

Landwirtschaftliche Nutzpflanzenkunde

LT3 - Wintersemester 2025/26

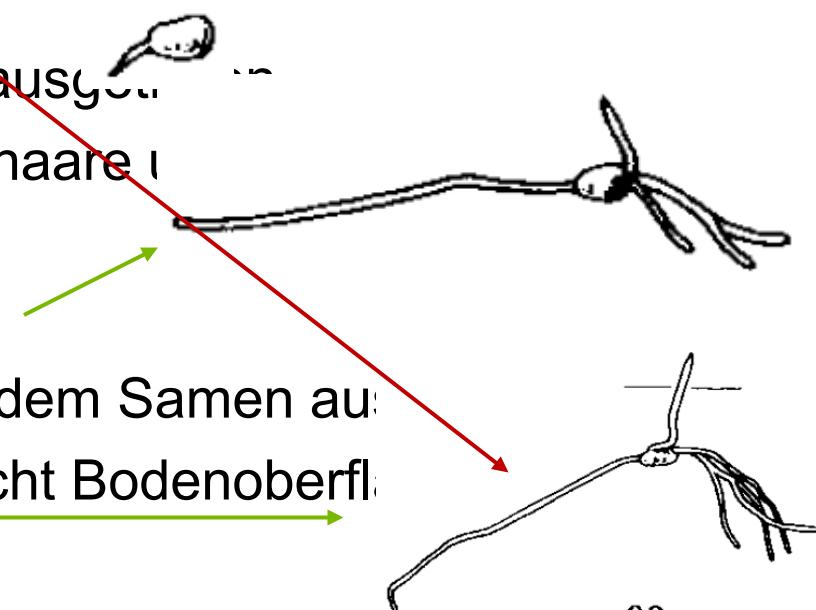
Prof. Dr. Carl-Philipp Federolf

15.12.2025

Wachstumsstadien

Makrostadium 0: Keimung

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

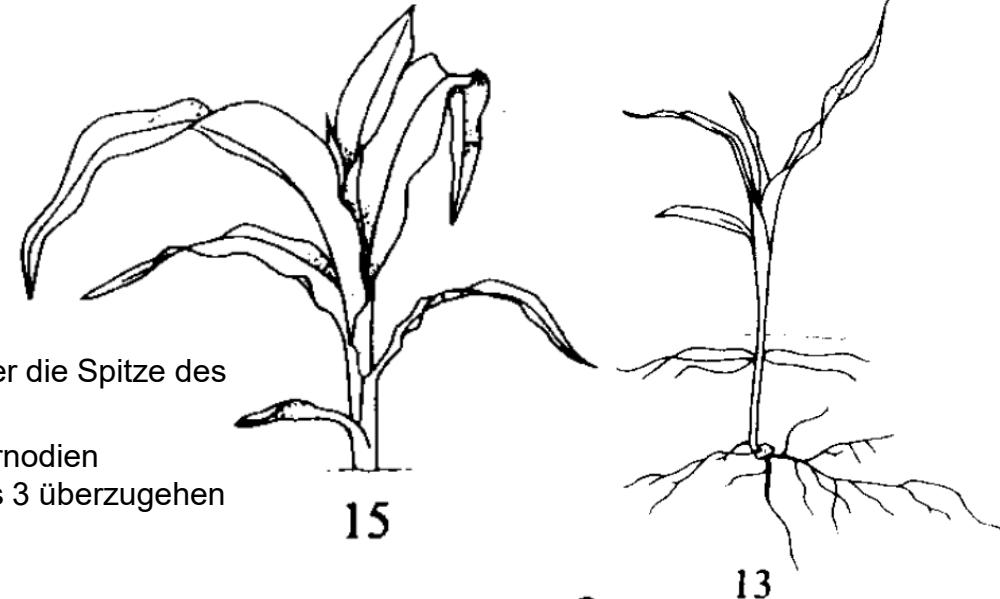


Makrostadium 1: Blattentwicklung

- 10 1. Laubblatt aus der Koleoptile 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



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 Blattachseln 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 wahrnehmen
- 32 2. Stengelknoten wahrnehmen
- 33 3. Stengelknoten wahrnehmen
- 3 . Stadien fortlaufend bis ...
- 39 9 und mehr Stengelknoten

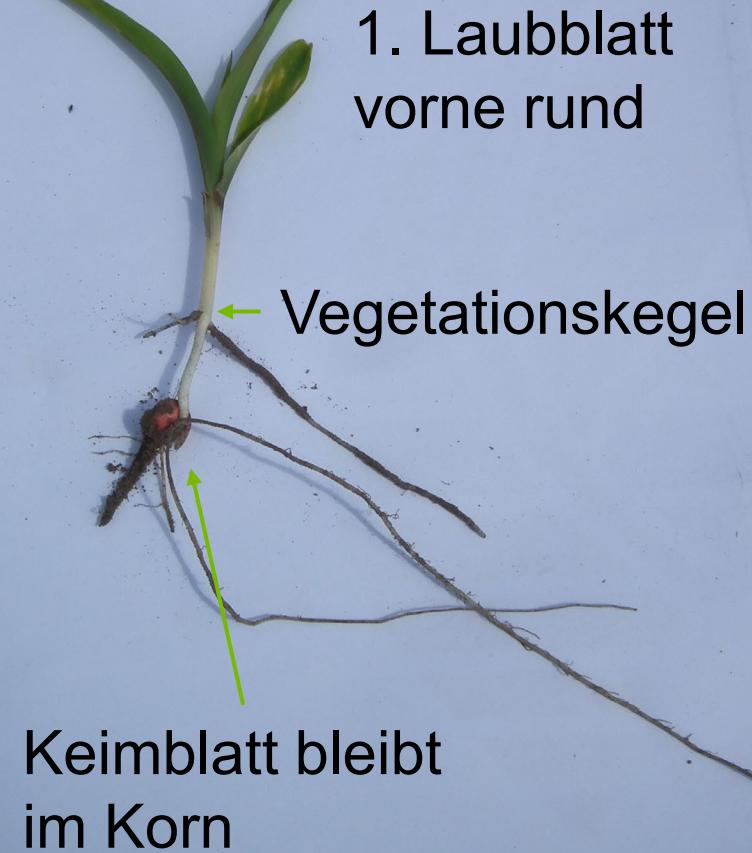


17/32



34

³ Das Rispenschieben kann bereits früher einsetzen; in diesem Falle ist auf die Codes des Makrostadiums 5 überzugehen



1. Laubblatt
vorne rund

Vegetationskegel

Keimblatt bleibt
im Korn

The diagram shows a young plant seedling with two green leaves. One leaf is labeled "1. Laubblatt vorne rund". A green arrow points from the text "Vegetationskegel" to the base of the plant where the root system is visible. Another green arrow points from the text "Keimblatt bleibt im Korn" to the seed itself, which is located at the base of the stem.



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 Ris entfaltet





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 Be- fruchtung setzt ein. Die Ausprägung der Länge der Narbenfäden ist sortenspezifisch und hängt außerdem von der Wasserversorgung ab. Das Datum der Bonitur dieses Entwicklungssta- diums 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 auf- weisen.



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



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



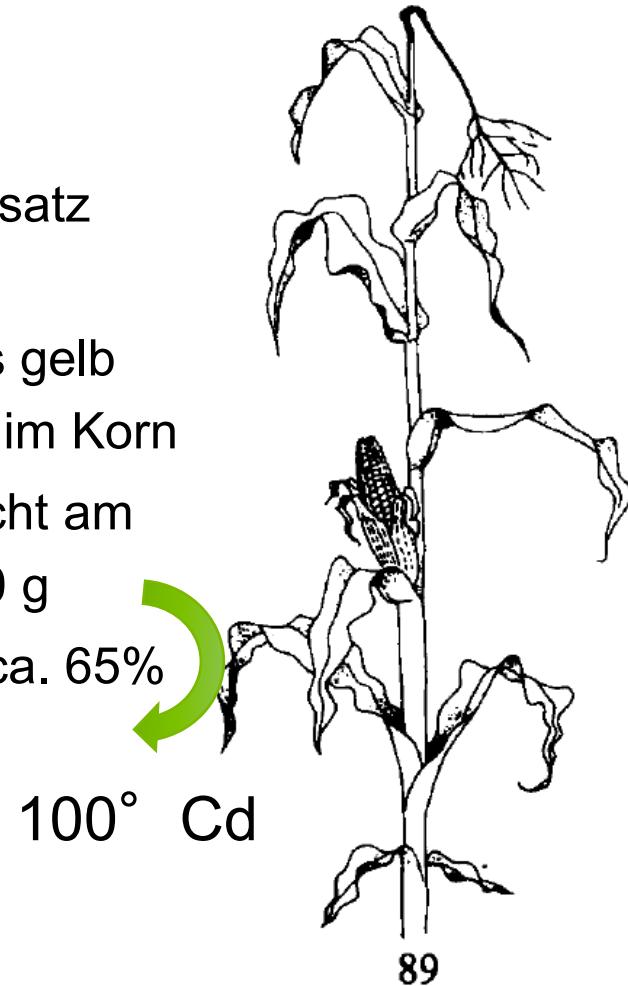
3/4 MILK LINE
Grain Moisture ~35-40%
~100 GDUs to Black Layer



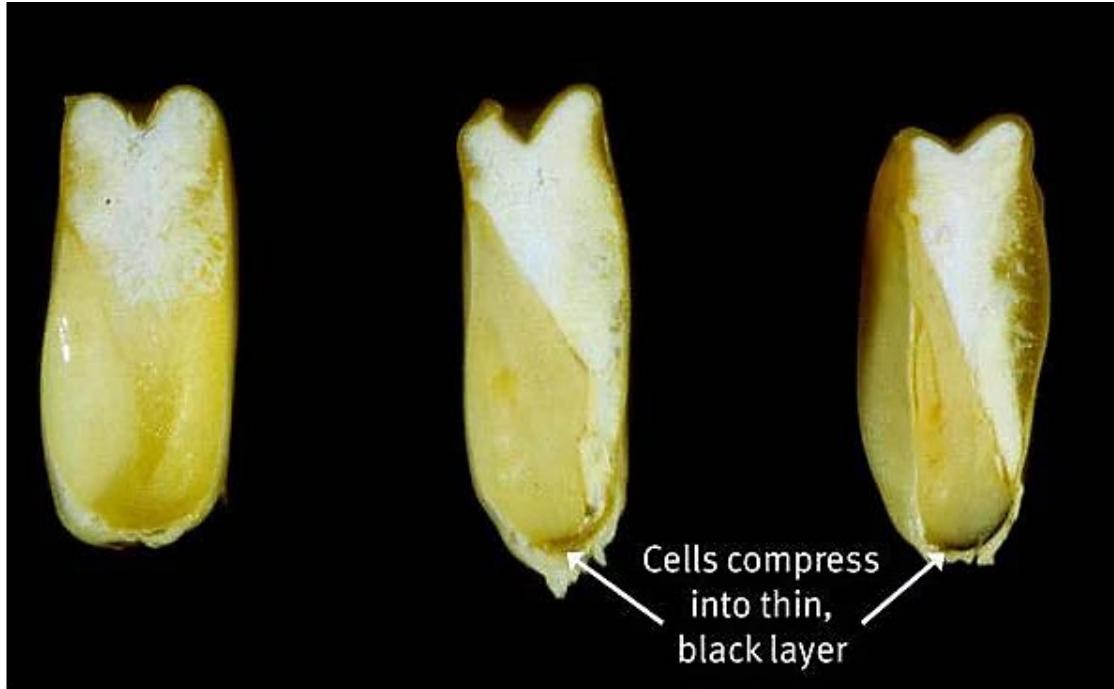
BLACK LAYER OR NO MILK LINE
Grain Moisture ~30-35%
Maturity Complete

Makrostadium 8: Frucht- und Samenreife

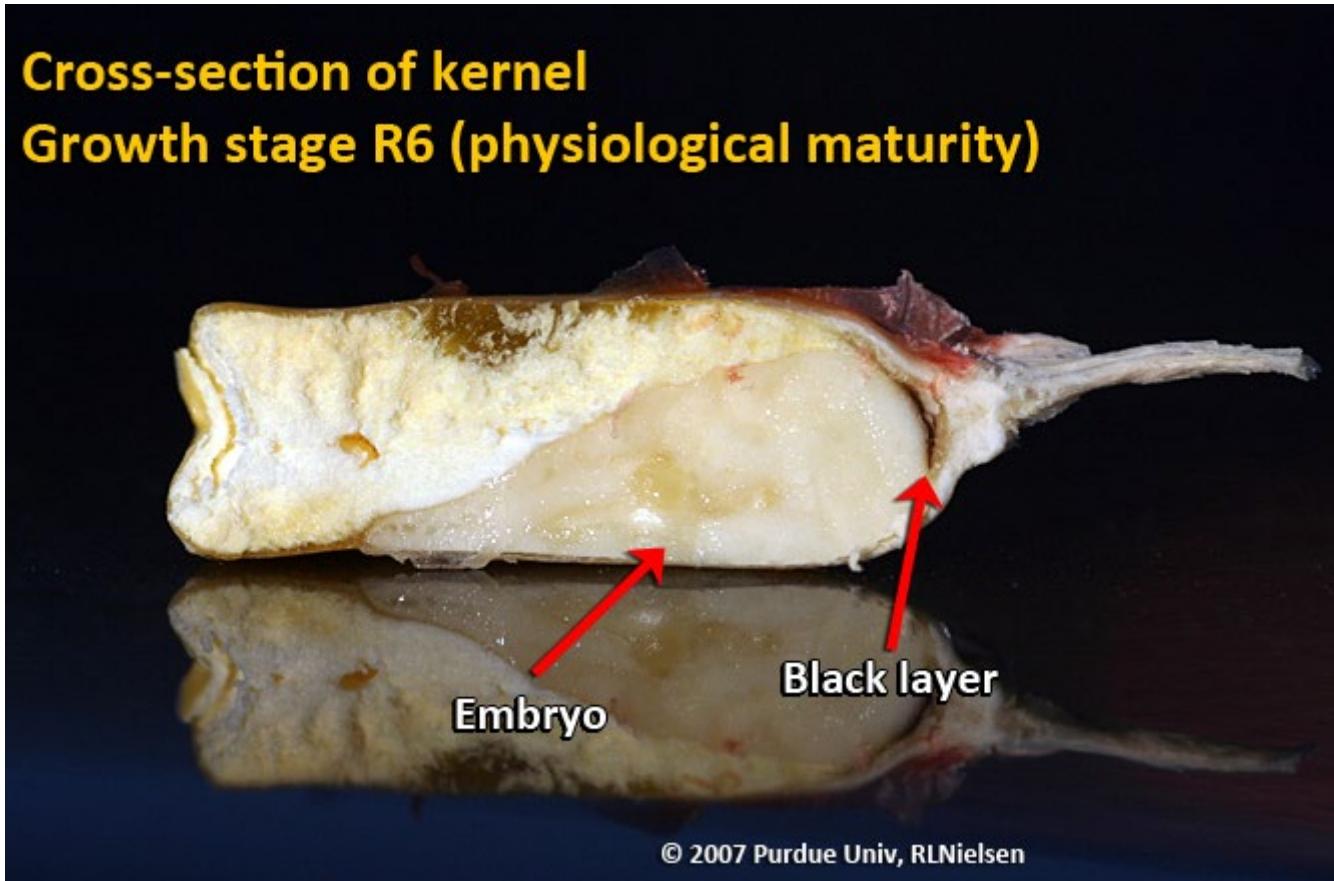
- 83 Frühe Teigreife: Körner teigartig; am Spindelansatz noch feucht; ca. 45% TS im Korn
- 85 Teigreife (früher = Siloreife): Körner gelblich bis gelb (sortenabhängig); teigige Konsistenz; ca. 55% TS im Korn
- 87 Physiologische Reife: schwarze(r) Punkt /Schicht am Korngrund; ca. 60% TS im Korn – TKM: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



Black Layer



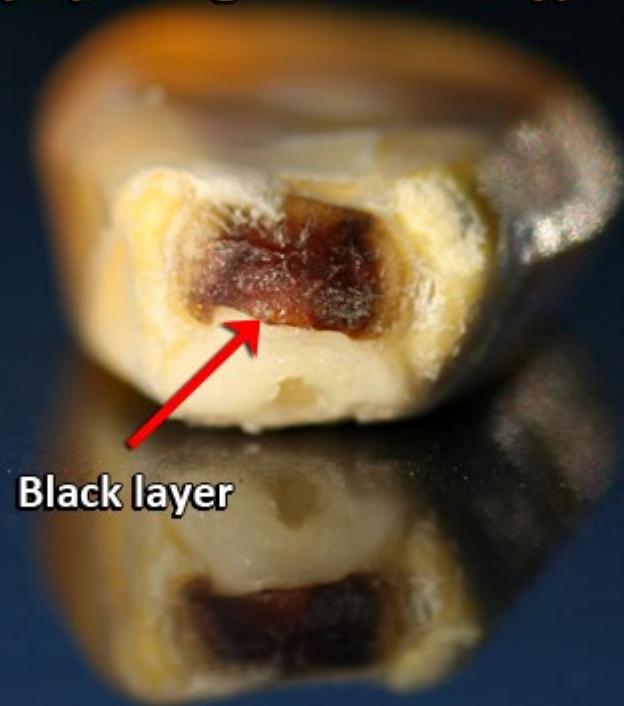
Black Layer bei K210 → 1580° Cd → 35% Kornfeuchte



Black Layer

Tip of kernel

Growth stage R6 (physiological maturity)



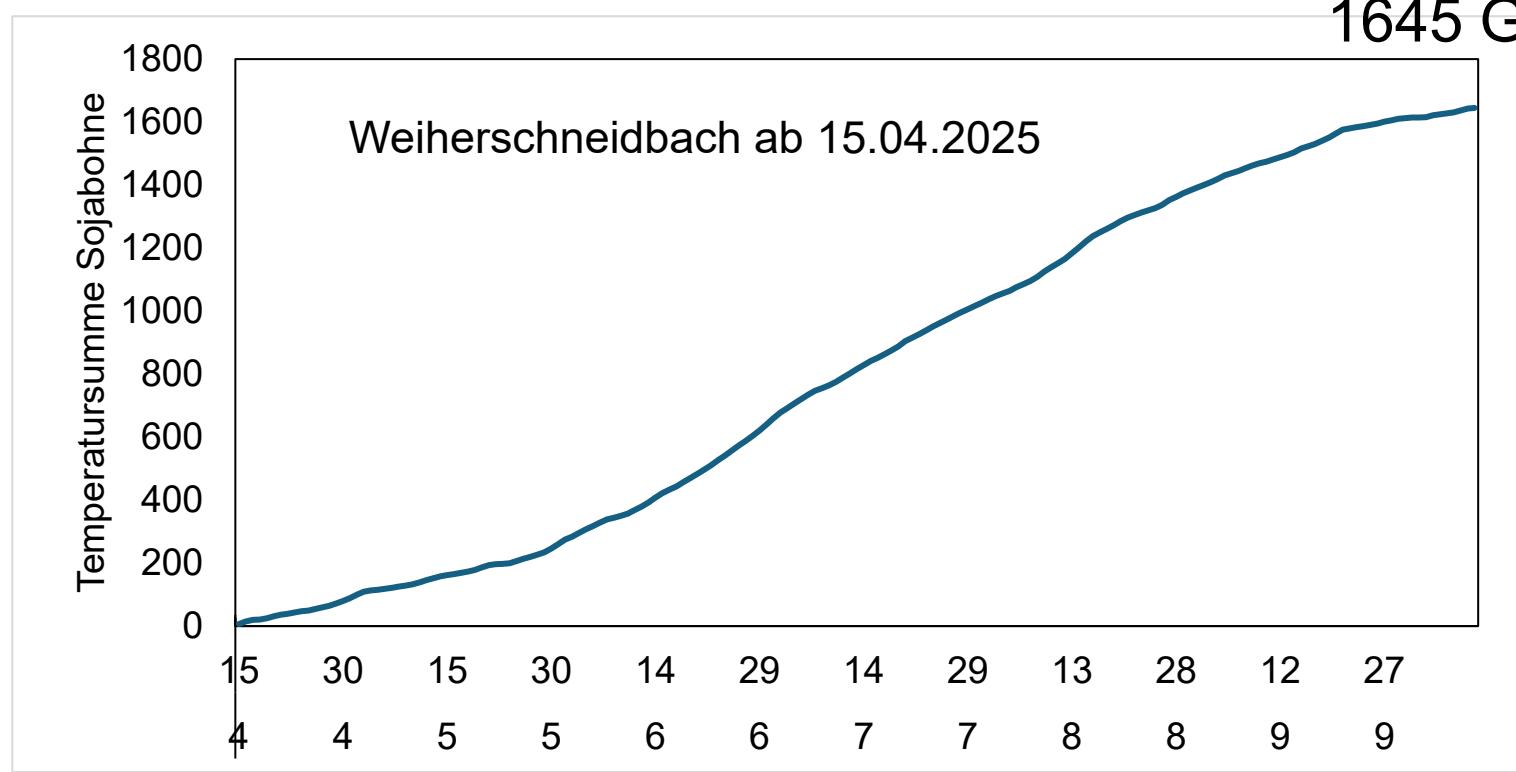
Wärmesumme und Reife

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

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

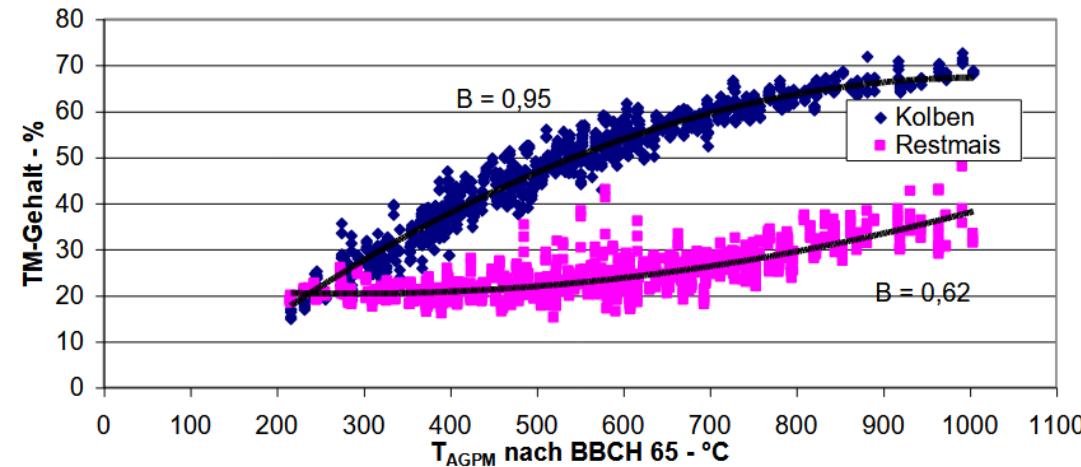
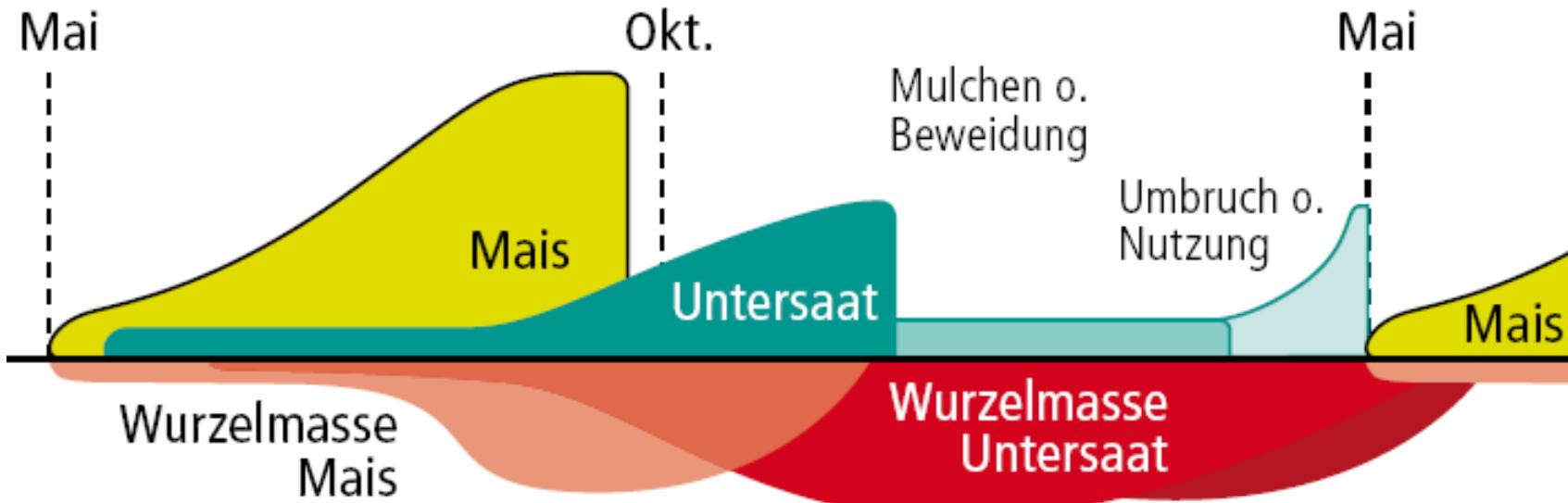


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Wärmesumme
ab der Vollblüte (BBCH 65) und TM-Gehalt
(Paulinenaue 1995 bis 2004, n = 1096)

Mais: Untersaaten

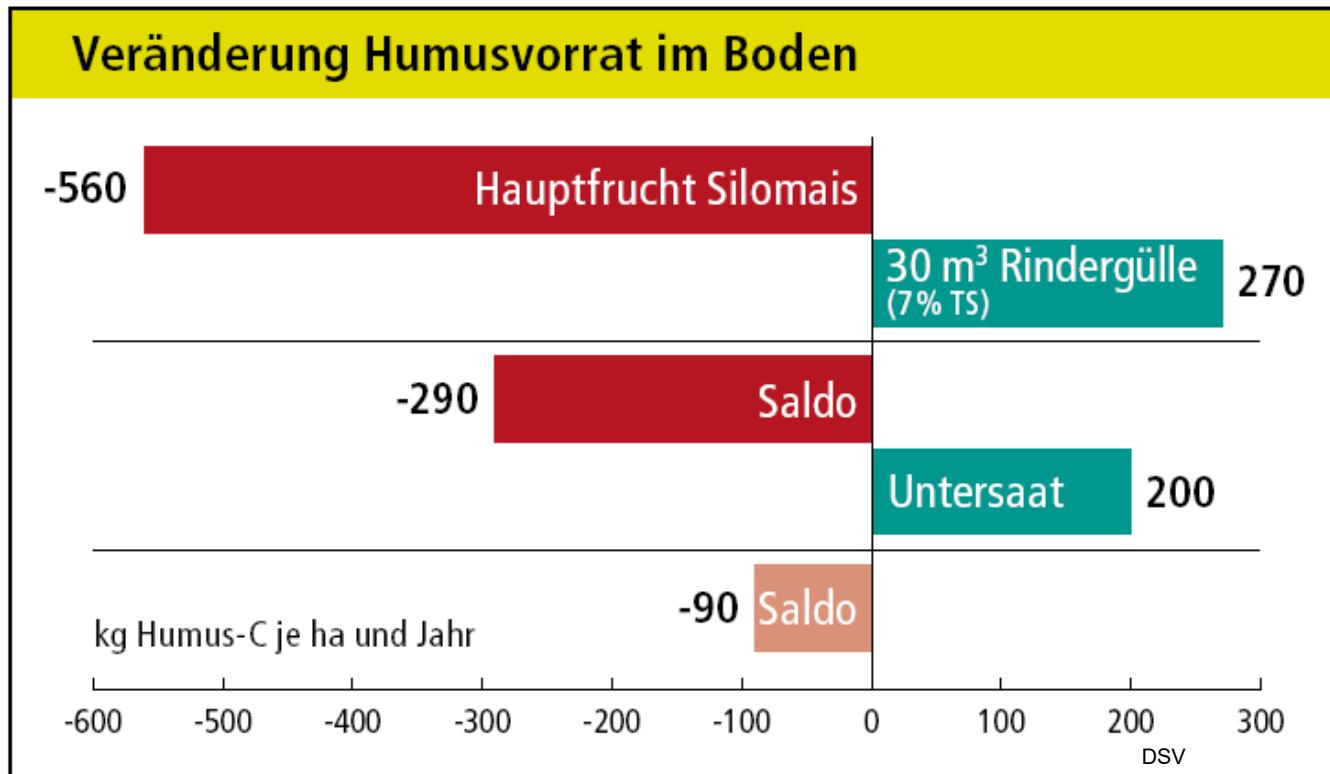


Auf- und Abbau der Wurzel- und Ernterückstände von Mais mit Untersaat



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
- Wuchsigkeit
- Herbizidverträglichkeit
- Schattenverträglichkeit
- Regenerationsvermögen
- Winterhärte

Grasuntersaaten - Eigenschaften

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

Untersaaten - Gräser

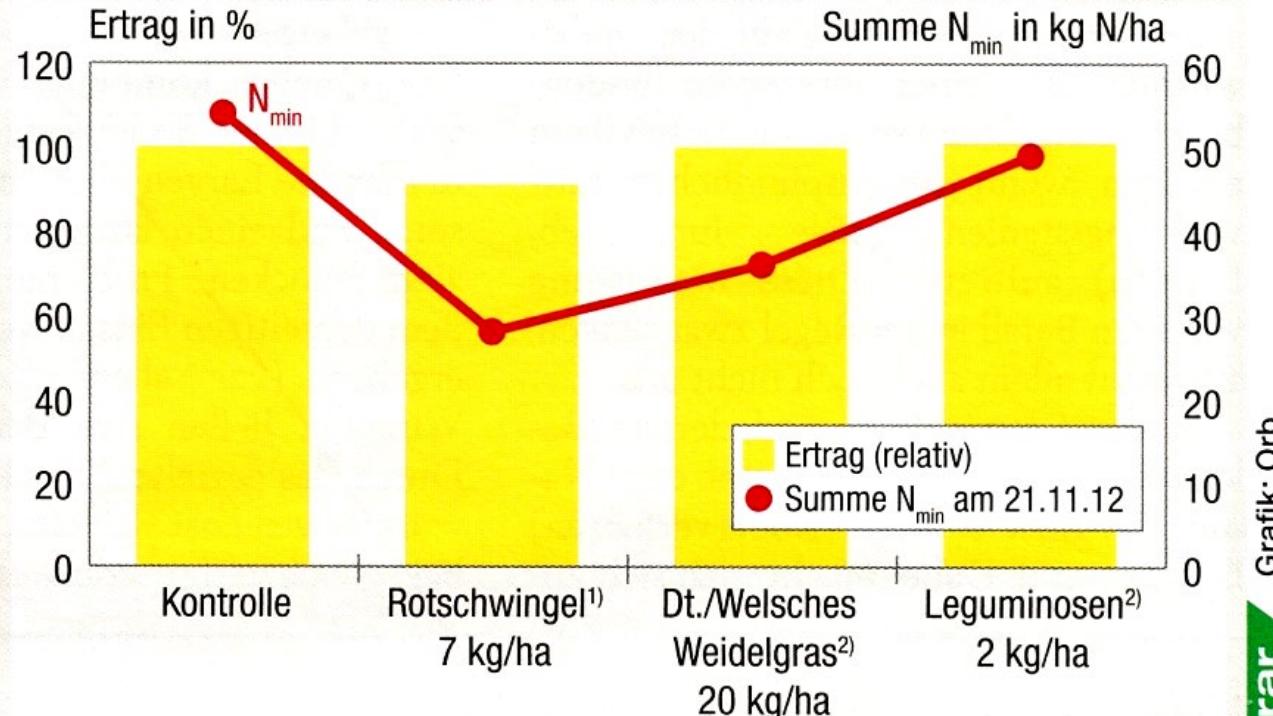
Rot- + Schafschwingel:

- 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



1) Aussaat am 26.4.12 direkt nach der Maissaat;

2) Aussaat am 20.6.12 in EC 30 bei 70 cm Wuchshöhe des Maises;
Maissorte: Magixx Duo

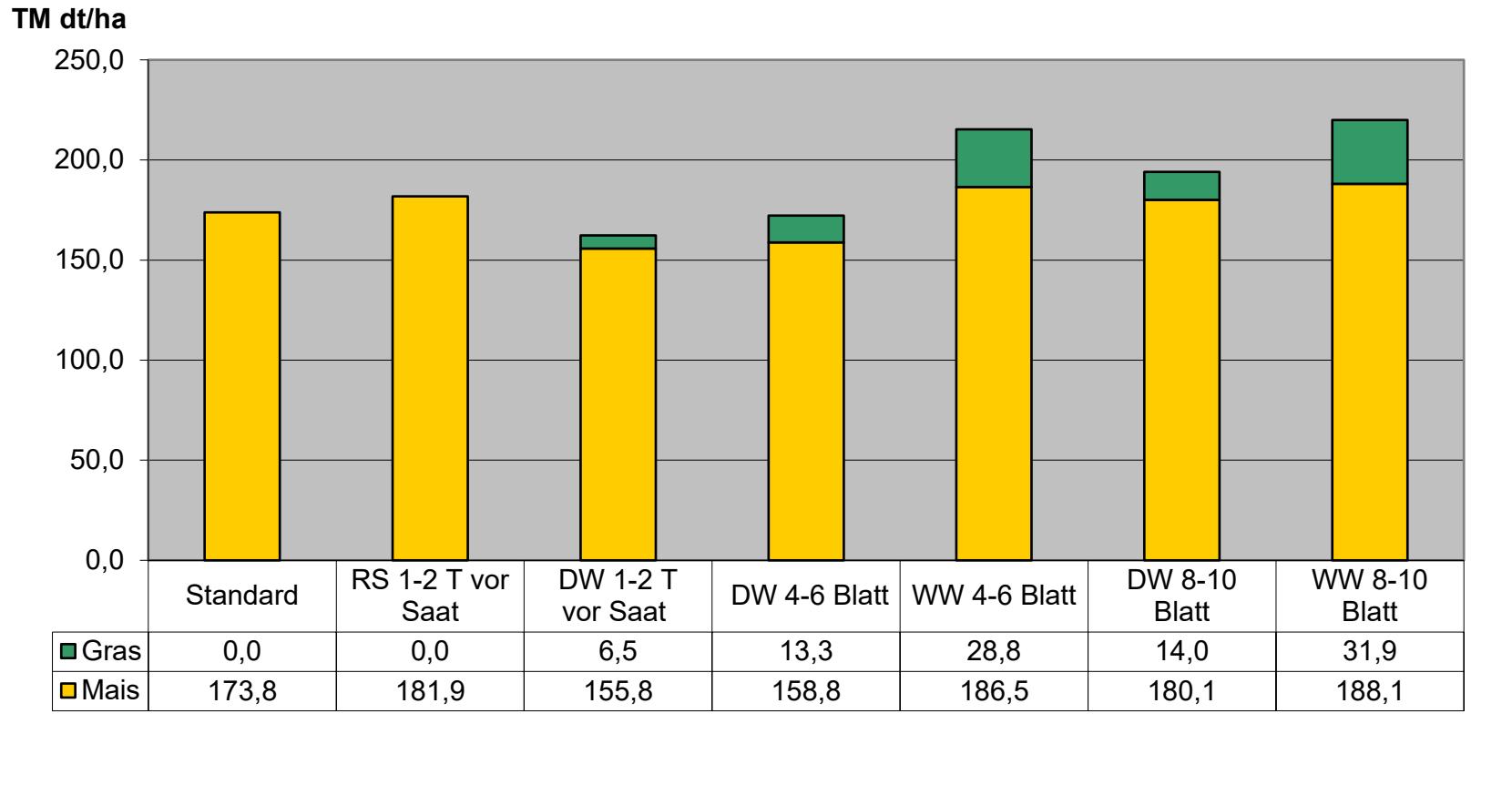
Quelle: LWK Niedersachsen

Grafik: Orb

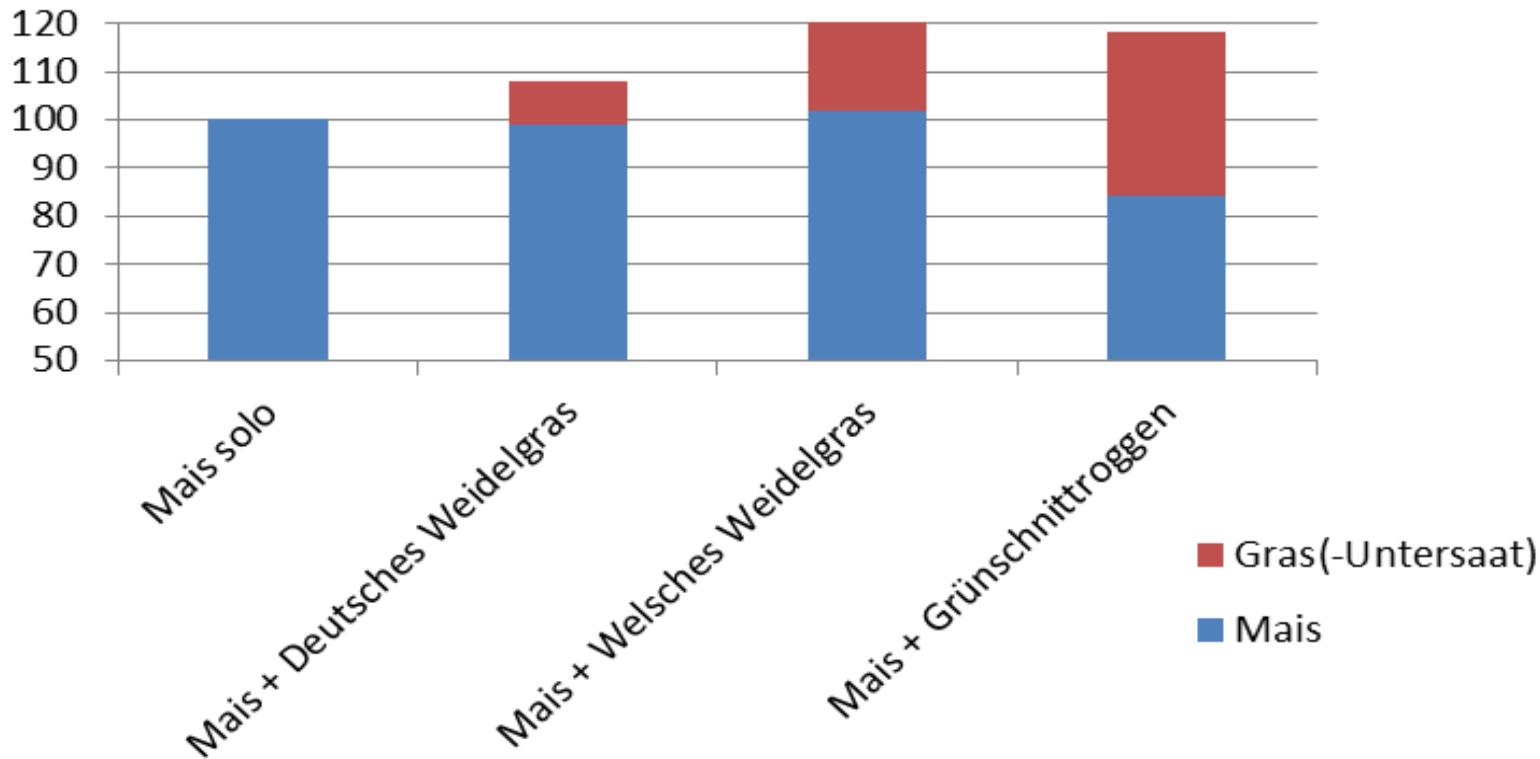
top agrar

Gras(-untersaat)- und Maiserträge, Wehnen 2012

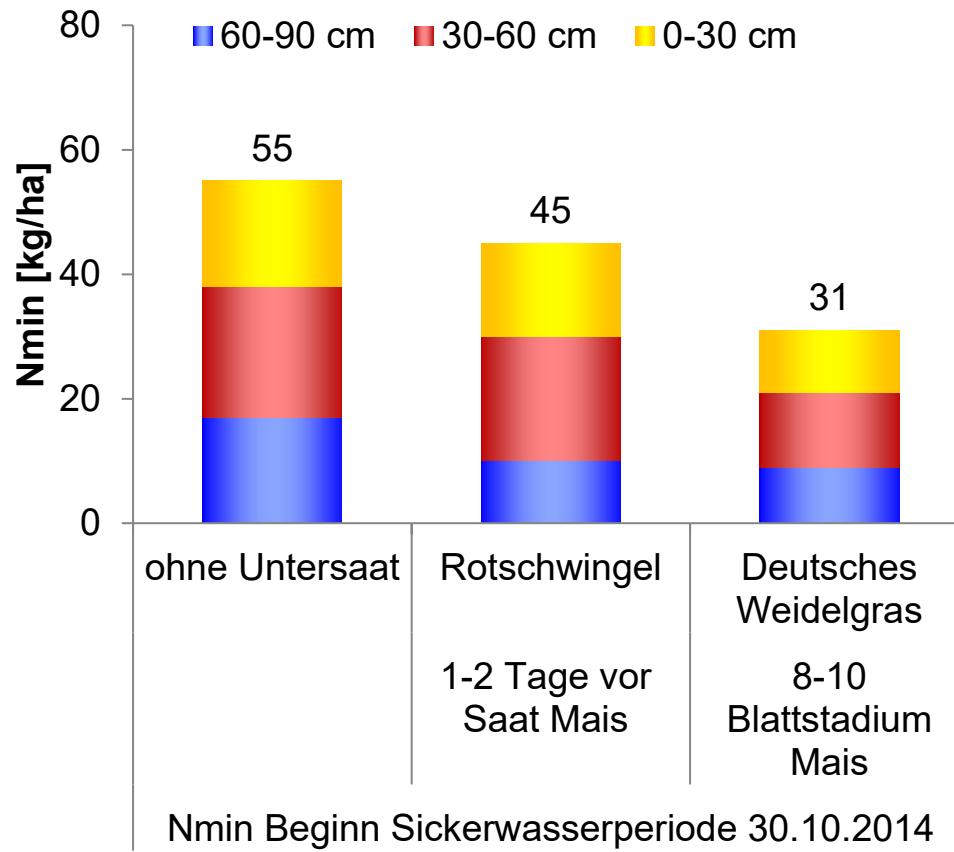
Parzellen wurden in 2011 deckungsgleich angelegt. Untersäaten wurden in 2012 eingedüngt.



relative Erträge von Silomais und Grasuntersaaten/Grünroggen in Niedersachsen



N-min Werte Dasselsbruch 2014



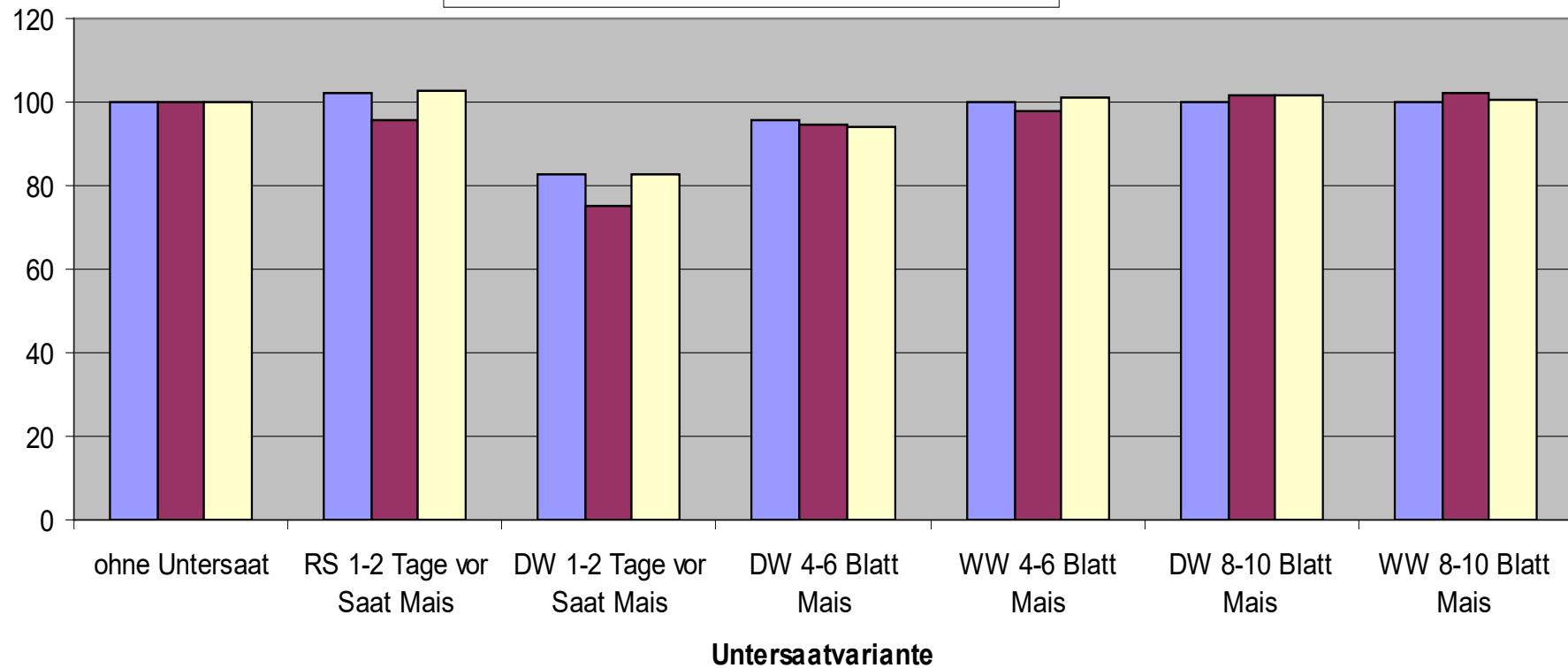
Wehenen 2011

rel. Maisertrag

■ TM dt/ha
rel.

■ Stärke-
ertrag
rel.

■ Energie-
ertrag
rel.



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

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

Vorlage	Nachlage	Windenkötlerich	Gänsefuß	Kamille	Klettenlabkraut	Schw.Nacht-schatten	Storchschnabel	Ackerfuchsschwanz	Hühnerhirse	Borstenhirse	Fingerhirse
Voraufauflauf bis BBCH 11	Nachaufauflauf 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 Untersetzen Untersetzen mit Rotschwingel

Der Rotschwingel wurde in einer Saatstärke von 4 kg/ha bei der Maisaussaat ausgetragen. Die Unkrautbekämpfung erfolgt nach dem Auflaufen der Untersetzen.

Folgende Mischungen können hier zur Anwendung kommen:

Nachauflauf	Windenkötterich	Gänsefuß	Kamille	Klettenlabkraut	Schw. Nacht-schatten	Storchnabel	Ackerfuchsschwanz	Hühnerhirse	Borstenhirse	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 späterem 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

Maismischchanbau

- 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 – Mischenbau – Anbauempfehlung

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

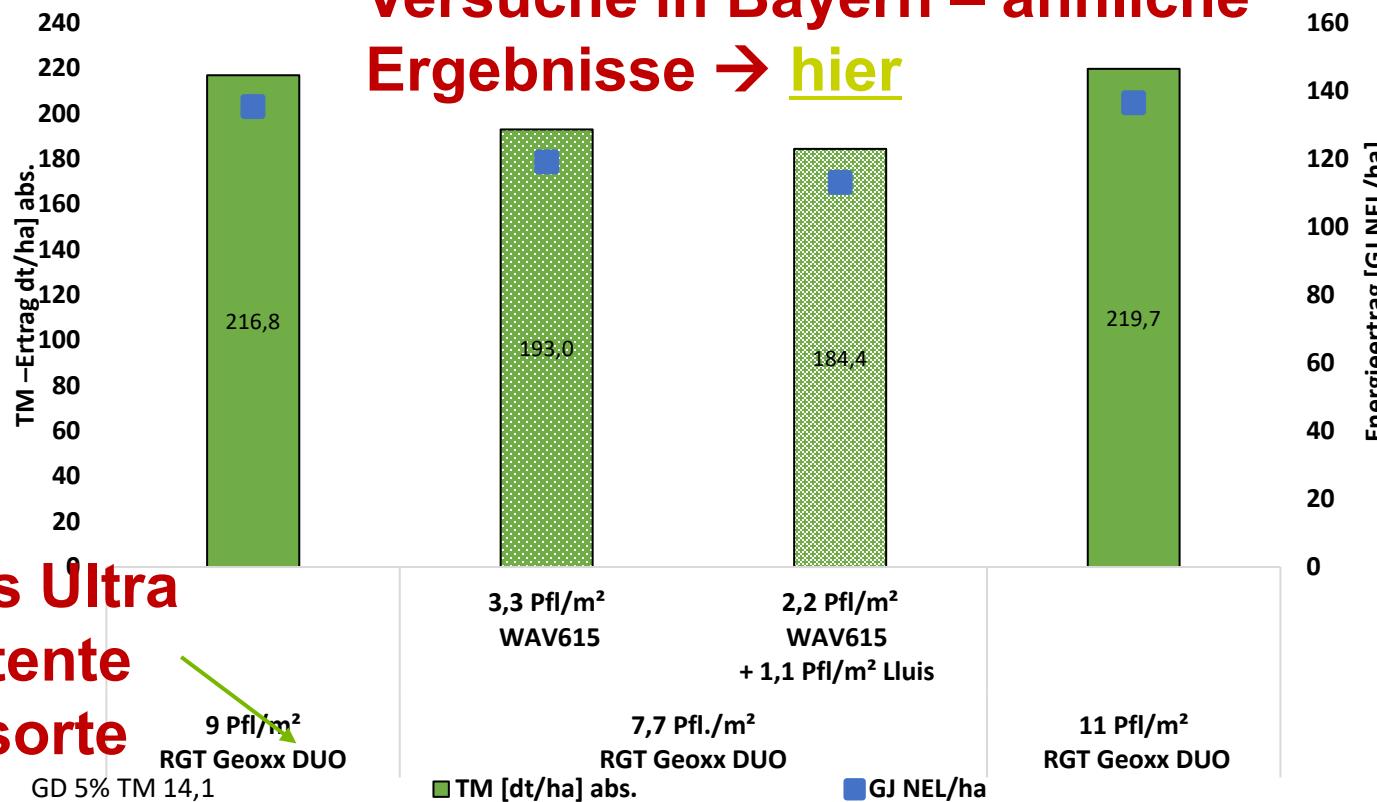
Mais – Misanbau – Anbauempfehlung

- Pflanzenschutz:
 - Möglichst „falsches Saatbett“ anlegen und nach 10 – 14 Tagen unmittelbar vor Aussaat flach bearbeiten
 - Behandlung nur im Vorauflauf
 - 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- Mischenbau

Versuchsergebnis (Auszug), Wehnen 2021

Versuche in Bayern – ähnliche Ergebnisse → hier



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