



**WEIßENSTEPHAN • TRIESDORF**  
University of Applied Sciences

# Landwirtschaftliche Nutzpflanzenkunde



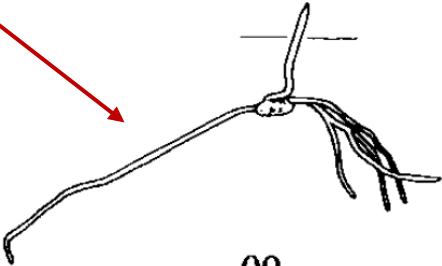
LT3 - Wintersemester 2025/26

Prof. Dr. Carl-Philipp Federolf

15.12.2025

# Wachstumsstadien

# Makrostadium 0: Keimung

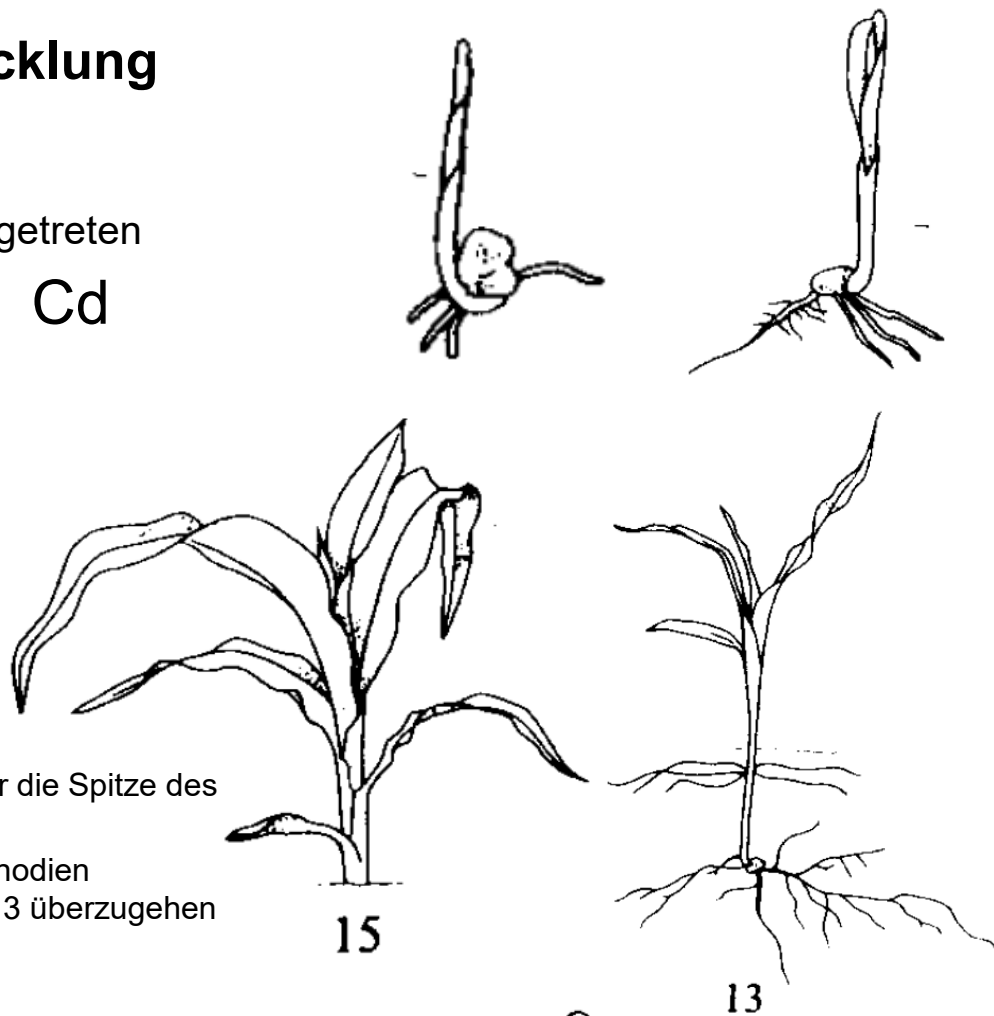
- 00 Trockener Samen  140° Cd
- 01 Beginn der Samenquellung
- 03 Ende der Samenquellung
- 05 Keimwurzel aus dem Samen ausgeht 
- 06 Keimwurzel gestreckt, Wurzelhaare und Seitenwurzeln sichtbar
- 07 Keimscheide (Koleoptile) aus dem Samen aus
- 09 Auflaufen: Koleoptile durchbricht Bodenoberfläche 

# Makrostadium 1: Blattentwicklung

- 10 1. Laubblatt aus der Koeoptile ausgetreten
- 11 1. Laubblatt entfaltet
- 12 2. Laubblatt entfaltet
- 13 3. Laubblatt entfaltet
- 1 . Stadien fortlaufend bis ...
- 19 9 und mehr Laubblätter entfaltet

80° Cd

- Ein Blatt gilt als entfaltet, wenn seine Ligula oder die Spitze des nächsten Blattes sichtbar ist
- Bei deutlich sichtbarem Längenwachstum (Internodien gestreckt) ist auf die Codes des Makrostadiums 3 überzugehen



# Anzahl Blätter

- ...abhängig von der Tageslänge
  - in D zwischen 12 und 18
- zwischen 2- und 8-Blattstadium erfolgt:
  - Blattbildung
  - Fahnen- und Kolbenanlage
- legt Kolben in den untersten 6 – 8 Blattachsen an
  - meist nur einer wird ausgebildet

# Kolbenanlage

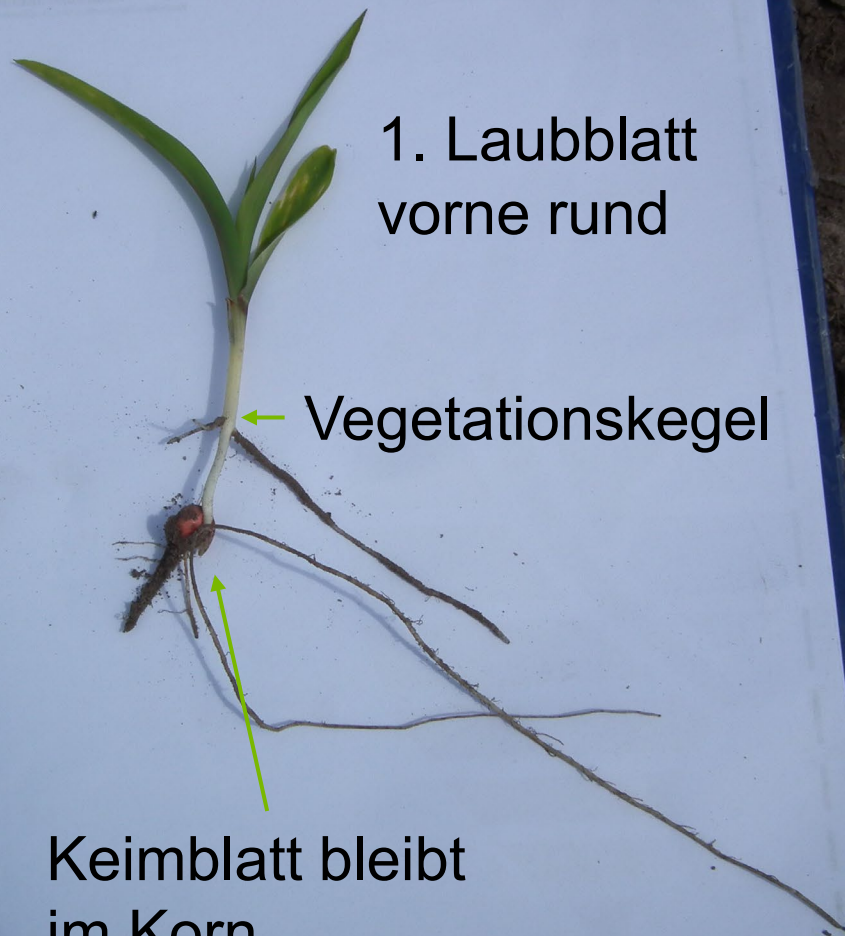
- 14 – 18 Kornreihen mit 25 – 50 Körnern pro Reihe  
→ 400 – 600 Körner pro Kolben
- Der maximal mögliche Kornertrag wird in 4 Entwicklungsphasen festgelegt:
  1. Die Festlegung der maximalen Anzahl Kornreihen (~ 6-Blattstadium)
  2. Die Festlegung der maximalen Anzahl Körner pro Kornreihe (Kolbenentwicklung bis kurz vor der Blüte)
  3. Die maximale Anzahl an befruchteten Eizellen (Blüte)
  4. Die Ausbildung der maximalen Korngröße (Kornfüllungsphase ab Milchreife)

# Makrostadium 3: Längenwachstum; Schossen

- 30 Beginn des Längenwachstums
- 31 1. Stengelknoten wahrnehmbar
- 32 2. Stengelknoten wahrnehmbar
- 33 3. Stengelknoten wahrnehmbar
- 34 3. Stadien fortlaufend bis ...
- 39 9 und mehr Stengelknoten



<sup>3</sup> Das Rispienschieben kann bereits früher einsetzen; in diesem Falle ist auf die Codes des Makrostadiums 5 überzugehen



1. Laubblatt  
vorne rund

Vegetationskegel

Keimblatt bleibt  
im Korn





## Makrostadium 5: Entwicklung der Blütenanlagen; Rispenschieben

- 51 Beginn des Rispenschiebens: Rispe in
- 53 Spitze der Rispe sichtbar
- 55 Mitte des Rispenschiebens: Rispe voll von
- umhüllenden Blättern; Rispenmitteläste e
- 59 Ende des Rispenschiebens: untere Rispe entfaltet



53



# Makrostadium 6: Blüte

- 61 Männliche Infloreszenz: Beginn der Blüte; Mitte des Rispenmittelastes blüht, Weibliche Infloreszenz: Spitze der Kolbenanlage schiebt aus der Blattscheide
- 63 Männliche Infloreszenz: Pollenschüttung beginnt; Weibliche Infloreszenz: Spitzen der Narbenfäden sichtbar
- 65 Männliche Infloreszenz: Vollblüte: obere und untere Rispenäste in Blüte, Weibliche Infloreszenz: Narbenfäden vollständig geschoben
- 67 Männliche Infloreszenz: Blüte abgeschlossen, Weibliche Infloreszenz: Narbenfäden beginnen zu vertrocknen
- 69 Ende der Blüte









### **BBCH 63: Pollenschüttung beginnt, Spitzen der Narbenfäden sichtbar**

Wenn die Spitze der Kolbenanlage aus der Blattscheide schiebt (BBCH 61) folgt unmittelbar das Erscheinen der Narbenfäden. Deren Färbung reicht von hell bis rot und ist sortenspezifisch. Trockenperioden können die Ausbildung verzögern





**BBCH 65:**  
**Vollblüte; obere und untere Rispen-**  
**äste in der Blüte,**  
**Narbenfäden vollständig geschoben**

**Alle Rispenäste schütten Pollen** und die Befruchtung setzt ein. Die Ausprägung der Länge der Narbenfäden ist sortenspezifisch und hängt außerdem von der Wasserversorgung ab. Das Datum der Bonitur dieses Entwicklungsstadiums ist wichtig, um unabhängig von der Sorte über Wärmesummen die weitere Kolbenausreife und damit den Erntetermin schätzen zu können. Auf einem Maisschlag sollten mindestens 50 % der Pflanzen dieses Entwicklungsstadium aufweisen.



**BBCH 67:**  
**Blüte abgeschlossen,**  
**Narbenfäden beginnen zu vertrocknen**

Das Eintrocknen der Narbenfäden zeigt das Ende der Befruchtung an. Der Kolben ist meist völlig aus der Blattscheide herausgewachsen. An einem freigelegten Kolben sind die Spindel und der Kornansatz erkennbar. Der TS-Gehalt beträgt nur etwa 10 %.



## Makrostadium 7: Fruchtentwicklung

- 71 Beginn der Kornbildung: Körner sind zu erkennen; Inhalt wässrig; ca. 16% TS im Korn
- 73 Frühe Milchreife
- 75 Milchreife: Körner in Kolbenmitte sind weiss-gelblich;
- Inhalt milchig; ca. 40% TS im Korn
- 79 Art- bzw. sortenspezifische Korngrösse erreicht



79

# STAGES OF MILK LINE



**BEGINNING DENT**  
Grain Moisture ~50-55%  
~400 GDUs to Black Layer



**1/4 MILK LINE**  
Grain Moisture ~45-50%  
~300 GDUs to Black Layer



**1/2 MILK LINE**  
Grain Moisture ~40-45%  
~200 GDUs to Black Layer



**3/4 MILK LINE**  
Grain Moisture ~35-40%  
~100 GDUs to Black Layer



**BLACK LAYER OR NO MILK LINE**  
Grain Moisture ~30-35%  
Maturity Complete

## Makrostadium 8: Frucht- und Samenreife

- 83 Frühe Teigreife: Körner teigartig; am Spindelansatz noch feucht; ca. 45% TS im Korn
- 85 Teigreife (früher = Siloreife): Körner gelblich bis gelb (sortenabhängig); teigige Konsistenz; ca. 55% TS im Korn
- 87 Physiologische Reife: schwarze(r) Punkt /Schicht am Korngrund; ca. 60% TS im Korn – TKM: 200 – 450 g
- 89 Vollreife: Körner durchgehärtet und glänzend; ca. 65% TS im Korn

100° Cd

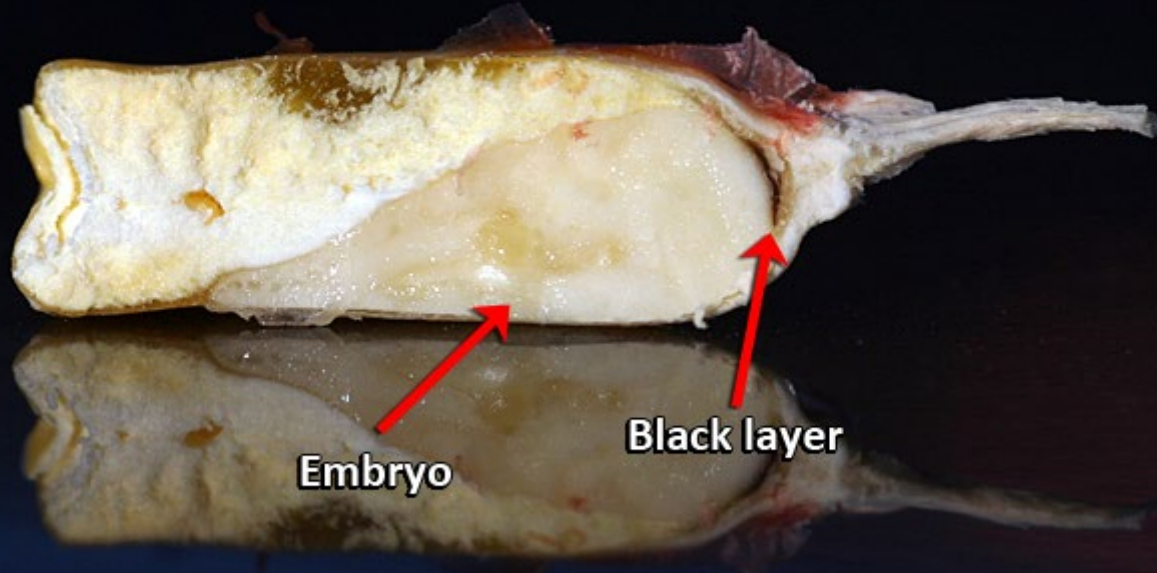


# Black Layer



# Black Layer bei K210 → 1580°Cd → 35% Kornfeuchte

**Cross-section of kernel**  
**Growth stage R6 (physiological maturity)**



**Embryo**

**Black layer**

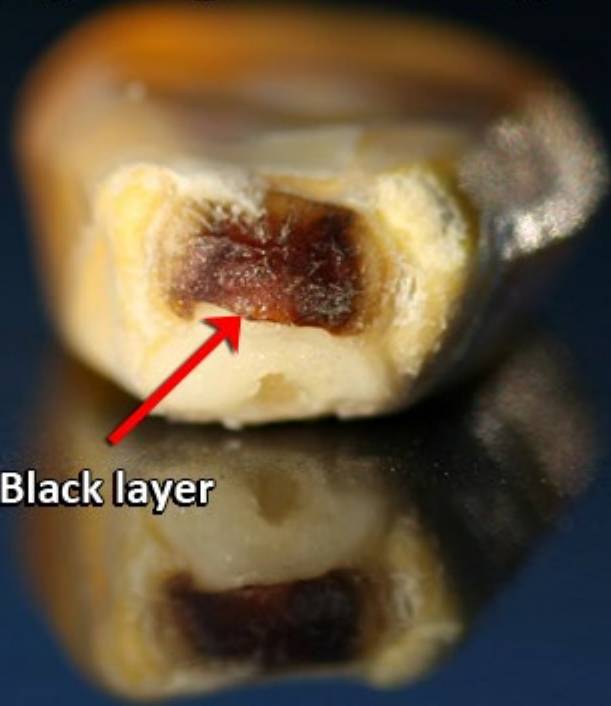
© 2007 Purdue Univ, RLNielsen

# Black Layer

Tip of kernel

Growth stage R6 (physiological maturity)

Black layer



# Wärmesumme und Reife

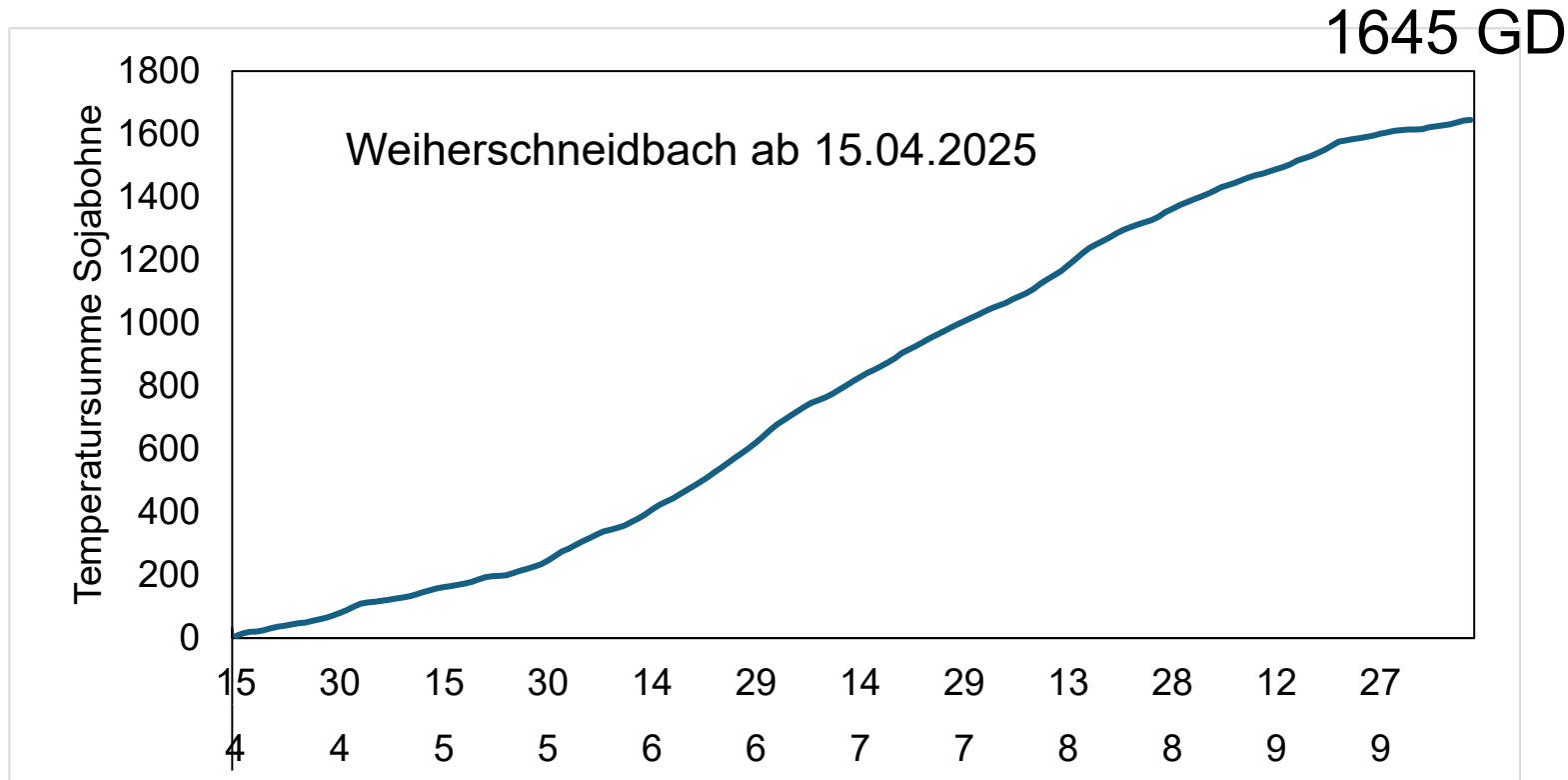
## Hintergrund: Reifemodell des AGPM (Association générale des producteurs de maïs – Französischer Maisanbauerverband)

- $T_{AGPM} = t_x - t_b$
- $t_x = \frac{t_{min} + t_{max}}{2} (°C)$
- $t_b$  : **Basistemperatur (6 °C)**; wenn  $t_x < 6 °C$ , dann  $t_x - t_b = 0$
- $t_{min}$  : Tagesminimum (°C)
- $t_{max}$  : Tagesmaximum (°C); wenn  $t_{max} > 30 °C$ , dann  $t_{max} = 30$



# Reifegruppen

- Für die Reife Silomais: (Siloreife: TS-Gehalt 32%) werden in Bayern folgende Temperatursummen zugrundegelegt:
  - Frühe Sorten (S200-S220): 1430
  - Mittelfrühe Sorten (S230- S250): 1500
  - Mittelspäte Sorten (S260-S290): 1570
- Für Körnermais können folgende Prognosewerte herangezogen werden (Kornreife: Wassergehalt 30%):
  - Frühe Sorten (K200-K220): 1600
  - Mittelfrühe Sorten (K230- K250): 1650
  - Mittelspäte Sorten (K260-K290): 1670-1730



# Abschätzung Erntereife

- Teigreife BBCH 85 (ca. 55 % TM im Korn, ca. 50 % TM im Kolben)  
– etwa 550 °Cd nach der Vollblüte
  - physiologische Reife BBCH 87 (ca. 60% TM im Korn, ca. 55 % im  
■ Kolben) – etwa 630 °Cd nach der Vollblüte
  - Vollreife BBCH 89 (ca. 65 % TM im Korn, ca. 60 % TM im Kolben) –  
etwa 700°Cd nach Vollblüte
- 
- **Wesentlicher Unterschied zwischen den Sorten: Wärmesumme bis zur Blüte.**

# Zusätzliche Informationen

- kalte, verdichtete (tonige-) Böden: +50° Cd
- leichte, schnell erwärmbare Böden, Südhänge: -50° Cd
- Wasserstress kann Ernte verfrühen, oder verspäten
- TS-Gehalt (Ganzpflanze) bei Abreife steigt etwa 1% bei 27 – 30° Cd
  - Besonders relevant bei früher Ernte im August

# Zusätzliche Informationen

- Kolbenreife und %TS-Gehalt kann gut simuliert werden
- Abreife der Restpflanze stark von der Sorte abhängig

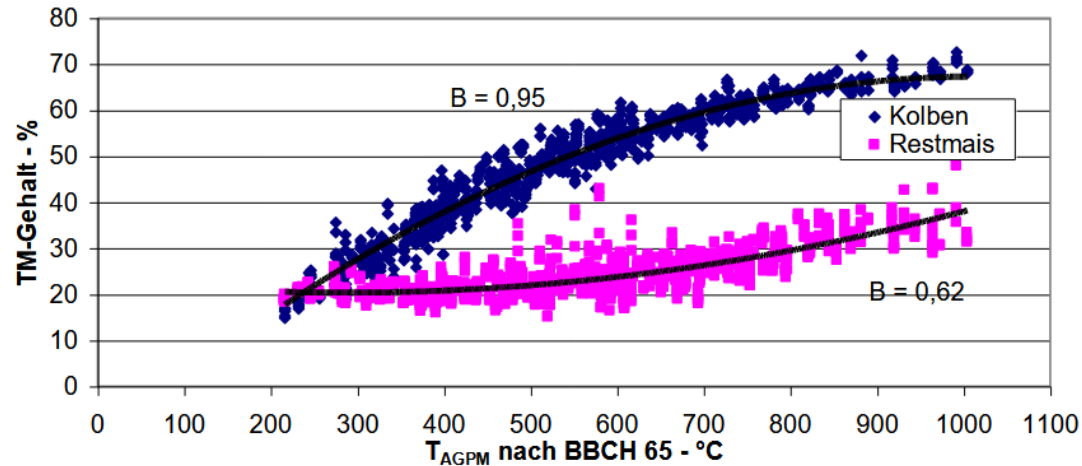
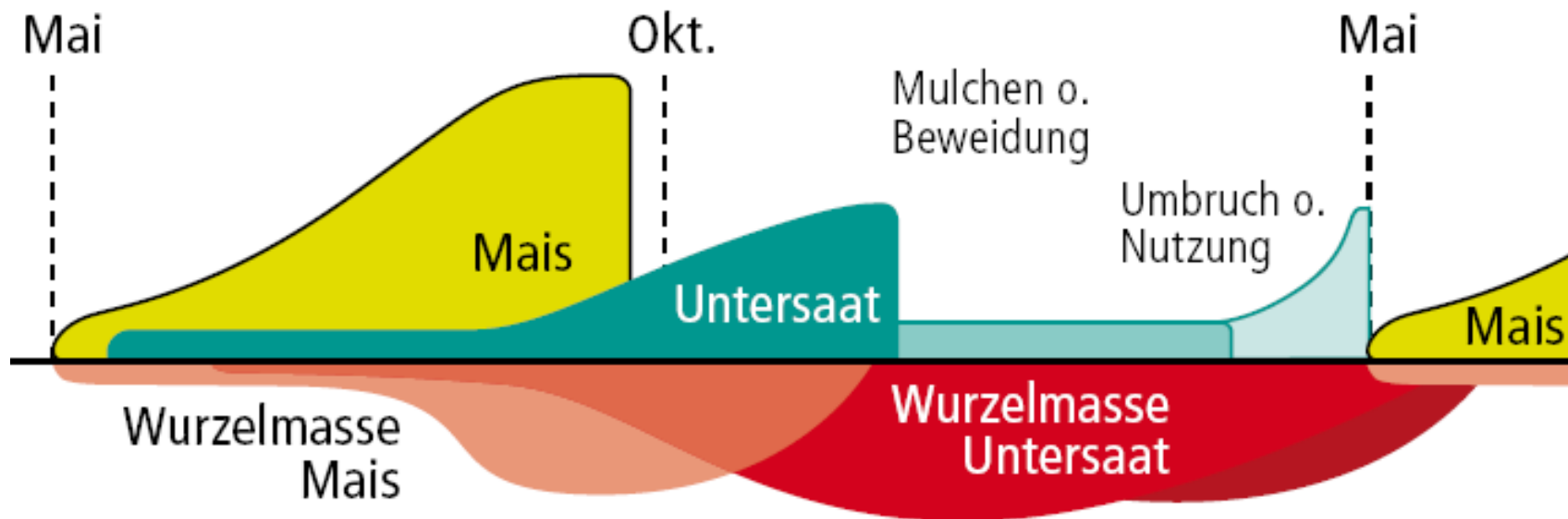


Abbildung 3: **Zusammenhang zwischen Wärmesumme ab der Vollblüte (BBCH 65) und TM-Gehalt**  
(Paulinenaue 1995 bis 2004, n = 1096)

# Mais: Untersaaten



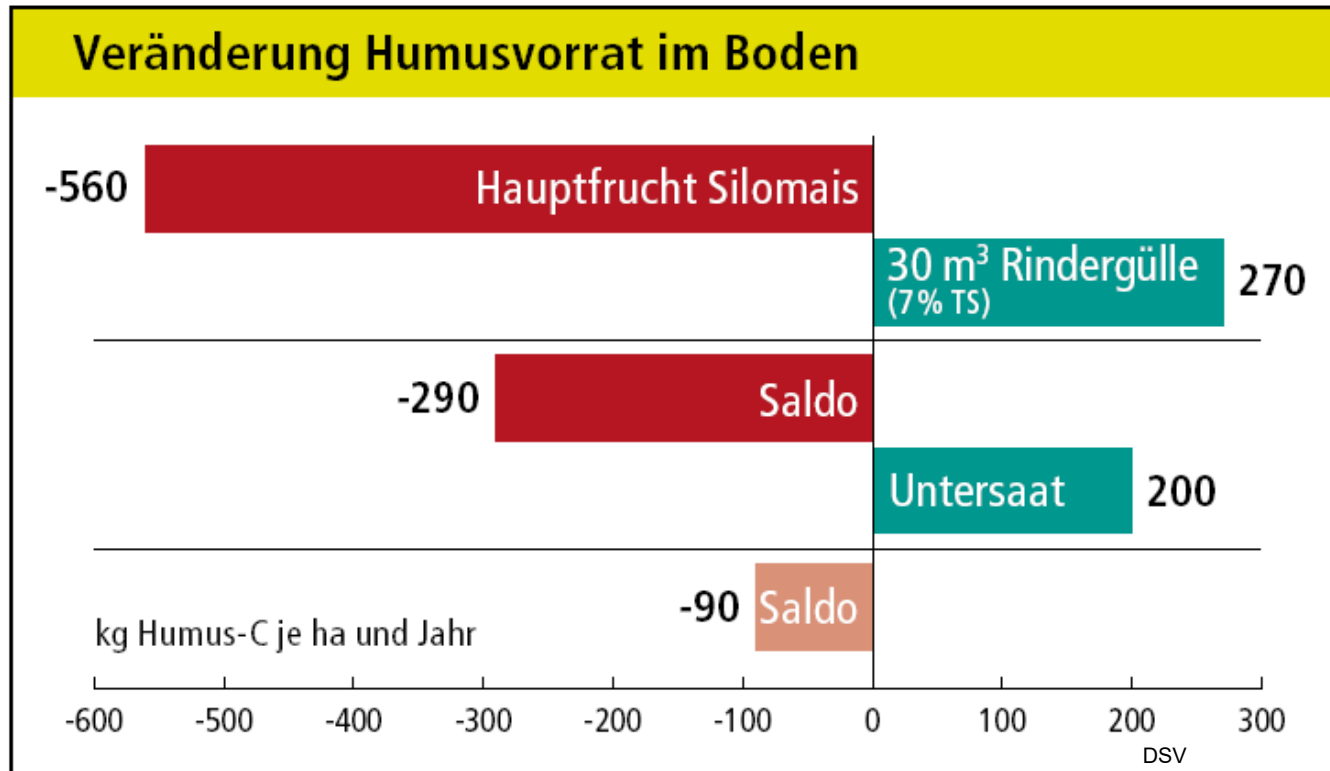
# Auf- und Abbau der Wurzel- und Ernterückstände von Mais mit Untersaat





# Cross Compliance – Humusbilanz Silomais und Wirkung einer Untersaat

- Humusauf- und Abbau werden beeinflusst durch:
  - - Mineralisationsbed. im Boden (Temp., Feuchte, Sauerstoff)
  - Zu- und Abfuhr org. Substanz ( ZF, Mist, Gülle, Erntereste)
  - pH-Wert
  - Bodenleben
  - etc.



# Einflussfaktoren auf den Erfolg einer Untersaat

- Bodenfeuchtigkeit
  - bei Bodentrockenheit langsames Auflaufen der Gräser
- Witterung
  - bei feucht-kühler Witterung langsame Maisentwicklung, aber schnelle Grasentwicklung → evtl Konkurrenz
  - bei warm-trockener Witterung schnelle Maisentwicklung und Grasentwicklung beeinträchtigt
- Mais-Bestandesdichte
- Mais-Sortentyp
  - Bei hohen Bestandesdichten und Maissorten mit hohem Blattflächenindex stärkere Konkurrenz durch den Mais
- Saatstärke
- Saattermin

# Einflussfaktoren auf den Erfolg einer Untersaat

- Trockenheitstoleranz
- Wüchsigkeit
- Herbizidverträglichkeit
- Schattenverträglichkeit
- Regenerationsvermögen
- Winterhärte

# Grasuntersaaten - Eigenschaften

	Toleranz gegen Trockenheit	Wüchsigkeit	Regeneration nach der Ernte	Winterhärte
<b>D./Welsches Weidelgras</b> (z.B. Humus Plus-Spät)	+	+++	+++	++
<b>Rot- schwingel</b> (z.B. Humus Plus Vorsaart)	+++	+	+	+++

+ unterdurchschnittlich

+++ überdurchschnittlich

# Untersaaten - Gräser

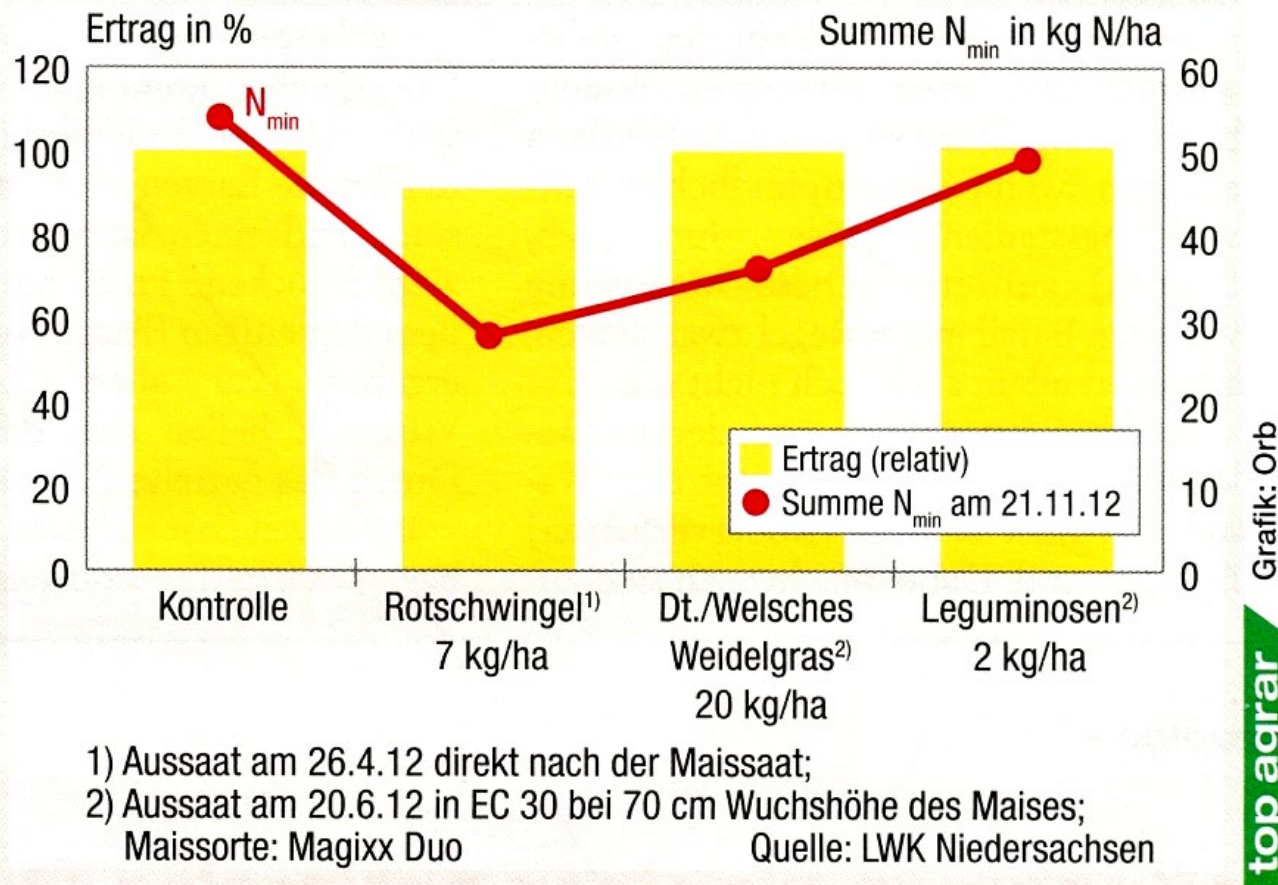
## **Rot- + Schafschwingel:**

- deutlich trockentoleranter
- schwachwüchsig
- Vor- oder Nach der Saat
- 5 – 7 kg / ha
- Drillmaschine
  - zwischen die Maisreihen, um Konkurrenz zu vermindern
  - bei niedrigen Temp. laufen Mais und Gras gleichzeitig auf → Gefahr, dass doch Mindererträge auftreten

## **Deutsches + Welsches Weidelgras:**

- späte Reifegruppen wählen
- schnellwüchsig – SPÄTE Aussaat
- bei 50 – 70 cm Maishöhe
- 15 – 20 kg / ha
- breitwürfig
  - Pneumatikstreuer, sonst geringe AB
  - Güllefass – 10 kg / ha einmischen bei Befüllung

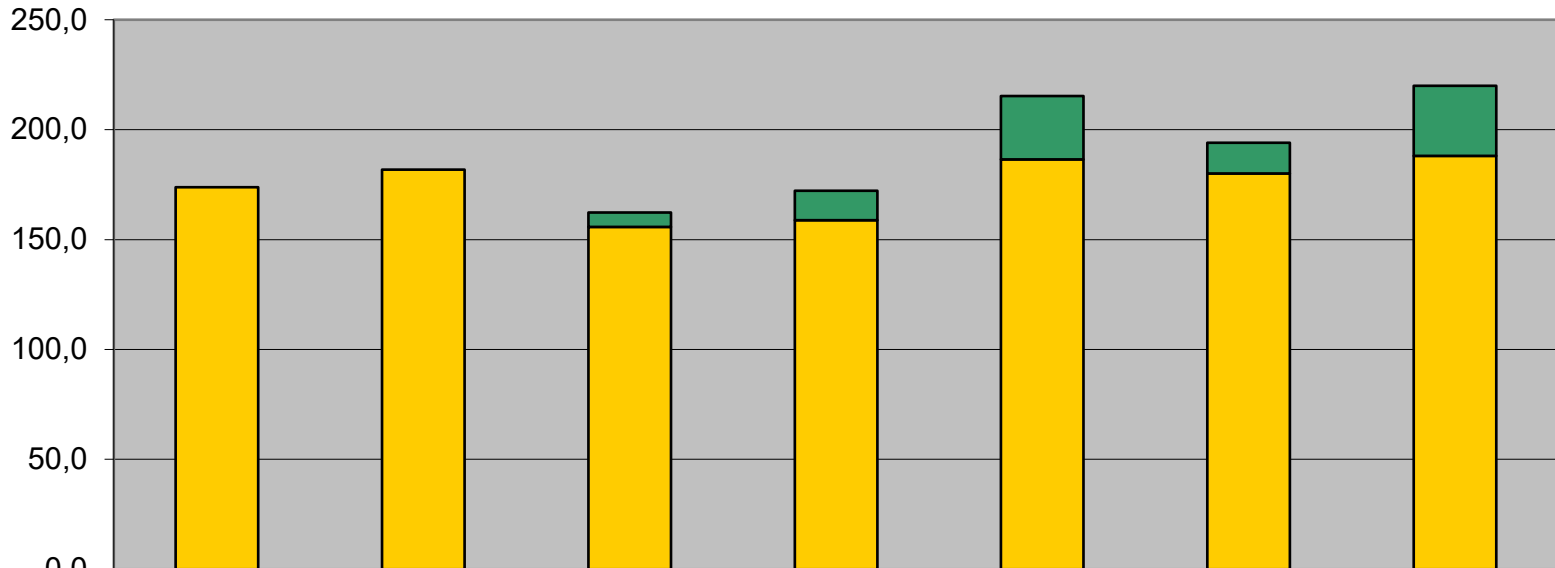
# Übersicht 1: Maiserträge bei Untersaaten



# Gras(-untersaat)- und Maiserträge, Wehnen 2012

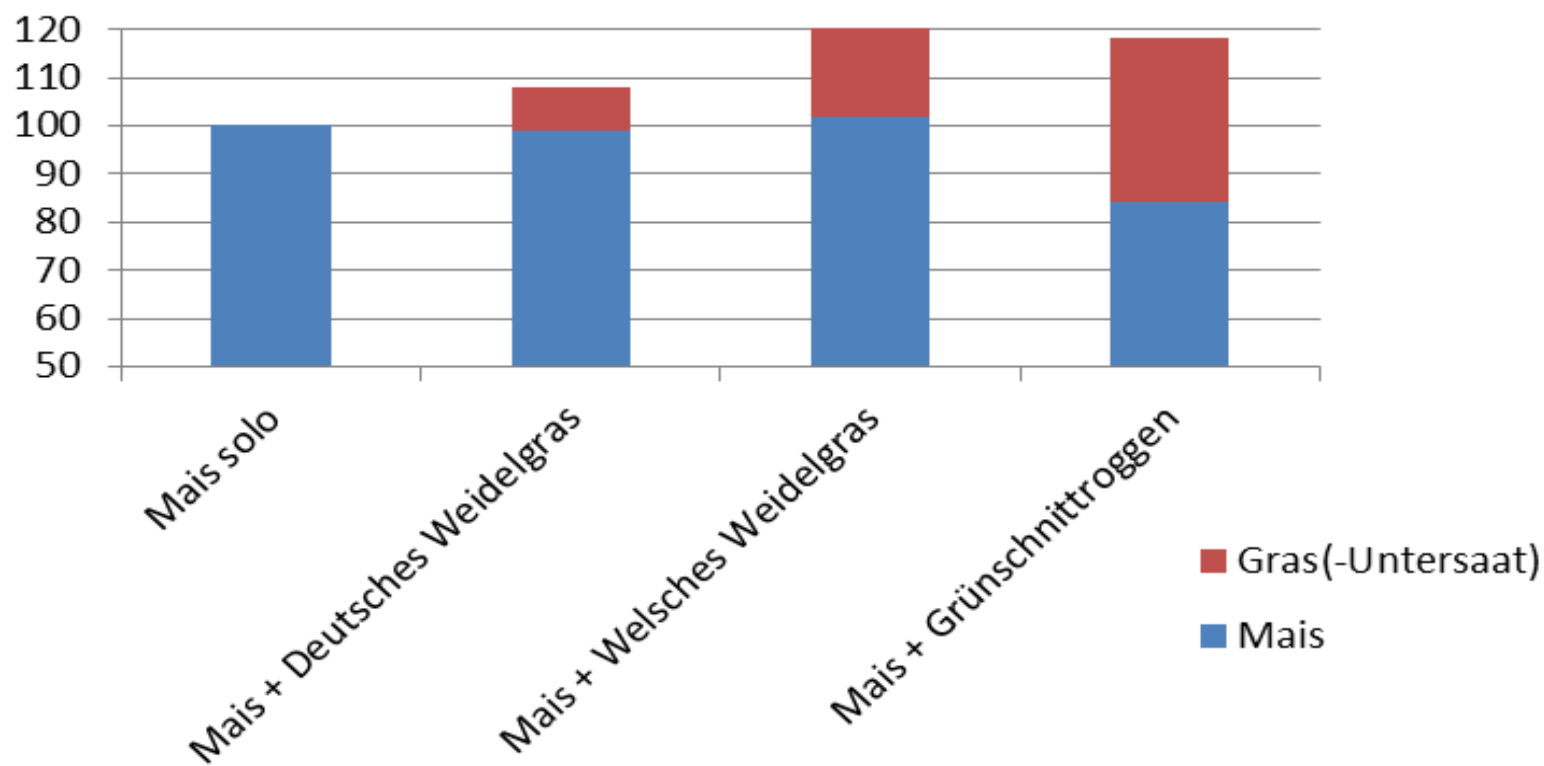
Parzellen wurden in 2011 deckungsgleich angelegt. Untersaaten wurden in 2012 angeeignet

TM dt/ha



	Standard	RS 1-2 T vor Saat	DW 1-2 T vor Saat	DW 4-6 Blatt	WW 4-6 Blatt	DW 8-10 Blatt	WW 8-10 Blatt
Gras	0,0	0,0	6,5	13,3	28,8	14,0	31,9
Mais	173,8	181,9	155,8	158,8	186,5	180,1	188,1

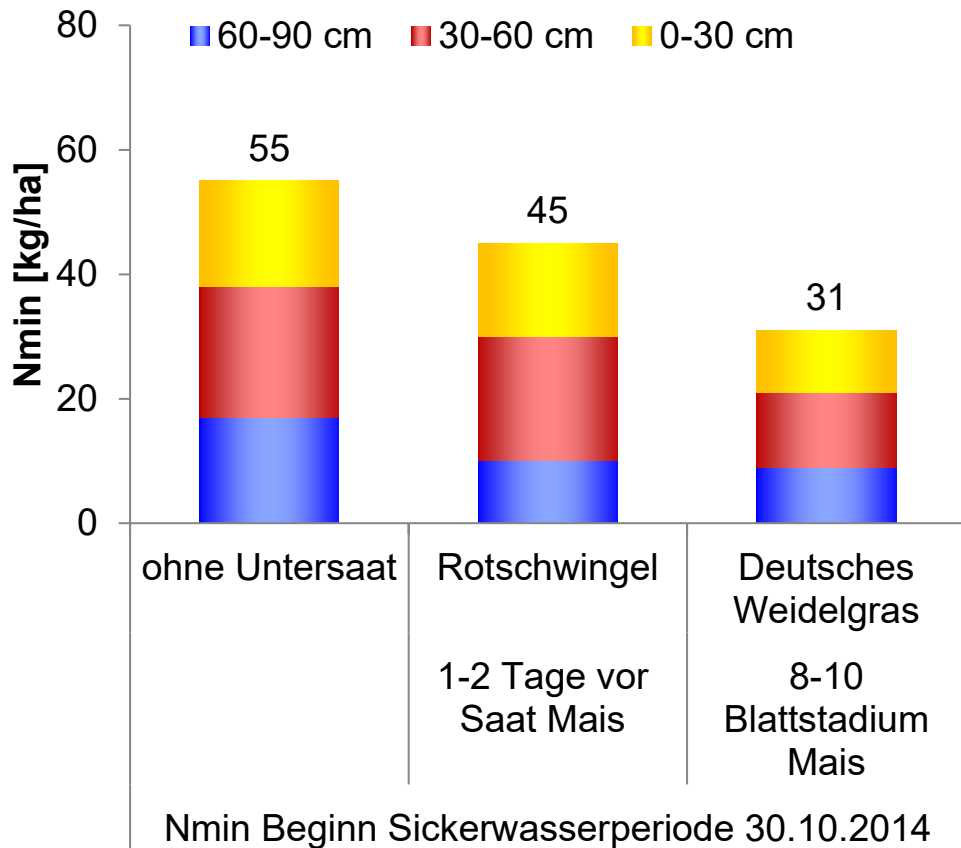
## relative Erträge von Silomais und Grasuntersaaten/Grünroggen in Niedersachsen

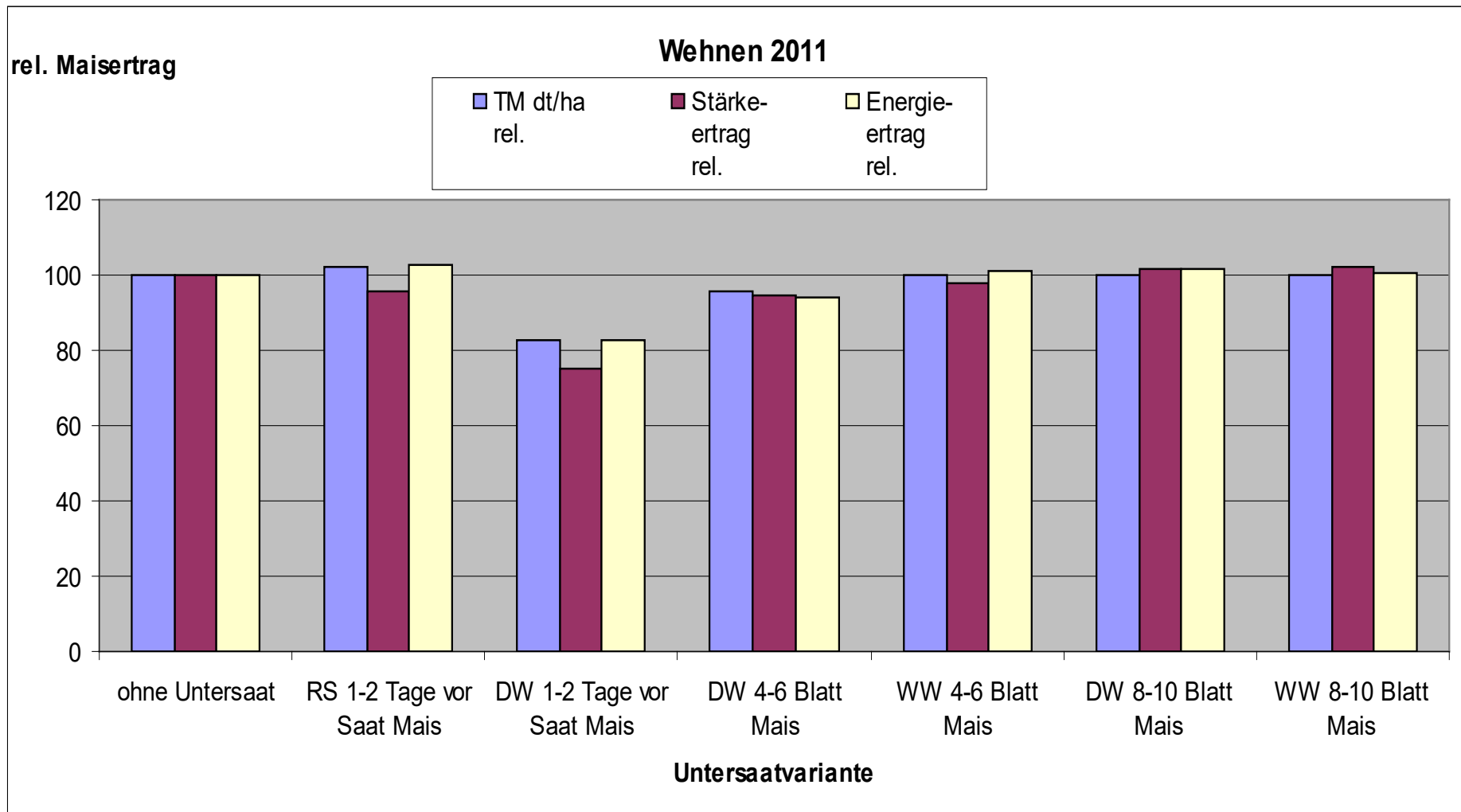


Quelle: LWK Nds. Untersaatversuche 2011 - 2013; EVA-Verbundprojekt 2007 - 2010



# N-min Werte Dasselsbruch 2014





# Problem: Unkrautbekämpfung

- Storch- und Reiherschnabel
  - hohe Bodenherbizidmengen, die für Untersaaten unverträglich sind
- Starker Hirsebesatz
  - höhere Aufwandmengen und späte Termine mit Gräserherbiziden
- Schwingeluntersaat
  - eingeschränkte Auswahl durch frühe Saat
- Weidelgrasuntersaat
  - reduzierte Mengen Bodenherbizid – mind. 2-3 Wochen vor Aussaat – abhängig von Feuchtigkeit und Temperatur

## Mais-Herbizidstrategie bei Untersaaten

### Untersaat mit **deutschem Weidelgras**

Wenn der Maisbestand eine Höhe von 30-40 cm erreicht hat, wird das Weidelgras ausgesät.

Die Ausbringung kann mit einem pneumatischen Düngerstreuer (15-20 kg/ha) oder mit dem

**Güllefass** **Achtung: 2021er Empfehlung Mittelwahl eingeschränkt**  
(10 - 15 kg/ha) erfolgen. Zwischen der Herbizidbehandlung und der Aussaat sollten

Vorlage	Nachlage	Winden- knöterich	Gänsefuß	Kamille	Kletten- labkraut	Schw. Nacht- schatten	Storch- schnabel	Ackerfuchs- schwanz	Hühner- hirse	Borsten- hirse	Fingerhirse
Vorauslauf bis BBCH 11	Nachauflauf BBCH 12-13										
3,0 l/ha Stomp Aqua/Activus	0,35 l/ha Motivell f. + 0,2 kg/ha Arrat + 1,0 l/ha Dash	XX	XXX	XXX	XX	XX	(X)	X	X	X	(X)
	1,0 l/ha Callisto + 0,015 kg/ha Peak	XXX	XXX	XXX	XX	XXX	(X)	O	XX	(x)	X
	1,0 l/ha Laudis + 0,5 B235	XX	XXX	XX	XXX	XXX	(X)	O	XX	X	X
1,0 l/ha Calaris	1,0 l/ha Elumis + 0,015 kg/ha Peak	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	X	XX	XXX	XXX	XX
	1,7 l/ha Laudis + 0,5 l/ha B235	XX	XXX	XXX	XXX	XXX	X	(X)	XXX	XX	XX

- o = keine Wirkung, bzw. bei Gräserherbiziden zu spätem Anwendungstermin zur Bekämpfung zweikeimblättriger Unkräuter nicht empfohlen  
x = Wirkung nicht ausreichend, Tankmischpartner erforderlich  
xx = Wirkung nur unter günstigen Bedingungen und bei niedrigem Besatz ausreichend  
xxx = gute Wirkung



# Achtung: 2021er Empfehlung Mittelwahl eingeschränkt



## Mais-Herbizidstrategie bei Untersaaten Untersaat mit **Rotschwengel**

Der Rotschwengel wurde in einer Saatstärke von 4 kg/ha bei der Maisaussaat ausgebracht. Die Unkrautbekämpfung erfolgt nach dem Auflaufen der Untersaat.

Folgende Mischungen können hier zur Anwendung kommen:

Nachauflauf	Winden- knöterich	Gänsefuß	Kamille	Kletten- labkraut	Schw. Nacht- schatten	Storch- schnabel	Ackerfuchs- schwanz	Hühner- hirse	Borsten- hirse	Fingerhirse
BBCH 12-14										
2,5 l/ha Stomp Aqua/Activus SC + 1,0 l/ha Sulcogan + 0,2 kg/ha Arrat + 1,0 Dash	XX	XXX	XXX	XXX	XXX	(X)	O	(X)	O	O
2,5 l/ha Stomp Aqua/Activus SC + 1,0 l/ha Callisto + 0,015 kg/ha Peak	XXX	XXX	XXX	XX	XXX	(X)	O	XX	(X)	X
2,5 l/ha Stomp Aqua/Activus SC + 0,2 kg/ha Arrat + 1,0 Dash + 0,3 l/ha B 235	XXX	XXX	XXX	XXX	XX	(X)	O	O	O	O
1,0 l/ha Laudis + 1,0 l/ha Sulcogan + 0,3 l/ha B 235	XX	XXX	XXX	XX	XXX	(X)	(X)	XX	X	X
BBCH 16-18										
0,2 kg/ha Arrat + 1,0 l/ha Dash	XX	XX	XX	XX	X	X	O	O	O	O

- o = keine Wirkung, bzw. bei Gräserherbiziden zu spätem Anwendungstermin zur Bekämpfung zweikeimblättriger Unkräuter nicht empfohlen  
 x = Wirkung nicht ausreichend, Tankmischpartner erforderlich  
 xx = Wirkung nur unter günstigen Bedingungen und bei niedrigem Besatz ausreichend  
 xxx = gute Wirkung

## Untersaaten sind positiv...

- Untersaaten können nennenswerte Mengen (bis zu 40 kg N/ha) an Nitrat- Stickstoff vor der Auswaschung schützen
- Gespeicherter Stickstoff wird im Frühjahr nach Umbruch der Grasuntersaat freigesetzt und steht der Folgefrucht zur Verfügung
- Positiver Effekt auf die Humusbilanz
- Die Bodenfruchtbarkeit verbessert sich (Steigerung der Erträge)
- Bei etablierter Untersaat Unkrautunterdrückung
- (Befahrbarkeit verbessert sich)

# Mischanbau

# Maismischanbau

- Seit der Agrarreform 2015 zählen Mischkulturen als eigenständige Kultur.
- Voraussetzungen:
- Der Mischpartner muss mindestens einen Anteil von 25 % am Pflanzenbestand erreichen



## Vorgaben für den Anbau von Mischkulturen – GAP 2023

Mischungspartner im Gemengebestand > 25 %

Aussaat einer **fertigen** oder **eigenen** Saatgutmischung

Aussaat in getrenntem Verfahren möglich (erst den Mais, dann den Mischungspartner)

- ✓ Maisreihen und Bohnenreihen separat
- ✓ zeitversetzte Aussaat

# Mais + Stangenbohne

## = Partner seit über 2000 Jahren



# Mischanbau – Mais und Bohne

- Futterqualität
- Biodiversität
- Düngung

	100% Mais	mit 34% Feuerbohne
Rohprotein	7,1 %	9,9 %
nXP	12,9 %	13,5 %
NEL (MJ/kg)	6,5	6,5

**Phasin-Gehalt im  
Mischanbau gering –  
nach Silierung kaum  
feststellbar**

# Mais – Mischanbau – Anbauempfehlung

- keine „Extrem-Standorte“,
- keine Restverunkrautung
- nicht zu frühe Aussaat – Bohnen nicht Frosttolerant
- zügige Jugendentwicklung ermöglichen.



# Mais – Mischanbau – Anbauempfehlung

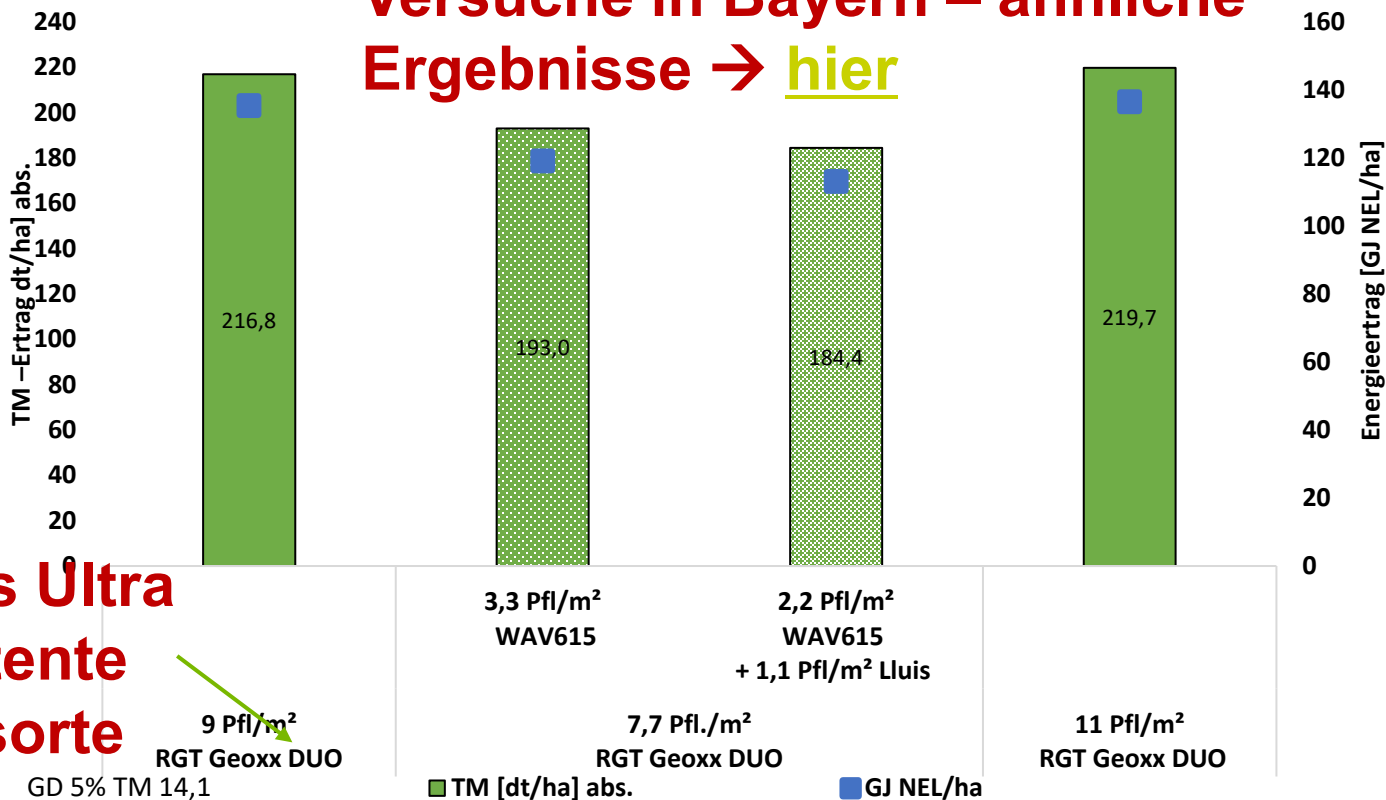
## ■ Pflanzenschutz:

- Möglichst „falsches Saatbett“ anlegen und nach 10 – 14 Tagen unmittelbar vor Aussaat flach bearbeiten
- Behandlung nur im Voraufbau
  - Stomp Aqua (2 – 3 l/ha), Ackerbohne, Stangenbohne, Sonnenblume (5m)
  - Spectrum (0,5 l/ha), Stangenbohne, Sonnenblume (1m)
  - Spectrum Plus (2 – 3 l/ha) Ackerbohne, Sonnenblume (5m)
- gefolgt von 1 – 2 x Hacke

# Mais-Stangenbohnen / Sonnenblumen- Mischanbau

## Versuchsergebnis (Auszug), Wehnen 2021

**Versuche in Bayern – ähnliche  
Ergebnisse → [hier](#)**



**Focus Ultra  
resistente  
Maissorte**

# Mischanbau

## Vorteile

- Saatgut unproblematisch



- Futterqualität steigt (RP)
- Biodiversität, N-Fixierung / Ausgleich, selbstregulierend

## Nachteile

- eingeschr. Pflanzenschutz,
- z.T. leichte Ertragseinbußen,
- ggf. Ernteerschwernisse,
- keine Nutzungsflexibilität (Silonutzung)







**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit**