

Ausarbeitung: Bayerische Eiweißinitiative im Auftrag des Soja-Netzwerks		
Ausbildungsschule		
Fach-, Meister- und Technikerschulen		
Fach	Anbausystem	Semester
Pflanzenbau	Konventionell	3.Semester

Thema

## **Modul 3 – konventionell**

Mechanische Unkrautregulierung

Schwerpunkte

- Mechanische Unkrautregulierung
- Verfahrensvergleich chemisches – mechanisches Verfahren

Zeitbedarf: 50 Minuten

Im Rahmen des Sojanetzwerks wurden Materialien für Lehrkräfte entwickelt, um die Behandlung des Anbaus von Soja im Unterricht zu unterstützen. Die fachlichen Grundlagen sind in der Handreichung für Lehrkräfte „Soja – Anbau und Verwertung“ zusammengefasst. Darauf aufbauend wurden Unterrichtsmaterialien für Studierende an Fach-, Meister und Technikerschulen mit konventioneller und ökologischer Ausrichtung entwickelt. Diese sollen die Unterrichtsvorbereitung erleichtern und unterstützen.

Die Unterrichtseinheiten sind für die Behandlung im Pflanzenbauunterricht des 3. Semesters konzipiert. Die Themenschwerpunkte orientieren sich an den Lehrplänen der genannten Schulformen.

Aufgrund der unterschiedlichen regionalen Besonderheiten müssen die Materialien entsprechend ergänzt und angepasst werden. Es werden grundlegende Kenntnisse zu den botanischen Besonderheiten von Leguminosen (N-Bindung) und zum Leguminosenanbau vorausgesetzt. Die Unterrichtseinheiten dienen der Vermittlung von Grundlagen zum Anbau und zur Wirtschaftlichkeit von Soja. Für die Schüler wird in den Unterrichtsleitfäden der Begriff „Studierende“ verwendet.

Die Module sind auf Unterrichtseinheiten von jeweils 50 Minuten ausgelegt. Die wesentlichen Inhalte werden im Rahmen der Module 1 und 2 für jeweils konventionelle und ökologische Klassen vermittelt. Bei speziellem Interesse kann in konventionellen Klassen das Modul 3 „Mechanische Unkrautregulierung“ zusätzlich behandelt werden:

- **Modul 1: Motivation und Wirtschaftlichkeit (konventionell/öko)**
- **Modul 2: Spezielle Produktionstechnik im Sojaanbau (konventionell/öko)**
- **Modul 3: Mechanische Unkrautregulierung (konventionell)**

Jedes Modul enthält sowohl Arbeitsblätter für die Studierenden (in der Kopfzeile mit dem Hinweis „KOPIERVORLAGE“ gekennzeichnet) und die Lösungsblätter für die Lehrkräfte (in der Kopfzeile mit dem Hinweis „ERGEBNIS“ gekennzeichnet). Auf den Ergebnisblättern sind die Lösungen in roter Schrift gehalten. Diese sollen von den Studierenden erarbeitet werden.

### **Autoren und Mitwirkende**

Bayerische Eiweißinitiative: Sabine Braun, Anja Gain, Margarete Mühl.

Stellvertretend für Lehrkräfte an konventionellen Schulen: Joachim Dömling, Fachschaftsleiter Pflanzenbau in Bayern.

Stellvertretend für Lehrkräfte an Ökolandbauschulen: Johann Schneck, Leiter der Staatl. Fachschule für Agrarwirtschaft - ökologischer Landbau in Landshut.

1. Lernzielformulierung		2. Methodische Analyse		
Lernziel		U.-form	Begründung	Lernzielkontrolle
1.	Die Studierenden kennen die Grundlagen der mechanischen Unkrautregulierung bei Soja.	Film LG AB	Im Lehrgespräch können die Erkenntnisse des Filmes zusammengetragen und geordnet werden.	
2.	Die Studierenden können die Verfahrenskosten der mechanischen Unkrautregulierung im Vergleich zur chemischen Unkrautregulierung bewerten.	LG EA AB	Im Lehrgespräch kann auf das vorhandene Wissen aus der ersten Unterrichtseinheit zurückgegriffen werden. In der Einzelarbeit setzen sich die Studierenden im eigenen Tempo mit der Aufgabe auseinander.	Erläutern Sie Ihrem Berufskollegen die Voraussetzungen und Kosten für die mechanische Unkrautregulierung bei Soja.
3.		Unterrichtsabschluss/Auswertung: Sie können nun die mechanische Unkrautregulierung bei Soja für konventionelle Betriebe bewerten.		

## Verlaufsplanung

Lernziel/Lerninhalt	Unterrichtsverfahren/Lernzielkontrolle	
		<b>1. Unterrichtsbeginn</b>
<b>5 Minuten</b>		Die Unkrautregulierung im Sojaanbau ist sehr entscheidend für den Anbauerfolg.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Greening</li> <li>• Geringes Angebot an Herbiziden</li> <li>• Mittlerweile gute Erfolge im Öko-Anbau, da dort schon viele Erfahrungen vorliegen</li> </ul>	Ü	Im Ökolandbau Standard. Auch konventionelle Betriebe zeigen für die mechanische Unkrautregulierung ein verstärktes Interesse. Was motiviert dazu?
		Wir wollen nun die Grundlagen der mechanischen Unkrautregulierung im Sojaanbau und die Wirtschaftlichkeit kennenlernen.
		<b>2. Erkenntnisgewinnung</b>
<b>LZ 1</b> <b>25 Minuten</b> <b>Die Studierenden kennen die Grundlagen der mechanischen Unkrautregulierung bei Soja.</b>		
Themenschwerpunkte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbeugende Maßnahmen</li> <li>• Standardverfahren mechanische Unkrautregulierung bei Soja</li> <li>• Zeitpunkt der Bearbeitung</li> <li>• Erfolgsfaktoren</li> <li>• Mögliche Vorteile/Nachteile zur chemischen Regulierung</li> </ul>	AW	Anlage 1 Machen Sie sich während des Films Notizen zu den einzelnen Themenschwerpunkten auf dem Arbeitsblatt.  Anlage 2 Notizblatt zum Film „Mechanische Unkrautregulierung Soja“
<b>8:30 Minuten</b>	Film AW	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=QQ59vjJvaTg">https://www.youtube.com/watch?v=QQ59vjJvaTg</a>
Poster aus NRW  Graphik: Stadium der Behandlung.	LG AB	Anlage 3 Zusammenführen der Ergebnisse im Lehrgespräch. Stoffsicherung auf AB. Hinweis: die Angaben zu Verfahren und Technik, Teil 2 Anlage 3, kann auch als LZK verwendet werden.

## Verlaufsplanung

<p><b>LZ 2</b>  <b>15 Minuten</b>  <b>Die Studierenden können die Verfahrenskosten der mechanischen Unkrautregulierung im Vergleich zur chemischen Unkrautregulierung bewerten.</b></p>		
<p>Siehe AB</p>	<p>LG AB</p>	<p>Anlage 4  Worin unterscheiden sich die Verfahren chemisch - mechanisch?  Auflisten der Unterschiede in Tabelle im Arbeitsblatt, Anlage 4 .</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanisches Verfahren teurer als chemisches Verfahren.</li> <li>• Im Rahmen des Greenings kann es interessant sein, wenn Erfolg/Ertrag wie beim chemischen Verfahren gegeben ist.</li> <li>• Technik meist nicht vorhanden!</li> <li>• Kooperation mit MR oder Betrieb.</li> </ul>	<p>EA AB AW</p>	<p>Anlage 5  Austeilen des Arbeitsblattes Anlage 5.  AW: Berechnen Sie nun die Unterschiede in den Verfahrenskosten und bewerten Sie diese.</p> <p>Die Studierenden ergänzen die Berechnungen in der Tabelle auf dem AB und bewerten das Ergebnis.</p> <p>Auswertung durch Studierende.</p>
<p><b>5 Minuten</b>  Erläutern Sie Ihrem Kollegen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren, Voraussetzungen</li> <li>• Wirtschaftlichkeit</li> <li>• Mögliche Vorteile und Risiken der mechanischen Unkrautregulierung.</li> </ul>	<p>LZK</p>	<p>Anlage 6  Eine LZK für die gesamte Unterrichtseinheit.</p>
		<p><b>3. Unterrichtsabschluss</b></p>
		<p>Sie können nun die mechanische Unkrautregulierung bei Soja für konventionelle Betriebe bewerten und einordnen.</p>

### **Arbeitsanweisung zum Film**

Machen Sie sich während des Films Notizen zu den Punkten auf dem Notizblatt.

#### Gruppeneinteilung

Themen	Gruppeneinteilung
Vorbeugende Maßnahmen	
Standardverfahren mechanische Unkrautregulierung bei Soja	
Zeitpunkt der Bearbeitung	
Erfolgsfaktoren	
Mögliche Vorteile/Nachteile zur chemischen Regulierung	

Auswertung mit allen Studierenden nach dem Film.

Eintrag in das Arbeitsblatt.

Zeit: 9 Minuten

A) Vorbeugende Maßnahmen

B) Standardverfahren mechanische Unkrautregulierung bei Soja

C) Zeitpunkt der Bearbeitung

D) Erfolgsfaktoren

E) Mögliche Vorteile/Nachteile zur chemischen Regulierung

## **Mechanische Unkrautregulierung im Sojaanbau**

Film: [Youtube - Mechanische Unkrautregulierung](#)

### **Vorbeugende Maßnahmen**

- Standort mit geringem Unkrautdruck wählen
- Fruchtfolge beachten
- Flache Bodenbearbeitung mehrmals
- Geringe N-Nachlieferung
- Saatgutqualität
- Optimaler Aussaatzeitpunkt. Ziel: schnelles Auflaufen

### **Standardverfahren**

- Voraufbau: Blindstriegeln – 4 bis 6 Tage nach der Saat.
- Nachaufbau: 2 bis 4-mal Hackeinsatz, z. B. Scharhacke. Sätechnik entsprechend anpassen → Weite Reihe, Einzelkornsaat (EKS)

### **Zeitraum der Maßnahmen**

- Fädchenstadium der Unkräuter, und zwar dann, bevor man sie sieht.
- Wenn die Sojapflanzen elastisch sind, denn dann ist die Verletzungsgefahr am geringsten. Günstig: warme, trockene Witterung am Tag.

### **Erfolgsfaktoren**






- Trockene Witterung beim Hacken
- Maschineneinstellung
- Fahrgeschwindigkeit
- Mehrmalige Überfahrt
- Verfügbare Technik - Bewertung (Kosten/Wirkung) AB

### **Mögliche Vorteile/Nachteile im Vergleich zur chemischen Regulierung**

- Auflockern von Verkrustungen
- Durchlüftung → fördert die Knöllchenentwicklung
- Verluste durch Hacken möglich
- Risiko: Erosion!



## Hinweise zu Verfahren und Technik

Vor der Aussaat	Vorauflauf	Auflauf	Nachauflauf	Reihenschluss
				
<b>Vor der Saat</b>	<b>Vorauflauf</b>	<b>Auflauf</b>	<b>Nachauflauf</b>	<b>Reihenschluss</b>
Falsches Saatbett 1 bis 2x Grubber /Striegel	Blindstriegeln 1 bis 2 Durchgänge. Vorsicht: Auf- lauf 4 bis 7 Tage nach der Saat mög- lich.	Striegelpause! Hohe Verluste möglich.	(Striegel) 2 bis 4x hacken. Kein zu häufiger Striegelein- satz.	Ende der mechani- schen Maß- nahmen.

### Hacktechnik

Neben Striegel und Scharhacke sind folgende Techniken gängig. Sie ermöglichen im Unterschied zur reinen Scharhacke eine Regulierung in der Reihe:



#### **Sternrollhacke:**

Vorteile auf verkrusteten, lehmigen Böden; arbeitet kulturschonend bei hoher Flächenleistung; Stützräder sind zur Tiefenbegrenzung wichtig.

#### **Flachhäufler:**

Erzielen einen hohen Regulierungserfolg und sind ausgesprochen kulturschonend; benötigen lockeren Boden.

#### **Fingerhacke:**

Passt auf alle Böden, erreicht eine gute Regulierung, die Einstellung ist allerdings aufwendig und muss genau erfolgen.

#### **Torsionszinken:**

Überzeugen auf leichten Böden mit guter Krautregulierung und Kulturschonung; auf Schlägen mit wechselnden Bodenarten nicht zu empfehlen.

Quelle Abbildungen: Engels, Elisabeth; Kreikenbohm, Christian: Mechanische Unkrautregulierung in Körnerleguminosen.

### Verfahrensvergleich chemische und mechanische Unkrautregulierung

Unterschiede zwischen der chemischen und mechanischen Unkrautregulierung bei Soja:

Maßnahme	Chemisch	Mechanisch
Grundbodenbearbeitung	Gleich	Gleich
Saatbettbereitung	Gleich	Gleich
Saattechnik	Drillsaat	Einzelkornsaat
Saatstärke	Gleich	Gleich (kann auch um 10-15 % höher angesetzt werden)
Unkrautregulierung (mechanisches Verfahren Greening-konform ohne chemischen Pflanzenschutz)	Kosten für chemischen Pflanzenschutz Incl. geg. Insektizide	Kosten für 1x Striegel 2x Hacke Ohne Insektizideinsatz

#### **Hinweis zur Umsetzung:**

Mit diesem Teil, der als Lehrgespräch im Unterricht eingebaut wird, werden die beiden Verfahren im Vergleich dargestellt. Dieser Vergleich bildet die Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in der folgenden Einzelarbeit.

Den Studierenden sind am Ende die Unterschiede der Verfahren bewusst und Sie kennen und verstehen die Grundlagen für den wirtschaftlichen Verfahrensvergleich.

Arbeitsanweisung:

Berechnen Sie anhand der Vorgaben die Verfahrenskosten und bewerten Sie diese.

Zeit: 5 Minuten

### Verfahrenskosten chemische und mechanische Unkrautregulierung

Tabelle 1: Verfahrenskosten chemischer Pflanzenschutz gegenüber mechanischer Unkrautregulierung bei Soja.

Verfahren	Sojabohnen chemisch	Sojabohnen mechanisch
<b>Säverfahren</b>	<b>Drillsaat</b>	<b>Einzelkornsaat</b>
	60 Kö/m <sup>2</sup>	60 Kö/m <sup>2</sup>
<b>Kosten Saatgut</b>	<b>232 €/ha</b>	<b>232 €/ha</b>
<b>Kosten Pflanzenschutzmittel</b>	<b>122 €/ha</b>	
Kreiselegge+Drillsaat	34 €/ha	
Walzen	12 €/ha	12 €/ha
Kreiselegge		29 €/ha
Einzelkornsaat MR/LU		40 €/ha
Pflanzenschutzüberfahrten	7 €/ha	
Striegel MR/LU, 2x		42 €/ha
Hacke MR/LU, 2x		109 €/ha
<b>Variable Maschinenkosten für Saat und Pflanzenschutz</b>	<b>53 €/ha</b>	<b>232 €/ha</b>
<b>Kostendifferenz mechanisch-chemisch</b>		<b>+ 58 €/ha</b>

Quelle und Berechnungsgrundlage: IBA-Deckungsbeiträge, 2012-2016, Schlaggröße 2 ha, incl. MwSt. Pflanzenschutz: mittlere Intensität. MR= Maschinenring, LU=Lohnunternehmer.

#### Fazit:

- Das mechanische Verfahren ist um ca. 60 Euro teurer.
- Bei gleichem Ertrag verringert sich damit der Deckungsbeitrag entsprechend.
- Das Risiko geringerer Erträge ist dabei nicht einkalkuliert.
- Als Greeningmaßnahme kann es einzelbetrieblich interessant sein.

## **Mechanische Unkrautregulierung im Sojaanbau**

Film: [Youtube - Mechanische Unkrautregulierung](#)

### **Indirekte Maßnahmen**

- Standort mit geringem Unkrautdruck wählen
- Fruchtfolge beachten
- Flache Bodenbearbeitung mehrmals
- Geringe N-Nachlieferung
- Saatgutqualität
- Optimaler Aussaatzeitpunkt. Ziel: schnelles Auflaufen

### **Standardverfahren**

---

---

---

---

### **Zeitraum der Maßnahmen**

---

---

---

---

### **Erfolgsfaktoren**

---

---

---

---

### **Mögliche Vorteile/Nachteile zur chemischen Regulierung**


---

---

---

---

## Hinweise zu Verfahren und Technik

Vor der Aussaat	Vorauflauf	Auflauf	Nachauflauf	Reihenschluss
 <small>Beikräuter nach Striegel</small>	 <small>Blindstriegeln</small>	 <small>Striegelschaden in Lupinen</small>	 <small>Zinkenstriegel (Fa. Treffer) in Lupinen (li.) und Erbsen (re.)</small>	 <small>Verankerte Erbsen</small>
Vor der Saat	Vorauflauf	Auflauf	Nachauflauf	Reihen- schluss

### Hacktechnik

Neben Striegel und Scharhacke sind folgende Techniken gängig. Sie ermöglichen im Unterschied zur reinen Scharhacke eine Regulierung in der Reihe:



#### **Sternrollhacke:**

Vorteile auf verkrusteten, lehmigen Böden; arbeitet kulturschonend bei hoher Flächenleistung; Stützräder zur Tiefenbegrenzung sind wichtig.

#### **Flachhäufler:**

erzielen einen hohen Regulierungserfolg und sind ausgesprochen kulturschonend; benötigt lockeren Boden.

#### **Fingerhacke:**

passt auf alle Böden, erreicht eine gute Regulierung, die Einstellung ist allerdings aufwendig und muss genau erfolgen.

#### **Torsionszinken:**

überzeugen auf leichten Böden mit guter Krautregulierung und Kulturschonung; auf Schlägen mit wechselnden Bodenarten nicht zu empfehlen.

Quelle Abbildungen: Engels, Elisabeth; Kreikenbohm, Christian: Mechanische Unkrautregulierung in Körnerleguminosen.

**Verfahrensvergleich chemische und mechanische Unkrautregulierung**

Unterschiede zwischen der chemischen und mechanischen Unkrautregulierung bei Soja:

Maßnahme	Chemisch	Mechanisch
Grundbodenbearbeitung		
Saatbettbereitung		
Saattechnik		
Saatstärke		
Unkrautregulierung (mechanisches Verfahren Greeningkonform ohne chemischen Pflanzenschutz)		

**Notizen**

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**Verfahrenskosten chemische und mechanische Unkrautregulierung**

Tabelle 1: Verfahrenskosten chemischer Pflanzenschutz gegenüber mechanischer Unkrautregulierung bei Soja.

Verfahren	Sojabohnen chemisch	Sojabohnen mechanisch
<b>Säverfahren</b>	<b>Drillsaat</b>	<b>Einzelkornsaat</b>
	60 Kö/m <sup>2</sup>	60 Kö/m <sup>2</sup>
<b>Kosten Saatgut</b>	<b>232 €/ha</b>	<b>232 €/ha</b>
<b>Kosten Pflanzenschutzmittel</b>	<b>122€/ha</b>	
Kreiselegge+Drillsaat	34 €/ha	
Walzen	12 €/ha	12 €/ha
Kreiselegge		29 €/ha
Einzelkornsaat MR/LU		40 €/ha
Pflanzenschutzüberfahrten	7 €/ha	
Striegel MR/LU, 2x		42 €/ha
Hacke MR/LU, 2x		109 €/ha
<b>Variable Maschinenkosten für Saat und Pflanzenschutz</b>		
<b>Kostendifferenz mechanisch-chemisch</b>		

Quelle und Berechnungsgrundlage: IBA-Deckungsbeiträge, 2012-2016, Schlaggröße 2 ha, incl. MwSt. Pflanzenschutz: mittlere Intensität. MR= Maschinenring, LU=Lohnunternehmer.

**Fazit:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Ein Berufskollege erzählt Ihnen:

„Der Öko-Soja-Bestand meines Nachbarn war dieses Jahr weniger verunkrautet als meiner. Ich überlege, ob ich es nächstes Jahr mal mechanisch probiere.“

Erläutern Sie Ihrem Kollegen

- Verfahren, Voraussetzungen
- Wirtschaftlichkeit
- Mögliche Vorteile und Risiken der mechanischen Unkrautregulierung.

## Literaturverzeichnis und Abkürzungsverzeichnis

---

Quellen:

- Sojahandreichung - „Soja – Anbau und Verwertung“:  
<https://www.sojaforderung.de/links-mehr/unterrichtskonzept/berufs-und-fachschulen-landwirtschaft/>
- Film:  
<https://www.youtube.com/watch?v=QQ59vjJvaTg>
- LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten und DB-Plus:  
<https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html;jsessionid=131B72940B1969CEF61E90FC689E9CC8>

Kürzel	Bezeichnung
AB	Arbeitsblatt
ABB	Abbildungen, Vorlagen für Dokukamera
AW	Arbeitsanweisung
D	Darbietung
EA	Einzelarbeit
F	Frage
GA	Gruppenarbeit
I	Impuls
LB	Lehrbuch
LG	Lehrgespräch
LZK	Lernzielkontrolle
PA	Partnerarbeit
St	Studierende
TA	Tafelanschrift
Q	Querverbindung
Ü	Überleitung
UG	Unterrichtsgespräch