schmidt *et al.* 2021). Es wurde jedoch auch nachgewiesen, dass die Wirkungen von den Versuchsbedingungen abhängig sind (Jeffery *et al.* 2017). Auf Böden mit geringen pH-Werten wurden erhebliche Ertragssteigerungen nachgewiesen (pH-Wert-Effekte der basisch wirkenden Pflanzenkohle). Auf fruchtbaren Böden in gemäßigten Klimazonen zeigten sich kaum Effekte; teils traten sogar leichte Ertragsminderungen durch Nährstofffestlegung der adsorbierenden Pflanzenkohle auf.

In ariden Gegenden wiederum wurde eine Steigerung der Erträge durch die wasserspeichernde Wirkung von Kohlen nachgewiesen.

– Pflanzenkohle in der Praxis

Pflanzenkohle wird in der landwirtschaftlichen Praxis – aufgrund hoher Kosten und geringer Verfügbarkeit – meist nur in geringen Aufwandmengen regelmäßig wiederkehrend im Betrieb eingesetzt. Beispiele hierfür sind der Einsatz als Futterzusatz oder zur Geruchsminderung im Stall, als Additiv im Biogasprozess oder in der Kompostierung. Die Eigenschaften der Mischungen aus Pflanzenkohle und organischen Düngern unterscheiden sich jedoch von denen unbehandelter Pflanzenkohle. Daher ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse von weltweit durchgeführten Versuchen mit hohen Mengen unbehandelter Pflanzenkohle (bis zu 100 t/ha) auf mitteleuropäische Bedingungen begrenzt.

Um verlässliche Ergebnisse zu erhalten, sind langjährige Versuche erforderlich, die die Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis abbilden. Nur so lassen sich die langfristigen agrarökologischen Effekte (Bodeneigenschaften und -prozesse, C-Bindung in Böden, Stickstoffemissionen und Nitrat- austräge) sowie die pflanzenbaulichen Wirkungen (Ertrag, Ertragssicherheit, Produktqualität) beurteilen (BMEL 2024).

– Das Forschungsprojekt TerraBayt

Im Forschungsprojekt TerraBayt (Pflanzenkohle und Terra Preta in der bayerischen Landwirtschaft, gefördert vom StMELF) werden die Wirkungen von Pflanzenkohle an fünf bayerischen Standorten in mehrjährigen Feldversuchen mit geringen, aber jährlichen Applikationen von Pflanzenkohle in Kombination mit organischen Düngern geprüft.

Im Feldversuch Roggenstein (Landkreis Fürstfeldbruck westlich von München, mittlerer Jahresniederschlag etwa 900 mm, homogener schluffiger Lehmboden mit geringem Kohlenstoff-Gehalt) wird Pflanzenkohle allein sowie in Kombination mit Kompost aus Kleegrasschnitt bzw. kom-

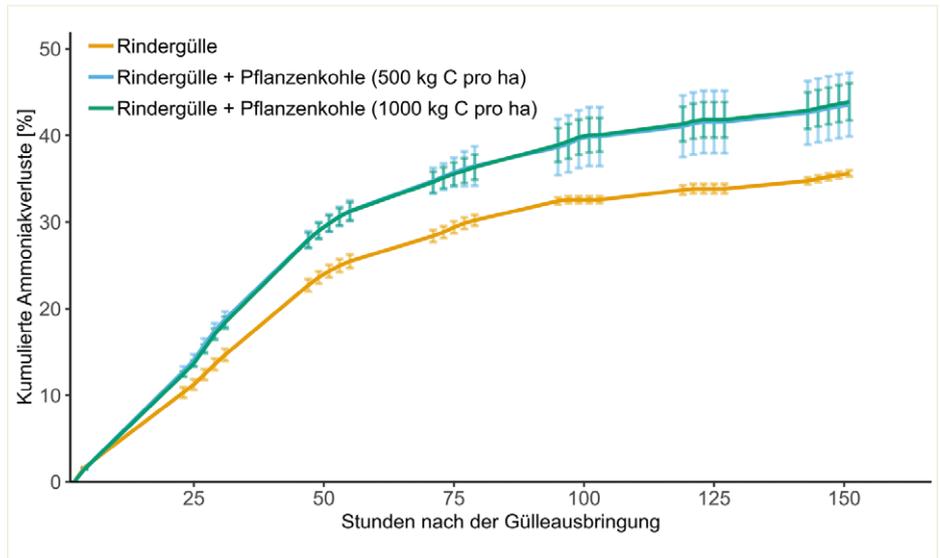


Abb. 1: Relative Ammoniakverluste (in % der ausgebrachten N-Menge) im Feldversuch Thalhausen (März 2022), streifenförmige Applikation in den Winterweizen.

Tab. 1: Dinkelertrag [dt/ha, 86 % TM] im ersten Versuchsjahr, Feldversuch Roggenstein

		Pflanzenkohle	Stallmistkompost	Kleegrasskompost
Pflanzenkohle-Ausbringungsmenge [kg C ha ⁻¹ Jahr ⁻¹]	0	32,1	42,4	41,7
	500	31,4	40,0	39,8
	1.000	30,6	39,8	38,3
	2.000	30,5	38,8	40,5

postiertem Stallmist jährlich ausgebracht. Die Aufwandmengen betragen 0, 500, 1.000 und 2.000 kg Pflanzenkohle-Kohlenstoff (C) sowie 120 kg Kompost-N pro ha und Jahr. Der Versuch wird gemäß den Richtlinien des ökologischen Landbaus bewirtschaftet. Die langjährige Nutzung der Versuchsfläche für den konventionellen Marktfruchtbau mit weitgehendem Verzicht auf organi-

sche Düngung hat zu einem sehr geringen Mineralisationspotenzial geführt.

– Versuchsergebnisse

Im ersten Versuchsjahr war der Kornertrag des Dinkels entsprechend gering (Nullvariante 32,1 dt/ha). Die Anwendung von unbehandelter Pflanzenkohle führte zu einer sehr geringen, aber konsistenten Er-

GPS-RTK genaue Bodenprobe:

- Grundnährstoffe (LUFA-Analyse)
- KAK nach erweiterter Albrecht-Methode
- Humusanalyse

Interpretation Ihrer Analyse und Beratung durch BodenBalance

AGROLAB GmbH
www.agrolab.com

Lucas Kohl | BodenBalance
www.bodenbalance.de

Bringen Sie mit uns die Nährstoffe wieder ins Gleichgewicht!
www.carbocert.com/soil-balancing

SYNERIGEN NUTZEN & SPAREN!

CarboCert GmbH
www.carbocert.com