



Versuchsfläche



**FiBL**  
Österreich

# Erosionsschutz und Ressourcenschonung im Biomaisanbau

Abgeleitete Handlungsempfehlungen eines  
4-jährigen Praxisversuchs



# Impressum

**Eigentümer, Herausgeber und Verleger:**

ARGE Biomais

Vertretungsbefugter: Mag. Andreas Kranzler, FiBL Österreich, Doblhoffgasse 7/10, A-1010 Wien

**Redaktion:**

Johannes Schürz MEd, Julia Hochreiter MSc, Katrin Eckerstorfer, Mag. Astrid Schauer  
(Biokompetenzzentrum Schlägl)

**AutorInnen:**

Johannes Schürz MEd, Julia Hochreiter MSc, Katrin Eckerstorfer, Simon Rauöcker BEd  
(Biokompetenzzentrum Schlägl)

**Bezugsadressen:**

Forschungsinstitut für biologischen Landbau, FiBL Österreich  
Doblhoffgasse 7/10, A-1010 Wien, Tel.: 01/907 6313, E: [info.oesterreich@fibl.org](mailto:info.oesterreich@fibl.org),  
[www.fibl.org](http://www.fibl.org)

Biokompetenzzentrum Schlägl  
Schaubergstraße 2, A-4160 Aigen-Schlägl, E: [biokompetenzzentrum@fibl.org](mailto:biokompetenzzentrum@fibl.org),  
[www.biokompetenzzentrum.at](http://www.biokompetenzzentrum.at)

**Abbildungen und Illustrationen:**

Sofern nicht anders gekennzeichnet, stammen Bilder und Illustrationen von den folgenden Personen:  
Mitarbeiter des Biokompetenzzentrums Schlägl, Versuchslandwirte, Ingrid Gassner, Pixabay

**Titelfoto:**

Biokompetenzzentrum Schlägl (Versuchsfläche Mais-Gemenge)

**Grafik und Produktion:**

Ingrid Gassner, Wien

**Druck:**

Druckerei Rohrbach Josef Leitner e.U.  
Harrauer Straße 31, A-4150 Rohrbach  
Gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Papier, für dessen Erzeugung Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft  
verwendet wurde. [www.pefc.at](http://www.pefc.at)

**Hinweis:** Eine geschlechtergerechte Formulierung ist uns ein großes Anliegen. Da wir gleichzeitig eine gut lesbare Broschüre herausgegeben wollen, haben wir uns entschieden, keine geschlechtsneutralen Begriffe zu verwenden, sondern alternierend entweder nur weibliche oder nur männliche Bezeichnungen. Wir sind uns dessen bewusst, dass diese Generalklausel einer geschlechtergerechten Formulierung nicht ganz entspricht, wir denken aber, dass die gewählte Form ein Beitrag zur publizistischen Weiterentwicklung für mehr sprachliche Präsenz weiblicher Begriffe sein kann.

Erscheinungsjahr 2023

# Inhaltsverzeichnis



<b>Themenbereiche</b>	<b>4</b>	<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	<b>13</b>
<b>Vorwort</b>	<b>5</b>	<b>Bodenbearbeitungsvarianten</b>	<b>14</b>
<b>Hintergrund und Projektvorstellung</b>	<b>6</b>	Bodenbearbeitung mittels Pfluges	14
<b>Biomaisanbau und Bodenerosion</b>	<b>7</b>	Bodenbearbeitung mittels Fräse	15
Mais (Zea Mays)	7	<b>Kulturführung</b>	<b>17</b>
Kulturführung Biomais	7	Einsatz von Untersaaten	17
Zwischenfrüchte	8	Einsatz von Querstreifen	18
Sortenwahl	8	Anlage von Miststreifen	19
Anbau	8	Direktsaat	20
Beikrautregulierung	9	Einarbeitung oder Abtransport der Vorfrucht	21
<b>Ziele und Darstellung der Problematik</b>	<b>11</b>	Dammkultur	22
Wie entsteht Erosion?	11	Streifenfrässaat	22
Nährstoffhaushalt	11	Maisanbau im Gemenge	24
Bodenacidität (pH-Wert)	12	<b>Nährstoffverluste durch Bodenerosion</b>	<b>29</b>
Wassererosionsfaktoren im Ackerbau	12	<b>Conclusio</b>	<b>30</b>
		<b>Kontakt</b>	<b>31</b>

## Ansprechpersonen

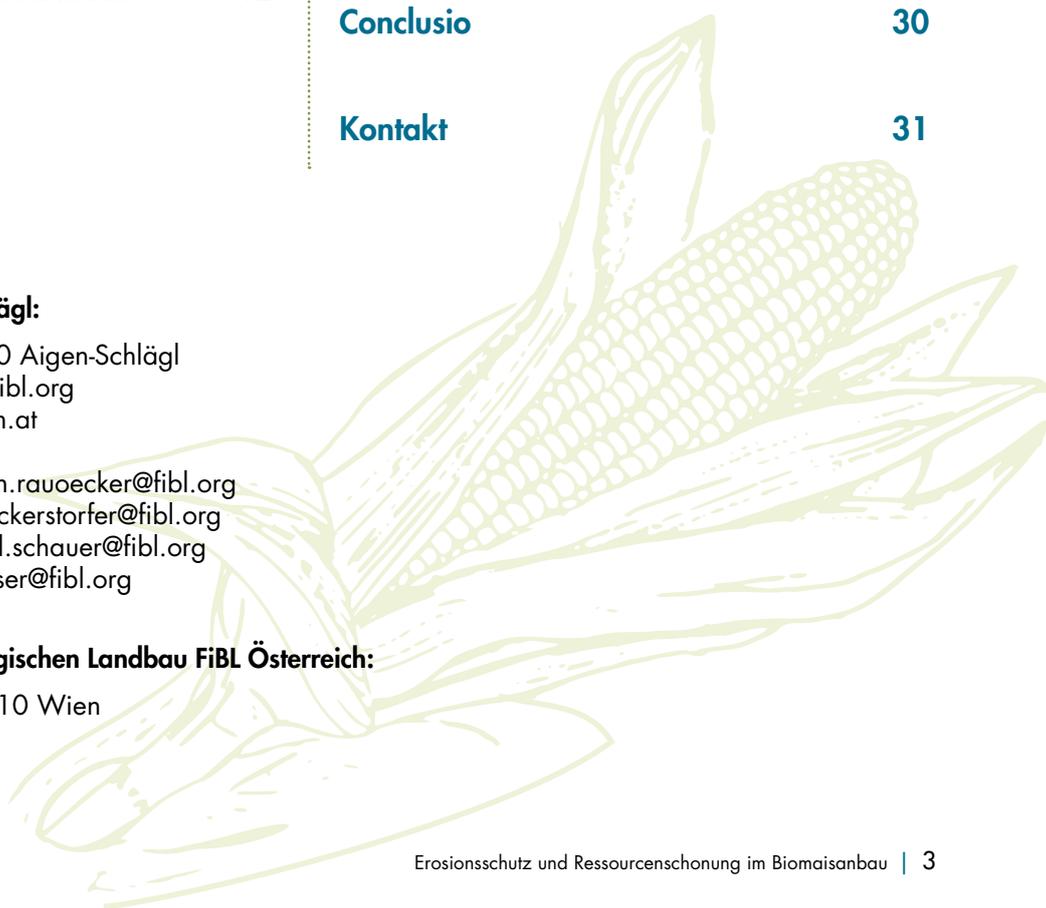
### Biokompetenzzentrum Schlägl:

Schaubergstraße 2, A-4160 Aigen-Schlägl  
E: [biokompetenzzentrum@fibl.org](mailto:biokompetenzzentrum@fibl.org)  
[www.biokompetenzzentrum.at](http://www.biokompetenzzentrum.at)

Simon Rauöcker BEd, [simon.rauoecker@fibl.org](mailto:simon.rauoecker@fibl.org)  
Katrin Eckerstorfer, [katrin.eckerstorfer@fibl.org](mailto:katrin.eckerstorfer@fibl.org)  
Mag. Astrid Schauer, [astrid.schauer@fibl.org](mailto:astrid.schauer@fibl.org)  
Manuel Pfoser, [manuel.pfoser@fibl.org](mailto:manuel.pfoser@fibl.org)

### Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL Österreich:

Doblhoffgasse 7/10, A-1010 Wien  
E: [info.oesterreich@fibl.org](mailto:info.oesterreich@fibl.org)  
[www.fibl.org](http://www.fibl.org)





## Themenbereiche

---

### Ziele und Darstellung der Problematik

Projektbeschreibung, Projektpartner, Problematik und Zieldarstellung

Allgemeines zu Biomaisanbau, Erosion, Bodengefüge, Nährstoffhaushalt, pH-Wert, Kulturführung

---

### Maßnahmenbeschreibung

Praxistaugliche Beschreibung der Maßnahmen inkl. Bodenbearbeitung und Kulturführung

---

### Bodenbearbeitungs- und Kulturführungsvarianten

Pflug/Fräse, frühe/späte Bearbeitung

Untersaaten, Querstreifen, Miststreifen, Einarbeitung/Abtransport Vorfrucht, Direktsaat, Dammkultur, Streifenfrässaat, Gemenge

---

### Übersicht der Varianten mit Ergebnissen

Bewertung der einzelnen Methoden

Erosionsschutz, Ertrag, Mehraufwand, Kosten, Diversität

---

### Nährstoffverluste durch Bodenerosion

Anhand eines Beispielbetriebes

---

# Vorwort



## Liebe Leserin! Lieber Leser!

Dieser Ratgeber zur Umsetzung eines ressourcenschonenden Biomaisanbaus in erosionsgefährdeten Lagen wurde durch die ARGE Biomais im Zuge des EIP-AGRI Projektes „Erosionsschutz und Ressourcenschonung im Biomaisanbau“ erstellt.

Ziel des Projektes war es, verschiedene praxisrelevante und vor allem nachhaltige Kultivierungsmethoden im Maisanbau zu erproben. Zu den Methoden gehören verschiedene Bodenbearbeitungsvarianten und Kultivierungsmaßnahmen. Durch diese Methoden soll eine ressourcenschonende Maiskultivierung mit maximalem Erosionsschutz möglich werden. Mehrere landwirtschaftliche Betriebe setzten unter fachlicher Betreuung in den Jahren 2020 bis 2023 diese Maßnahmen in die Praxis um. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen dienen schließlich als Basis für diesen Anbauratgeber. Das vorliegende Praxishandbuch soll in Zukunft weiteren Betrieben sowie Beratern als Leitfaden bei der Umsetzung eines ressourcenschonenden Biomaisanbaus dienen. Finanziert wurde dieses Vorhaben durch das „Österreichische Programm für Ländliche Entwicklung 2014 bis 2020 (Programm LE 14-20) mit

Unterstützung von Bund, Ländern und der Europäischen Union.

Sehr herzlich bedanken möchten sich die Autoren bei den teilnehmenden Betrieben für die gute Zusammenarbeit und ihre Aufgeschlossenheit, diese Maßnahmen in der Praxis am eigenen Betrieb zu erproben.

Einen herzlichen Dank gilt auch der Bodenwasserschutzberatung, ARGE SoilSaveWeeding, ARGE KliWa, der Bioschule Schlägl, TB Unterfrauner GmbH und Josef Lichtenberger Film für die fachliche Einbringung und Unterstützung in diesem Projekt.

Zu guter Letzt bedanken wir uns beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft und seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die Möglichkeit und Unterstützung, ein derartiges Projekt umsetzen zu können.

Mag. Andreas Kranzler  
(ARGE Biomais)





## Hintergrund und Projektvorstellung

Mais ist eine faszinierende, verrufene und wertvolle Kulturart zugleich, nicht nur in Österreich, sondern nahezu auf der ganzen Welt. Die Vorteile von Maissilage für die Rinderfütterung liegen klar auf der Hand. Mais liefert als C4-Pflanze höchste Energieerträge bei niedrigem Wasserverbrauch pro Hektar, er findet ideal in Fruchtfolgen Platz, die Qualität des Silomais ist über das Jahr vergleichsweise konstant und die Maissilage ergänzt sich gut mit eiweißreicheren Futterkomponenten. Auch Körnermais ist in der Nutztierfütterung bei Schweinen und Geflügel bzw. als Grundlage für die Stärkeproduktion stark etabliert. Aufgrund der genannten und noch weiteren Vorteile setzen nicht nur konventionelle Betriebe, sondern auch Biobetriebe gerne Mais als hochqualitative Futterquelle ein.

Natürlich kann jede Kultur, so auch der Mais, bei falscher Kultivierung negative Auswirkungen auf den Boden und den darin lebenden Organismus haben. Ein Thema, das durch die Wetterextreme der letzten Jahre durchaus noch stärker zum Problem geworden ist, ist die Bodenerosion durch Wasser im Maisanbau. Wassererosion ist nicht nur ein wirtschaftlicher und ökologischer Schaden, sondern auch ein gesellschaftlicher.

Im Rahmen des EIP-AGRI Projektes „Erosionsschutz und Ressourcenschonung im Biomaisanbau“ wurde in den vergangenen Jahren auf landwirtschaftlichen Betrieben in Oberösterreich zu diesem Thema an der praktischen Umsetzung gearbeitet. Bei den teilnehmenden Biobetrieben wurden verschiedenste Methoden für eine ressourcenschonende sowie erosionsmindernde Kultivierung der populären Futterpflanze innerhalb der Projektlaufzeit 2019-2023 getestet. Während der gesamten Projektzeit wurden die Betriebe fachlich betreut. Die aus der praktischen Umsetzung gewonnenen Erkenntnisse konnten als Basis für diesen Ratgeber und zur Umsetzung einer nachhaltigeren Maiskultivierung genutzt und verarbeitet werden.

Die nachstehenden Kapitel erläutern die verschiedenen Anbaumethoden und die unterschiedlichen Möglichkeiten der Bodenbearbeitung. Das aufbereitete Punkteschema der verschiedenen Kultivierungsmethoden soll für die Betriebsleiter klar Vorteile sowie Nachteile der einzelnen Methoden auf einen Blick erkennen lassen. Der Ratgeber soll somit alle wichtigen Aspekte im Biomaisanbau kritisch beleuchten und darstellen.



# Biomaisanbau und Bodenerosion



Bodenerosion entsteht infolge von Abtragung oder Verfrachtungen von Bodenpartikeln durch Wasser und Wind. Vor allem auf landwirtschaftlich genutzten Flächen kann sie jedoch verstärkt werden. (Klik, 2004)

Besonders im (Bio)-Maisanbau ist die verbreitetste Methode des Anbaus die Einzelkornsaat mit einem Reihenabstand von rund 70–75cm und mit anschließender Beikrautregulierung durch Striegel und Hacke. Gerade in der Jugendentwicklung des Maises bleibt hier der Boden zwischen den Reihen sehr lange offen und unbedeckt. Bis zum vollständigen Reihenschluss der Kulturpflanze dauert es in der Regel rund 30-50 Tage (temperaturabhängig). Das ist genau jene Periode, in der vermehrt Starkregenereignisse eintreten können. Somit sind besonders Maisflächen (in Hanglagen) dem erhöhten Risiko des Bodenabtrages ausgesetzt.



Gefahr der Bodenabtragung bei Reihenkulturen

Dem Pflanzenbestand fehlen nach einer Erosion essentielle Nährstoffe wie Phosphor, Kalium und Stickstoff - Nährstoffe, die die Pflanze für ihr Wachstum benötigt.

## Mais (*Zea Mays*)

### Botanische Merkmale

Der Mais stammt ursprünglich aus Südamerika. Er ist ein Fremdbefruchter und gehört wie auch das Getreide zur Familie der Süßgräser (*Poaceae*). Auf der einhäusigen Pflanze befinden sich sowohl das männliche als auch das weibliche Geschlecht. Die Rispe, auch Fahne genannt, ist die männliche Blüte und wird ca. ab Juli entwickelt. Am Kolben hingegen sind die weiblichen Blüten in Form von langen Fäden. Diese werden mit den Pollen der Ris-

pen befruchtet und die Pflanze kann somit einen Kolben ausbilden. Die wichtigsten Kornformen beim Mais sind Hartmais (H) und Zahnmais (Z)

## Kulturführung Biomais

Die Kultivierung von Mais im biologischen Landbau birgt etwas mehr Risiko als im konventionellen Anbau. Vor allem Unkrautdruck und Nährstoffmangel erschweren den Maisanbau.

Im biologischen Anbau ist es wichtig zu wissen, an welchem Standort die Kultur angelegt wird und welche Vorfrucht dort kultiviert war. Mais ist grundsätzlich selbstverträglich, von mehrmaligem Anbau hintereinander am selben Schlag ist jedoch abzuraten, da ein erhöhtes Krankheitsrisiko des Folgebestandes gegeben ist (z.B. Pilzinfektionen, die durch verbleibende Stoppel am Feld überdauern können: Bsp. *Fusarium spp.*). Auch Schädlinge wie der Maiszünsler oder Maiswurzelbohrer haben durch enge Fruchtfolgen eine erhöhte Chance, sich im Bestand zu vermehren und zum Problem zu werden. Eine gesunde Fruchtfolge ist also essenziell für einen folglich gesunden Bestand. (Zwatz, 1990)

## Grundbodenbearbeitung

Die konventionelle Grundbodenbearbeitung (Pflug) vor dem Maisanbau ist grundsätzlich „zu bevorzugen“. Durch den Pflugeinsatz werden die Erwärmbarkeit und die Durchwurzelung stark gefördert, was somit die Jugendentwicklung des Maises auch in höheren Anbaulagen mit schlechteren Standorten für den Mais enorm stützt. Außerdem werden mit dem Pflug oberirdische Unkräuter und Pflanzenreste entfernt und somit die Gefahr der Übertragung von Krankheiten aus der Gattung der Fusariumpilze auf nachfolgend angebautes Getreide minimiert. Im Gegensatz dazu ist nicht nur die Kraftstoffersparnis, sondern vor allem der Erosionsschutz in Hanglagen ein triftiger Grund für die nicht wendende Grundbodenbearbeitung vor dem Maisanbau. Dies erfordert jedoch entsprechende Bodenbearbeitungsmaßnahmen im Herbst, um den Boden von Strohmatte zu reinigen. Vgl. (Lehrke, 2012)

## Saatbettbereitung

Eine ordentliche Saatbettbereitung ist bei Begrünungen sehr empfehlenswert, jedoch ist bei einer üppigen Begrünung ein weiterer Einsatz mit Kreiselegge oder Feingrubber notwendig. Ein zu frühes, nasses Abstreifen ist zu unterlassen. Die Saatbettbereitung kann leicht mit einer Gülleausbringung verbunden werden. Vor dem Anbau



sollte man den Boden gut abtrocknen lassen und auf entsprechende Bodentemperaturen (8-10 Grad Celsius) warten.

Vgl. (Neudorfer, 2016)

## Zwischenfrüchte

Bei der Wahl von Zwischenfrüchten vor einem Maisbestand ist darauf zu achten, keine zehrenden Pflanzen zu kultivieren. Vorteile bringen alle Mykorrhiza-bildenden Fruchtarten und die meisten Leguminosen.

**Beispiele:** Wicke/Roggen, Grünschnittroggen

## Vorfruchtansprüche

Mais dankt guten Vorfrüchten, wie zum Beispiel Leguminosen, sehr. Besonders im biologischen Bereich wird oft Klee gras als Vorfrucht verwendet, um genug Nährstoffe zu bekommen. Er ist sonst eher anspruchslos bezüglich der Vorfrucht. Mais ist sogar zu einem gewissen Grad selbstverträglich, jedoch könnte dies zu einer hohen Krankheits- und Schädlingsbelastung führen. Vor allem Maiszünsler und Maiswurzelbohrer können bei mehrjährigem Maisanbau zu einem erheblichen Problem werden. Andererseits ist Mais optimal in Fruchtfolgen mit Halmfrüchten, da die C4-Pflanze gegen Fußkrankheiten zahlreicher Getreidearten nur gering anfällig ist und diese dann auch nicht weiter übertragen werden.

Vgl. (Neudorfer, 2016)

## Sortenwahl

Frühreife Maissorten mit einer geringeren Reifezahl beginnen frühzeitig mit dem Kolbenansatz und der Abreife, spätreife Sorten zeigen ein längeres Pflanzenwachstum. Bei Silomais ist eine höhere Bestandesdichte als bei Körnermais anzustreben → Silomais 9-11 und Körnermais 8-10 keimfähige Körner pro m<sup>2</sup>. Die Maissorte sollte in der Regel nach den Standortbedingungen ausgewählt werden. In kühleren Regionen werden Sorten mit niedrigeren Reifezahlen kultiviert, wohingegen in wärmeren Gebieten Saatgut mit einer höheren Reifezahl gepflanzt werden kann. (Lehner, 2020)

### Beispiele bewährte Biomais-Sorten:

- KWS Amarola RZ 210
- LG 30.215 RZ 260
- KWS Stabil RZ 220

Durch die großen Reifezeit-Unterschiede (je geringer die Reifezahl, desto früherer), die die verschiedenen Maissorten bieten, kann man den Erntetermin gezielt steuern

und unterschiedliche Standorte, Anbauzeitpunkte und weitere Faktoren gut ausgleichen. Grundsätzlich steigt mit dem späteren Reifezeitpunkt der Sorten auch das Ertragspotenzial der Pflanzen. Jedoch muss das zu den Standortbedingungen passen, damit das Potenzial auch ausgeschöpft werden kann. Der Mais muss im Herbst zuverlässig abreifen können, um die passende Feuchtigkeit der Maispflanze und den gewünschten Erntetermin zu erzielen. Doch nicht nur die Reifezahl, sondern auch eine rasche Jugendentwicklung sollte vorwiegend auf kalten, schweren Böden nicht vernachlässigt werden. Durch gutes Wachstum in der Jugend gibt die Kulturart Schädlingen und Krankheiten wenig Chance, sie schon am Beginn der Vegetation zu schwächen. Auch bei späteren Saaten ist es wichtig, dass der Mais nach dem Anbau zügig wächst, um ein höheres Ertragspotenzial zu generieren. Durch den guten Zuchtfortschritt und eine den eigenen Verhältnissen angepasste Sortenwahl kann der Krankheits- und Schädlingsbefall schon vorbeugend minimiert werden.

Vgl. (Neudorfer, 2016)

Die voranschreitende Maiszüchtung wird von vielen landwirtschaftlichen Sparten, wie den Futtermittelherstellern, den Maisverarbeitern und -züchtern, den österreichischen Schweinebauern und vielen mehr gefordert und tatkräftig unterstützt. Jedes Jahr werden von der AGES und den Landwirtschaftskammern Einzelproben (im Jahr 2014: 1295 Einzelproben) aus mehreren, für den Mais relevanten Produktionsstandorten auf den Mykotoxingehalt, vorwiegend Deoxynivalenol und Zearalenon, getestet.

Vgl. (Krumphuber, 2016)

## Anbau

### Anbaufläche in Österreich

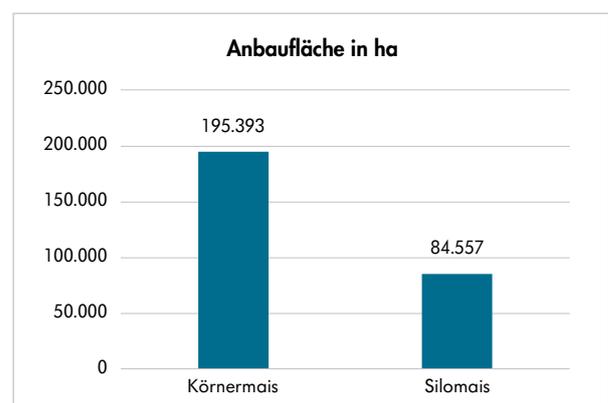


Abbildung 1: Anbaufläche in Ö

Nach Weizen ist Mais die am häufigsten angebaute Kulturart in Österreich. Der Maisanbau hat seine Schwerpunkte vor allem in Oberösterreich, Niederösterreich und der Steiermark.

Vgl. (Statistik Austria, 2016)



## Umweltansprüche des Maises

Mais ist sehr wärmebedürftig und benötigt beim Anbau ungefähr 8-10°C Bodentemperatur. Der Boden sollte eine ausgeglichene Wasserversorgung, eine gute Erwärmbarkeit, und eine gute Bodenstruktur aufweisen. Außerdem lohnt Mais einen hohen Humusgehalt mit höheren Ernteerträgen. Ungünstige Umweltbedingungen sind vor allem Hitze und Wassermangel in der Blüte. Diese können zu einer stark verminderten Kornausbildung führen. Frühfröste im September und Oktober stoppen die Wasserabgabe und die Stärkeeinlagerung und führen zu einer erschwerten Ernte und zu Ertragseinbußen. Andererseits können Spätfröste im Mai zu einem Abfrieren des Vegetationskegels führen und die Jugendentwicklung des Maises stark schwächen.

Vgl. (Neudorfer, 2016)

## Anbauzeitpunkt

Grundsätzlich gilt, umso früher der Sätermin ist, desto höher ist das Ertragspotenzial. Jedoch sollte der Zeitpunkt der Saat von der Bodentemperatur und der Bodenbeschaffenheit abhängen. Sind die Bodentemperaturen über 10°C, läuft der Mais schnell auf und es werden die Risiken von Keimlingserkrankungen und einem Schädlingsfraß minimiert. Der Boden sollte beim Maisanbau unbedingt trocken sein, da bei nassen Anbaubedingungen der vollständige Feldaufgang nicht gesichert werden kann.

Vgl. (Mayer, 2015)

## Anbaustärke

Beim Mais zeigt sich die Bestockung in Form von Geiztrieben. Da diese unerwünscht sind, setzt man die Anbaustärke gleich mit den gewünschten Pflanzen pro Hektar. Durch die fehlende Bestockung kann Mais Pflanzenausfälle nur sehr schlecht kompensieren. Für die Wahl der richtigen Anbaustärke ist die Sorte ein wichtiges Kriterium.

Grundsätzlich gilt, dass weniger standfeste und massige Sorten eher geringere Anbaustärken benötigen, während frühreife Sorten eher höhere Saattmengen vertragen. Weiters gibt es zwei verschiedene Maistypen:

- Fixkolbentypen, die auch bei höheren Bestandesdichten die Kolbenausbildung stabil halten.

- Flexkolbentypen, die zu einem gewissen Grad die Kolbengröße an die Bestandesdichte anpassen können.

Auch die Nutzungsrichtung und der Standort spielen für die Auswahl der Saattmenge bzw. Bestandesdichte eine wichtige Rolle.

Vgl. (Mayer, 2015)

## Anbautiefe

Das Saatkorn ist auf der wasserführenden Bodenschicht abzulegen, um die Pflanze von Beginn an mit Wasser zu versorgen. Diese liegt im meistens bei vier bis fünf Zentimetern.

Je trockener und leichter der Boden, desto tiefer kann das Saatkorn angebaut werden.

Vgl. (Mayer, 2015)

## Entwicklungsstadien

Die folgende BBCH-Tabelle ist eine Hilfestellung für die exakte Definierung, in welchem Entwicklungsstadium sich der Mais befindet.

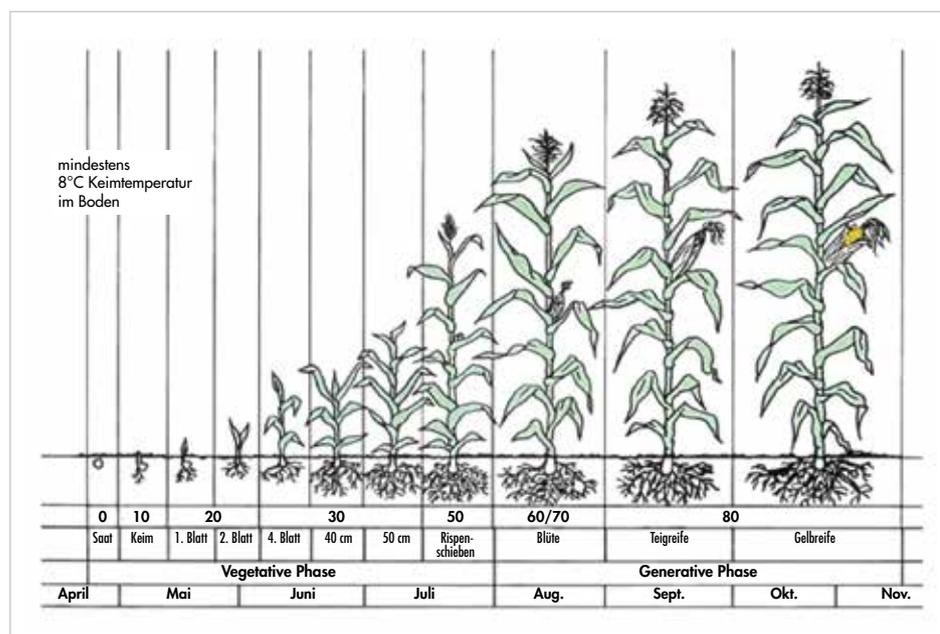


Abbildung 2: Wachstums- und Vegetationsablauf der Maispflanze, © www.proplanta.de

## Beikrautregulierung

Bei der Kulturpflanze Mais ist das Unkrautpotential sehr hoch einzustufen. Die wichtigste Maßnahme nach der Ablage ist das Blindstriegeln. Je nach Saattiefe und Bodentemperatur, sollte dies idealerweise in einem Zeitraum von 5 bis 7 Tagen nach dem Anbau ausgeführt werden. (Lehner, 2020)



Wichtig dabei ist, dass der Keimling noch vollständig mit Erde bedeckt ist. Das Blindstriegeln erfüllt den Zweck, auflaufende Beikräuter zu dezimieren. Vor allem beim Feldaufgang sind viele Kulturen sehr empfindlich. Das Blindstriegeln ermöglicht der Kulturpflanze einen gewissen „Vorsprung“, wodurch diese Maßnahme im Biolandbau immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Nach dem Blindstriegeln kann der Maisbestand erst wieder mit dem Striegel bearbeitet werden, wenn dieser das 3 bis 4-Blatt Stadium erreicht hat. Zwar ist es zu diesem Zeitpunkt noch möglich zu striegeln, jedoch kann hier unter Umständen durch eine langsamere Fahrgeschwindigkeit nicht mehr der gewünschte Effekt erreicht werden. (Lehner, 2020)

Ab dem 4-Blatt Stadium werden dann Reihenhackgeräte eingesetzt. Diese Hackdurchgänge werden in der Regel mehrmals wiederholt (i.d.R. 2-3 mal) und können durchgeführt werden, bis ein Durchfahren im Bestand nicht mehr möglich ist. Ziel ist es, den Bestand von auflaufenden Beikräutern freizuhalten.

Eine andere Möglichkeit der „indirekten“ Beikrautregulierung stellen Untersaaten dar. Diese sollen die offenen Reihen bedecken um Beikräuter zu unterdrücken. Außerdem können sie das Bodenleben fördern und erosionsmindernd wirken. Durch die Biomassebildung von Untersaaten können Beikrautbiomassen bis zu 96% reduziert werden. Prädatoren von Unkrautsamen werden durch den Anbau von Untersaaten gefördert. (Brust et al., 2011)



Beikrautregulierung durch Blindstriegeln



## Ziele und Darstellung der Problematik

### Wie entsteht Erosion?

Bodenerosion ist eine natürliche geologische Erscheinung infolge der Abtragung und Verfrachtung von Bodenpartikeln durch Wasser und Wind. Durch verschiedene anthropogene Einflüsse, besonders auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, kann diese drastische Ausmaße annehmen. Weltweit stellt Erosion die größte Bedrohung der Ressource Boden dar. Abgetragen wird vorwiegend die oberste, fruchtbarste Bodenschicht, die einen hohen

Substanz und in weiterer Folge zu einer verbesserten Aggregatstabilität. Die Aggregatstabilität schwankt also je nach Boden und Bewirtschaftung. Liegt diese unter einem Wert von 20%, so ist das Gefüge beeinträchtigt und die Aggregate können beispielsweise durch Regenschlag zerstört werden. Dies kann in weiterer Folge zu einer Verschlammung führen, die wiederum die Infiltrationsfähigkeit stört und zu Problemen im Wasser- und Lufthaushalt führen kann. All diese Faktoren können eine erhöhte Erosionsneigung hervorrufen.



Erosion nach Starkregenereignis Ende Juni 2020

Anteil an organischem Material sowie hohe Gehalte an Stickstoff- und Phosphorverbindungen beinhaltet (Klik, 2004). Mit Einbeziehung aller untersuchten Maßnahmen (Mulch-Direktsaat, Biologische Wirtschaftsweise, Begrünung) wurde in Österreich vom Bundesamt für Wasserwirtschaft ein jährlicher Bodenabtrag von durchschnittlich rund 5,3 t/ha errechnet. **Die Bildung von 1 cm fruchtbaren Boden dauert ca. 250 Jahre!** Im Maisanbau spielt besonders die Wassererosion eine ausschlaggebende Rolle. Durch den relativ weiten Pflanzabstand in den Reihen bleibt der Boden dabei offen, und ist so durch mögliche Starkregenfälle besonders im Jugendstadium des Mais schlecht gegen Bodenabtrag geschützt.

Wassererosion betrifft nicht jeden Bodentyp gleichermaßen. Besonders die Zusammensetzung des Bodengefüges gewinnt bei der Erosionsneigung an Bedeutung. Dabei werden primär die Bodenaggregate unter die Lupe genommen. Ganzjährig bedeckte Böden weisen generell eine höhere Aggregatstabilität auf als Ackerböden. Werden am Acker Ernterückstände in den Boden eingearbeitet so führt das tendenziell zu einer Erhöhung der organischen

### Nährstoffhaushalt

Pflanzennährstoffe stellen Grundstoffe für die verschiedenen Syntheseleistungen der Pflanze dar. Sie sind chemische Elemente und werden von den Pflanzen in unterschiedlicher Weise aufgenommen (Boden, Atmosphäre). Außerdem sind sie für das Wachstum und die normale Entwicklung einer Pflanze notwendig.

Nährstoffe sind meist an Bodenpartikel gebunden und müssen zunächst mobilisiert werden, um für die Pflanzenwurzeln in der Bodenlösung verfügbar zu sein. (Schubert, 2018)

Demnach sollte die Bodenlösung eine „Idealzusammensetzung“ der einzelnen Nährstoffe besitzen, da die Selektivität der Pflanzenaufnahme für bestimmte Nährstoffe nur aus der „Ideallösung“ optimal funktioniert. Damit die Pflanze also effizient mit den vom Boden zur Verfügung gestellten Nährstoffen agieren kann, muss der Nährstoffhaushalt ausgeglichen sein. Dieser Haushalt kann durch sachgerechte Düngergaben aufgebessert werden.



„Wenn eine Pflanze zwölf Stoffe zu ihrer Ausbildung bedarf, so wird sie nimmer aufkommen, wenn nur ein einziger fehlt, und stets kümmerlich wird sie wachsen, wenn einer derselben nicht in der Menge vorhanden ist, als es die Natur der Pflanze erheischt.“

(Gesetz vom Minimum – Carl Philipp Sprengler, 1828).  
(Schubert, 2018)

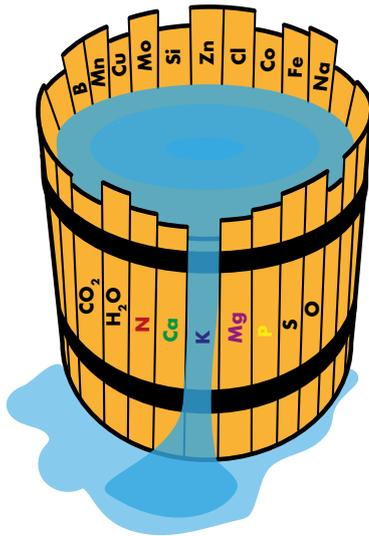


Abbildung 3: Pflanzennährstoffe

## Bodenacidität (pH-Wert)

Als chemische Eigenschaft von Böden bestimmt die Bodenacidität über die Artenzusammensetzung und die Funktion von Bodenorganismen. Der pH-Wert kann diese in Folge direkt oder indirekt beeinflussen. Die Konzentration (sauer oder basisch) der Bodenlösung beeinflusst sowohl die Vitalität der Pflanzen als auch das Bodenleben. Bakterien beispielsweise bevorzugen einen pH-Bereich von 5-7. Pilze hingegen sind eher in saureren Böden dominanter vertreten. Grundsätzlich jedoch hängt der pH-Wert in einer Bodenlösung von vielerlei ökologisch wirksamen Bodeneigenschaften und Einwirkungen ab, die unterschiedlich auf Edaphon und Rhizosphäre wirken. (Scheffer, 2010)

## Wassererosionsfaktoren im Ackerbau

Bodenerosion tritt in der natürlichen Vegetation eher selten auf. Erst durch die Bewirtschaftung und somit Veränderung der natürlichen Gegebenheiten durch den Menschen kommen Erosionsprozesse vermehrt in Gange. Ob und wie stark Erosion durch Wasser stattfindet, ist von verschiedenen Faktoren abhängig, die durch die Art und Weise der Bewirtschaftung beeinflusst werden können.



## Geländebeschaffenheit

Die Hangneigung eines Feldstückes ist ein wichtiger Faktor bei der Erosion. Bei zunehmender Hangneigung erhöht sich die Erosion, da die Fließgeschwindigkeit des Wassers und die Menge des Abflusses zunehmen. Aber nicht nur die Neigung, sondern auch die Hanglänge spielt eine entscheidende Rolle, da sich durch die zunehmende Länge die abfließende Wassermenge erhöht. Während es oft nicht vermeidbar ist, Ackerschläge in Hanglage zu bewirtschaften, so können Landwirte doch einen Einfluss auf die Hanglänge nehmen, indem sie lange Schläge unterteilen.

Natürlich spielt auch die Größe des Einzugsgebietes, aus dem der Oberflächenabfluss kommt, eine Rolle. Bei kleinen Einzugsgebieten kann sich nur wenig Wasser sammeln.



## Niederschlag

Die Intensität und Dauer eines Niederschlages beeinflussen die Erosionswirkung. Besonders erosiv wirken Regen mit langer Dauer oder besonderer Intensität. Häufig sind Starkregenereignisse für Erosion verantwortlich. Innerhalb von kurzer Zeit kommt es zu großen Niederschlagsmengen, sodass die Infiltrationsrate des Bodens überstiegen wird. Je größer die Regentropfen sind, umso mehr Energie haben diese auch, um Bodenkrümel zu zerstören. Bedingt durch den Klimawandel werden diese Starkregenereignisse häufiger.



## Boden

Die Beschaffenheit des Bodens bestimmt seine Infiltrationskapazität und auch den Widerstand der Bodenoberfläche gegenüber Abtrag. Böden mit einer ausgeglichenen Verteilung der Korngröße sind wasserdurchlässiger und bilden erosionsstabile Aggregate. Hohe Humusgehalte im Boden fördern die Aufnahmekapazität von Wasser. Böden mit erhöhten Ton- und Schluff-Anteilen sind erosionsgefährdeter als sandige Böden.

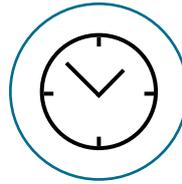
Innerhalb des Bodengefüges ist eine hohe Aggregatstabilität der Bodenteilchen von großer Bedeutung. Diese wiederum wird durch einen ausgeglichenen Nährstoffhaushalt im Boden beeinflusst. Eine hohe biologische Aktivität, sowie viel organische Substanz begünstigt ebenfalls die Aggregatstabilität, da sie für den nötigen „Kleber“ zwischen den Teilchen sorgen.

Während die Bodenart eines Feldstückes als gegeben angenommen werden muss, können Landwirte durch gezielte Düngung und Bewirtschaftung Einfluss auf einen ausgeglichenen Nährstoffhaushalt und Humusgehalt nehmen.



## Bewirtschaftung

Der Bewirtschaftung der Fläche kommt hinsichtlich der Erosion eine große Bedeutung zu. Ein bedeckter und durchwurzelter Boden ist wenig erosionsanfällig. Eine „nackte“, frisch bearbeitete Ackerfläche in Hanglage hingegen hat großes Erosionspotential. Konnte sich noch keine ausreichende Pflanzendecke etablieren bzw. wurden durch die wendende Bodenbearbeitung mulchende Materialien wie Pflanzenreste oder Stroh eingearbeitet, hat der Boden keinen Schutz vor Erosion. Mit zunehmender Vegetation nach der Aussaat reduziert sich das Erosionsrisiko, da die Schlagwirkung der Regentropfen abgedämpft wird und durch die Durchwurzelung leichter Wasser in den Boden eindringen kann. Besonders erosionsgefährdet sind aufgrund des großen Reihenabstands sowie der wiederholten Bodenbearbeitung zwischen den Reihen Flächen mit Hackfrüchten wie Mais oder Kartoffel. Ungünstig ist natürlich auch eine Boden- und Saatbettbereitung in Hangrichtung.



## Umbruchszeitpunkt

Der Umbruchszeitpunkt spielt, wie auch die Bodenbearbeitungsmethode selbst, eine wichtige Rolle. Grundsätzlich ist bei einem Umbruch der richtige Bearbeitungszeitpunkt zu beachten. Für eine sachgerechte Bodenbearbeitung sollte der Feuchtigkeitszustand, die zweckmäßige Arbeitstiefe und die richtige Arbeitsgeschwindigkeit dringend eingehalten werden. Der Umbruchszeitpunkt wirkt sich vor allem auf die Erträge aus. Bei einem früheren Umbruchszeitpunkt ist die Kolbenanzahl gegenüber einem Umbruch kurz vor dem Anbau durchschnittlich um ca. 4 Prozent geringer. Ein signifikanter Unterschied wurde dabei nicht nachgewiesen.

**Landwirte haben bei der Bewirtschaftung einen großen Handlungsspielraum, die Erosion auf den eigenen Feldern zu verringern bzw. verhindern!**

(Schmaltz, 2021)



## Maßnahmenbeschreibung

Im EIP AGRI Projekt „Erosionsschutz und Ressourcenschonung im Biomaisanbau“ wurden einige Maßnahmen zum Schutz vor Bodenabtrag auf Versuchsfeldern getestet. Dazu wurden herkömmliche sowie spezielle Bodenbearbeitungsmethoden und deren Auswirkungen auf den Boden und den Ertrag erprobt. Am Beispiel von der Be-

arbeitung mit dem Pflug wurde auch der Einfluss des Umbruchzeitpunktes auf diverse Parameter berücksichtigt. Neben der Bodenbearbeitung wurden auch im Bereich der Kulturführung, der Anbaumaßnahmen und des Nährstoffhaushaltes Maßnahmen zum Schutz vor Bodenabtragung erarbeitet.

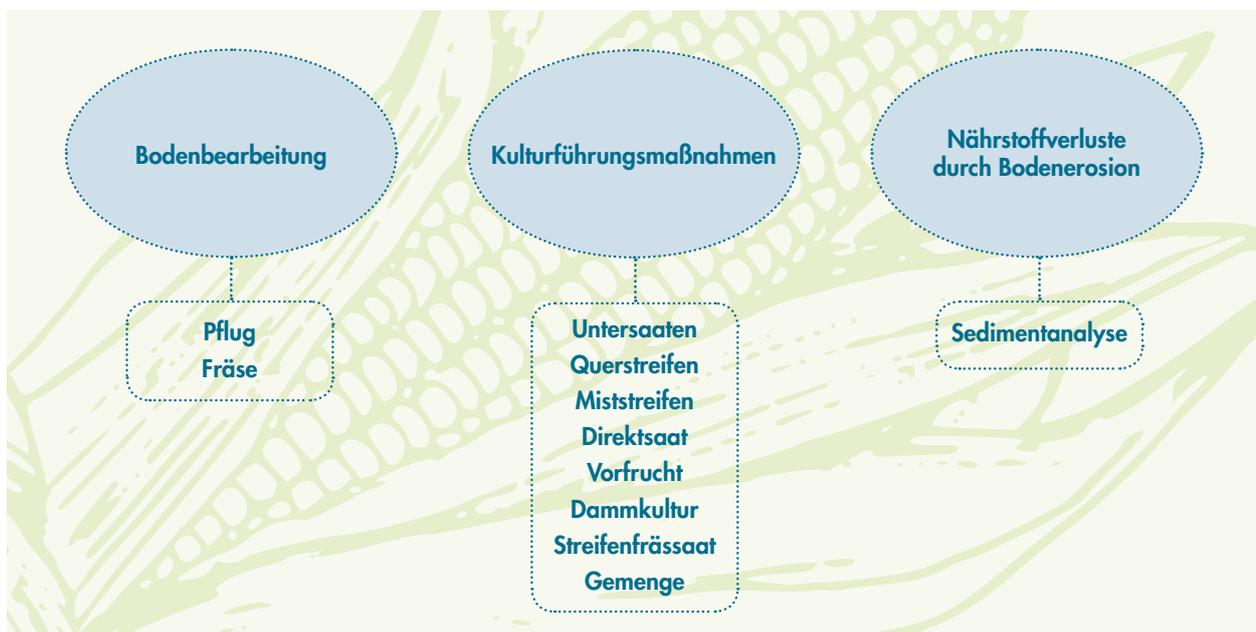


Abbildung 4: Maßnahmen



# Bodenbearbeitungsvarianten

## Bodenbearbeitung mittels Pfluges

Die wendende Bodenbearbeitung mittels Pflug wird im Biolandbau häufig praktiziert. Grund dafür ist eine daraus resultierende, verhältnismäßig hohe Reinheit der Fläche, auch „reiner Tisch“ genannt. Ernterückstände können problemlos und restlos in den Boden eingearbeitet werden, was folglich positive phytosanitäre (pflanzengesundheitliche) Auswirkungen mit sich bringen kann. Vor allem im biologischen Landbau ist der Einsatz von Herbiziden verboten und daher eine Unkrautbekämpfung umso schwieriger, weshalb oft noch der Pflug eingesetzt wird.

Auf den Versuchspartellen wurde getestet, wie sich der Mais nach einer Bodenbearbeitung zeitig im Frühjahr beziehungsweise einer kurz vor dem Anbau entwickelt. Allgemein kann man erkennen, dass ein späterer Einsatz des Pfluges tendenziell zu einem höheren Ertrag und auch zu einer höheren Pflanzendichte führen kann. Besonders nach Klee gras ist die Gefahr des Drahtwurmbefalls hoch und kann zu Ausfällen führen. Ganz klar konnte man an der Pflanzenanzahl pro ha erkennen, dass hier die Variante Pflug früh mit rund 49.000 Pflanzen pro ha deutlich schlechter abschneidet. Bei der Variante Pflug spät liegt die Pflanzenanzahl pro ha hingegen bei rund 60.000 Pflanzen. Auch der Kolben ertrag ist bei dieser Variante etwas höher.

Hinsichtlich Erosionsneigung der beiden Varianten kann keine signifikante Aussage getroffen werden.

### Pro

- Verringerter Beikrautdruck durch wendende Bodenbearbeitung
- Phytosanitäre Wirkung
- Tendenziell höheres Ertragsniveau



### Contra

- Höherer Wasserverlust durch wendende Bodenbearbeitung
- Höhere Arbeitstiefe
- Größerer Eingriff in die Makro- und Mikrofauna

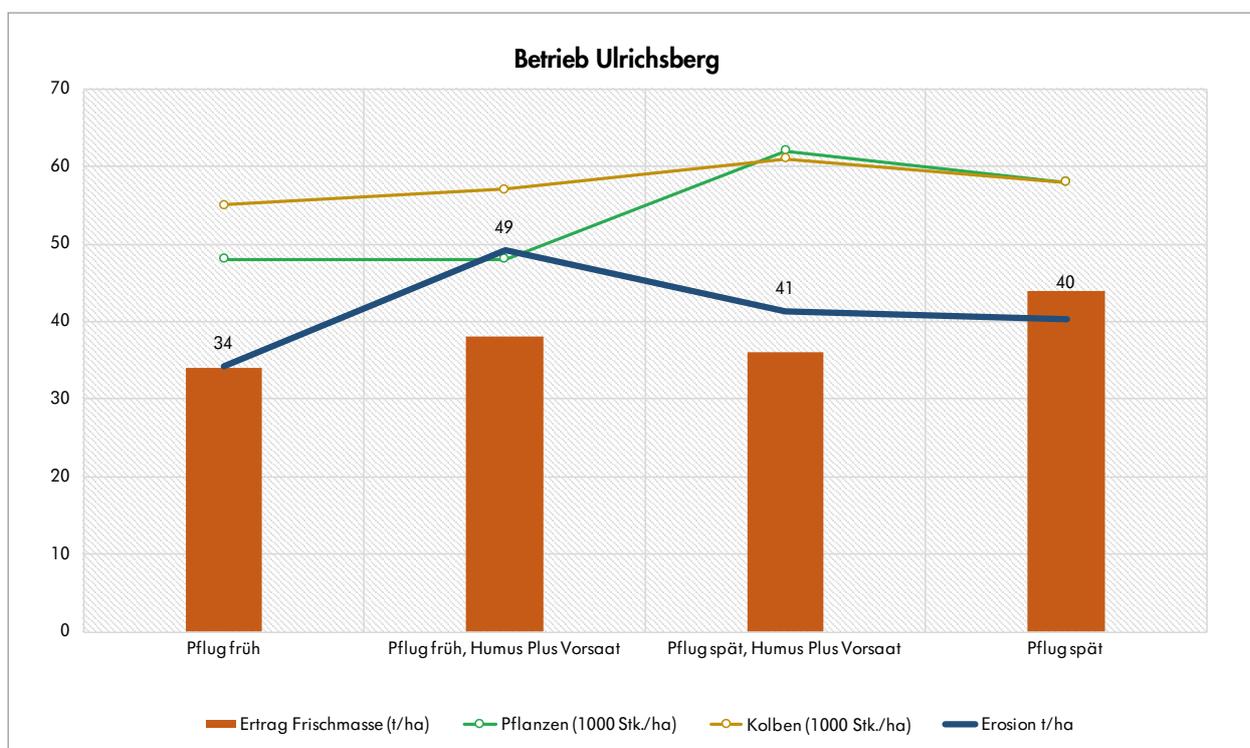


Abbildung 5: Ergebnisse bei unterschiedlichen Pflugbearbeitungszeitpunkten



## Pflug früh

Grundsätzlich ist eine offene Krume über längere Zeit hinweg zu vermeiden. Immer wieder entstehen Meinungen über die Effizienz dessen und den vermeintlichen Vorteil gegenüber der Folgefrucht. Durch die lange Brachezeit verliert der Boden an Nährstoffen, was sich wiederum negativ auf das Bodengefüge auswirken kann. Hinsichtlich Ackerreinheit bringt diese Variante Vorteile mit sich. So können etwa Beikrautpflanzen auflaufen und anschließend im Jugendstadium beim Anbau zerstört werden. Die phytosanitäre Wirkung der wendenden Bodenbearbeitung hat somit auch auf die Kulturpflanzen selbst eine dementsprechende Effektivität.

## Pflug spät

Die häufiger praktiziertere Variante ist die des späten Umbruchs. Durch den kurzen Brachezeitraum zwischen Umbruch und Ackerbestellung werden vor allem die im Boden vorkommenden Nährstoffe geschont. Lange Brachezeiten können die im Boden vorhandenen Nährstoffe durch die offene Krume in die Atmosphäre entweichen lassen. Weiters wirkt sich die noch vorhandene Feuchtigkeit der Krume positiv auf das Wachstum des Mais aus. In Bezug auf den Drahtwurmbefall ist wiederum diese Variante vorteilhafter. Durch die geringe Zeitspanne zwischen Umbruch und Anbau verzögert sich die Kalamität des Drahtwurms um einige Wochen, da dieser abgestorbenes Pflanzenmaterial in der vorkommenden Bodenschicht benötigt. Die Gefahr, dass Jungpflanzen von den Drahtwürmern befallen werden, ist somit geringer. Der Drahtwurm etabliert sich erst später im Maisbestand und Schäden können somit kompensiert werden. Nicht zuletzt kann bei dem späten Umbruch auch die Vorfrucht (Grünschnittroggen, Dauerriese etc.) noch mit zufriedenstellenden Erträgen geerntet werden.

## Bodenbearbeitung mittels Fräse

Der vorrangige Einsatzbereich dieser konservierenden Bearbeitungsmethode liegt zwar noch immer eher in der konventionellen Landwirtschaft, jedoch gewinnt sie auch im Biolandbau an Bedeutung. Einen besonderen Vorteil bringt diese Methode hinsichtlich des Wasserhaushaltes, so ist diese Variante durch die seichte Bearbeitung wassersparender. Die konservierende Bodenbearbeitung wird etwa mit dem Grubber oder mit einer Fräse durchgeführt. Vorteile in der Anwendung ergeben sich dabei in der Vorbeugung von Bodenerosion durch Wasser und Wind, einer besseren Bodenstruktur, weniger Verschlammung und schlichtweg einer Förderung des Bodenlebens durch die oberflächliche Einarbeitung der Pflanzenrückstände.

Durch den geringen Bearbeitungshorizont und die Anreicherung dessen mit vorhandenen Pflanzenresten kann man hier von einer strukturell vorteilhafteren Beschaffenheit des obersten Horizontes des Ackerbodens sprechen.

Der Ackerboden kann so strukturell klimafitter werden, sowohl hinsichtlich Trockenheit als auch gegen Wetterextreme und Erosion. Tendenziell wird also ein Boden, der über Jahre hinweg konservierend bearbeitet wurde, eine geringere Erosionsneigung aufweisen als ein vergleichbarer Boden, der etwa mit einem Pflug bearbeitet wurde. Der Boden muss sich allerdings über eine gewisse Zeitspanne hinweg erst an diese Variante der Bodenbearbeitung gewöhnen, um diese Vorteile nutzen zu können. In den ersten Jahren nach der Umstellung auf die Fräse können möglicherweise Ertragsdepressionen entstehen. Auch in exponierteren Lagen kann eine Bodenbearbeitung mittels Fräse die Erosionsneigung des Bodens deutlich mindern. Außerdem wird das Bodengefüge stabilisiert und führt so zu einer verbesserten Befahrbarkeit der Ackerkrume. Bei dieser Bearbeitungsmethode muss jedoch besonders auf den Beikrautbesatz geachtet werden. Die Vorfrucht sollte idealerweise möglichst frei von Unkräutern sein, da sich diese durch die seichte Bodenbearbeitung schnell vermehren können.

(Berger et. Al, 2011)

### Pro

- Schutz der Bodenoberfläche vor Verschlammung
- Stabilisierung des Bodengefüges
- Förderung der Bodenfauna (insb. Regenwürmer)

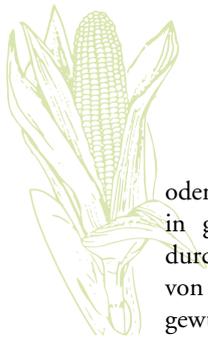


### Contra

- Verzögerte Abtrocknung
- Exakte Saatgutablage möglicherweise erschwert
- Vermehrtes Auftreten von Mäusen

## Pflug vs. Fräse

Vergleicht man nun die einzelnen getesteten Varianten auf die Erosionsneigung, so kann man in der untenstehenden Grafik klar erkennen, dass die Erosionsneigung auf einem herkömmlichen mit dem Pflug bewirtschafteten Feldstück höher ist als auf einer vergleichbaren Fläche, die mit einer konservierenden Bodenbearbeitungstechnik, wie beispielweise der Fräse, bearbeitet wurde. In Bezug auf die Untersaat kann kein signifikanter Erfolg festgestellt werden. Im Laufe des Projektes konnte festgestellt werden, dass sich Untersaaten, die zum Zeitpunkt des Maisanbaus,



oder zum Zeitpunkt des Hackens eingesät wurden, nicht in gewünschter Schnelligkeit entwickeln. Somit wird durch diese Variante keine zufriedenstellende Wirkung von Untersaaten für den Erosionsschutz erzielt. Um den gewünschten Erfolg erzielen zu können, müssten Unter-

saaten schon zu einem früheren Zeitpunkt eingesät werden. Untersaatmischungen bestehen hauptsächlich aus Gräsern, die jedoch aufgrund ihrer langen Entwicklungsdauer zur gewünschten Zeit keinen guten Erosionsschutz bieten.

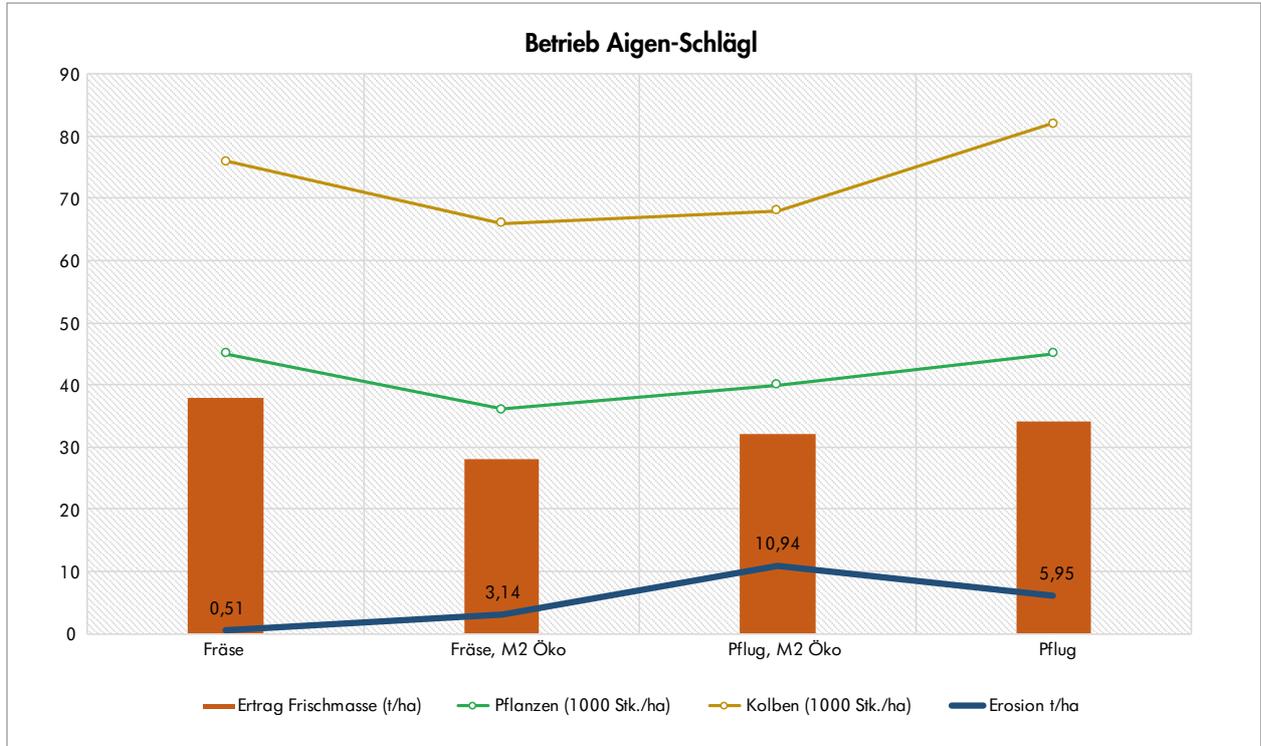


Abbildung 6: Ergebnisse Bearbeitung mit Pflug oder Fräse (mit bzw. ohne Untersaat)

# Kulturführung



## Einsaat von Untersaaten

Bei dieser Variante wurde getestet, wie Untersaaten gegen Erosion wirken können. Untersaaten können grundsätzlich in verschiedenen Varianten ausgesät werden. Getestet wurde einerseits die Aussaat nach dem Anbau des Mais mittels Breitsaat. Andererseits wurde durch eine komplexe Sätechnik von Pöttinger versucht, die Untersaat zwischen den Maisreihen in Reihen einzusäen. In Bezug auf die Aussaattechnik bedarf es noch Forschungsbedarf, welche Varianten am besten funktionieren. Bei der Wahl der Untersaat ist es wichtig, die richtige Mischung zu verwenden. Die Untersaat muss schnellwüchsig sein und dem Mais möglichst wenig Konkurrenz machen.

### Resümee Einsaat Untersaaten

Im Versuch hat sich gezeigt, dass die Aussaatvariante eine sehr große Rolle in Bezug auf das Pflanzenwachstum spielt. So wurde festgestellt, dass sich vor allem durch die Breitsaatvariante Gräser im Bereich der Kronenwurzeln des Mais ansiedeln können und dort durch das starke Wachstum der Gräser eine Konkurrenz für die Maispflanzen darstellen können. Bei einer weiteren Untersaatvariante wurde Hafer eingesät. Grundsätzlich eignet sich

der Hafer aufgrund des raschen Wachstums gut als Untersaat. Zu beachten ist jedoch, dass der Hafer vor allem bei einer geringeren Saatstärke stark bestockt und bei einer zu hohen Saatstärke generell eine hohe Dichte gegeben ist. Somit kann auch das wieder eine Konkurrenz zum Mais darstellen. Zur Einsaat von Untersaatmischungen mittels Technik von Pöttinger (Aerosem) ist anzumerken, dass diese Technik ein großes Potential für die Anlage von Untersaaten mit sich bringt. Durch diese spezielle Sätechnik können Untersaatmischungen direkt mit dem Anbau durchgang des Mais zwischen den Reihen eingesät werden. Dabei ist wiederum die Untersaatkomponente von großer Bedeutung. Gräserbetonte Untersaatmischungen laufen zwar gut auf, entwickeln sich aber zu langsam. Angedacht könnte hierbei die Einsaat von Hafer sein. Durch die gezielte Reihensaat zwischen den Maisreihen bestockt dieser so, dass er für den Mais keine Konkurrenz darstellt. Sollte der Unkrautdruck im Bereich der Untersaat zu groß werden, so besteht die Möglichkeit einen Hackdurchgang durchzuführen. Die Untersaat bringt auf jeden Fall große Vorteile hinsichtlich Befahrbarkeit bei der Ernte.

Mögliche sonstige Untersaatkomponenten sind z.B. Weißklee oder auch spezielle Untersaatmischungen wie z.B. M2Öko (DSV).



Beikautregulierung



## Kultivierungstipps:

- Untersaaten nicht zu dicht bauen (Hafer: 40-50 kg/ha, Weißklee: 6-8kg/ha)
- Untersaat früh genug anbauen (z.B.: gleichzeitig mit Mais bzw. Blindstriegeln)
- Vorteile bringt ein kombiniertes Untersaatgerät, dass die Gräser in Reihen zwischen den Maisreihen einsäen kann

### Untersaat Hafer

#### Erosionsschutz



#### Ertrag



#### Diversität



#### Mehraufwand



#### Kosten



### Untersaat Weißklee

#### Erosionsschutz



#### Ertrag



#### Diversität



#### Mehraufwand



#### Kosten



10-9 = Sehr gut    6-5 = Befriedigend    2-1 = Nicht genügend  
8-7 = Gut            4-3 = Genügend

## Einsatz von Querstreifen

Bei zwei weiteren Untersaatvarianten (Gerste und Wicke bzw. Hafer und Weißklee) wurde getestet, wie wirkungsvoll die Einsaat eines quer zum Hang eingesäten Streifens gegen Erosion ist. Variante Gerste/Wicke wurde direkt beim Anbau des Maises mitgebaut. Variante Hafer/Weiß-

klee wurde bereits vor dem Maisanbau angelegt. Vor allem auf langen Feldstücken mit mäßiger Neigung eignet sich diese Variante. Querstreifen zeigen die größte Wirkung, wenn mehrere Streifen mit einer Breite von mindestens 9m angelegt werden. Bei der Wahl der Einsaat-Komponenten ist auf ein rasches Wachstum zu achten. Gut eignen sich verschiedenste Getreidearten, Untersaatmischungen oder auch Buchweizen. Diese Variante kann auch am Feldrand oder auf den Vorgewenden angelegt werden. Hierbei werden auch Gemengekomponenten wie Sonnenblume, Buchweizen und Hirse eingesät, die wiederum die erodierten Sedimente aufhalten sollen.



Querstreifen

## Resümee Einsaat Querstreifen

Variante Gerste/Wicke erwies sich aufgrund des Saatzeitpunktes als nicht sehr wirkungsvoll. Nach einem Starkregenereignis zeigte sich, dass die aufgelaufenen Untersaatpflanzen mit abgeschwemmt wurden. Im Versuch konnten wir die Pflanzen in unserem Erosionsmessgerät wiederfinden. Die zweite Variante (Hafer/Weißklee) zeigt eine höhere Wirksamkeit. Durch die baldige Aussaat des Erosionsschutzstreifens konnte sich dieser zügig entwickeln. Der Mais wurde ein bis zwei Wochen später angebaut. Da dieser Erosionsschutz nur streifenförmig eingesät wird, ergibt sich kaum Konkurrenz zum Mais. Praktisch an dieser Variante ist, dass mit der Einzelkornsämaschine der Erosionsschutzstreifen einfach überfahren werden kann und der Mais herkömmlich am ganzen Feld ausgesät werden kann. Es entsteht also kaum Mehraufwand. Die abgewandelte Variante der Querstreifen (Gemengekomponenten werden am Feldrand oder Vorgewenden angelegt) ist in den Versuchen eine der vielversprechendsten.



Getestet wurden Komponenten wie Buchweizen oder Sonnenblumen. Bei Sonnenblumensamen kann Vogelfutter verwendet werden, da dies eine günstige Variante ist und die Samen eine gute Keimfähigkeit aufweisen.

### Kultivierungstipps:

- richtige Komponenten verwenden -> rasches Wachstum
- Einsatzzeitpunkt

### Querstreifen

Erosionsschutz



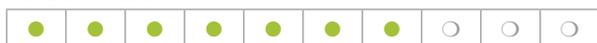
Ertrag



Diversität



Mehraufwand



Kosten



## Anlage von Miststreifen

Spricht man von Miststreifen, so ist das eine Variante zum Erosionsschutz, bei der mittels Ausbringung von Mist in streifenartiger Anlage die Abschwemmung von Sedimenten verhindern werden sollte. Der Mist, am besten mit langem Stroh, soll dabei für einen Art Schutzfilm sorgen, der auf steilen Feldern quer zum Hang ausgebracht wird (idealerweise alle 40-50 Meter) und dann bei Starkregen die abfließenden Sedimente aufhalten soll („Schwammwirkung“). Mist hat grundsätzlich die Fähigkeit, Feuchtigkeit bzw. Wasser bis zu einem gewissen Teil zu speichern. Diese Funktion soll mit dieser Variante genutzt werden. Die Streifen sollten eine Mindestbreite von 9 Meter aufweisen. Da in der gesamten Vegetationsperiode prinzipiell nur eine Überfahrt notwendig ist, ist es eine einfache Möglichkeit, den Boden vor Erosion zu schützen.

### Resümee Anlage von Miststreifen

Im Versuch hat sich herausgestellt, dass Miststreifen bei starken Regenfällen den ablaufenden Sedimenten nicht standhalten konnten. Somit ist der Erfolg dieser Variante sehr wetterabhängig. In Jahren mit wenig starken Regenfällen stellt sie allerdings eine Variante dar, die kurzerhand angelegt werden kann, vor allem, weil großteils auf den Betrieben Mist zur Verfügung steht. Bei langanhaltenden Regenfällen, die nicht wolkenbruchartig auf den Boden auftreffen, können sie auf jeden Fall einen ausreichen-



Miststreifen als Erosionsschutz



den Schutz darstellen. Zu Bedenken gilt es auch, dass bei Starkregenereignissen die Abschwemmung des Mistes in Bäche und Seen zu einer starken Eutrophierung (Verschmutzung) der Gewässer führen kann.

### Tipps:

- Gewässerschutz beachten
- Langes Stroh hat eine bessere Wirkung

### Miststreifen

Erosionsschutz



Ertrag



Diversität



Mehraufwand



Kosten



## Direktsaat

Die Direktsaat stellt für den Boden die schonendste Variante dar. Das Bodengefüge bleibt bestehen, wodurch vor allem die Makrofauna kaum gestört wird. Bei dieser Variante wird auf jegliche Bodenbearbeitung verzichtet. Die Direktsaat kommt ursprünglich eher aus der konventionellen Landwirtschaft. Dort wird diese Variante des Anbaus schon länger verfolgt. In den vergangenen Jahren findet sie aber auch im biologischen Landbau immer mehr Anklang. Die Schwierigkeit im Biolandbau besteht aber vor allem darin, dass sich Unkräuter ungehindert vermehren können. Daher gilt es Lösungsansätze zu finden, wie auch biologisch Direktsaatvarianten eingesetzt werden können. In Bezug auf Erosion ist die Direktsaat natürlich sehr vorteilhaft, da kein loses Sediment vorhanden ist und somit auch nicht abgetragen werden kann. Außerdem spart die Anlage einer Direktsaatfläche eine Menge Zeit, da die gesamten Bodenbearbeitungsdurchgänge ausbleiben. Meist wird bei diesen Varianten die Zwischenfrucht entweder mittels Messerwalze umgeknickt oder mit einem Mulcher zerkleinert, wobei in diesen organischen Horizont dann der Mais eingesät wird. Die Mulchmatte dient dabei auch als natürlicher Verdunstungsschutz.



Direktsaat – Wiederaufwuchs des Roggens nicht optimal

### Resümee – Anlage Direktsaat

Bei der Anlage der Direktsaat verblieb die Vorfrucht – in diesem Fall der Grünschnittroggen – am Feld. Vor dem Maisanbau wurde die Zwischenfrucht auf der einen Teilfläche mit der Messerwalze umgeknickt und auf der anderen Teilfläche mit dem Mulcher zerkleinert. So entsteht eine natürliche Mulchauflage, die Erosionsschutz sowie auch Verdunstungsschutz bietet. Eingesät wird der Mais herkömmlich mit einer Einzelkornsämaschine. Bei der Einsaat ist wichtig, dass der Schardruck möglichst hoch eingestellt ist, da die Maiskörner ansonsten in recht unterschiedlicher Tiefe abgelegt werden. Vor allem beim Grünschnittroggen als Vorfrucht ist darauf zu achten, dass dieser vor dem Niederwalzen schon geblüht hat. Andernfalls würde dieser wieder „aufstehen“ und weiterwachsen. Dies kann dann zu einem starken Konkurrenzkampf bzw. zu Mutterkornbildung etc. führen. Im Versuch war der Schardruck der Sämaschine nicht optimal eingestellt, weshalb der Auflauf des Maises relativ ungleichmäßig war. Mit einem Frischmasseertrag von 34 t/ha liegt damit die Direktsaat zwar unterhalb des Durchschnittes, wird die Anlage einer Direktsaat jedoch ganzheitlich gesehen, kann dadurch viel Zeit und Energie gespart und Erosion optimal verhindert werden.

### Tipps:

- Blüte von Grünschnittroggen abwarten
- Einstellung der Sämaschine beachten – optimale Saattablage
- Schardruck hoch einstellen



## Untersaat Direktsaat

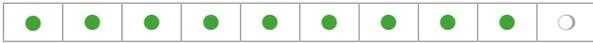
Erosionsschutz



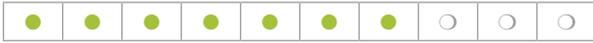
Ertrag



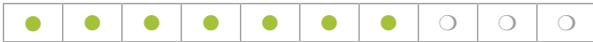
Diversität



Mehraufwand



Kosten



(Grünschnittroggen) wurde auf einer Hälfte der Fläche in gewohnter Form als Silage abtransportiert. Auf der zweiten Hälfte wurde die gesamte Masse des Grünschnittroggens gemulcht und auf der Fläche belassen. Anschließend wurde die Mulchmatte in den Boden eingearbeitet und die Hauptfrucht ausgesät. Im Laufe der Vegetationsperiode konnte man allmählich immer besser erkennen, dass die Pflanzen der gemulchten Fläche dunkler waren und ein sehr viel satteres Grün aufwiesen.

Anhand dieser Grafik kann man deutlich erkennen, dass die Flächen, auf denen die Zwischenfrucht gemulcht wurde und somit am Feld verblieb, einen Mehrertrag zu verzeichnen hatten. Auf den beiden Versuchsstreifen, auf denen die Zwischenfrucht abgeerntet wurde, war der Frischmasseertrag deutlich geringer. Auch Anhand der Kolbenanzahl pro Hektar, kann man erkennen, welche Düngewirkung eine am Feld verbleibende Zwischenfrucht haben kann.

## Einarbeitung oder Abtransport der Vorfrucht

Getestet wurde auch wie sich der Abtransport beziehungsweise die Einarbeitung einer Vorfrucht auf die nachfolgende Hauptfrucht Mais auswirkt. Dabei wurde ein direkter Vergleich auf einem Feld angelegt. Die Zwischenfrucht

### Tipps:

- Mulchmaterial am Feld bietet organische Masse (Humusaufbau) und Verdunstungsschutz
- durch Nutzung der Vorfrucht mögliche Kompensation der Ertragsminderung beim Maises

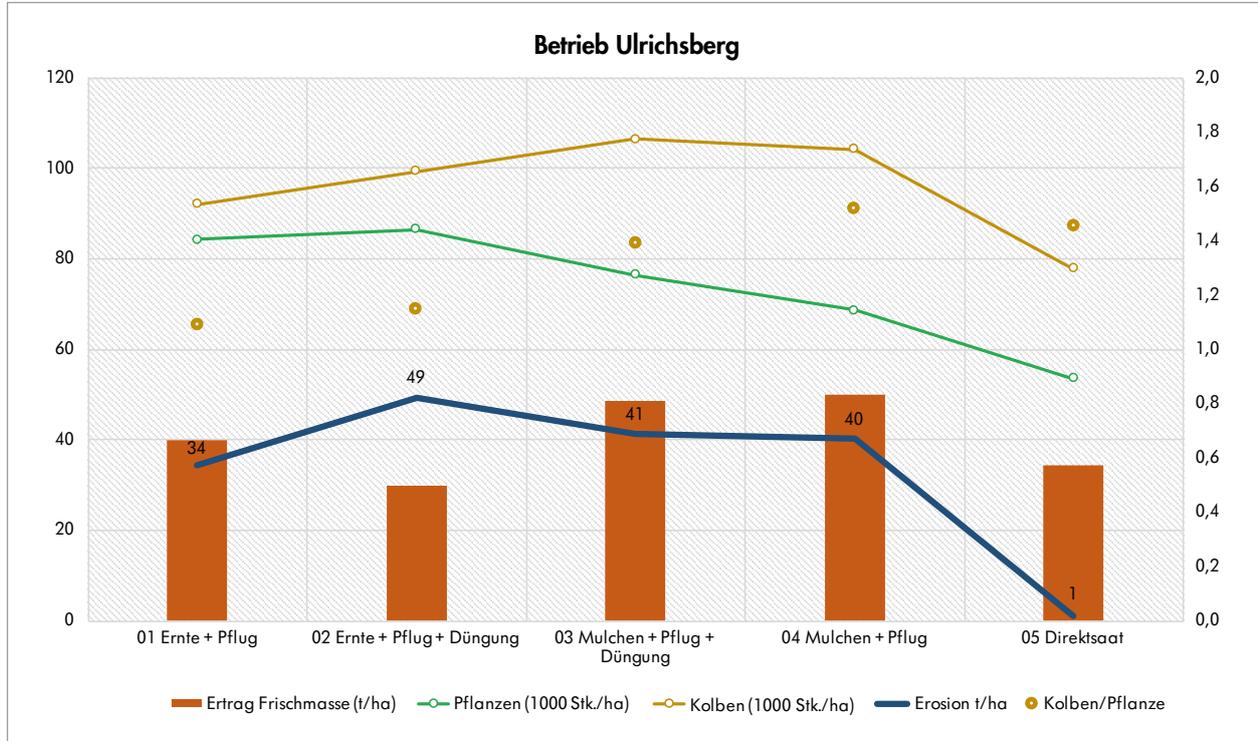
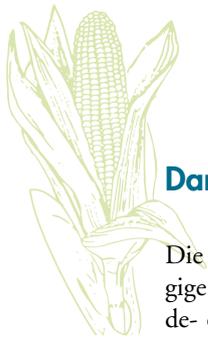


Abbildung 7: Ergebnisse Zwischenfrucht ernten vs. mulchen



## Dammkultur

Die Dammkultur ist speziell im Kartoffelanbau die gängige Variante. Immer öfter wird sie aber auch im Getreide- oder Maisanbau genutzt. Dabei werden 1-2 Wochen vor dem Maisanbau die Dämme gezogen und mit einer speziellen Sätechnik der Anbau durchgeführt. Die Dämme sollten rund 20cm hoch sein, wobei die Saatgutablage in ca. 4-5 cm Tiefe im Damm erfolgt. Die leichte Erwärmbarkeit und eine stetige Feuchte in einem lockeren Damm liefern optimale Voraussetzungen für einen guten Aufgang bzw. ein gutes Wachstum. Es gibt unterschiedliche Meinungen darüber, ob die Dämme quer zum Hang oder hangabwärts angelegt werden sollen. Bei mittelstarken Regenereignissen sind Dämme quer zum Hang eine gute Option, da das Wasser aufgenommen werden kann und gleichzeitig Erosion verhindert wird. Bei Starkregenereignissen besteht allerdings (je nach Flächenlage bzw.



Bearbeitung Dammkultur

Hangneigung) die Gefahr, dass die Dämme mitgerissen werden. Sind sie in solchen Situationen hangabwärts angelegt, dienen die Spuren zwischen den Dämmen als Art Regenrinne, wodurch es keine oder nur wenig Erosion geben sollte, da nur das Wasser durchläuft.

### Resümee

In beiden Versuchsjahren lieferte die Dammkultur sehr gute Ergebnisse. Diese Ergebnisse waren sowohl in puncto Ertrag als auch Erosionsschutz sehr zufriedenstellend (50t/ha Frischmasseertrag und nur geringe Mengen an abgeschwemmter Erde). Es ist zu erwähnen, dass es im Jahr 2022 in diesem Gebiet kein Starkregenereignis nach dem Maisanbau gab. Eine erfolgreiche Kultivierung des Maises auf/in Dammkultur bedarf jedoch viel Erfahrung und möglicherweise Geduld, da der optimale Anbau für den jeweiligen Betrieb durch theoretisches Wissen und praktisches Tun herausgefunden werden muss. Sind Erfahrung und ein gewisses Know-How vorhanden, ist dies eine sehr empfehlenswerte Anbaumethode.

## Dammkultur

### Erosionsschutz



### Ertrag



### Diversität



### Mehraufwand



### Kosten



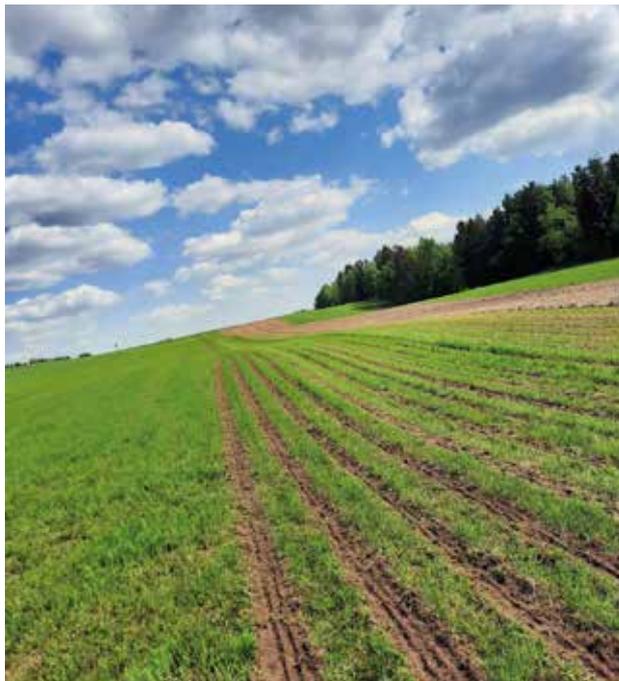
Wurzelentwicklung Mais auf Dämmen

## Streifenfrässaat

Die Streifenfrässaat ist in der konventionellen Landwirtschaft schon weit verbreitet. Bei dieser Variante wird die Vorfrucht (z.B.: Klee gras) vor dem Anbau meist noch zur Futternutzung herangezogen. Beim Anbau werden in jeder Reihe (Reihenabstand z.B.: 70cm) rund 30 cm breite Streifen gefräst und in der Mitte des bearbeiteten Bestandes wird das Saatgut in 4cm Tiefe abgelegt. Die restlichen 40 cm in der Reihe bleiben un bearbeitet. Ziel dabei ist es, den aus der Luft gewonnenen Stickstoff des Klee grasses (Leguminose) nutzen zu können und somit das Wachstum zu fördern. Gleichzeitig ist der Erosionsschutz hoch, da mehr als die Hälfte des Bestandes un bearbeitet bleibt.

### Resümee

Der Aufgang der Maispflanzen war sehr zufriedenstellend. Im Laufe der Zeit entwickelte sich jedoch auch der un bearbeitete Klee grasbestand, wodurch eine hohe Konkurrenz



Anbau mittels Streifenfrässaat

herrschte. Mittels Zwischenreihenmulcher wurde versucht, der Konkurrenz entgegenzuwirken, was aber keinen Erfolg mit sich brachte. Die Kronenwurzeln des Mais blieben klein und entwickelten sich nicht wie gewünscht, wodurch ein Wasser- und Nährstoffmangel die Folge war und die Maispflanzen klein blieben und gelblich umfärbten.

Im konventionellen Maisanbau wird nach Aufgang/Entwicklung des Maisbestandes der Kleeerbestand mittels chemischen Pflanzenschutzes abgetötet, wodurch kein Konkurrenzkampf um Wasser bzw. Nährstoffe herrscht. Im Biobereich ist diese Kulturführungsvariante unter den bis dato möglichen Bedingungen noch nicht weiterzuempfehlen – auch wenn es puncto Erosionsschutz, Arbeitszeit und Diversität viele Vorteile mit sich bringen würde!

### Streifenfrässaat

Erosionsschutz



Ertrag



Diversität



Mehraufwand



Kosten



Maisbestand bei Streifenfrässaat



Wurzelerwicklung



## Maisanbau im Gemenge

### Vielfalt und Futteraufwertung

Als Alternative zum klassischen Silo-Maisanbau bietet sich auch die Möglichkeit, Mais im Gemenge anzubauen. Je nach Gemengepartner ergeben sich dadurch unterschiedliche Vorteile. Typische Komponenten für den Gemengeanbau mit Mais sind Bohnen, Hirse oder Sonnenblumen. Allen Gemengemischungen gemeinsam ist eine erhöhte Biodiversität am Acker, durch die Beschattung und/oder Bedeckung des Bodens eine zusätzliche Beikrautunterdrückung, sowie durch die Durchwurzelung des Bodens eine Verbesserung der Gare und Erosionsminderung gegeben. Des Weiteren tragen die Gemengepartner womöglich zu einer Futteraufwertung der Maissilage bei und lockern die Fruchtfolge auf.

### Mais-Stangenbohnen-Gemenge

Der Anbau von Mais und Bohnen im Gemenge ist nicht neu. Schon vor 2000 Jahren nützten die Maya in Südamerika die Vorteile dieses Mix. Der Mais bietet der Stangenbohne eine Rankhilfe, während die Stangenbohne als Leguminose Luftstickstoff fixiert und damit sich selbst und auch die Maispflanze versorgt. Es entsteht somit keine Nährstoffkonkurrenz.

Die Kombination schafft durch den Eiweißgehalt der Bohne zusätzlich eine Futteraufwertung der Silage durch einen höheren Rohproteingehalt (XP und nXP) und somit ein ausgeglichenes Energie-Eiweiß-Verhältnis.

Vorteile entstehen außerdem für die Biodiversität: Die Blüten der Bohnen dienen als Nahrungsquelle und locken Insekten an und durch die Bodenbedeckung können Bodenbrüter sowie andere Kleintiere Schutz am Acker finden.



Mais-Ackerbohnen-Gemenge



Mais-Buchweizen-Hirse-Sonnenblumen-Gemenge im Juli

### Mais-Ackerbohnen-Gemenge – für den Anbau in raueren Lagen

In unseren Versuchen hat sich gezeigt, dass sich die Stangenbohne in raueren Lagen wie dem Mühlviertel witterungsbedingt nicht immer optimal etablieren kann. Alternativ kann hier das Gemenge mit Ackerbohne angebaut werden. Im Vergleich zur Stangenbohne keimt die Ackerbohne schon bei niedrigeren Temperaturen und reift auch besser ab. Zusätzlich verbessert die Ackerbohne die Phosphorverfügbarkeit für den Mais und stimuliert das Wurzelwachstum.

#### Kultivierungstipps:

- Ähnliche Reifezeit von Mais und Bohne beachten
- Temperatur beim Anbau beachten: Stangenbohne keimt ab ca. 10°C (Anbau erst später möglich!); Ackerbohnen keimt ab ca. 4 °C
- Bohnensorte sollte niedrigen Phasin-Gehalt haben
- Niedrig wachsende Bohnensorte (da geringe Standfestigkeit)
- Einige Saatgutfirmen bieten fertige Gemengemischungen an (DSV, KWS, Freudenberger, ...)
- Die Saatstärke liegt im Bereich von 6–8 Maiskörner und 4 Bohnen pro m<sup>2</sup>

- Gemeinsam Aussaat in der Reihe
- Wie beim gewöhnlichen ökologischen Maisanbau empfiehlt es sich zur Unkrautbekämpfung den Bestand zu striegeln und zu hacken.
- Der Ertrag kann bei erfolgreicher Kultivierung ähnlich dem reinen Maisanbau sein

### Mais-Sonnenblumen-Hirse (Buchweizen)-Gemenge

Auch in diesem Gemenge ergänzen sich die 3-4 Komponenten optimal: Erosion wird durch den dichten Bewuchs minimiert. Was Mais an Beikrautunterdrückung fehlt, macht die Sonnenblume mit ihren großen Blättern wieder wett. Der bis zu dreieinhalb Meter hoch wachsenden Hirse fehlt es in Reinsaaten an Standfestigkeit, Mais und Sonnenblume dienen hier als Stütze. Die Hirse zeichnet sich vor allem auch durch ihre Trockenheitstoleranz aus, was in trockenen Jahren für noch mehr Ertragssicherheit sorgt. In rauen Lagen kann sie sich witterungsbedingt allerdings nicht immer optimal etablieren.

Sonnenblume allein ist als Futter für Rinder nicht geeignet, im Gemenge peppt sie die Futterration auf. Hohe Energiegehalte sind beim Einsatz in der Fütterung gewünscht, jedoch muss bedacht werden, dass diese Silage je nach Höhe des Rohfettgehaltes eventuell nur in begrenzten Mengen verfüttert werden kann.

Eine Variante dieses Gemenges ist die Ergänzung mit einer weiteren Komponente, dem Buchweizen. Dieser eignet sich durch seine rasche Jugendentwicklung sehr gut zur



Bodenbedeckung und Unkrautunterdrückung. Durch seinen guten Proteingehalt und die erhöhte Eiweißwertigkeit wertet er außerdem das Futtermittel auf. Dies konnte durch die Futtermittelanalysen bestätigt werden, welche bei den Gemengen im Vergleich zur gewöhnlichen Mais-silage erhöhte Eiweißgehalte (XP) ergaben.

Auch dieses Gemenge erhöht die Vielfalt am Acker und sorgt durch die blühenden Sonnenblumen bzw. den Buchweizen für mehr Insektennahrung und generell für eine Auflockerung der Fruchtfolge.

- Unkrautregulierung ist in diesem Fall nur mit (Blind-) Striegeln möglich
- Bei lang anhaltender nasser Witterung ist darauf zu achten, dass sich in den nach unten gewandten Sonnenblumenköpfe kein Schimmel bildet. Besteht diese Gefahr, sollte das Gemenge lieber zeitig geerntet werden
- Günstig erwies sich auch der Anbau des Gemenges nur im Vorgewende. Dadurch entstehen arbeitswirtschaftliche Vorteile für den Anbau und für das Hacken des Mais.

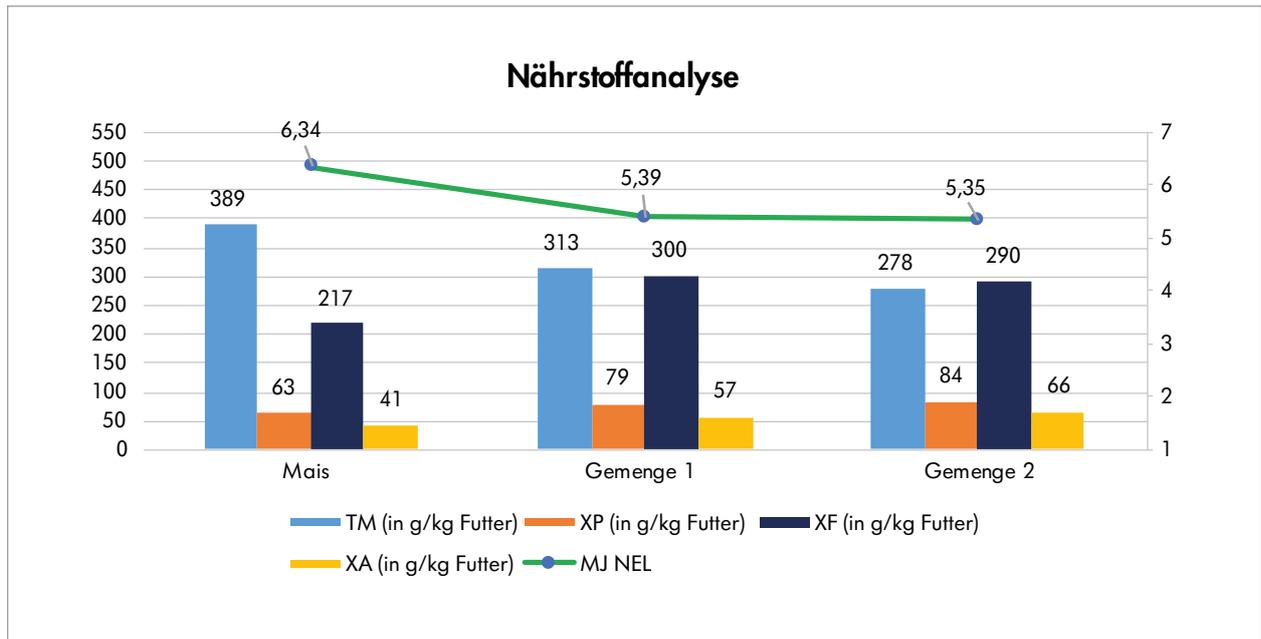


Abbildung 8: Nährstoffanalyse Mais und Mais-Gemenge

### Kultivierungstipps:

- Ähnliche Reifezeit von Mais, Hirse und Sonnenblume beachten
- Temperatur beim Anbau beachten: Hirse keimt erst ab ca. 11°C
- Aussaat-Verhältnis: 40% Mais / 30% Sonnenblume / 40% Silohirse ODER
- 38% Mais / 18% Sonnenblume / 20% Silohirse / 24% Buchweizen
- Anbau in Breitsaat
- Sonnenblume: keine Ölsorte, Vogelfutter als billige, gut keimende Alternative zu Saatgut
- Hirse: Silohirse, Auswahl einer Sorte mit kurzer Reifezeit und in rauen Lagen „kältetolerant“

Bei der Nährstoffanalyse ist zu sehen, dass der Energiegehalt des Gemenges um 1 MJ NEL geringer ist als des normalen Mais in Reihenkultur. Die XP- bzw. XF-Gehalte sind allerdings höher.

**Tipp** eines Landwirtes, welcher das Gemenge schon rund 10 Jahre anbaut und testet:

*„Für das Vorgewende ist es eine optimale Alternative, um mir arbeitswirtschaftliche Vorteile hinsichtlich Mais in Reihenkultur (Anbau, Striegeln, Hacken) zu verschaffen. Eine ganze Fläche nur Gemenge zu bauen, wäre mir aber zu heikel, da das Gemenge je nach Witterung große Unterschiede bzgl. Wachstum und Vegetation aufweist.“*



## Biodiversität

Der Anbau von Mais im Gemenge wirkt sich positive auf die Biodiversität aus. Die struktureicheren und teilweise blühenden Ackerbestände schaffen mehr Rückzugsmöglichkeiten für Insekten und Bodenbrüter sowie ein zusätzliches Nahrungsangebot für diese. Eine Studie der Universität Nürtingen zeigte, dass im Bohnen-Mais-Gemenge ein größeres Vorkommen von Hummeln und Honigbienen sowie eine größere Artenvielfalt von Honigbienen zu finden war. (Hüber et al., 2022)

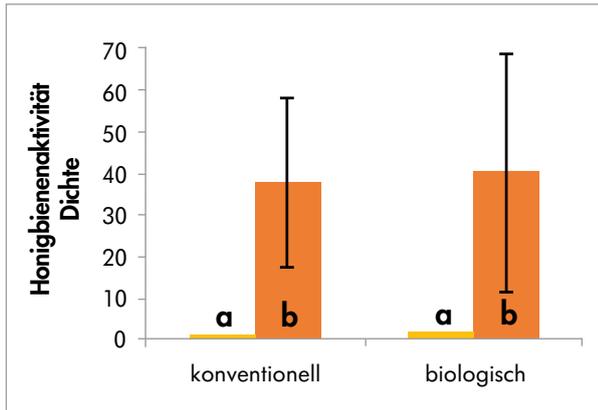
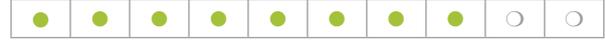


Abbildung 9: Aktivität der Honigbiene in Mais (gelb) bzw. in Mais-Bohnen-Gemenge (braun)

## Gemenge

Erosionsschutz



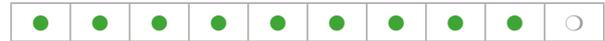
Ertrag



Diversität



Mehraufwand



Kosten





	Erosionsschutz	Ertrag	Diversität	Mehraufwand	Kosten	Zusätzliche Geräte	Aufwand Pflege-maßnahmen	Konkurrenz zum Mais	Sonstiges Kommentar
Untersaat (Saadmischung)	3	4	8	9	6	9	9	4	Wie gut diese Variante funktioniert, hängt sehr vom Saatzeitpunkt und der Saatgutmischung ab; früher Saatzeitpunkt + rasche Entwicklung -> guter Erosionsschutz – höhere Konkurrenz; am besten -> rasche Entwicklung einer dichten Grasnarbe aber geringer Höhenwuchs
Untersaat (Hafer)	6	4	7	9	6	8	9	4	
Untersaat (Weißklee)	4	6	8	9	6	8	9	4	
Querstreifen (Saadmischung)	5	8	8	7	8	7	6	7	Erosionsschutz hängt von der Häufigkeit der Streifen und deren Breite ab. Daran ist auch die Konkurrenz zum Mais gebunden. Der Mehraufwand bei der Anlage ist nicht groß. Müssen die Streifen beim Hacken allerdings oft ausgelassen werden, entsteht dabei ein hoher Mehraufwand.
Querstreifen (Weißklee)	6	8	8	7	8	7	6	8	
Querstreifen (Hafer)	6	8	8	7	8	7	6	7	
Miststreifen	5	10	3	7	7	6	4	10	Mist kann den Mais düngen und bietet so keine Konkurrenz bzw. Ertragseinbußen – ganz im Gegenteil. Viele Betriebe verfügen über knappen Wirtschaftsdünger, wodurch dieser teuer kommt. Beim Hacken sind diese Streifen wiederum auszulassen, wodurch ein Mehraufwand entsteht. Nicht geeignet bei möglicher Abschwemmung in Gewässer!
Direktsaat (mulchen)	9	4	9	7	7	6	9	6	Hinsichtlich Erosionsschutz und Diversität ist die Direktsaat unschlagbar. Dadurch, dass keine Pflegemaßnahmen möglich sind und die Saat im besten Falle mit einer herkömmlichen Einzelkornsämaschine durchgeführt werden kann, halten sich auch die Kosten bzw. der Aufwand gering. Durch die geringe Bodenwärmerung und schlechtere Nährstoffverfügbarkeit ist das Wachstum und damit der Ertrag allerdings eingeschränkt.
Direktsaat (abtransport)	9	3	7	7	6	6	9	7	
Damm	6	8	5	4	6	4	7	10	Der Aufwand hinsichtlich Bodenverbereitung, Saat, Pflege und der Beschaffung spezieller Geräte steigt an. Beim Ertrag wird tendenziell kein Unterschied zur herkömmlichen Hackkultur Silomais sein. Weil Hackgeräte einfach über die Dämme geführt werden können und daher keine Personen zum Lenken oder sonstige Spurführungssysteme eingesetzt werden müssen, verringert sich der Aufwand. Gleichzeitig gibt es dadurch keinen sonstigen Bewuchs, der dem Mais große Konkurrenz bieten könnte.
Streifenfrässaat	10	2	6	7	8	9	8	2	Im biologischen Landbau ist diese Kulturführungsvariante unter den zurzeit möglichen Bedingungen aufgrund der starken Konkurrenz aus ökonomischer Sicht schwierig.
Gemenge	8	6	10	9	9	9	9	7	Durch den Verzicht auf die Hackkultur erreicht man bei der Erosion ein Niveau wie z.B. bei Getreide. Die Saat kann mit der herkömmlichen Drillsämaschine durchgeführt werden, Hacken entfällt. Durch die Mischungsart kann allerdings eine gewisse Konkurrenz für den Mais auftreten. Auch die Nährstoffdichte ist bei Hirse, Sonnenblume und Buchweizen deutlich geringer als bei Mais, wodurch zwar der Mengenertrag ein herausragender sein wird, die Nährstoffmenge allerdings herkömmlichen Silomais hinterherhinkt.
Gemengestreifen (Vorgewende, Querstreifen)	6	8	8	7	8	8	8	9	Ähnlich wie bei den Querstreifen

10–9 = Sehr gut 8–7 = Gut 6–5 = Befriedigend 4–3 = Genügend 2–1 = Nicht genügend



## Nährstoffverluste durch Bodenerosion

Als Beispiel für den Schaden, den Bodenerosion bei Starkregenereignissen auf einem Betrieb anrichtet, und somit für die Wichtigkeit des Erosionsschutzes wird hier ein Betrieb in Ulrichsberg im Jahr 2021 angeführt.

Hier zeigte sich eine sehr hohe Abschwemmung. Bei einem durchschnittlichen Abtrag von 41.240 kg pro Hektar

**Streifen 4:** Pflug „spät“ (kurz vor dem Anbau), vor dem Anbau Kreiselegge

Grundsätzlich ist hier zu beachten, dass sowohl die Werte von Phosphor als auch von Kalium sehr hoch sind. In der Grafik kann man jedoch deutlich erkennen, dass der Ab-

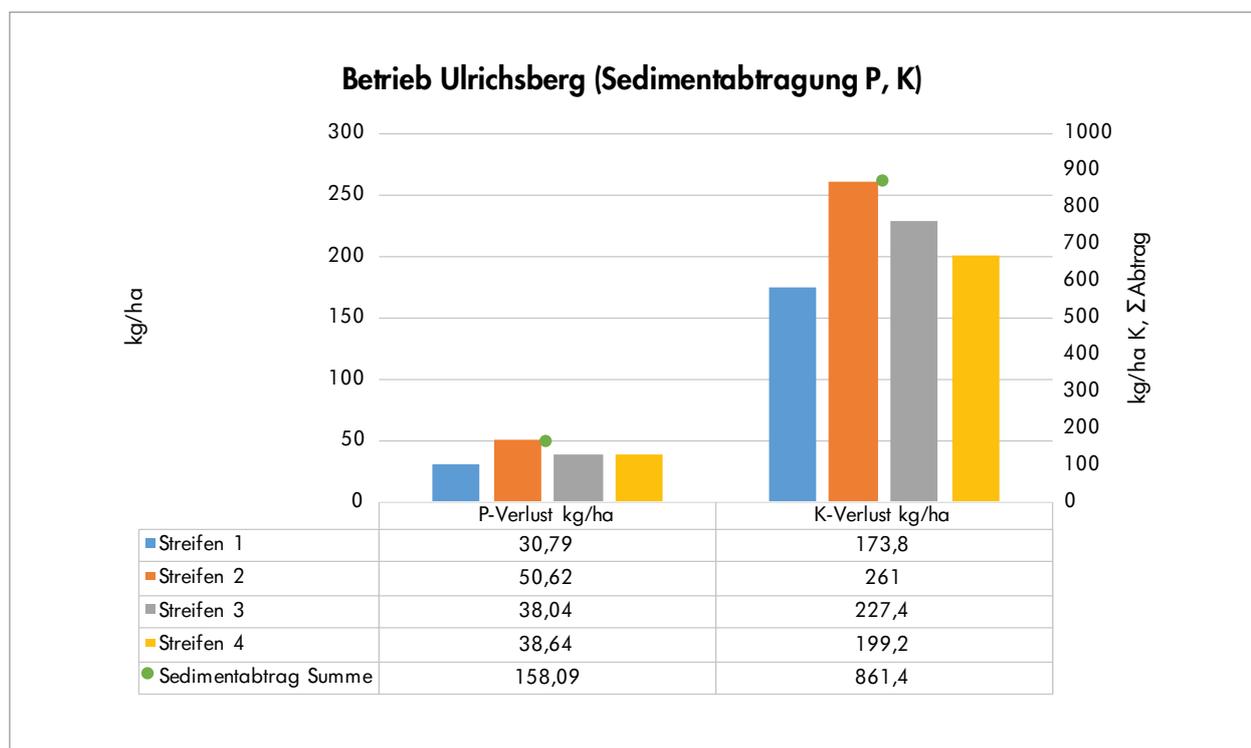


Abbildung 10: Darstellung der Sedimentanalyse Betrieb Ulrichsberg

durch Hochrechnung der einzelnen Streifen unter den jeweiligen Bedingungen erwies sich die Fläche augenscheinlich als sehr erosionsgefährdet. Diese starke Erosionsneigung wird auch in den Ergebnissen der vorangegangenen Bodenprobe (Parameter: Aggregatstabilität) klar ersichtlich. Vergleicht man nun den gesamten Abtrag mit den oben grafisch dargestellten essentiellen Pflanzennährstoffen so kann man erkennen, welche Mengen von Phosphor und Kalium auf den einzelnen Streifen durch die Erosion verloren gingen.

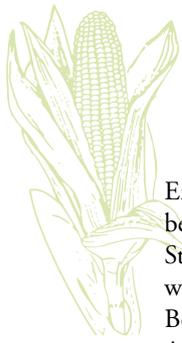
**Streifen 1:** Pflug „früh“ (sobald es die Bodenverhältnisse zulassen), vor dem Anbau Kreiselegge

**Streifen 2:** Pflug „früh“ (sobald es die Bodenverhältnisse zulassen), vor dem Anbau Kreiselegge + Untersaat

**Streifen 3:** Pflug „spät“ (kurz vor Anbau), vor dem Anbau Kreiselegge + Untersaat

trag beim Streifen zwei deutlich höher ist. Dies kann möglicherweise darauf zurückgeführt werden, dass das Feld eine inhomogene Bodenbeschaffenheit aufweist bzw. gab es durch Drahtwurmbefall einen höheren Pflanzenausfall und somit weniger Bodenverwurzelung auf dem genannten Streifen. Da der Betrieb auf ein „Gülle-Mist“ Düngersystem setzt, kann auch der hohe Gehalt an Kaliumabtrag nachvollzogen werden. Generell muss angemerkt werden, dass auf dieser Fläche ein Starkregenereignis Ende Juni für den Großteil der Erosion verantwortlich war. An diesem Tag wurde der Großteil der während der gesamten Vegetationsperiode aufgefangenen Sedimente abgeschwemmt. Dies bekräftigt die Aussage, dass Erosion vor allem von solchen Starkregenereignissen bzw. der Niederschlagsverteilung abhängig ist.

Nährstoffverluste in der Landwirtschaft sind so gering wie möglich zu halten. Der Erhalt und die Förderung von essentiellen Nährstoffen wie Phosphor und Kalium sind für die Fruchtbarkeit unseres Bodens und somit für unsere



Ernährungssicherheit unumgänglich. Erosion spielt hierbei eine sehr entscheidende Rolle. So zeigte kürzlich eine Studie der Uni Basel, dass mehr als die Hälfte des weltweiten Phosphorverlusts in der Bodenbewirtschaftung auf Bodenerosion zurückgeht. (C. Alewell, 2020) Negative Auswirkungen hat dieser Verlust allerdings nicht nur auf

die Landwirtschaft, sondern auch auf viele Gewässer, die durch den Phosphoreintrag eutrophieren. Der weltweit begrenzte Vorrat des Phosphors macht seinen Verlust im Boden durch Erosion zusätzlich kritisch. (Alewell et al., 2020)

## Conclusio

Maisanbau in steileren Lagen ist oftmals eine Herausforderung und es bedarf viel Wissen, um mögliche negative Auswirkungen zu vermeiden und auch in Zukunft nachhaltig wirtschaften zu können. So vielfältig wie die Landschaft und ihre Äcker sind, sind auch die Maßnahmen und Möglichkeiten, Erosion zu verhindern. Die Art der Bodenbearbeitung und der Kulturführung sollte daher für jeden Betrieb individuell optimiert werden, um den langfristigen Erhalt der Böden zu gewährleisten.

Um Erosion zu verhindern und Ressourcen zu schonen, sollte sich jeder Betriebsleiter zunächst die Frage stellen, ob ein Maisanbau auf steilen Feldstücken notwendig ist, und wenn ja, welche der zur Auswahl stehenden erosionsmindernden Maßnahmen für den eigenen Betrieb am besten geeignet sind.

Bei der Bodenbearbeitung ist der Erfolg abhängig von den Betriebseigenheiten (Bodenbeschaffenheit, vorhandene Geräte, ...), der Erfahrung und den persönlichen Vorlieben der Betriebsleiterin. Es ist wichtig, sich mit der Bearbeitungsmethode gut auseinander zu setzen und wenn nötig dem Boden Zeit zu geben, sich an eine neue Art der Bodenbearbeitung zu gewöhnen.

Auch die Auswahl der Kulturführung sollte von den Gegebenheiten am Betrieb und der persönlichen Einstellung abhängig gemacht werden. Auf steilen Feldstücken macht es Sinn, auf den Erosionsschutz besonderes Augenmerk zu legen und mögliche Ertragseinbußen zu akzeptieren bzw. eine Alternative zum Maisacker in Erwägung zu ziehen. V.a. bei Starkregenereignissen ist eine Erosion und die damit verbundene Bodenabtragung langfristig gesehen ein größerer Verlust für den Betrieb als Ertragseinbußen durch erosionsmindernde Maßnahmen.



## Kontakt



### Biokompetenzzentrum Schlögl

Schaubergstraße 2  
A-4160 Aigen-Schlögl

E-Mail: [biokompetenzzentrum@fibl.org](mailto:biokompetenzzentrum@fibl.org)

[www.biokompetenzzentrum.at](http://www.biokompetenzzentrum.at)

