

Direktsaat und CO<sub>2</sub> im Boden binden

## Klimaschutz durch den Verzicht aufs Pflügen

Im aktuellen Diskurs in Politik und Gesellschaft werden landwirtschaftliche Anbausysteme und Fruchtfolgen verstärkt nach Umwelt- und Klimaschutzkriterien beurteilt. In diesem Zusammenhang steht der Maisanbau mit Hinblick auf den Grundwasser- und Klimaschutz oft in der Kritik. Ein Feldexperiment der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) hat das Potenzial des Maisanbaus im Kontext des Fruchtfolge- und Bodenmanagements untersucht.

Im Fokus stand hierbei das alternative Direktsaatverfahren im Vergleich zur konventionellen Pflugsaat. Effekte auf die Treibhausgas-

emissionen und den Bodenumum wurden untersucht.

### Bedeutung von Bodenkohlenstoffvorräten

Um die negativen Effekte durch den Klimawandel abzumildern, geht es global darum, Treibhausgasemissionen weiter zu reduzieren. In der Landwirtschaft ist es ein wichtiges Ziel, die Bodenkohlenstoffvorräte standortspezifisch im Boden zu steigern oder zu erhalten, um so der Atmosphäre CO<sub>2</sub> zu entziehen. Generell beeinflusst die Menge der auf dem Feld verbleibenden Wurzel- und Ernteresste nach der Ernte der Hauptfrucht die Humusbildung in Böden positiv.



Aussaat in der Direktsaatvariante im zweiten Versuchsjahr 2016 mit der Direktsaattechnik der Firma Horsch Maschinen Fotos: Dr. Inger Julia Struck

**Die Startversicherung für Ihren Mais**

YaraVita® MAIS	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	440 g/l
K <sub>2</sub> O	75 g/l
MgO	67g/l
Zn	46 g/l

**YaraVita® MAIS – mit schnell verfügbarem Phosphat und Zink für eine gute Jugendentwicklung**

Mehr Infos?  
[www.yara.de/yaravitamais](http://www.yara.de/yaravitamais)  
 Tel.: 02594 798798

**YaraVita®**

Ein großer Teil dieses pflanzlichen Kohlenstoffs wird mittelfristig physikalisch in Bodenaggregaten stabilisiert und zeigt dadurch eine längere Verweilzeit im Boden. Eine intensive Bodenbearbeitung kann diese Stabilisierung negativ beeinflussen und führt zu einem stärkeren Humusumsatz als unter konservierenden Bodenbedingungen. Beispielhaft für diesen Zusammenhang ist die Einbindung von mehrjährigem Acker- oder Klee gras in Ackerfruchtfolgen, sogenannten „Leys“, welche jährliche Kohlenstoffbindungen in Böden von mehr als 3 t CO<sub>2</sub>/ha leisten können, da zum einen die Futtergräser selbst eine große Menge an Wurzeln im Vergleich zur Sprossmasse bilden und zum anderen eine Bodenbearbeitung während der Ackergrasjahre ausbleibt.

Könnte dieser Kohlenstoff auch für darauffolgende vermeintlich humuszehrende Kulturen bei gleichzeitig hohen Biomasse- und Energieerträgen für die Tierhaltung im Sinne einer optimierten Fruchtfolgegestaltung konserviert werden, würde zum einen ein effektiver Beitrag zum Klimaschutz geleistet und zum anderen die Wertschöpfung solcher Systeme gesteigert werden. Mögliche Lösungsansätze beinhalten reduzierte Bodenbearbeitungsverfahren, wie die Direktsaat, sowie den Ley-Rotationsanbau von Grünland

und Mais, um positive Koppel effekte von Ackerfutterbaufruchtfolgen wie Nährstofftransfer und Humusaufbau mit reduzierten Umwelteffekten wie verringerten Treibhausgasemissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden zu kombinieren.

### Das Feldexperiment: Pflug versus Direktsaat

Typischerweise erfolgt der Grünlandumbruch in der Praxis mit dem Pflug. In einem zweijährigen Projekt am Institut für Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, gefördert von der Stiftung Schleswig-Holsteinische Landschaft, wurde daher dem gängigen Pflugverfahren die Direktsaat von Silomais gegenübergestellt. Letztere kommt bisher vorwiegend in eher trockenen Klimaten zum Einsatz. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Klimawandels und den in diesem Zusammenhang positiven Anbauwirkungen von Direktsaatverfahren (zum Beispiel Vermeidung von Winderosion, verringerte Verdunstung) wurde zu der Fragestellung ein Dauerver such in den gemäßigt humiden Klimaten Norddeutschlands etabliert.

Der Parzellenversuch wurde im Jahr 2015 auf dem Versuchsbetrieb Hohenschulen im Östlichen Hangel land Schleswig-Holsteins angelegt.

Dortige Böden sind sandige Lehme mit hohen bis sehr hohen Ertrags-erwartungen, sogenannte Gunst-standorte. In der Etablierungspha- se wurde auf der Versuchsfläche überjährlig gedüngtes Grünland bewirtschaftet. Dadurch waren die Böden zu Versuchsbeginn gut mit organischem Bodenkohlen- stoff versorgt.

Um den Konkurrenzdruck für den Mais durch die alte Grün- landnarbe zu reduzieren, wurde im ersten Schritt die Grünlandnar- be mit einem To- talherbizid be- handelt. Anschlie- ßend wurde der Mais entweder di- rekt in die abgetö- tete Grünlandnar- be mit Scheiben- schlitzen gelegt oder eine klassi- sche bodenwen- dende Saatbett- bereitung vor der Aussaat durchge- führt. Die Stick- stoffdüngung erfolgte unter Be- rücksichtigung der Vornutzung in zwei Varianten: ungedüngt (N0) und stickstoffredu- ziert (90 kg N/ha in Form von KAS = N1). Die angestreb- ten Bestandesdich- ten lagen bei neun bis zehn Pflanzen

je Quadratmeter (Sorte: ‚Ronaldi- nio‘). In den Folgejahren wurden die Erträge, die Treibhausgasemis- sionen und die Veränderungen des Bodenkohlenstoffs erfasst. Lang- fristige Effekte auf den Kohlen- stoffvorrat wurden mit einem ma- thematischen Modell simuliert.

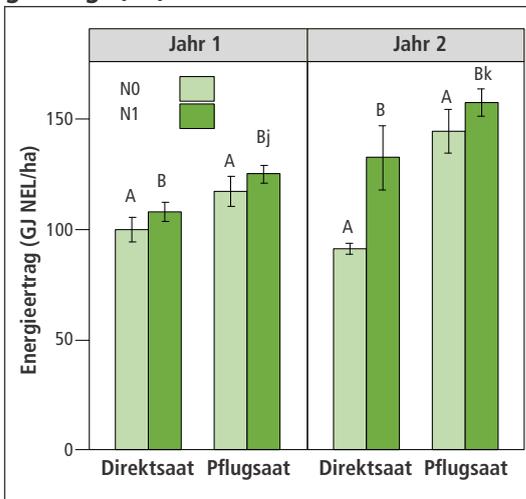
### Die Ergebnisse im Überblick

Die angestrebten Bestandes- dichten konnten in beiden Mais- varianten erreicht werden. Die Ju- gendentwicklung der Bestände war bis auf eine leichte Keimver- zögerung von einem bis zwei Ta- gen nahezu gleich. Die Trocken- masseerträge (TM) in beiden An- bausystemen waren vergleichbar und erzielten im Mittel 18 t TM/ha im ersten Jahr und 23 t TM/ha im zweiten Jahr. Zudem konnte so- wohl unter Pflugsaat als auch un- ter Direktsaat in beiden Jahren der Zielwert für eine gute Futter-

qualität mit Energiegehalten von mehr als 6,5 MJ NEL/kg TM er- reicht werden. Die Energieerträge (GJ NEL/ha) waren insgesamt im zweiten Jahr aufgrund der günsti- geren Witterung höher (siehe Ab- bildung 1). Dennoch gab es in bei- den Jahren aufgrund der guten Vorfruchtwirkung keinen signifi- kanten Einfluss durch die Düngung oder das Aussaatssystem.

Die Bodenwassergehalte im Jah- resverlauf zeigten eine höhere Stam-

**Abbildung 1: Energieerträge (GJ NEL/ha) der Direktsaat und Pflugsaat in beiden Versuchsjahren (Jahr 1 und 2 unter Mais nach Grünlandumnutzung) und den zwei Düngestufen, ungedüngt (N0) und gedüngt (N1)**



Kleinbuchstaben j, k zeigen signifikante Jahresunterschiede an, Großbuchstaben A, B kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Aussaatvarianten innerhalb eines Jahres.

bilität bei der Maisdirektsaatvari- ante, was auf die bessere Boden- struktur im Vergleich zur Pflugva- riante zurückzuführen ist. Bei einer in Zukunft höheren Wahrschein- lichkeit für unzureichende Nie- derschläge während der Vegetati- onsperiode in Schleswig-Holstein könnte das Direktsaatverfahren so auch eine Möglichkeit sein, auf den Klimawandel zu reagieren.

### Klimawirkung der Anbausysteme

Im Fokus der Umwelteffekte stand vor allem die Klimaschutzwir- kung der beiden Aussaatssysteme als Summe der drei wichtigen Treib- hausgase N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub>, ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Von den untersuchten Systemen zeigte die Pflugsaat in beiden Jahren die höchsten Treibhausgasemissionen von 23 bis 30 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. In der Direktsaat konnten nach zwei- jährigen Messungen die Treibhaus-



**BASF**  
We create chemistry

**Auf Qualität vertrauen – Erfolg ernten**

## Ackerbau-Tipp

### Herbizideinsatz in Mais

Während der warmen Tage lief der erste Mais auf. Damit steht die Zeit der **Herbizidmaßnahmen** an.

Bereits im Keimblattstadium der Unkräuter treten diese als Konkurrenten um Nährstoffe zum Mais auf. Untersuchungen belegen Ertragsrückgänge, wenn die Unkräuter über das Keimblattstadium hinaus im Mais stehen.

Besonders wichtig ist die frühe Bekämpfung bei anhaltender Trockenheit, denn hier ziehen die Unkräuter das knappe Wasser aus dem Boden. Auf den ersten Feldern sind **Knöterich** und **Storchschnabel** bereits aufgelaufen und damit dem Mais in der Entwicklung voraus. **Hier heißt es schnell handeln.**

#### Unsere Empfehlung in Mais:

**2,0 l/ha Spectrum® Gold + 0,8 l/ha Mesotrione (Maran®<sup>1</sup>, Callisto®<sup>2</sup>)**

Eine **Vielzahl an Unkräutern** lässt sich mit Arrat® kontrollieren. Insbesondere Wurzelunkräuter wie **Landwasserknöterich** können **mit Arrat®** sehr gut **bekämpft werden.**

Voraussetzung ist, dass mindestens ein Laubblattpaar vorhanden ist. Ein wesentlicher Vorteil ist der **lange Einsatzzeitraum von Arrat®**. Solange der Mais die Unkräuter nicht abdeckt, können sie bekämpft werden.

#### Unsere Empfehlung in Mais:

**0,2 kg/ha Arrat® + 1,0 l/ha Dash® E.C.**

® = registrierte Marke der BASF · Maran®<sup>1</sup>, Callisto®<sup>2</sup> = Syngenta Agro GmbH

Pflanzenschutzmittel vorsichtig verwenden. Vor Verwendung stets Etikett und Produktinformationen lesen. Warnhinweise und -symbole beachten.

**Serviceland**

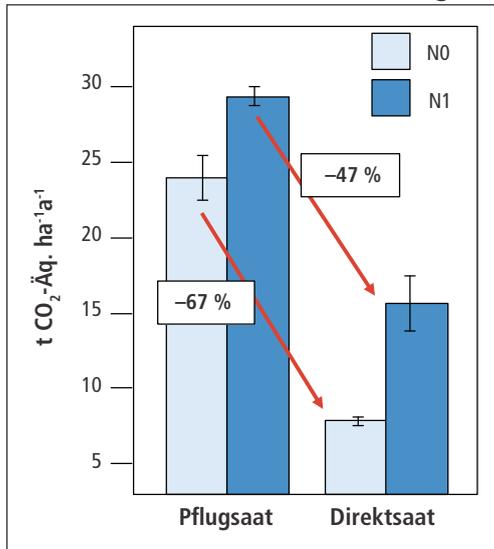
Tel.: 06 21-60-760 00 • Fax: 06 21-60-66-760 00  
www.serviceland.basf.de • serviceland@basf.com

gasemissionen je Hektar im Mittel um 57 % reduziert werden (siehe Abbildung 2). Der größte Teil der gemessenen Treibhausgasemissionen stammte dabei aus dem Abbau des Bodenkohlenstoffs, der sich während der vorangegangenen Grünlandnutzung aufgebaut hatte. Durch die klassische Bodenbearbeitung mit Pflug kam es also zu höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den verstärkten Abbau der organischen Substanz im Boden in den ersten zwei Jahren nach der Grünlandphase. Der Bodenkohlenstoff in der Direktsaatvariante zeigte nach zwei Jahren ebenfalls eine Abnahme, allerdings auf einem geringeren Niveau.

### Dauermais verzehrt Humus

Die Bodenkohlenstoff-Modellierungen zeigen jedoch, dass der immer wiederkehrende

**Abbildung 2: Klimawirksamkeit im Mittel der zwei Jahre, ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten als Summe der wichtigen Treibhausgase CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> sowie der C-Abfuhr über das Erntegut**

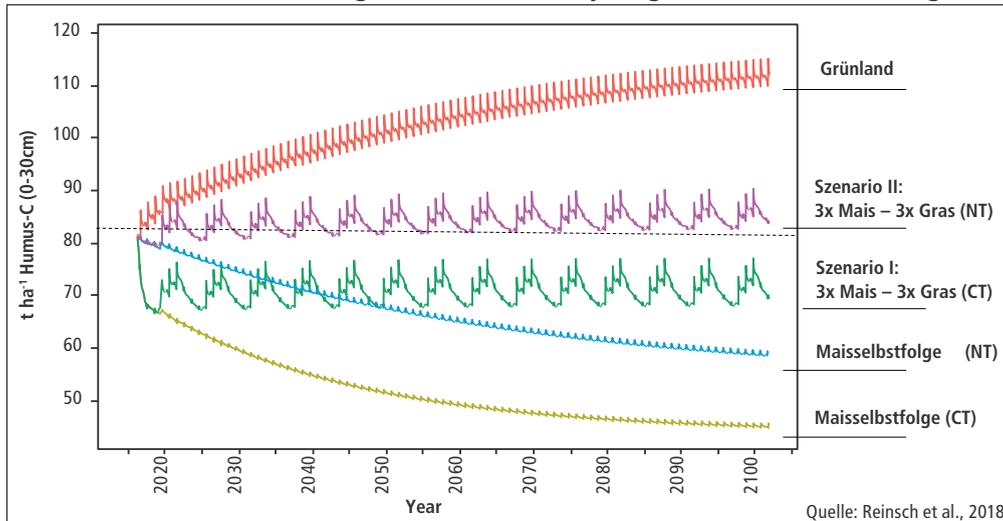


Entwicklung der Pflugsaat (li.) und der Direktsaat (ri.) im ersten Versuchsjahr 2015

Anbau von Mais auch bei dem Einsatz von Direktsaatverfahren die Kohlenstoffmengen im Boden langfristig verringert. Um den Humusgehalt des Bodens auf einem stabilen Niveau zu halten, ist eine angepasste Fruchtfolge mit Acker- oder Klee grasjahren zwingend erforderlich (siehe Abbildung 3). Langfristig ergibt sich so zwar kein Vorteil gegenüber dem Dauergrünland, da hier Kohlenstoff für mindestens weitere 20 Jahre im Boden gebunden werden kann, allerdings resultiert hieraus auch keine weitere Abnahme. Auf Basis der Modellierung ergab sich langfristig eine jährliche Kohlenstoffspeicherung von +1,1 t CO<sub>2</sub> für genutztes Grünland und eine Abnahme von -1,1 t CO<sub>2</sub> für Mais in Selbstfolge. Mittels Direktsaat und der Einbindung von Klee gras in die Fruchtfolge ergibt sich ein ausgeglichener Saldo einer Gras-Mais-Fruchtfolge von +0,1 t CO<sub>2</sub>/ha im oberen Bodenhorizont.

Dr. Inger Julia Struck  
 istruck@gfo.uni-kiel.de  
 Dr. Thorsten Reinsch  
 treinsch@gfo.uni-kiel.de  
 Dr. Ralf Loges  
 rloges@gfo.uni-kiel.de  
 Prof. Dr. Friedhelm Taube  
 ftaube@gfo.uni-kiel.de  
 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**Abbildung 3: Modellierung der Veränderung des Bodenkohlenstoffvorrats mit Pflugbodenbearbeitung (CT) und Direktsaat (NT) sowie Dauergrünland und unter den Szenarien Maisselbstfolge und Mais in dreijähriger Rotation mit Ackergras**



Quelle: Reinsch et al., 2018

### FAZIT

Eine Silomaisetablierung mittels Direktsaatverfahren ermöglicht auch unter maritimen Klimaten ein hohes Ertragspotenzial mit identischer Futterqualität im Vergleich zur Pflugsaat. Eine Ausnutzung des Vorruchteffektes einhergehend mit einer deutlichen Reduktion der mineralischen N-Düngung ist zu empfehlen, um N-Verluste auf der Fläche gering zu halten und so einen Beitrag zum Gewässerschutz leisten zu können. Mit der Kombination von Ley (Wechselgrünland) und Mais können Humusspeicher erhalten, die Gesunderhaltung der Bestände gesichert und hohe Erträge für die Wiederkäuerhaltung erzielt werden. Die Ergebnisse dieses Projektes heben besonders hervor, dass dieses Verfahren einen wichtigen Beitrag zum Boden- und Klimaschutz leistet und damit auch die Produkteffizienz, auch unter sich ändernden Klimabedingungen, erhalten bleiben kann. Das nahende Verbot des Totalherbizids Glyphosat schwächt allerdings den Einsatz der Direktsaat, da eine nichtchemische Abtötung der Grasnarbe ohne Bodenbearbeitung nur schwer möglich ist. Vor diesem Hintergrund und den hier dokumentierten Klimaschutzpotenzialen ist entweder ein standortangepasster und verantwortungsvoller Einsatz von Glyphosat oder die Entwicklung von alternativen Wirkstoffen nötig.