

# Grundlagen des Maisanbaus





- Grundlagen
- Bodenbearbeitung und Aussaat
- Nährstoffversorgung
- Pflanzenschutz
- Krankheiten und Schädlingen
- Ernte und Verwertung



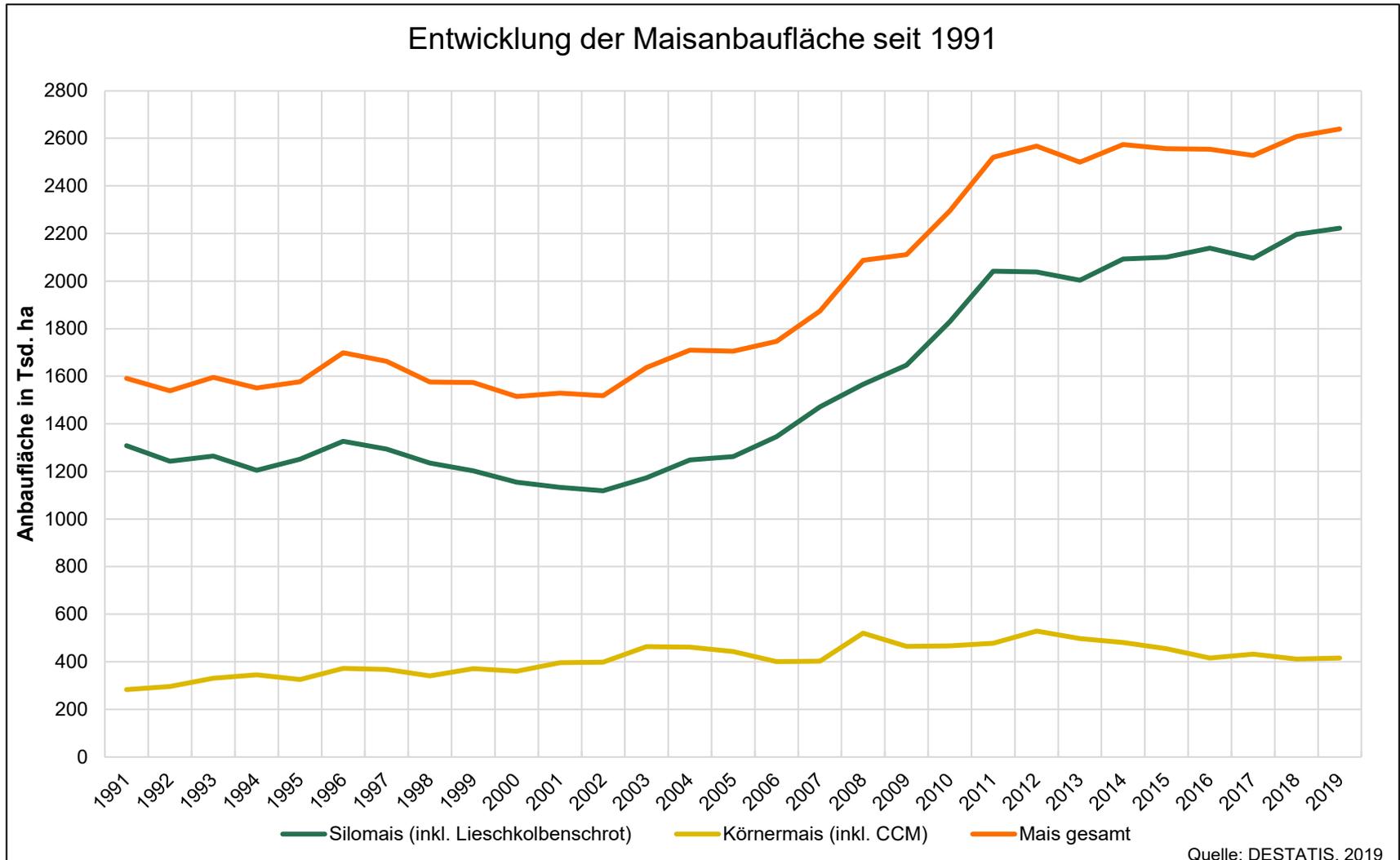
Quelle: KWS



# Grundlagen

- Anbauumfang in Deutschland
- Nutzungsmöglichkeiten
- Entwicklungsstadien

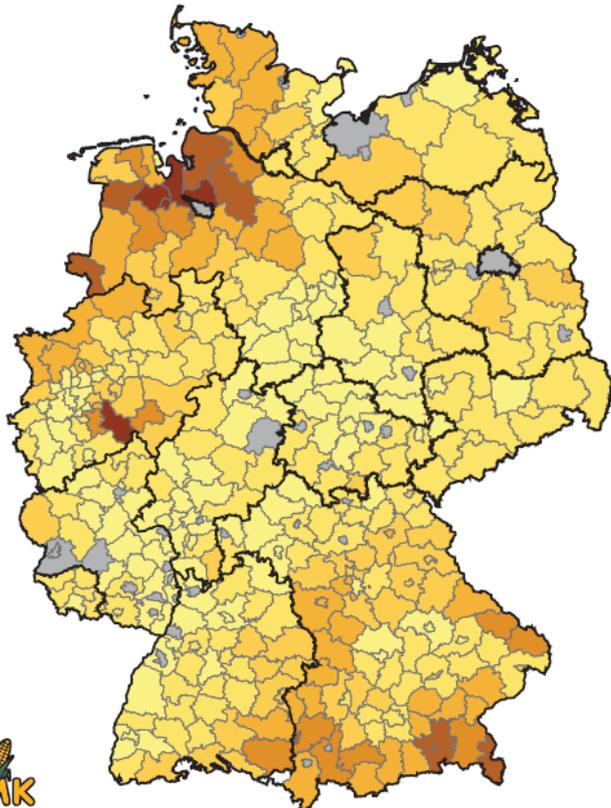
# Maisanbau: Entwicklung der Anbaufläche in Deutschland



# Maisanbau: Regionale Anteile an der Ackerfläche



Prozentualer Anteil Silomais (inkl. Biogasverwertung) an der Ackerfläche für Deutschland auf Kreisebene 2016

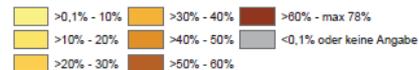


Copyright  
Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK)  
Brühler Straße 9  
53119 Bonn

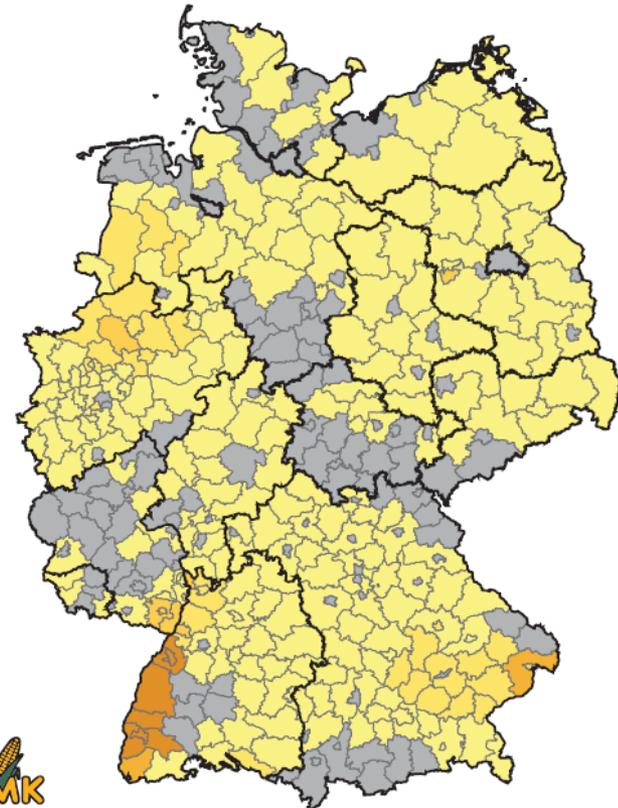
<http://www.maiskomitee.de>

Quelle: DMK, Statistische Landesämter (Erhebung 2016)

Prozentualer Anteil Silomais (inkl. Biogasverwertung)  
an der Ackerfläche



Prozentualer Anteil Körnermais (inkl. Corn Cob Mix) an der Ackerfläche für Deutschland auf Kreisebene 2016

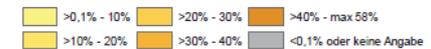


Copyright  
Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK)  
Brühler Straße 9  
53119 Bonn

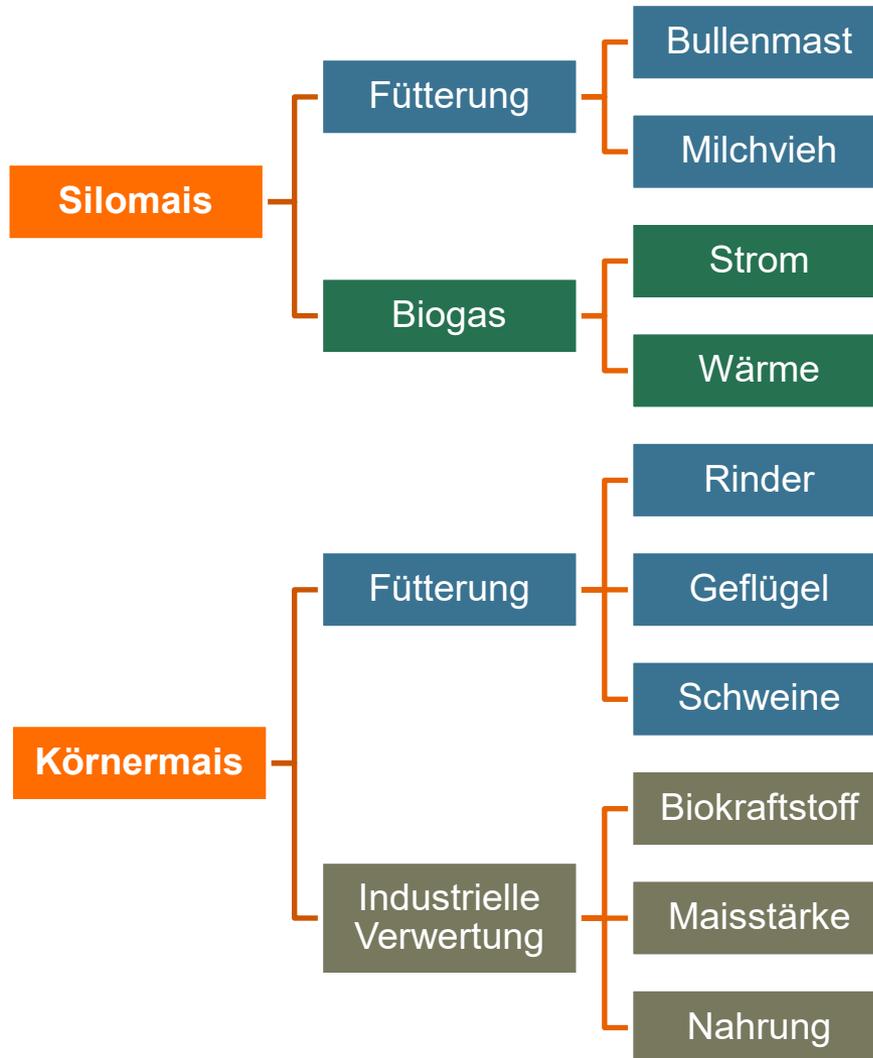
<http://www.maiskomitee.de>

Quelle: DMK, Statistische Landesämter (Erhebung 2016)

Prozentualer Anteil Körnermais (inkl. Corn Cob Mix)  
an der Ackerfläche



# Nutzungsmöglichkeiten von Mais



Quelle: KWS



Quelle: KWS



Quelle: KWS

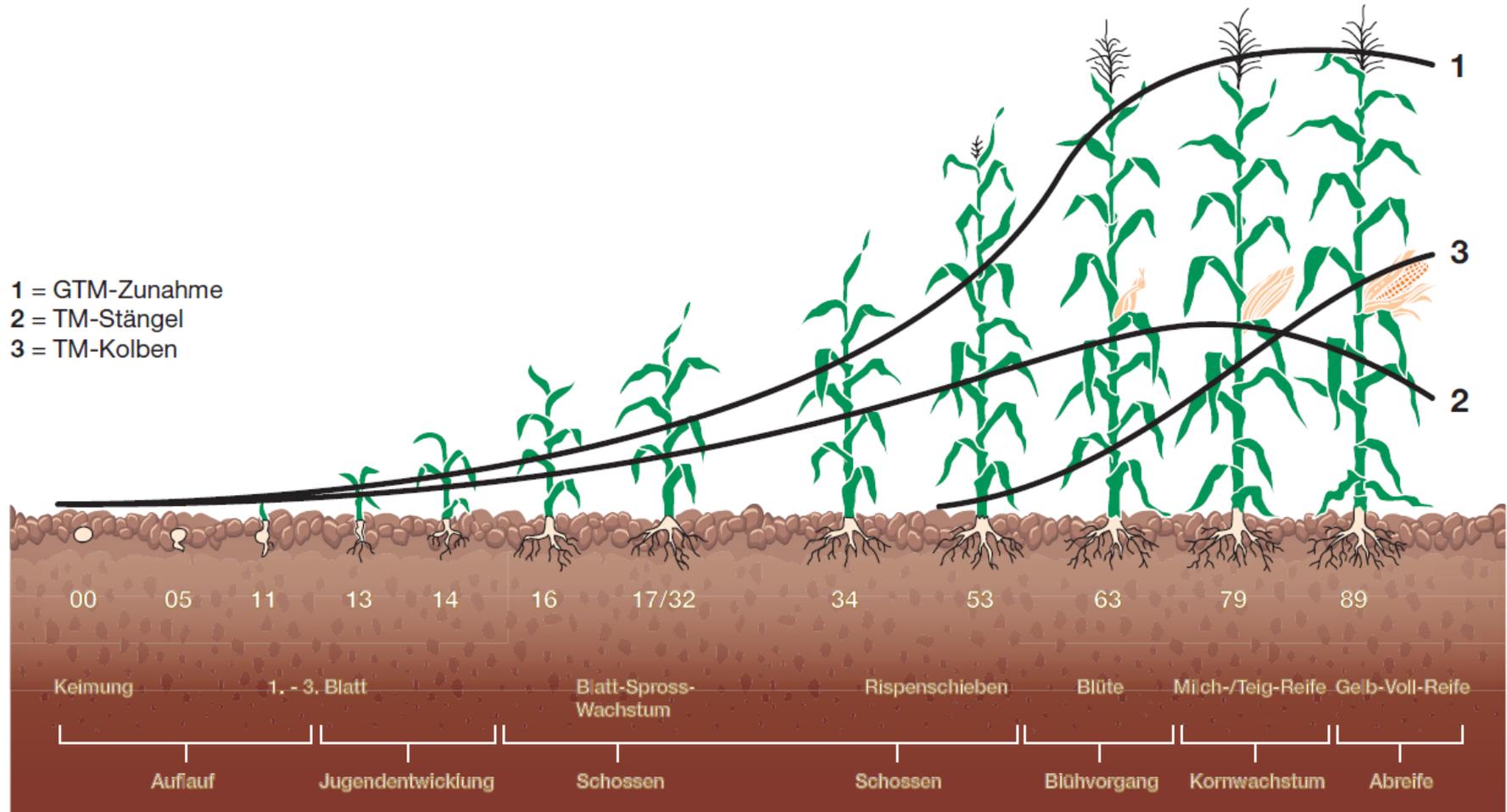


Quelle: KWS

# Entwicklungsstadien im Mais



## Wachstum und Vegetationsverlauf der Maispflanze



Quelle: KWS

# Entwicklungsstadien im Mais



Besondere Merkmale der einzelnen Entwicklungsstadien:		Anforderungen an die Anbautechnik; Einflüsse von Standortfaktoren:
<b>Makrostadium 0 Keimung</b>		
01	Quellung des Korns	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 - 10 °C Bodentemperatur (Saatbett, Ablagetiefe)</li> <li>• Verfügbarkeit von Kapillarwasser (Saatguteinbettung)</li> </ul>
05	Keimwurzel aus dem Samen ausgetreten	
07	Koleoptile aus dem Samen ausgetreten	
09	Auflaufen: Austritt der Koleoptile	
<b>Makrostadium 1 Blattentwicklung</b>		
10	1. Laubblatt, Anlage von 1 - 4 Keimwurzeln, erste Adventivwurzeln	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blattwachstum &gt; 13 °C an der Bodenoberfläche</li> <li>• Beizschutz gegen Auflaufkrankheiten, Fraßinsekten, Vogelfraß (Fungizid, Insektizid, Repellent)</li> <li>• Startnährstoffe über Unterfußdüngung (bes. NP)</li> <li>• Ausschalten von Unkrautkonkurrenz</li> <li>• bei Verkrustungen mechanische Bearbeitung</li> <li>• bei Bedarf Düngung zwischen die Reihen, evtl. Blattapplikation, Gefahr durch Fröste (Störung des phytohormonellen Gleichgewichtes → Bildung von Nebentrieben)</li> <li>• Bodenstrukturen werden sichtbar</li> </ul>
11	1. Laubblatt entfaltet	
12	2. Laubblatt entfaltet, Vegetationskegel unter der Oberfläche	
15	5. Laubblatt entfaltet, Differenzierung von Halmknoten und Blättern	
19	Anlage der generativen Organe, verstärktes Wurzelwachstum, neun und mehr Laubblätter entfaltet	
<b>Makrostadium 3 Längenwachstum, Schossen</b>		
30	Beginn des Längenwachstums	<ul style="list-style-type: none"> <li>• steigender Wasser- und Nährstoffbedarf</li> <li>• Maiszünslerbekämpfung</li> <li>• Gefahr von Sommerlager und Abknicken durch Stürme</li> </ul>
31	1. Stängelknoten fühlbar, Beginn der Differenzierung der generativen Organe, Bildung von Luftwurzeln	
39	neun und mehr Stängelknoten wahrnehmbar	
<b>Makrostadium 5 Erscheinen der Blütenanlagen, Rispenstadien</b>		
51	Beginn des Rispenstadiens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollensterilität und Schädigungen der Eizelle möglich durch hohe Temperaturen und geringe Luftfeuchtigkeit mit der Folge lückig besetzter Kolben</li> <li>• hoher Wasser- und Nährstoffbedarf</li> <li>• niedrige Nachttemperaturen erhöhen die Atmungsverluste</li> <li>• hohe Ertragsverluste bei Hagel</li> </ul>
53	Spitze der Rispe sichtbar	
55	Mitte des Rispenstadiens (Rispe voll ausgestreckt; Rispenmitteläste entfaltet)	
59	Ende Rispenstadien (untere Rispenmitteläste entfaltet)	

Quelle: KWS

# Entwicklungsstadien im Mais



Besondere Merkmale der einzelnen Entwicklungsstadien:		Anforderungen an die Anbautechnik; Einflüsse von Standortfaktoren:
<b>Makrostadium 6 Blüte</b>		
60	erste offene Blüten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mögliche Pollensterilität und Schädigungen der Eizelle durch hohe Temperaturen und geringe Luftfeuchtigkeit. Folge: lückig besetzte Kolben</li> <li>• hoher Wasser- und Nährstoffbedarf</li> <li>• niedrige Nachttemperaturen erhöhen die Atmungsverluste</li> <li>• hohe Ertragsverluste bei Hagel</li> </ul>
61	Mitte des Rispenmittelastes blüht, Spitze der Kolbenanlage schiebt aus der Blattscheide	
63	Pollenschütten beginnt; Spitzen der Narbenfäden sichtbar	
65	Vollblüte; Narbenfäden vollständig geschoben	
67	Blüte abgeschlossen; Narbenfäden beginnen zu vertrocknen	
69	Ende der Blüte	
<b>Makrostadium 7 Fruchtentwicklung; Kornfüllung</b>		
71	Beginn der Kornbildung (ca. 16 % TS im Korn)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kühle Witterung und hohe Luftfeuchtigkeit fördern Befall mit verschiedenen Pilzen</li> <li>• Gefahr durch Frühfröste (bei Frostereignis zügige Ernte des Silomaises, bei Frostereignis Körnermaisernte verzögert)</li> <li>• Reduktionsphase; stressbedingter Verlust von Kornanlagen</li> </ul>
75	Milchreife (40 % TS im Korn), Korn weißlich-gelb	
79	art- bzw. sortenspezifische Korngröße erreicht	
<b>Makrostadium 8 Frucht- und Samenreife</b>		
80	frühe Teigreife (45 % TS im Korn)	
85	Teigreife (= Siloreife, 55 % TS im Korn), Korn gelb	
87	Physiologische Reife, „black layer“ (schwarzer Punkt am Korngrund)	
89	Vollreife: Korn hart, glänzend (ca. 65 % TS im Korn)	

Quelle: KWS



Wiederholung

1. Auf wieviel Fläche wird in Deutschland Silomais und Körnermais angebaut?
2. Wie hat sich die Maisanbaufläche in den letzten 20 Jahren entwickelt?
3. In welchen Regionen wird schwerpunktmäßig Mais angebaut?
4. Welche Nutzungsrichtungen für Mais kennen Sie?
5. Benennen Sie die Makrostadien des Maises.



# Boden- bearbeitung und Aussaart

- Sortenwahl
- Wasseranspruch
- Temperaturanspruch
- Einfluss der Bodenart
- Bodenbearbeitung
- Aussaat



- Die Sortenwahl richtet sich zu allererst nach Reifezahl und Nutzungsrichtung
- Es wird zwischen **Siloreifezahl (S)** und **Körnerreifezahl (K)** unterschieden.
- Mit steigender Reifezahl wird eine größere Wärmesumme zum Erreichen der Reife benötigt.
- Der Unterschied von 10 Reifeeinheiten entspricht etwa 1 bis 2 Tagen bis zum Erreichen der Reife oder 1 bis 2 % im Trockensubstanzgehalt der Körner
- Die Reifezahlen werden in Reifegruppen zusammengefasst.

## Einteilung der Reifegruppen nach Reifezahl und durchschnittlicher Wärmeanspruch von Mai bis September:

Reife- gruppe	Silo- reifezahl	Körner- reifezahl	Benötigte Wärmesumme in °C (Berechnung nach AGPM)			
			Silomais bei % TS		Körnermais bei % TS	
<b>früh</b>	S 170 – S 220	K 170 – K 220	bei 32 % bei 35 %	1.450 1.500	bei 65 % -	1.580 -
<b>mittel-früh</b>	S 230 – S 250	K 230 – K 250	bei 32 % bei 35 %	1.490 1.540	bei 65 % -	1.630 -
<b>mittel-spät</b>	S 260 – S 290	K 260 – K 290	bei 32 % bei 35 %	1.530 1.580	bei 65 % -	1.680 -
<b>spät</b>	S 300 – S 350	K 300 – K 350	bei 32 %	ca. 1.590	bei 70 %	1.780



- Neben Reife und Nutzungsrichtung spielen noch andere Parameter bei der Sortenwahl eine Rolle z.B. Kälteempfindlichkeit in der Jugend, Lageranfälligkeit, Verdaulichkeit, Biogasausbeute und natürlich der Ertrag
- Die Sorten werden nach ihren Eigenschaften vom **Bundessortenamt** auf einer Skala von 1 bis 9 eingestuft.
- Die Ergebnisse werden in der **beschreibenden Bundessortenliste** jährlich veröffentlicht.
- Außerdem führen die Bundesländer jährlich **Landessortenversuche** durch.
- Ziel ist eine regionale Sortenempfehlung für die Landwirtschaft zu erarbeiten.

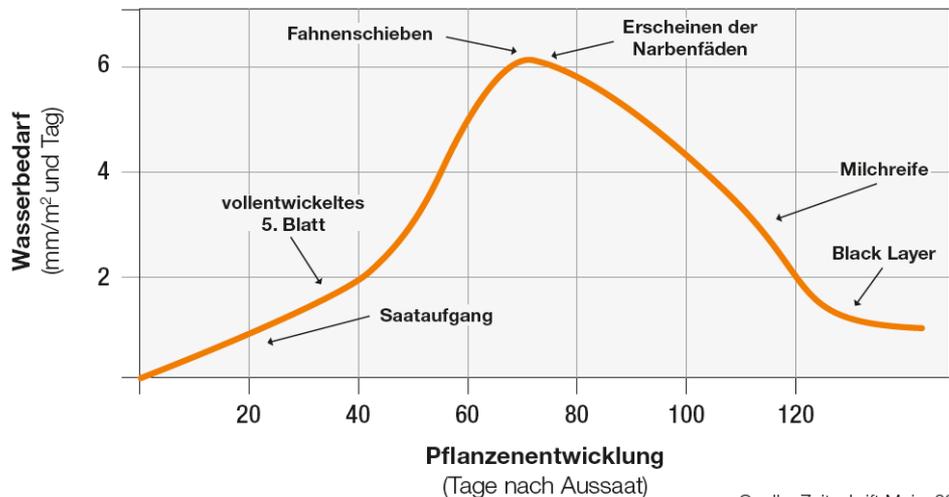
Sortenübersicht															
Sortenbezeichnung	Siloreifezahl	Körnerreifezahl	Zeitpunkt weibliche Blüte	Pflanzenlänge	Kälteempfindlichkeit i. d. Jugend	Neigung zu Lager	Neigung zu Bestockung	Abreifegrad der Blätter	Ertrags- und Qualitätseigenschaften						
									Gesamtrockenmasse	Stärkegehalt	Verdaulichkeit	Biogasausbeute	Biogasertrag	Körnertrag	Anfälligkeit für Stängelfäule
<b>Silonutzung (<i>Zea mays</i> L.)</b>															
<b>Reifegruppe früh - Siloreifezahl - bis S 220</b>															
<b>Mit Voraussetzung des landeskulturellen Wertes in Deutschland zugelassen</b>															
Kwinns	S 220	K 220	5	7	4	3	2	4	6	5	5	6	4	7	2
neu KWS Johanning	S 210	K 230	6	7	-	3	2	4	7	6	6	7	7	8	3
KWS Stefano	S 210	K 220	6	8	-	4	2	4	8	6	5	6	7	8	3
LG 30215	S 220	K 220	5	7	4	3	4	4	6	6	6	7	5	7	3
LG 30222	S 210	K 220	5	6	4	2	2	4	5	6	6	6	4	7	4

Auszug: Beschreibende Bundessortenliste, Quelle: BSA, 2019

# Wasseranspruch



- Mais hat im Vergleich zu anderen Kulturen einen geringen Wasseranspruch
- Der höchste Wasserbedarf besteht vom Fahnenschieben bis zur Milchreife
- Eine gute Nährstoffversorgung, insbesondere mit Kalium, ist wichtig für ein gutes Wasseraneignungsvermögen
- Je nachdem wann Wassermangel auftritt, kann dieser unterschiedliche Folgen haben:
  - Bis Blühbeginn: Beeinträchtigung von Wachstum und Kolbenbildung
  - Während der Blüte + Hitze: unzureichende Befruchtung
  - Nach der Befruchtung: eingeschränkte Assimilatumlagerung in das Korn



Transpirationskoeffizient (l Wasser/kg TM)	Kulturart
200 - 300	Hirsen (Sorghum)
300 - 400	Mais, Beta-Rübe
400 - 500	Gerste, Roggen, Durumweizen
500 - 600	Kartoffel, Sonnenblume, Weichweizen
600 - 700	Raps, Erbse, Ackerbohne, Hafer



Quelle: KWS

## Trockenstress vor der Blüte

- Auf Trockenstress reagiert der Mais mit Blattrollen
- Bei anhaltendem Trockenstress während des Schossens wird das Längenwachstum beeinträchtigt – teilweise werden untere Blätter reduziert.
- Fallen Niederschläge, können sich die Bestände erholen

## Trockenstress zur Blüte

- Während der Blüte hat Mais den höchsten Wasserbedarf
- Trockenstress zur Blüte kann zu irreversiblen Schäden führen, da die Befruchtung der Kolben eingeschränkt sein kann
- Folgen können unbefruchtete Kolbenspitzen oder in extremen Fällen kolbenlose Bestände sein
- Trockenstress nach der Blüte beeinflusst ebenfalls die Einkörnung der Kolben und kann die Kornfüllung negativ beeinflussen



Quelle: KWS



## Physiologische Anforderungen in den unterschiedlichen Wachstumsstadien:

Keimung:	Bodentemperatur	8–10 °C
Jugendentwicklung:	Bodentemperatur	> 10 °C

## Auswirkungen ungünstiger Temperaturverläufe:

Jugendentwicklung:	mehrere Tage < 10 °C führen zu chlorotischer Blattverfärbung
Spätfröste:	längere Fröste unter –3 °C führen zum Abfrieren
Frühfröste:	im Herbst unter –2 °C (wenige Stunden) vorzeitiges Beenden der Kornabreife

Quelle: KWS

- Mais ist sehr empfindlich bei großen Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht und bei Frost
- Kältephasen während der Jugendentwicklung können den Mais nachhaltig beeinflussen
- Bereits im 6-8 Blattstadium des Maises sind Kolben- und Kornanlagen vollständig ausgebildet

# Folgen von Kältephasen in der Jugendentwicklung



- Kältephasen in der Jugendentwicklung können erhebliche Folgen haben
- Die Kornanlagen können geschädigt werden, was zu unregelmäßig befruchteten Kolben oder sogar zum Absterben des Erstkolbens führen kann
- Stirbt der Erstkolben ab, wird ein Zweitkolben gebildet, der allerdings in der Reife verzögert ist und tiefer sitzt
- Aufgrund der späteren Blüte des Zweitkolbens kann es zu mangelhafter Befruchtung kommen
- In Extremfällen wird erst gar kein Zweitkolben gebildet, deutliche Ertragseinbußen sind die Folge



Kälteschäden an jungen Maispflanzen



Peitschenbildung



unregelmäßig befruchteter Kolben

Quelle: KWS



- Ackerbauliche Maßnahmen:
  - Intakte Böden / Bodenstruktur
  - Keine verfrühten Saattermine
  - Ausreichendes und ausgeglichenes Angebot an Nährstoffen
  - Keine Herbizidmaßnahmen bei hohen Schwankungen zwischen Tag- und Nachttemperatur
- Bis zum 6-Blattstadium können Kältephasen Phosphatmangel bewirken, der sich in violetten Verfärbungen äußert
- Mit steigenden Temperaturen verschwinden diese aber wieder, negative Auswirkungen auf den Ertrag sind nicht zu erwarten



- Für den erfolgreichen Mais ist die Bodenstruktur wichtiger als die Bodenart
- Die Bodenart hat aber Einfluss auf Bodenerwärmung und Wasserangebot
- Maist ist eine wärmeliebende Kulturpflanze und profitiert von einer raschen Bodenerwärmung und hohen Bodentemperaturen im Frühjahr nach der Aussaat

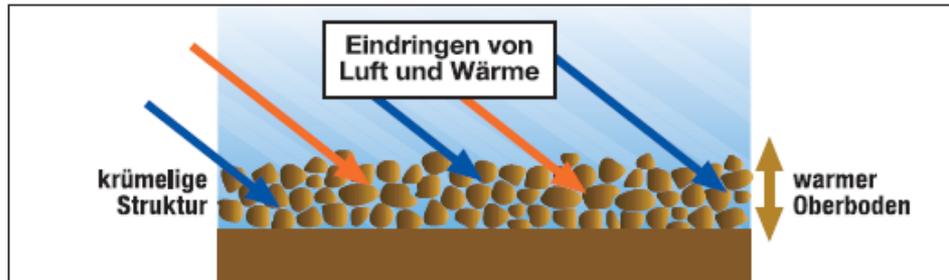
## Vor- und Nachteile verschiedener Bodenarten:

Bodenart	Vorteile	Nachteile
<b>leicht</b>	Erwärmung Bearbeitbarkeit	Wassermangel Nährstoffverlagerung
<b>mittel</b>	Wasser, Nährstoffe, Bearbeitbarkeit	--
<b>schwer</b>	Wasser, Nährstoffe	Langsame Erwärmung, Verkrustungen, Verdichtungen
<b>Moorböden</b>	Wasser	Langsame Erwärmung, Spätfroste, pH-Wert
<b>Staunasse, verdichtete Böden</b>		Langsame Erwärmung, Langsame Mineralisation, Ungünstige Krümelstruktur

Quelle: KWS

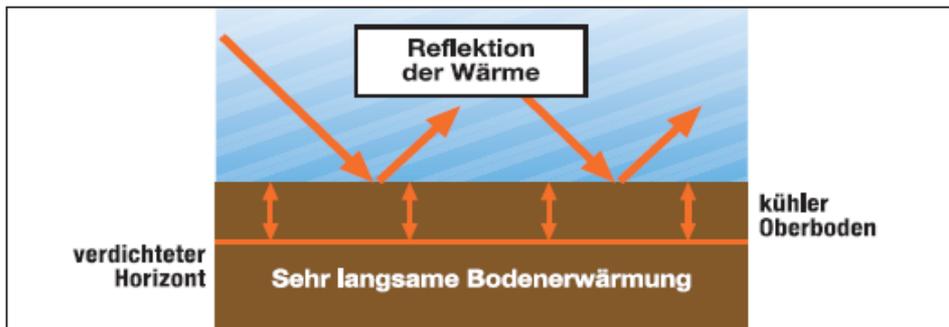


- Für einen erfolgreichen Maisanbau ist die Bodenstruktur und damit richtige Bodenbearbeitung entscheidend
- Der Boden sollte eine lockere, verdichtungsfreie und krümelige Struktur haben, um eine gute Durchlüftung und somit rasche Erwärmung zu gewährleisten



Quelle: KWS

- Verdichtete und staunasse Böden, die sich nur langsam erwärmen, sind für den Maisanbau kaum geeignet



Quelle: KWS



- Verdichtete Böden erwärmen sich nicht nur langsam, sondern haben noch weitere negative Folgen:
  - Zunahme von Verschlämmung und Erosion
  - Sauerstoffmangel
  - Reduzierte biologische Aktivität/Störung der Mineralisation
  - Eingeschränktes Wurzelwachstum der Pflanzen
  - Unterbrechung des kapillaren Aufstiegs des Bodenwassers
  - Zerstörung der Grobporen
  - Nährstoffmangelsymptome an Pflanze und Mindererträge
- Auf mittleren und schweren Böden treten vor allem Pflugsohlenverdichtungen auf
- Auf leichten Böden sind eher Verdichtungen im Unterboden anzutreffen
- Verdichtungen können kurzfristig durch tiefgründiges Lockern aufgebrochen werden
- Langfristig kann die Bodenstruktur durch Steigerung des Humusgehaltes (z.B. Anbau von Zwischenfrüchten, organische Düngung) und Einstellen des richtigen pH-Wertes verbessert werden
- **Video „KWS-Bodengefügeansprache“**

# Verschlämmung und Verdichtung



Quelle: KWS

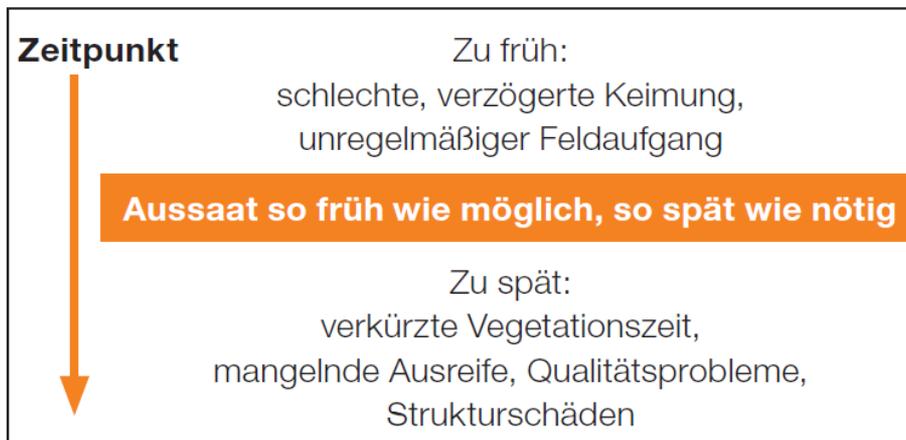
# Aussaat: Der richtige Termin



**Saatzeit:** warme, gut abgetrocknete, tragfähige Böden,  
Bodentemperatur 8–10 °C  
(in normalen Jahren ab Mitte April bis Mitte Mai)

## Auswirkungen einer zu frühen Aussaat bzw. kalter Witterung:

- Verlangsamte Keimung
- Langsamer Feldaufgang
- Schwächung des Keimlings
- Reduzierung des Beizschutzes
- Verlangsamtes Wurzelwachstum
- Verringerte Nährstoffaufnahme



Quelle: KWS

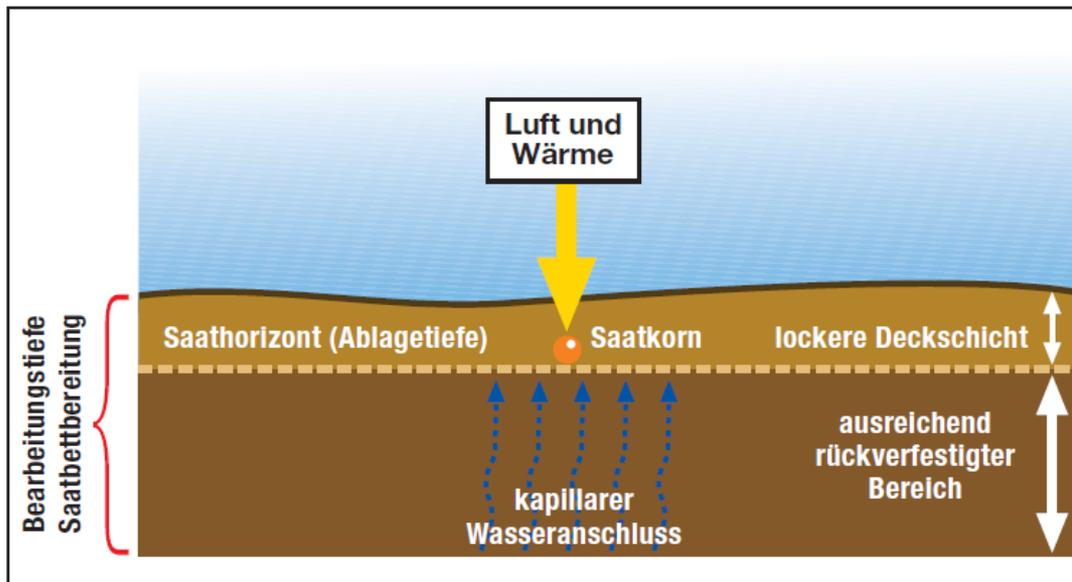
## Auswirkungen einer zu späten Aussaat:

- Warmer Boden: rasche Keimung und Jugendentwicklung
- Langtagseinfluss:
  - verstärktes Längenwachstum
  - höherer Kolbenansatz
  - keine höheren Erträge, aber erhöhte Gefahr von Lager
- Keine optimale Ausnutzung der Vegetationszeit



- Das Saatgut sollte in den feuchten Bodenhorizont gelegt werden, um den kapillaren Wasseranschluss zu gewährleisten
- Als Faustzahl gilt: 3-4 cm bei schweren Böden und 5-6 cm bei leichteren Böden
- Eine zu flache Ablage bedeutet Austrocknungsgefahr, tiefere Ablagen haben einen erhöhten Kraftaufwand zur Folge → junge Maispflanze anfälliger für Krankheiten

## Schematische Darstellung der Saatgutablage



Quelle: KWS

# Wahl des Reihenabstandes



- In Deutschland ist die Einzelkornsaat mit 75 cm Reihenabstand Standard
- Es sind aber auch Engsaaten mit 45 oder 37,5 cm Reihenabstand möglich

Vorteile der Engsaat	Nachteile der Engsaat
Schnellerer Reihenschluss	Höhere Investitionskosten
Geringere Erosionsgefahr	Höherer Verschleiß
Geringere Spätverunkrautung	Höhere Bestellkosten (ca. 20%)
Verringerung der Verdunstung	Höhere Menge Unterfußdünger notwendig
Gleichmäßigere räumliche Nährstoffaufnahme	Nutzungsänderung von Silo- zu Körnermais schwierig
Geringere Rest-Nmin-Gehalte	Tendenziell geringere Qualität im Silomais
Tendenziell höherer GTM-Ertrag	Erschwerte Körnermaisernte
	Schlechtere Belichtung für Kolben und Blätter

Quelle: KWS

- Versuche zeigen eine Zunahme des TM-Ertrages von 3-8 % bei Engsaaten bei abnehmenden Stärke- und Energiegehalten
- Demgegenüber stehen Aufwendungen für technische Änderungen und eine Erhöhung der Unterfußdüngung



- Abhängig von der Wasserversorgung des Standortes, Reifezahl und Sortentyp reicht die optimale Bestandesdichte von 6 - 10 Pflanzen/m<sup>2</sup>
- Die Wahl der Bestandesdichte sollte sich an den langjährigen Standortbedingungen orientieren (besonders Wasserverfügbarkeit)
- In der Tendenz können Sorten mit guter Trockentoleranz mit etwas höherer Bestandesdichte angebaut werden
- Zu hohe Bestandesdichten erhöhen die Konkurrenz um Wasser, Licht und Nährstoffe der Pflanzen untereinander
- Bei zu niedrigen Bestandesdichten wird das Ertragspotenzial des Standortes nicht ausgenutzt
- Auch der Sortentyp ist wichtig:
  - Großrahmig: Eher niedrige Bestandesdichte anstreben
  - Kompakt: Eher höhere Bestandesdichte möglich

## Allgemeine Empfehlung der Bestandesdichte

Reifegruppe	Wasserversorgung	
	gut	Wassermangel
früh (bis 220)	9 – 10	7 – 9
mittelfrüh (230 – 250)	8 – 10	6 – 8
mittelspät (260 – 290)	7 – 9	6 – 7
spät (über 300)	7 – 9	6 – 7

Quelle: KWS

# Saatgutbedarf



- Der Saatgutbedarf lässt sich wie folgt berechnen:

$$\text{Körner/m}^2 = (\text{Pflanzen/m}^2 / \text{Feldaufgang}) \times 100$$

Saatgutbedarf bei 95 % Feldaufgang:

Eine Einheit Saatgut entspricht in der Regel 50.000 Körner

Pflanzen/m <sup>2</sup>	Körner/m <sup>2</sup>	Ablage in cm		Einheiten/ha
		bei 75 cm	bei 37,5 cm	
6	6,3	21,1	42,2	1,26
6,5	6,8	19,5	39,0	1,37
7	7,4	18,1	36,2	1,47
7,5	7,9	16,9	33,8	1,58
8	8,4	15,8	31,7	1,68
8,5	8,9	14,9	29,8	1,79
9	9,5	14,1	28,1	1,89
9,5	10,0	13,3	26,7	2,00
10	10,5	12,7	25,3	2,11
10,5	11,1	12,1	24,1	2,21
11	11,6	11,5	23,0	2,32
11,5	12,1	11,0	22,0	2,42
12	12,6	10,6	21,1	2,53

# Kontrolle der Aussaatstärke und Bestandesdichte



## Aussaatstärke und Bestandesdichte

### Methode I:

- Abgelegte Körner bzw. aufgelaufene Pflanzen in 10 zufälligen Reihen an verschiedenen Stellen des Feldes zählen
- Zählstrecke je Reihe: 5 m
- Mittelwert aus den 10 Zählungen errechnen und Bestandesdichte in folgender Tabelle ablesen

### Methode II: Schnellmethode

- Zählstrecke auf 1,33 m verkürzen
- Mittelwert aus 5 Zählungen errechnen
- Bei 75 cm Reihenabstand:  $0,75 \text{ cm} * 1,33 \text{ m} = 1\text{m}^2$

Festgestellte Körner/Pflanzen je 5m Reihe	Bestandesdichte bei einer Reihenweite von			
	75 cm	70 cm	50 cm	37,5 cm
10	-	-	-	5,3
12	-	-	-	6,4
14	-	-	5,6	7,5
16	-	-	6,4	8,5
18	-	-	7,2	9,6
20	-	5,7	8	10,7
22	5,9	6,3	8,8	11,7
24	6,4	6,9	9,6	12,8
26	6,9	7,4	10,4	-
28	7,5	8,0	11,2	-
30	8,0	8,6	12	-
32	8,5	9,1	12,8	-
34	9,1	9,7	-	-
36	9,6	10,3	-	-
38	10,1	10,9	-	-
40	10,7	11,4	-	-
42	11,2	12,0	-	-
44	11,7	12,6	-	-
46	12,3	-	-	-

Quelle: KWS

# Prüfliste für den Einsatz des Sägerätes



Die Maisaussaat erfolgt in der Regel mit Einzelkornsämschinen. Hier wird jedes Korn einzeln abgelegt.

## Zu kontrollierende Bauteile:

- Säschare: bei Abnutzung erneuern, sonst schlechte Verteilung und Tiefenablage
- Zestreicher: gleichmäßige Bedeckung des Saatkorns
- Tiefenablage: Sätiefe an jedem einzelnen Säaggregat überprüfen
- Saatgutnachlauf
- Düngernachlauf und – dosierung
- Unterfußdüngungsschare: Einstellung der Unterfußdüngung (Ablage 5 cm seitwärts und 5 cm unterhalb des Saatkorns)
- Räder: Luftdruckkontrolle  
(siehe Betriebsanleitung)
- Antriebsketten, Lager, Überlastsicherung



Quelle: KWS



## Zusätzliche Kontrollen bei pneumatischen Sägeräten:

- Gebläse oder Turbine
- Keilriemenspannung
- Luftführende Schläuche: Dichtheit
- Luftdruck und Abstreifer: Anpassung an Korngröße bzw. -gewicht bei jedem einzelnen Aggregat
- Ansauglöcher: Sauberkeit überprüfen
- Bei Überdruckgeräten: Luftansaugsieb, Zyklonabscheider, Luftdüsen überprüfen



Quelle: KWS



- Viele Faktoren können die Keimung empfindlich stören
- Nur bei einer frühen systematischen Kontrolle des Feldaufganges lassen sich die Ursachen für Mängel relativ leicht aufspüren und Hinweise für die zukünftige Optimierung der Produktionstechnik gewinnen
- Dabei muss zwischen einem schlechten Feldaufgang auf Teilflächen und einem großflächig schlechten Aufgang unterschieden werden

## Schlechter Feldaufgang auf Teilflächen:

- Bodenmängel (nasse Senken, Verdichtung, Fahrspuren)
- Große Temperaturunterschiede auf leichten Böden
- Unterschiedliche Wasserverfügbarkeit
- Krähen-, Dohlen-, Tauben-, Fasanenfraß
- Drahtwurm





**Ein unbefriedigender Feldaufgang liegt vor, wenn  $> 10\%$  der Keimlinge fehlen. Dafür gibt es vielfältige Ursachen:**

- Körner nicht auffindbar
  - Falsche Säscheibe (sehr große Körner)
  - Falscher Luftdruck
  
- Keimlinge fehlen reihenweise
  - Ätزشaden nach zu dichter Unterfußdüngerablage
  - Fasanenfraß (typische Löcher im Boden)
  - Schäden durch Striegel oder Hacke
  - Vernässung, Verfaulen über dichten Fahrspuren
  - Saatgutabdeckung mangelhaft (Mulchsaat)



Quelle: KWS

# Ursachen für mangelnden Feldaufgang



- Wellenförmiger Aufgang ungleichmäßig starker Keimlinge
  - Ungleichmäßige Ablagetiefe (zu schnell gefahren, stumpfe Schare)
  - Zu wenig Keimwasser bei fehlendem Bodenschluss und Trockenheit
- Keimpflanzen sehr unterschiedlich entwickelt
  - Zu lockeres Saatbett (mangelhafte Keimwasserversorgung)
  - Klutiges Saatbett (gestörter Wasseranschluss, lange Wege für Keimlinge)
  - Körner zu tief abgelegt
  - Körner verschüttet (z.B. durch Zuschlämmung zu tiefer Saatrillen)
  - Luftmangel nach Verschlämmung, Vernässung
  - Fraßschäden am Korn (Drahtwurm, Tausendfüßler, Schnecken)
  - Pilzbefall (häufiger bei langen Auflaufzeiten nach Frühsaat)
  - Lange Liegezeit un- bzw. angekeimter Körner in nassem, kaltem Boden
  - Viele schwache Doppelpflanzen und Lücken nach Verrollen der Körner (Fahrgeschwindigkeit zu hoch, stumpfe Säschar)



- Ungekeimte Körner, anormale Keimlinge auffindbar
  - Ungünstige Keimbedingungen (Trockenheit, Kälte)
  - Grobklutiges Saatbett (gestörter Wasseranschluss, lange Wege für Keimlinge)
  - Unterbrechung des Keimvorgangs durch Kälteeinbruch, Pilzbefall
  - Zu wenig Keimwasser bei fehlendem Bodenschluss und Trockenheit
  - Falsch überlagertes Restsaatgut eingesetzt (Temperatur, Feuchte, Beize)
  - Mängel an Keimfähigkeit, Triebkraft des Saatgutes



Quelle: KWS



Wiederholung

1. Welche Kriterien spielen bei der Sortenwahl von Mais eine Rolle?
2. Wie sollte das ideale Saatbeet für Mais aussehen?
3. Welche Rolle spielt die Bodentemperatur bei der Aussaat von Mais?
4. Wonach richtet sich die Wahl der richtigen Aussaatstärke und wie wird sie berechnet?
5. Was sind mögliche Ursachen für einen mangelhaften Feldaufgang?



# Nährstoff- versorgung

- Düngebedarfsermittlung
- Nährstoffentzug
- Unterfußdüngung
- Organische Düngung
- Kalk
- Makronährstoffe
- Mikronährstoffe

# Zeitlicher Verlauf der Nährstoffaufnahme von Mais

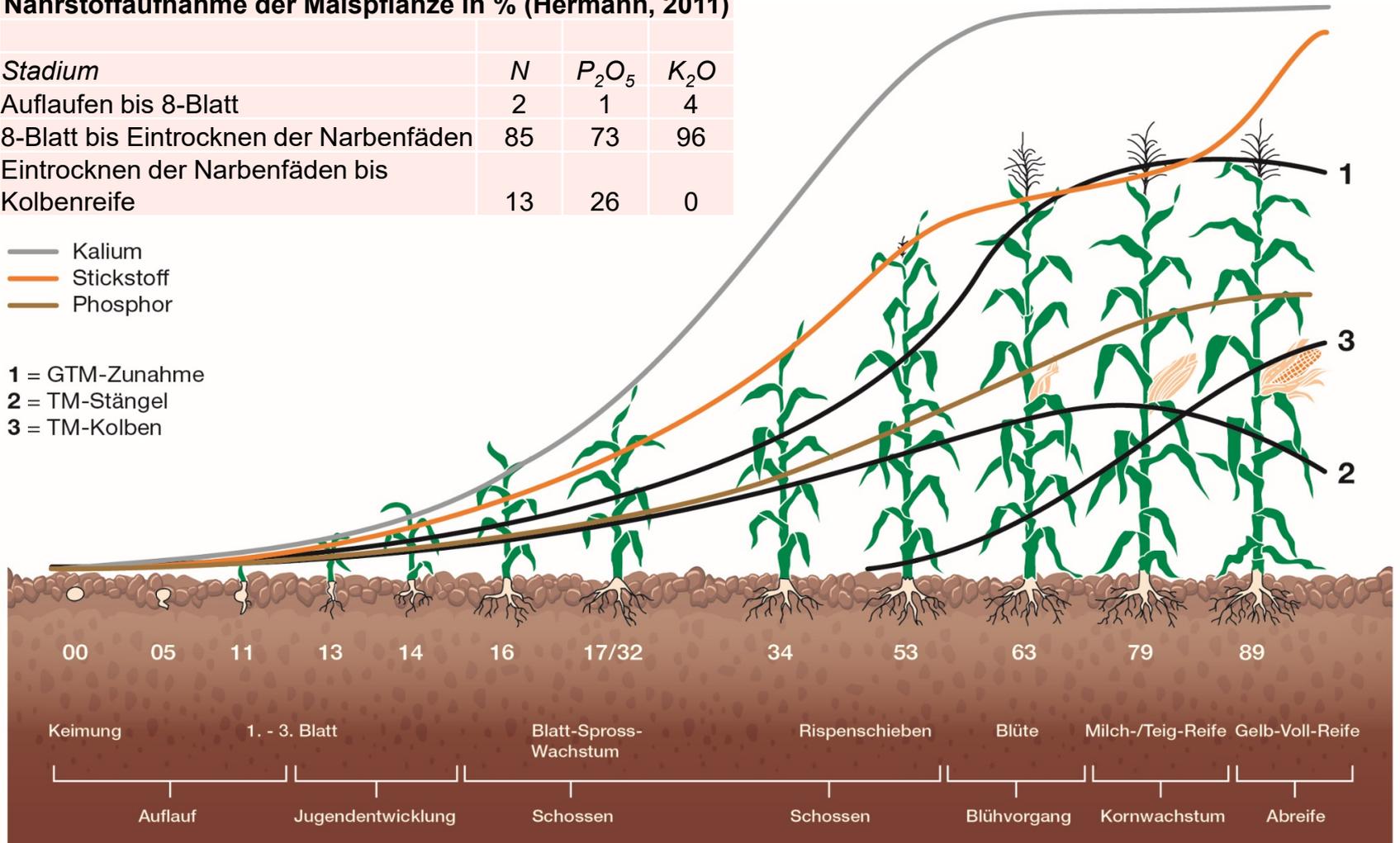


**Nährstoffaufnahme der Maispflanze in % (Hermann, 2011)**

Stadium	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Auflaufen bis 8-Blatt	2	1	4
8-Blatt bis Eintrocknen der Narbenfäden	85	73	96
Eintrocknen der Narbenfäden bis Kolbenreife	13	26	0

- Kalium
- Stickstoff
- Phosphor

- 1 = GTM-Zunahme
- 2 = TM-Stängel
- 3 = TM-Kolben



Quelle: KWS



- Gehalte/Entzüge laut Düngeverordnung
  - Körnermais: 1,38 kg N/dt Korn (86 % TS, 10 % Rohprotein)
  - Silomais: 0,47 kg N/dt FM (35 % TS)
  
- Bedeutung für die Pflanze
  - Wichtiger Bestandteil von Chlorophyll und Proteinen
  - Hohe Bedeutung für das vegetative Wachstum
  - Beeinflusst stark die Photosynthese
  - Zwingend erforderlich für die Bildung von Proteinen und Enzymen



- Latenter Mangel
  - Schwache, hellgrüne Pflanzen
  - Verzögertes Wachstum, kleiner Wuchs
- Akuter Mangel
  - Von der Blattspitze ausgehende keilförmige Vergilbungszone
  - Absterben der Blätter
  - Absterben der Pflanze





- Eine ganze Reihe von Faktoren beeinflussen, wie viel Stickstoff der Pflanze während der Vegetation zur Verfügung steht.
  
- Stickstoffquellen
  - $N_{\min}$  (bereits im Boden verfügbarer Stickstoff)
  - Mineralisierung
  - N-Freisetzung aus organischer Düngung
  - N-Freisetzung aus Vorfrucht
  - N-Bindung durch Leguminosen
  - Düngung
  
- Stickstoffverlustpfade
  - Gasförmige Verluste bei Wirtschaftsdüngern (Ammonium)
  - Auswaschungsverluste (besonders Nitrat)
  - Denitrifikationsverluste (bei Sauerstoffmangel im Boden)

# Stickstoff - Düngebedarf



Die Berechnung des Düngebedarfs für Stickstoff ist in der Düngeverordnung (DüV) festgelegt:

Nr.	Faktor	Beispiel Silomais
1.	Kultur	Silomais
2.	Stickstoffbedarfswert in kg N/ha	200
3.	Ertragsniveau laut Tabelle in dt/ha	450
4.	Ertragsniveau der letzten 5 Jahre in dt/ha	500
5.	Ertragsdifferenz in dt/ha	50
	<b>Zu- und Abschläge in kg N/ha</b>	
6.	N <sub>min</sub>	-30
7.	Ertragsdifferenz	+10
8.	N-Nachlieferung aus Bodenvorrat	0
9.	N-Nachlieferung aus org. Düngung Vorjahr	-15
10.	Vorfruchteffekt	-20
11.	Zuschlag bei Abdeckung mit Folie/Vlies zur Ernteverfrühung	-
12.	<b>N-Bedarf während der Vegetation</b>	<b>145</b>

Tabellenwert:  
Silomais und Körnermais 200 kg N/ha

Tabellenwert:  
Silomais 450 dt FM/ha, Körnermais 90 dt /ha

Probenergebnis oder Tabellenwert der  
Länderdienststelle

Ergibt sich aus der Ertragsdifferenz:  
 Silomais: je 50 dt FM/ha mehr → + 10 kg N/ha  
           je 50 dt FM/ha weniger → - 15 kg N/ha  
 Körnermais: je 10 dt/ha mehr → + 10 kg N/ha  
               je 10 dt/ha weniger → - 15 kg N/ha

Richtet sich nach dem Humusgehalt des Bodens:  
 Größer 4 % → - 20 kg N/ha, sonst kein Abschlag

10 % der mit Wirtschaftsdüngern im Vorjahr  
 ausgebrachten N-Gesamtmenge

Tabellenwert abhängig von der Vorfrucht

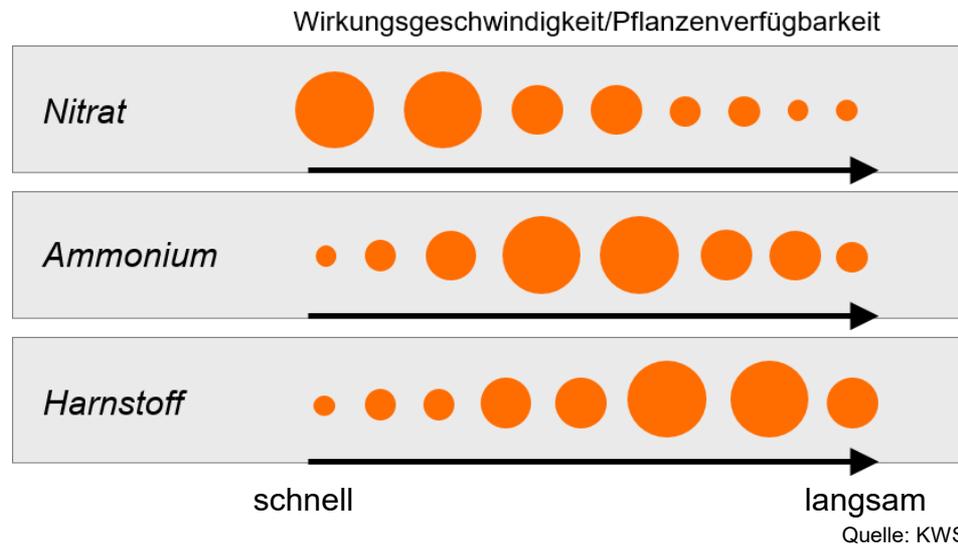
= maximal zu düngende Stickstoffmenge pro Hektar

# Stickstoff - Verbindungen



- Stickstoff liegt im Dünger und im Boden in verschiedenen Verbindungen vor.
- **Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )** wirkt sehr schnell, wird nicht im Boden gebunden und kann leicht verlagert werden.
- **Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )** kann von Bodenteilchen gebunden werden und wird daher langsamer oder nach Umwandlung in Nitrat von den Pflanzen aufgenommen.
- **Harnstoff (Amid)** wird nur in geringen Mengen von der Pflanze direkt aufgenommen, wird im Boden zügig zu Ammonium umgewandelt, dabei kann es zu gasförmigen Verlusten kommen.

Mineralische N-Dünger stellen eine Kombination unterschiedlicher N-Verbindungen mit verschiedener Wirkungsgeschwindigkeit dar.





- Stickstoff liegt in Mineraldüngern in der Regel immer entweder als Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) oder Harnstoff (Carbamid) vor.
- Mischungen verschiedener Stickstoffformen in einem Dünger sind möglich.
- Die Stickstoffform beeinflusst die Wirkungsgeschwindigkeit und das Auswaschungsrisiko

## Zusammensetzung wichtiger N-Dünger

(Gehaltsangaben in Gewichts-% [= kg/dt] nach Herstellerangaben bzw. Volumen-% [= kg/100 Liter])

Dünger	Stickstoffgehalt					Kalkwert (kg CaO je 100 kg N)	weitere Nährstoffe (Gew.-%) Bemerkungen
	Gewichts-% (kg/dt)						
	N	$\text{NO}_3$	$\text{NH}_4$	Amid	Vol.%* N (kg/100 l)		
Kalkammonsalpeter (KAS)	27	13,5	13,5	-	-	-55	-
KAS + S (Yara Sulfan, Dynamon S)	24	12	12	-	-	-87	6% S
KAS + S (Yara 22 (3+5))	22	11	11	-	-	-58	3% MgO, 5 S
Ammonsulfatsalpeter (ASS)	26	7	19	-	-	-196	13% S
ASS stabilisiert (Entec 26)	26	7,5	18,5			-196	13% S
Ammoniumsulfat (Schwefelsaures Ammoniak, SSA)	21	-	21	-	-	-299	24% S
Harnstoff	46	-	-	46	-	-100	-
Harnstoff stabilisiert (Alzon 46)	46	-	-	46	-	-100	-
Harnstoff + Schwefel (Ureas)	38	-	6,6	31,4		-134	7,5% S
Harnstoff-Ammonsulfat (Piamon 33 S)	33	-	10	23	-	-180	12% S
Kalkstickstoff, geperit (Perika)	19,8	1,5	-	-	-	+152	18,3% Cyanamid-N
Ammonitratharnstofflösung (AHL)	28	7	7	14	36	-100	1,28 kg/l
Ammonitratharnstofflösung (AHL)	30	7	8	15	40	-100	1,32 kg/l
AHL stabilisiert (Alzon flüssig)	28	7	7	14	36	-100	1,28 kg/l
AHL + Schwefel (Piasan-S 25/6)	25	5	9	11	33	-142	6% S; 1,31 kg/l
AHL + Schwefel stabilisiert (Alzon flüssig S 25/6)	25	5	9	11	33	-142	6% S; 1,31 kg/l
Ammoniumsulfatlösung (ASL)	8	-	8	-	10	-299	9% S; 1,25 kg/l
AS-Düngerlösung (Lenasol)	15	3,5	8,6	2,9	19	-170	6% S; 1,25 kg/l
AS-Düngerlösung (NitroFert SF)	15	5,5	9,5	-	19	-158	5% S; 1,25 kg/l
Ammoniumsulfat-Harnstoff-Lösung (Domamon L26)	20	-	6	14	25	-153	6% S; 1,25 kg/l
Ammoniumthiosulfat (ATS)	12	-	12	-	16	-480	26% S; 1,32 kg/l

\* Die Gehaltsangaben in Gewichts-% sind für die Ausbringung flüssiger Düngemittel wenig hilfreich, weil die Ausbringungsmengen sich auf Liter beziehen. Hier interessiert der Gehalt in Volumen-%, wie sie die Tabelle als gerundete Werte enthält. Die Umrechnung erfolgt über die Dichte kg/l, die in der letzten Spalte angegeben ist. 28er AHL zum Beispiel enthält 36 Volumen-% N ( $28 \cdot 1,28$ ), was 36 kg N je 100 Liter entspricht.



- Gehalte/Entzüge laut Düngeverordnung
  - Körnermais: 0,80 kg  $P_2O_5$ /dt Korn (86 % TS, 10 % Rohprotein)
  - Silomais: 0,18 kg  $P_2O_5$ /dt FM (35 % TS)
  
- Bedeutung für die Pflanze
  - Strukturelement (Phospholipid-Bindung)
  - Energietransfer (ADP/ATP)
  - Kohlenhydrathaushalt
  - Photosynthese

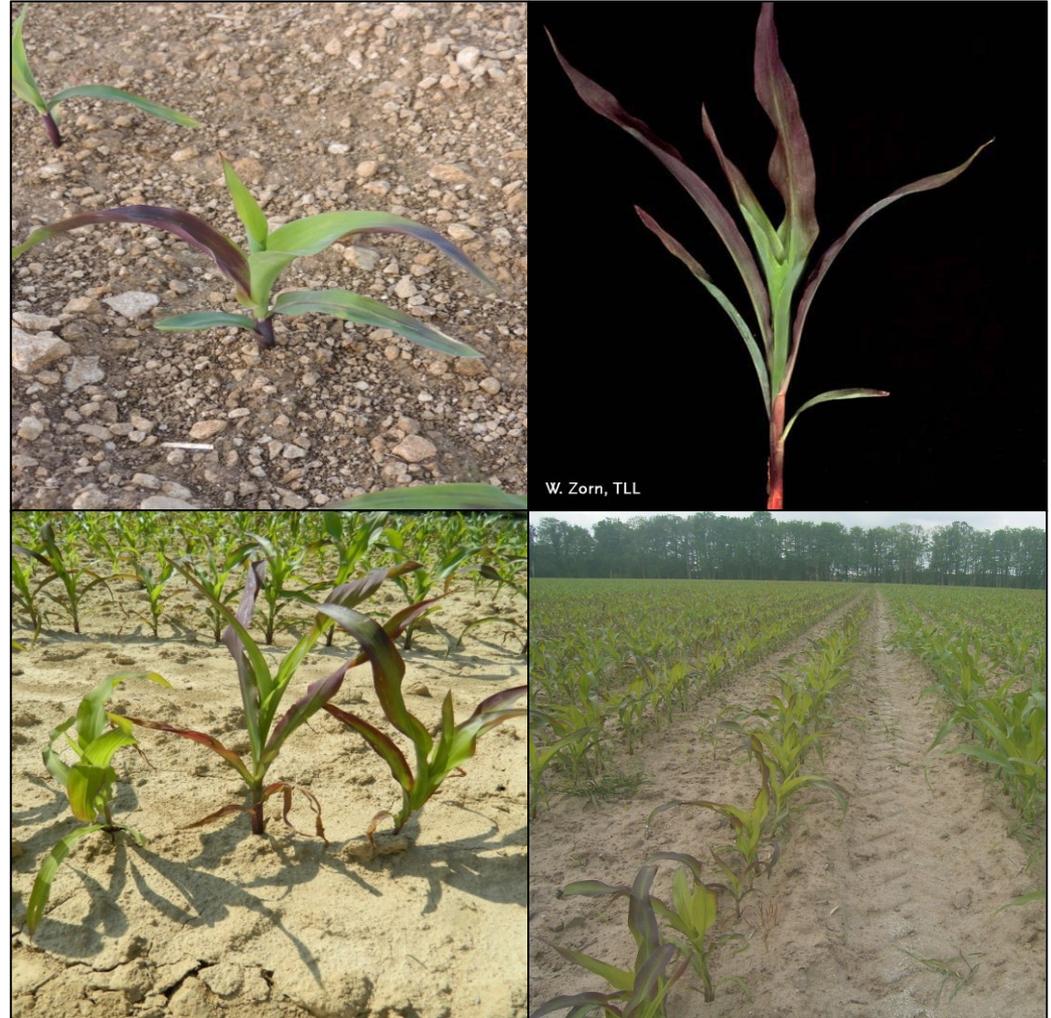


Phosphatabbau in Tunesien (Quelle: NZZ)



## Symptome bei Mangel

- Ältere Blätter rötlich bis violett
- Rotverfärbungen am Stängel
- Wuchsverzögerung
- Geringe Wurzelmasse
- Bei anhaltendem Mangel Absterben der Blätter von der Blattspitze her beginnend
- Kritische Phase im Mais: Jugendentwicklung



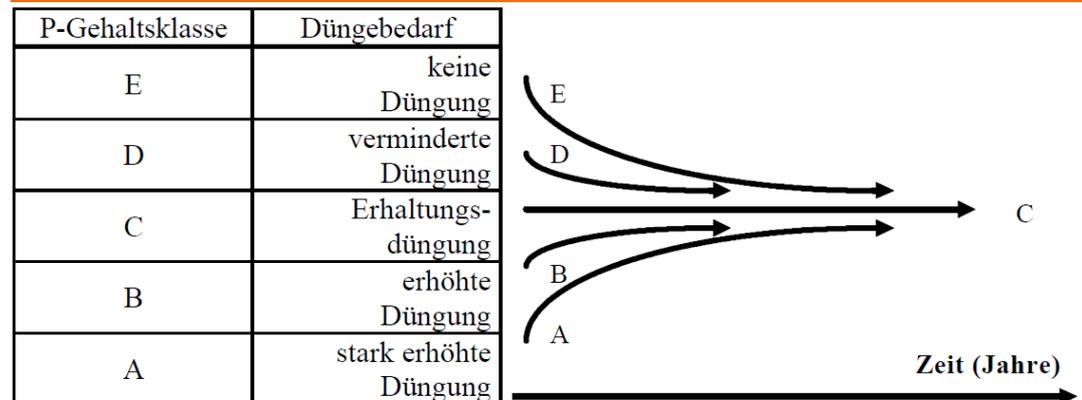
Quelle: KWS

# Phosphor - Düngbedarf



- Phosphor ist im Boden sehr unbeweglich
- Unter kalten Bedingungen in der Jugendentwicklung hat Mais ein schlechtes Phosphataneignungsvermögen – temporärer Phosphatmangel ist besonders in der Jugend möglich.
- Die Verfügbarkeit von Phosphat hängt stark mit dem pH-Wert im Boden zusammen. Daher tritt permanenter Mangel vor allem auf stark sauren (ph < 5) oder alkalischen (ph > 7,5) Böden auf.
- Eine Unterfußdüngung mit Phosphat fördert die Jugendentwicklung und beugt Phosphormangel vor.
- Die Düngerrhöhe ist am Entzug auszurichten.
- Dabei ist der Gehalt im Boden zu berücksichtigen.
- Die P-Gehalte werden in Gehaltsklassen von A bis E unterteilt.
- Typischer Düngbedarf in GK C: 40 – 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

Schematische Darstellung der beabsichtigten Entwicklung der P-Gehalte im Boden in Abhängigkeit von der P-Düngung



Quelle: verändert nach VDLUFA, 1997

# Phosphor - Düngbedarf



- Die Berechnung des Düngedarfs für Phosphor ist in der **Düngeverordnung** festgelegt
- Dabei sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:
  - Phosphatbedarf des Pflanzenbestandes unter Berücksichtigung der zu erwartenden Erträge und Qualitäten
  - Die im Boden verfügbare Phosphatmenge sowie die Nährstofffestlegung
  - Der Ermittlung des Düngedarfs kann im Gegensatz zu Stickstoff auch im Rahmen der Fruchtfolge erfolgen
- Auf Böden, die einen Phosphatgehalt von über 20 mg Phosphat/ 100 g Boden (CAL-Methode) aufweisen, darf die P-Düngung höchstens in der Höhe der voraussichtlichen Phosphatabfuhr erfolgen

Kultur	Ernteprodukt	% TM i. d. FM	HNV <sup>1</sup>	kg N/dt FM	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / dt FM	kg P/dt FM
Körnermais	Korn (10 % RP <sup>2</sup> )	86	-	1,38	0,80	0,35
	Stroh	86	-	0,90	0,20	0,09
	Korn + Stroh <sup>3</sup>	-	1	2,28	1,00	0,44
Silomais	Ganzpflanze	28	-	0,38	0,16	0,07
Silomais	Ganzpflanze	35	-	0,47	0,18	0,08

1: Haupternte- und Nebenernte-Verhältnis, 2: Rohproteingehalt, 3: Nährstoffgehalt Haupternte- und Nebenernte-Produkt bezogen auf Haupternte-Produkt

Quelle: verändert nach DüV, 2020



Eine Unterfußdüngung erleichtert der jungen Maispflanze den Zugang zu Phosphat und fördert die Jugendentwicklung

## Folgende Gesichtspunkte sind zu beachten:

- Für eine gute Verfügbarkeit des Bodenphosphates ist es wichtig, dass die Bodenstruktur und der pH-Wert in Ordnung sind
- Eine gewisse N-Gabe über den Unterfußdünger ist sinnvoll, um besonders in regenreichen Frühjahren die N-Versorgung der jungen Maispflanzen zu sichern
- In der Regel sind 15 bis 30 kg/ha N zu berücksichtigen
- N sollte in Form von Ammonium vorliegen
- Kein Chlorid in die Unterfußdünger, Gefahr von Salzschäden
- Der mineralische Unterfußdünger sollte 5 cm neben und 5 cm unter dem Saatkorn platziert werden.

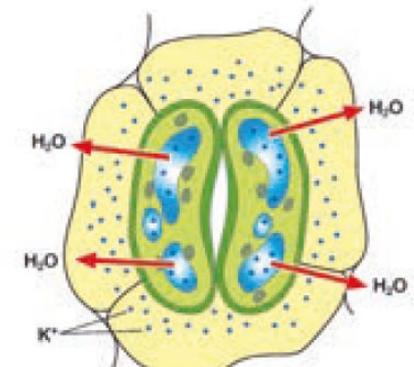
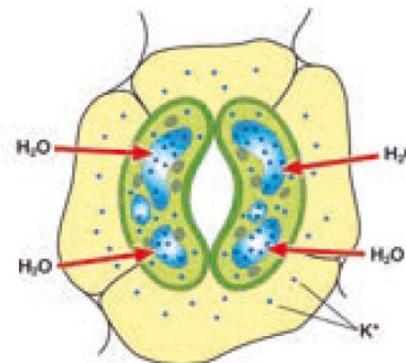
## Ideale räumliche Platzierung des Düngers



Quelle: KWS



- Gehalte/Entzüge (Quelle: LWK Niedersachsen, 2018)
  - Körnermais: 0,50 kg  $K_2O$ /dt Korn
  - Silomais: 0,45 kg  $K_2O$ /dt FM (35 % TS)
- Bedeutung für die Pflanze
  - Liegt ausschließlich als freies Ion vor
  - Wird nicht in Organik verbaut
  - Hat eine starke osmotische Wirkung (zieht Wasser an)
  - Wichtig für den Wasserhaushalt und die Standfestigkeit
  - Verbessert die Widerstandskraft gegen Stängelfäule
  - Enzymaktivierung
  - Atmung



Quelle: K + S Kali GmbH



## Symptome bei Mangel

- Symptome treten zu erst an den älteren Blättern auf
- Vergilbungen von den Blattspitzen und Rändern ausgehend
- Verkrümmung und Einrollen der Blätter
- Absterben der Blätter
- Abnahme der Standfestigkeit
- Schwache Kornausbildung an der Kolbenspitze



Quelle: KWS



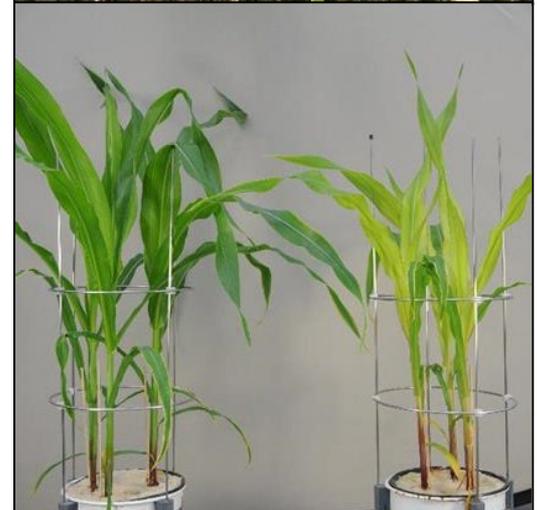
- Der Kaliumbedarf richtet sich ähnlich wie beim Phosphor nach Entzug des Maises und dem Gehalt im Boden
- Mais nimmt mit ca. 200 bis 290 kg  $K_2O$ /ha sehr große Mengen auf und reagiert sehr positiv auf eine Kaliumdüngung.
- Kalium ist im Vergleich zu Phosphor deutlich mobiler im Boden
- Auf sehr leichten, sandigen Böden sollte die Düngung jährlich vor der Saat erfolgen
- Auf Böden mit guten Sorptionseigenschaften kann die Kalium-Düngung im Rahmen der Fruchtfolge erfolgen.
- Der Kaliumbedarf kann häufig über organische Dünger gedeckt werden.
- Eine zu späte Kaliumdüngung mit Mineraldüngern in den stehenden Maisbestand kann zu Ätزشäden an den Blättern führen.
- Eine überzogene Kaliumdüngung kann die Aufnahme von Magnesium behindern. Daher empfiehlt es sich magnesiumhaltige Mineraldünger zu verwenden.

## Beschreibung der Kalium-Gehaltsklassen

Gehaltsklasse (GK) bzw. Versorgungsstufe	Bezeichnung	Düngeempfehlung	Voraussichtliche Auswirkung der Düngung
A	sehr niedrig	stark erhöhte Düngung gegenüber GK C	sehr hoher Mehrertrag, Gehalt im Boden steigt deutlich an
B	niedrig	erhöhte Düngung gegenüber GK C	hoher Mehrertrag, Gehalt im Boden steigt an
C	anzustreben	Erhaltungsdüngung	mittlerer Mehrertrag, Gehalt im Boden bleibt erhalten
D	hoch	verminderte Düngung gegenüber GK C	geringer Mehrertrag, meist nur bei Blattfrüchten, Gehalt im Boden nimmt ab
E	sehr hoch	keine Düngung	kein Mehrertrag, Gehalt im Boden nimmt deutlich ab



- Gehalte/Entzüge
  - Ca. 15 bis 25 kg S/ha
- Bedeutung für die Pflanze
  - Wird für die Bildung S-haltiger Aminosäuren gebildet
  - Verhältnis Stickstoff zu Schwefel in der Pflanze ca. 10:1
- Mangelsymptome
  - Rötliche Verfärbungen an Blatträndern und Stängel
  - Verzögerte Kolbenausbildung und fahlgelbe Körner
- Düngung
  - Bei regelmäßiger organischer Düngung keine mineralische Ergänzung notwendig.
  - Viele mineralische Dünger enthalten Schwefel als Nebenbestandteil (z.B. Kornkali).



Bildquelle: Yara



- Gehalte/Entzüge (Quelle: LWK Niedersachsen, 2018)
  - Körnermais: 0,20 kg MgO/dt Korn
  - Silomais: 0,13 kg MgO/dt FM (35 % TS)
- Bedeutung für die Pflanze
  - Zentralatom des Chlorophylls
- Mangelsymptome
  - Perlschnurartige Aufhellungen entlang der Blattadern
  - Ältere Blätter zu erst betroffen
- Düngung
  - Bedarf: mit ca. 45 bis 65 kg MgO/ha relativ hoch
  - Düngung in der Regel über Mg-haltige Kalke möglich
  - Bei akutem Mangel wasserlösliche Formen (z.B. Kieserit oder Blattdünger) verwenden



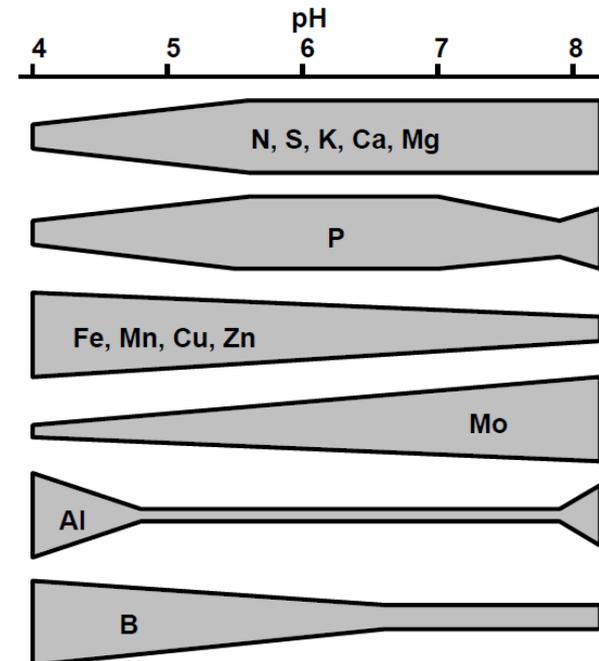
Bildquelle: K + S



## Kalk (=Mehrwirkungsdünger) wirkt über viele Wege positiv auf Bodenfruchtbarkeit

- Physikalisch: Kalk Stabilisiert das Bodengefüge
  - Ca verbindet Ton- und Humusteilchen → fördert dadurch Ton-Humus-Komplexe
  - Verbesserter Luft- und Wasserhaushalt im Boden
  - Reduzierte Verschlämmungs- und Erosionsgefahr sowie Verdichtungsneigung
- Chemisch: pH-Wert-Regulierung
  - CaO im Kalk wirkt basisch d.h. hebt den pH-Wert im Boden an
  - Verbesserte Nährstoffverfügbarkeiten (pH-Optimum für viele Nährstoffe liegt bei pH 5,5 – 7,0)
  - Besonders wichtig für P-Verfügbarkeit (Optimum pH 6 bis 7)

### Verfügbarkeit von Nährstoffen in Abhängigkeit vom pH-Wert



Quelle: DLG, 2012



- Biologisch: Förderung des Bodenlebens
  - Bodenleben am aktivsten bei schwach sauren bis neutralem pH-Werten
  - Optimaler pH-Wert positiv für Mineralisierung, Strohrotte, Umsetzung org. Dünger
- Ca-Nährstoffwirkung
  - Ca ist Bestandteil von Zellwänden, stabilisiert Zellmembranen, Mangelsymptome zuerst an den jüngsten Blättern
- Ursachen der Versauerung im Boden:
  - Regen (pH-Wert ca. 5,6) durch Auswaschung und Neutralisation
  - Sauer wirkende Düngemittel (z.B. AHL oder Harnstoff)
  - Organische Düngemittel
  - Wurzelausscheidungen
  - Entzug von Kalk durch die Pflanze

# Kalk und pH-Wert



- Der Düngebedarf hängt von dem pH-Wert, der Bodenart und dem Humusgehalt im Boden ab. Je nach Bodenart und Humusgehalt gilt ein anderer Ziel-pH-Wert
- Die pH-Werte werden in Gehaltsklassen eingeteilt (A-E)
- Bei Gehaltsklasse C empfiehlt sich eine Erhaltungskalkung
- Die Kalkung kann im Rahmen der Fruchtfolge erfolgen

Bodenart	Ziel-pH-Wert und Erhaltungskalkung* (kg/ha CaO) in Abhängigkeit vom Humusgehalt						Maximale Kalkgabe pro Jahr in kg/ha CaO
		Bis 4 % humusarm bis humos	4,1 – 8 % stark humos	8,1 – 15 % sehr stark humos	15,1 – 30 % anmoorig	Über 30 % Moor**	
S	pH	5,6	5,2	4,8	4,3	4,1	1000
	CaO	600	500	400	200	0	
IS, sU	pH	6,0	5,6	5,2	4,8		1500
	CaO	900	800	700	300		
ssL, IU	pH	6,4	6,0	5,6	5,1		2000
	CaO	1100	900	700	400		
sL, uL, L	pH	6,8	6,3	5,8	5,2		3000
	CaO	1300	1100	900	500		
utL, tL, T	pH	7,0	6,5	6,0	5,4		4000
	CaO	1600	1500	1200	600		

\* Die empfohlenen Kalkmengen beziehen sich auf eine dreijährige Fruchtfolge mit mittlerem Ertragsniveau bei 850 mm Jahresniederschlag

\*\* Die Kalkempfehlung für Moorstandorte bezieht sich auf Hochmoor, Niedermoorstandorte weisen zumeist von Natur aus pH-Werte von 6 - 6,5 auf und bedürfen keiner Kalkung

Quelle: LWK Nordrhein-Westfalen



- Kalkdünger unterscheiden sich u.a. in Herkunft, CaO-Gehalten, Ca-Bindungsformen, Nebenbestandteilen, Farbe und Wirkungsgeschwindigkeit

Kalkdünger	Herkunft	CaO	Nebenbestandteile	Farbe und Wirkung
Kohlensaurer Kalk	Naturkalk aus natürlichen Lagerstätten	ca. 45 %	0 % bis z.T. 30 % MgO als Mg-haltiger Kalk	weiss-grau, langsam wirkend
Branntkalk	Gebrannter Naturkalk	70 – 90 %	z.T. 15 – 40 % MgO	weiss, sehr schnell wirkend
Mischkalk	Mischung aus Brannt- und kohlensaurem Kalk	> 50 %	je nach Ausgangskalke	weiss-grau, mittlere Wirkung
Hüttenkalk	Gemahlene Schlacken aus der Stahl- und Eisenindustrie	ca. 47 %	MgO, Spurenelemente, Silizium	grau, langsam wirkend
Konverterkalk		ca. 40 %	MgO, Spurenelemente, Silizium	grau bis schwarz, schnelle Wirkung der oxidischen – langsame Wirkung der kiesel-sauren Anteile
Carbokalk	Zuckerindustrie	ca. 30 %	MgO, Stickstoff, Phosphat	grau-weiss, relativ schnell wirkend



- Der Bedarf an Spurennährstoffen hängt stark von der Kultur ab
- Mais besitzt vor allem einen hohen Zink-Bedarf
- In der Regel ist eine zusätzliche Düngung mit Spurenelementen nicht notwendig
- Bei organischer Düngung werden relevante Mengen an Spurennährstoffen zugeführt
- Ein zusätzlicher Düngebedarf kann mithilfe von Boden- oder Pflanzenproben festgestellt werden

## Spurennährstoffbedarf von Mais und Getreidearten

Spuren-nährstoff	Mais	Weizen, Gerste, Triticale
Kupfer	mittel	hoch
Mangan	mittel	hoch
Zink	hoch	niedrig
Bor	mittel	niedrig
Molybdän	niedrig	niedrig

Quelle: JACOBS und REMMERSMANN, 2012

- Typische Mangelsymptome bei Mais
  - Zink: streifige Aufhellungen entlang der Mittelrippe, gestauchte Internodien, jüngste Blätter zeigen Weiß-Gelbfärbung
  - Bor: Schlechte Kolbenbefruchtung und unzureichender Einkörnung, Streifenchlorosen an den Blättern und Blattdeformationen
  - Mangan: gelbgrüne chlorotische Streifen in der Blattmitte jüngerer Blätter, Olivgrüne Färbung der Pflanzen



- Auch bei ausreichenden Mengen kann es unter sehr widrigen Standort- oder Witterungsbedingungen zu Mangelerscheinungen kommen
- Durch Einsatz geeigneter Blattdünger kann ein Mangel im Bestand behoben werden

## Einfluss von Standorteigenschaften auf die Verfügbarkeit von Spurenelementen

Standorteigenschaften	Kupfer	Mangan	Zink	Bor	Eisen	Molybdän
pH-Wert über 7,0	---	--	---	---	---	++
pH-Wert unter 5,5	+	+	+	+	++	---
Staunässe	+	+	+		---	-
Trockenheit	---	---	--	---	---	
hoher Humusgehalt	--	--	++	++	++	--
Bodenverdichtung (Sauerstoffmangel)		++			---	
hohe P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalte			-			

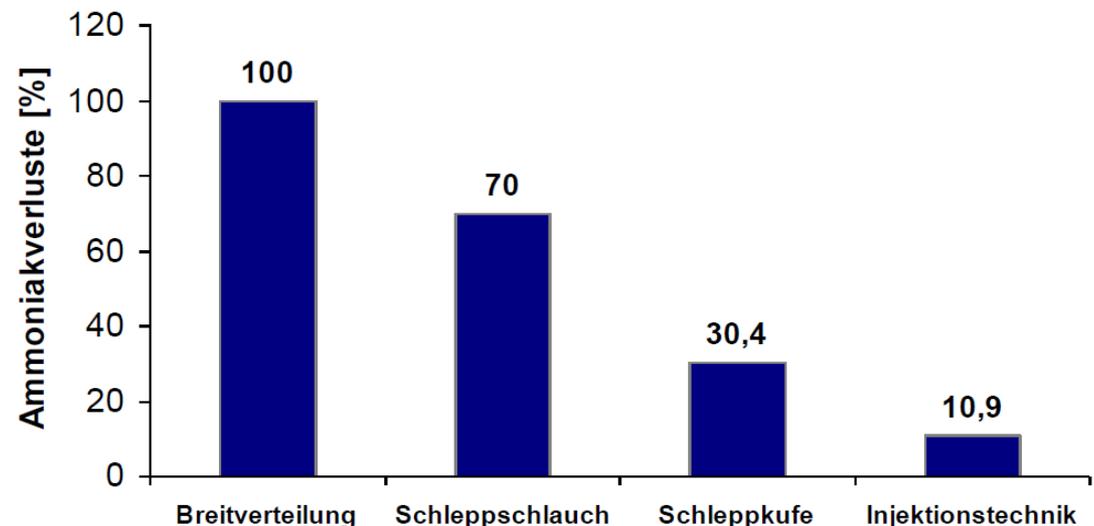
+++ sehr gut verfügbar, ++ gut verfügbar, + verfügbar, - Mangel, -- starker Mangel, --- sehr starker Mangel

Quelle: JACOBS und REMMERSMANN, 2012



- Mais kann den Stickstoff aus organischen Düngern besonders effizient nutzen:
  - Die in der Regel intensive Bodenbearbeitung vor Mais fördert die Durchlüftung und verbessert die Mineralisierung
  - Lange Vegetationszeit mit höchstem N-Bedarf in den Sommermonaten
  - Hauptwachstumsphase von Mais und Hauptmineralisation im Boden fallen zeitlich zusammen
- Um Stickstoffverluste in Form von Ammoniak zu minimieren, sollten Wirtschaftsdünger möglichst bodennah ausgebracht werden und zeitnah nach der Applikation eingearbeitet werden.
- Grafik: Bei Gülleausbringung mit z.B. Schleppschlauch fallen rund 30 % weniger Verluste als bei Breitverteilung an

Ammoniak-Verluste bei unterschiedlicher Ausbringtechnik im Vergleich zur Breitverteilung (Breitverteilung = rel. 100)



Quelle: LWK NDS



- Zwar können Tabellenwerte als Faustwerte genutzt werden - für die Düngeplanung sollten aber nach Möglichkeit eigene Analysen der eingesetzten Wirtschaftsdünger genutzt werden.

## Richtwerte ausgewählter organischer Dünger

Tierart	Dungbezeichnung	Dungart	TS %	N [kg/t bzw. kg/m <sup>3</sup> ]	NH <sub>4</sub> -N [kg/t bzw. kg/m <sup>3</sup> ]	N-Ausbringverluste gem. DÜV [%]	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [kg/t bzw. kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>2</sub> O [kg/t bzw. kg/m <sup>3</sup> ]
<b>Rinder</b>	Gülle	Mastbullengülle	10	4,8	2,6	18	2,1	4,5
		Milchkuhgülle Laufstall	8	3,7	1,7	18	1,5	4,5
	Jauche	Rinderjauche	2	3,0	2,7	14	0,3	6,0
	Mist	Rindermist	23	5,0	0,5	14	3,2	8,0
<b>Schweine</b>	Gülle	Ferkelgülle Standard	4	4,6	2,7	13	2,2	3,5
		Mastschw.-Gülle Durchschnitt	6	5,5	3,3	13	2,7	3,6
		Mastschw.-Gülle Flüssigfütterung Standard	4	4,9	3,0	13	2,5	3,1
		Mastschw.-Gülle Flüssigfütterung, N/P red.	4	4,7	2,8	13	2,2	3,0
		Sauengülle Standard	4	4,3	2,6	13	2,6	2,5



1. Welche Faktoren werden bei der Düngbedarfsermittlung für Stickstoff berücksichtigt?
2. Warum ist die Phosphor-Versorgung vor allem in der Jugendentwicklung von Mais besonders wichtig?
3. Welche Aufgaben besitzt Kalium in der Maispflanze?
4. Bei welchem Spurennährstoff besitzt Mais einen besonders hohen Bedarf?
5. Warum eignet sich Mais besonders für die organische Düngung?



# Integrierter Pflanzenschutz

- Integrierter Pflanzenschutz
- Beize
- Chemische Unkrautbekämpfung
- Mechanische Unkrautbekämpfung
- Insektizide



## Allgemeine Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes:

- Vorbeugende Maßnahmen nutzen
- Bestände Überwachen und Schaderregerbefall ermitteln
- Schadschwellenprinzip anwenden
- Nichtchemische Maßnahmen anwenden
- Pflanzenschutzmittel auswählen, die möglichst spezifisch wirken mit möglichst geringen Nebenwirkungen
- Beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln notwendige Maß einhalten
- Resistenzmanagement durchführen
- Pflanzenschutzmitteleinsatz dokumentieren und Erfolg überprüfen

Vorbeugende Maßnahmen	Beispiel im Mais
Geeignete Fruchtfolgen	Mais maximal in 2 von 3 Jahren ins Selbstfolge anbauen, um Befall mit Maiswurzelbohrer in Befallsgebieten vorzubeugen
Angepasste Bodenbearbeitung	Intensive Zerkleinerung der Erntereste nach Mais zur Maiszünslerbekämpfung
Standort-angepasste und gesunde Sorten	Auswahl von Sorten mit geringer Anfälligkeit gegenüber Stängelfäule im Körnermaisbau mit standortgerechter Reifezahl
Geeigneter Aussaatzeitpunkt	Aussaat bei warmen Bodentemperaturen für zügigen Feldaufgang, um Anfälligkeit für bodenbürtige Pilze zu verringern
Bedarfsgerechte Düngung	Bedarfsgerechte Kaliumdüngung reduziert Anfälligkeit für Stängelfäule
Förderung von Nutzorganismen	Einsatz von Schlupfwespen (Trichogramma) zur biologischen Bekämpfung des Maiszünslers



- Das Maissaatgut und der Keimling sind im Boden zahlreichen Pilzkrankheiten und Schädlingen ausgesetzt
- Bei Befall kann sich der Feldaufgang und die Jugendentwicklung vermindern
- Kritisch sind vor allem kalte Phasen nach der Aussaat, weil dann der Mais besonders lange bis zum Auflaufen braucht und damit die kritische Phase einer Schädigung im Boden deutlich verlängert ist
- Auch Vogelfraß (z.B. Krähe, Fasan, Taube) kann ein Problem darstellen und den Feldaufgang stark vermindern



Pilzbefall am Maissaatgut im Boden

Quelle: KWS



Typische Trichter bei Vogelfraß

Quelle: KWS



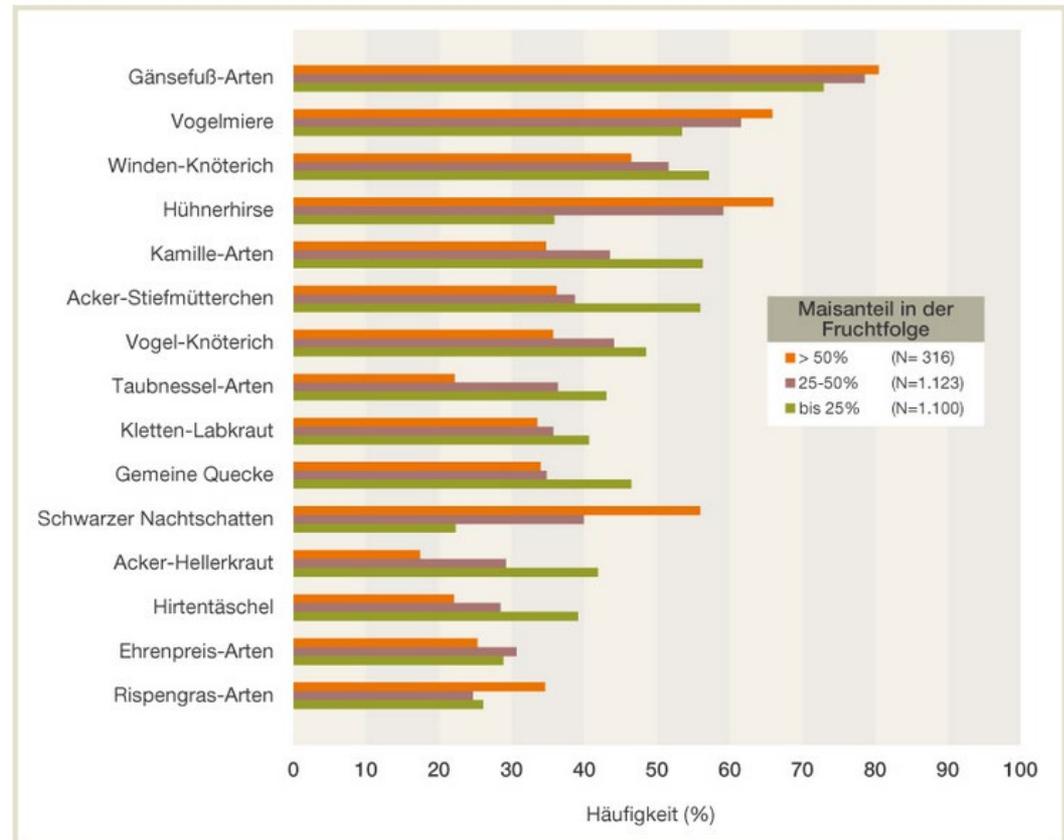
- Die Auswahl an chemischen Beizen ist stark begrenzt
- Beizen am Saatkorn schützen Korn und Keimling im Boden
- Eine fungizide Beize schützt den Keimling vor Pilzkrankheiten
- Präparate mit vergrämender Wirkung schützen vor Vogelfraß
- Nährstoffbeizen können dem Mais helfen (Kälte-)Stressphasen besser zu überstehen und fördern die Jugendentwicklung
- Beizen gibt es unterschiedlicher Ausstattung und werden je nach Wunsch vom Saatgutproduzenten auf das Saatgut aufgetragen



Quelle: KWS



- Wichtigste direkte Pflanzenschutzmaßnahme im Maisanbau ist die Unkrautbekämpfung
- Mais besitzt in der Jugend nur eine geringe Konkurrenzkraft und ist sehr sensibel gegenüber Verunkrautung
- Ziel der Bekämpfungsmaßnahmen ist den Mais vom 3- bis 4-Blattstadium bis zum Reihenschluss weitgehend unkrautfrei zu halten
- Der Maisanteil in der Fruchtfolge beeinflusst das Auftreten von Ungräsern und Unkräutern
- Besonders gefördert durch hohe Maisanteile in der Fruchtfolge werden Hirse-Arten und schwarzer Nachtschatten



Quelle: Mertens, 2005; proplanta 2007



- Bei den Herbiziden im Mais wird zwischen Wirkung über den Boden oder Wirkung über das Blatt unterschieden
- Unter den Maisherbiziden gibt es zahlreiche sogenannte Packs, die als Kombipräparate sowohl Boden- und als auch Blattwirkung beinhalten
- Daneben wird zwischen Maßnahmen im Voraufbau und Maßnahmen im Nachaufbau unterschieden
- Weit verbreitete Strategien:
  - Einzelmaßnahme mit Kombipräparat
  - Splitting d.h. zwei Einzelmaßnahmen  
(Vorlage mit Bodenherbizid, Nachbehandlung mit Blattherbizid)
- Die Bekämpfungsstrategie und Mittelauswahl richtet sich im Mais nach Unkrautspektrum, Bodenbedingungen und der Witterungssituation



## Blattaktive Substanzen

- Die Aufnahme der Wirkstoffe erfolgt über das Blatt
- Rasche und gute Wirkung gegen bereits aufgelaufene Unkräuter auf humusreichen, trockenen Böden
- Unkräuter, die nach der Applikation auflaufen, werden nicht erfasst
- Kulturunverträglichkeiten können je nach Witterung auftreten (besonders bei Sulfonylharnstoffen)
- Wichtig bei der Anwendung:
  - Geeignet Auflaufen der Unkräuter für mittlere und späte Termine (Produktspezifikationen beachten!)
  - Nicht in gestressten Beständen einsetzen
  - Keine Anwendung bei großen Temperaturschwankungen
  - Keine Anwendung bei intensiver Sonneneinstrahlung
  - Auf eine ausreichende Wachsschicht auf den Maisblättern achten



Quelle: KWS

Herbizidschaden an Maispflanzen



## Bodenaktive Substanzen

- Die Aufnahme der Wirkstoffe erfolgt über die Wurzel oder den keimenden Samen
- In der Regel geringe Wirkung auf bereits weit entwickelte Unkräuter
- Länger anhaltende Wirkung auf keimende Unkräuter
  
- Wichtig bei der Anwendung:
  - Frühe Anwendungstermine sind zu bevorzugen
  - Gut geeignet für eine Behandlung im Voraufbau
  - Ausreichend Bodenfeuchtigkeit notwendig
  - Gute Feinkrümeligkeit des Bodens positiv
  - Bodenart und Humusgehalt können die Wirkung beeinflussen

# Mechanische Unkrautbekämpfung



## Striegel

- Wirkung: Herausreißen und Verschütten
- Wichtig: trockener nicht zu fester Boden
- Vorteil: Hohe Flächenleistung, Unkrautbekämpfung auch in der Maisreihe
- Nachteil: Gefahr der Kulturschädigung

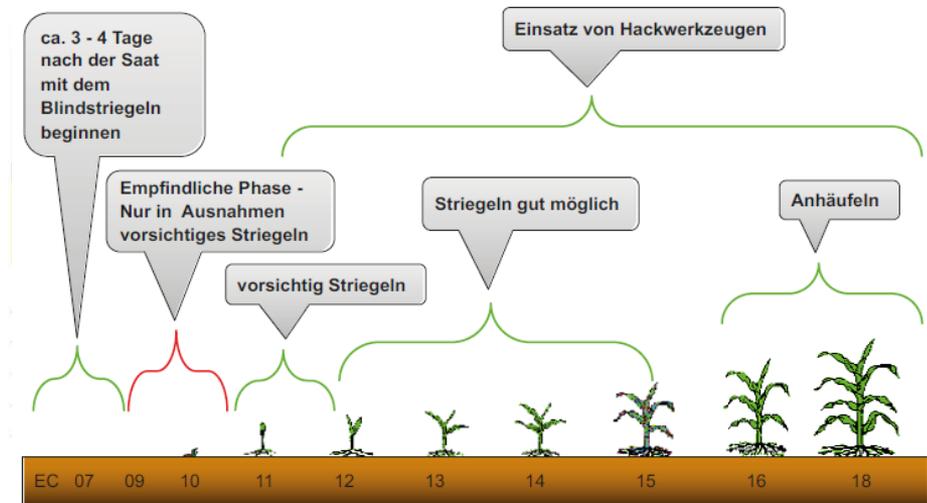


Quelle: agrarheute

## Hacke

- Wirkung: Abschneiden, Herausreißen, Verschütten
- Wichtig: trockener lockerer Boden, kein Regen unmittelbar nach dem Arbeitsgang
- Vorteil: Intensive Unkrautbekämpfung ab Feldaufgang möglich
- Nachteil: Geringe Flächenleistung, Kaum Bekämpfung in der Maisreihe

## Einsatzzeiträume mechanischer Unkrautbekämpfung



Quelle: MÜCKE, 2019



## Insektizide Mais (Auszug, Stand 22.07.2020)

- Der Insektizideinsatz spielt aufgrund des i.d.R. geringen Schädlingsdrucks zurzeit eine Ausnahme dar
- In einigen Regionen verursacht der Maiszünsler aber so große Schäden, dass dieser direkt bekämpft wird
- Aufgrund des späten Auftretens während der Vegetation müssen Spezialgeräte eingesetzt werden
- Informationen zur termingerechten Anwendung werden von den amtlichen Warndiensten erteilt
- Durch Wegfall insektizider Beizen kann auch die chemische Bekämpfung der Fritfliege eine Rolle spielen
- Eine erfolgreiche Bekämpfung muss im 1- bis 2 Blattstadium vor Auftreten der Symptome stattfinden

Handelsbezeichnung	Wirkstoff	Indikation	Wirkungsbereich	Zugelassen bis
<b>CORAGEN</b>	Chlorantraniliprole	Maiszünsler	Insektizid	31.12.2025
<b>Decis Forte</b>	Deltamethrin	Maiszünsler	Insektizid	31.12.24
<b>Dipel ES</b>	Bacillus thuringiensis subspecies kurstaki Stamm ABTS-351 (Stamm HD-1)	Maiszünsler	Insektizid	31.12.2021
<b>Hunter, Kaiso Sorbie</b>	lambda-Cyhalothrin	Fritfliege	Insektizid	31.12.2023
<b>Karate Zeon, Hunter WG, KUSTI, Lambda WG, Lamdex Forte</b>	lambda-Cyhalothrin	Fritfliege	Insektizid	31.12.2022
<b>SpinTor</b>	Spinosad	Maiszünsler	Insektizid	30.04.2021
<b>STEWARD</b>	Indoxacarb	Maiszünsler	Insektizid	31.10.2020



1. Welche Grundsätze umfasst der integrierte Pflanzenschutz?
2. Nennen Sie Beispiele für vorbeugende pflanzenbauliche Maßnahmen im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes.
3. Welche Anwendungsrichtungen von Beizen kennen Sie?
4. Warum ist die Unkrautbekämpfung im Mais besonders wichtig?
5. Nennen Sie Unterschiede zwischen Blattaktiven- und Bodenaktiven Herbiziden.



## Auftreten von Krankheiten und Schädlingen

- Wurzel- und Stängelfäule
- Kolbenfäule
- Helminthosporium
- Augenflecken
- Maisbeulenbrand
- Fritfliege
- Drahtwurm
- Maiszünsler
- Maiswurzelbohrer

# Auftreten von Krankheiten und Schädlingen in Mais



- Mais wird in Deutschland nur von wenigen wirtschaftlich relevanten Krankheiten und Schädlingen befallen
- Direkte Bekämpfungsmaßnahmen sind daher seltener als in anderen Kulturen und beschränken sich auf:
  - Beizung gegen Auflaufkrankheiten, Vogelfraß und Bodenschädlinge
  - Unkrautbekämpfung
  - Bekämpfung von Maiszünsler
- Eine Auswahl wichtiger Krankheiten und Schädlinge wird im Folgenden vorgestellt

# Krankheit: Stängel- und Wurzelfäule (*Fusarium*-Arten)



## ■ Zeitpunkt:

Wurzelfäule: im Laufe des Sommers  
Stängelfäule: ab der Kolbenausbildung

## ■ Ursachen:

- Wechsel von Sommertrockenheit zu regenreichem Herbst
- v.a. sandige, leichte Böden
- Kalimangel, unharmonische Düngung mit zu viel Stickstoff
- Verabreichung großer Mengen, unreifer organischer Dünger

## ■ Symptome:

- Wurzel: hellbraune bis schwarze Verfärbungen, ablösen der Rindenschicht der Wurzel
- Stängel: fahlgrüne Verfärbung, Verbräunung im unteren Stängelbereich, Trockensymptome
- Stängelbasis: fleckig braun bis schwarz verfärbt, schwammige Konsistenz
- Stängelinneres: Verbräunung, Verrottung, rosaroter Pilzrasen
- Abknicken: an einem der unteren Stängelknoten
- Kolben: schlaff herabhängender Kolben

## ■ Abhilfe:

- Sortenwahl
- Fungizider Beizschutz



Quelle: KWS

# Krankheit: Kolbenfäule (*Fusarium*-Arten)



## ▪ **Zeitpunkt:**

Nach der Befruchtung

## ▪ **Ursachen:**

- infizierte Pflanzenreste oder Saatgut
- regenreiche, kühle Sommer- und Herbsttage mit hoher Luftfeuchtigkeit
- Faktoren jeglicher Art, die den natürlichen Schutz des Kolbens durchbrechen (Hagel, Vogelfraß, Zünsler, Frühfröste, Stängel- und Wurzelfäule etc.)

## ▪ **Symptome:**

- weißlich, grau bis rötlicher Schimmelbelag auf den Körnern
- rot bis braun verfärbte Körner z.T. aufgeplatzt
- weißlich, lachs- bis zimtfarbene Lieschen
- verklebte Lieschen
- Pilzgeflecht an Körner und Lieschen
- z.T. rötlich, braun verfärbte Spindel

## ▪ **Abhilfe:**

- Ziel: Beseitigung aller Infektionsquellen!
  - Bodenbearbeitung
  - Intensive Zerkleinerung von Ernteresten
- (Sortenwahl)



# Krankheit: Helminthosporium



## ▪ **Zeitpunkt:**

In der Regel nach dem Fahrenschieben

## ▪ **Ursachen:**

- infizierte Strohreste, Saatgut
- Temperaturen von 18 – 27°C und hoher Luftfeuchtigkeit, morgendlicher Tau, Nebel

## ▪ **Symptome:**

### ▪ **Helminthosporium turcicum:**

- zu Beginn längliche, wässrige, graugrüne Flecken
- Zusammenfließen der Flecken, hellgrau z.T. von dunkelbraunem Saum umgeben

### ▪ **Helminthosporium carbonum:**

- Zu Beginn runde, kleine gelbgrüne Flecken (max. 3 cm)
- Später dunkle Flecken begrenzt durch braunen Saum

## ▪ **Abhilfe:**

- Ziel: Beseitigung aller Infektionsquellen!
  - Bodenbearbeitung
  - Intensive Zerkleinerung von Ernteresten
- (Sortenwahl)



Quelle: KWS

# Krankheit: Augenflecken (*Kabatielle Zeae*)



- **Zeitpunkt:**

Infektion zu fortgeschrittener Vegetationszeit

- **Ursachen:**

- Sporenverbreitung von befallenen Strohresten über den Wind
- Höhere Temperaturen (Spätsommer)
- Erhöhte Luftfeuchtigkeit (Tallagen, Senken)

- **Symptome:**

- millimetergroße Flecken
- bräunlich, rotes Zentrum
- gelber Hof um die Flecken
- kein Zusammenfließen der Flecken

- **Abhilfe:**

- Zerkleinerung und Unterpflügen aller Infektionsquellen – Feldhygienemanagement!



Quelle: KWS

# Krankheit: Maisbeulenbrand (*Ustilago maydis*)



## ▪ **Zeitpunkt:**

Erste Symptome ab 4-5 Blatt-Stadium

## ▪ **Ursachen:**

- bodenbürtiger Pilz
- Verbreitung durch Wind, Niederschläge, Insekten
- Stresssituationen (Hagel, Trockenheit, Fritfliegenbefall etc.)

## ▪ **Symptome:**

- Frühinfektion:
  - Blätter mit perlschnurartigen Beulenketten, z.T. Blattdeformationen und Zerreißen
  - häufig nach Fritfliegenbefall
- Spätinfektion
  - Brandbeulen silbrig, glänzend
  - Bildung nur an noch teilungsfähigem Gewebe
  - Freisetzung von schwarzbraunem Sporenpulver

## ▪ **Abhilfe:**

- Förderung der Jugendentwicklung
- Vermeidung mechanischer Verletzungen durch z.B. mechanische Unkrautbekämpfung mit Hacke, Striegel



Quelle: KWS

# Schädling: Fritfliege (*Oscinella frit*)



## ▪ **Zeitpunkt:**

1-4 Blatt-Stadium v.a. bei Verzögerung des Wachstums aufgrund anhaltender kühler Witterung

**Fliege:** 3 – 4 mm, schwarz glänzend

**Larve:** ca. 4 mm, beinlos, gelbweiß

## ▪ **Symptome:**

- Fraßlöcher quer zu den Blattadern
- Fraßrinnen parallel zu den Blattadern bis in die Blattsüte
- Gelbverfärbung an Fraßstellen
- Aufreißen bzw. Abknicken der Blätter
- Befall des Vegetationspunktes (Wuchsdepressionen / Verdrehungen bis hin zu Totalausfällen)
- Die Schädigung der Pflanze erhöht die Anfälligkeit gegenüber Maisbeulenbrand

## ▪ **Bekämpfung:**

- Förderung der Jugendentwicklung (Sortenwahl, Unterfußdüngung, Saatgutausstattung)
- Insektizide

## ▪ **Schadschwelle:**

- keine praktikable Schadschwelle



Quelle: KWS



Quelle: lfl.bayern.de



Quelle: agrobasesapp.com

# Schädling: Drahtwurm (*Agriotes*-Arten)



## ▪ **Zeitpunkt:**

Fraß am Saatkorn oder Keimling. Nach Grünlandumbruch oder einer längeren Stilllegung werden vor allem in den ersten vier Jahren Schäden beobachtet.

**Käfer:** ca. 1 cm, braun bis schwarz

**Larve:** 2 – 4 cm, beinlos, gelbbraun, rund

## ▪ **Symptome:**

- nesterweiser Befall
- Wuchsdepressionen, Wachstumsstopp
- braun verfärbte Blätter
- Befall von der Seite (Normalfall) – Absterben der zerbissenen äußeren Blätter (Verwechslung mit Erdräupe)
- Befall senkrecht von unten nach oben durch den Wurzelkopf – Absterben des Herzblattes und junger Blätter (Verwechslungsgefahr mit Fritfliege, Auflaufkrankheiten)

## ▪ **Bekämpfung:**

- Saatgutbeize (Zulassungssituation beachten!)
- Förderung der Jugendentwicklung (Sortenwahl, Unterfußdünger, Saatgutausstattung)
- Teilwirkung Kalkstickstoff: Gefahr durch Ätزشäden

## ▪ **Schadschwelle:**

- 1 – 2 Drahtwürmer pro m<sup>2</sup>



Quelle: KWS

# Schädling: Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*)



## ▪ **Zeitpunkt:**

Falterflug abhängig von Temperatur, Flughöhepunkt meist Juli, Larvenfraß ab Juli

**Falter:** ca. 3 cm, zimtbraune, gelbbraune Querstreifen (nachtaktiv)

**Larve:** ca. 3 cm, braungelb, schwarzer Kopf

## ▪ **Symptome:**

- dachziegelartige Eiablage auf der Blattunterseite
- runde Bohrlöcher am Stängel (ober oder unterhalb der Knoten) mit Bohrmehl
- Fraßgänge im Stängel
- Verbräunungen des Stängelinneren
- Abknicken der Stängel
- Fraßgänge in Spindel, Kolben, Kolbenansatz
- Verpilzung der Fraßstellen am Kolben

## ▪ **Bekämpfung:**

- mechanisch (Unterflurhäcksler, Mulcher, Einsatz des Pfluges)
- chemisch mittels Insektiziden (Zulassungssituation beachten)
- Biologisch (Trichogramma, bt-Spritzpräparat)

## ▪ **Schadschwelle**

- chemisch / biologische Bekämpfung ab 30 – 40 Raupen pro 100 Pflanzen im Vorjahr



Quelle: KWS

# Schädling: Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*)



## Entwicklungszyklus

- Eiablage durch die Weibchen ab Juni auf Blattunterseiten im Maisbestand
- Schlupf der Larven nach 10 bis 14 Tagen
- Larven bohren sich in Pflanzen und fressen sich im Stängel nach unten
- Überwinterung in Stoppelresten als Larven
- Verpuppen der Larven im Boden im Mai
- Schlupf der erwachsenen Falter nach ca. 3 Wochen und Zuflug in neue Maisbestände
- Im Internet findet sich auf der Seite des **ISIP** eine Prognose des Flugbeginns:

<https://www.isip.de/isip/servlet/isip-de/entscheidungshilfen/mais/maiszuensler-prognose>

## Bekämpfungsmöglichkeiten

- Überwinterung der Larven in den Stoppelresten unterbinden
  - Konsequente Zerstörung der Stoppelreste
  - Tiefes Unterpflügen
- Verhinderung des Schlupfes der Zünslerlarven durch biologische Bekämpfung
  - Ausbringung von Trichogramma-Schlupfwespen im Zeitraum der Eiablage
  - Schlupfwespen-Larven fressen Eigelege

# Schädling: Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*)



## ▪ **Zeitpunkt:**

Ab Juni Wurzelfraß der Larven, Käferschlupf im Juli / August

**Falter:** 4 – 7 mm, grün-gelber Körper, dunkler Kopf, gelber Halsschild, schwarze Längsstreifen, Fuß schwarz

**Larve:** 10 – 18 mm, gelblich weiß, Kopf braun,  
(Verwechslungsgefahr mit Drahtwurm)

## ▪ **Symptome:**

- Larvenfraß an Wurzel und Wurzelhaaren, Beeinträchtigung der Wasser- und Nährstoffaufnahme, Standfestigkeit (Gänsehals)
- Käferfraß an den Blättern (ähnlich dem Getreidehähnchen), Fraß an Narbenfäden (Beeinträchtigung der Befruchtung und Kornausbildung)

## ▪ **Bekämpfung:**

- Vermeidung von Mais in Selbstfolge – Nahrungsgrundlage entziehen!
- Verschleppung von Larven und Puppen durch Maschinen vermeiden.

## ▪ **Hinweise:**

- Seit 2013 werden keine staatlichen Quarantänemaßnahmen mehr eingeleitet.



# Schädling: Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*)



## Entwicklungszyklus

- Auftreten der erwachsenen Käfer ab Juli in den Maisschlägen
- Weibchen legen anschließend Eier in die oberen Bodenschichten der Maisfelder
- Überwinterung der Maiswurzelbohrer als Eier im Boden
- Im Folgejahr: Schlupf der Larven im Juni und beginnender Wurzelfraß
- Nach 4 bis 5 Wochen Verpuppen der Larven
- Schlupf der erwachsenen Käfer nach einer weiteren Woche

## Bekämpfungsmöglichkeiten

- Wichtigste und effektivste Bekämpfungsmöglichkeit: Fruchtfolge!
  - In Befallsgebieten Maisanbau maximal in zwei von drei Jahren
  - Entwicklungszyklus der Maiswurzelbohrer ist auf Mais in Selbstfolge angewiesen
  - Bis 2014 war Maiswurzelbohrer Quarantäneschädling mit strikten Auflagen zur Fruchtfolge in Befallsgebieten



Wiederholung

1. Nennen Sie drei Maiskrankheiten!
2. Nennen Sie drei Maisschädlinge!
3. Welche Symptome treten bei Stängel- und Wurzelfäule auf?
4. Wie lässt sich der Maiszünsler bekämpfen und warum?
5. Wie lässt sich der Maiswurzelbohrer bekämpfen und warum?



## Ernte als Silo- oder Körnermais

- Silomais
- Körnermais
- CCM / Lieschkolbenschrot



- Bei der Silomaisernte wird die gesamte Pflanze (Kolben und Restpflanze) gehäckselt
- Ziel ist die Konservierung als Silage
- Die theoretische Häcksellänge beträgt bei klassischen Verfahren 6 bis 8 mm
- Bei sehr trockenem Mais sollte die Häcksellänge reduziert werden, um das trockenere Material besser im Silo verdichten zu können – bei feuchtem Mais sollte die Häcksellänge vergrößert werden, um die Saftaustritt zu reduzieren
- Alle Körner sollten im Maishäcksler durch den Kornprozessor (gegenläufige Walzen) möglichst intensiv zerquetscht werden, um die Stärkeverdaulichkeit zu verbessern
- Eine besondere Rolle spielt der richtige Erntetermin:
  - Der Erntetermin stellt einen Kompromiss aus Ertrag, Qualität, Verdaulichkeit und sicherer Verdichtung dar
  - Silomais sollte bei einem Trockensubstanzgehalt (TS) von 30 bis 35 % TS in der Gesamtpflanze geerntet werden
  - Ab der Milchreife ist je nach Witterung mit einer täglichen Zunahme von rund 0,5 % TS in der Gesamtpflanze zu rechnen
  - Der TS-Gehalt der Gesamtpflanze wird vom TS-Gehalt der Restpflanze sowie dem TS-Gehalt im Kolben und den Anteilen von Kolben und Restpflanze beeinflusst



## Einfluss einer zu frühen oder zu späten Silomaisernte

**zu nass**



**optimal**



**zu trocken**

Verringerte Futteraufnahme

Fehlende Stärkeeinlagerung

Sickersaftbildung

Fehlgärungen

Nährstoffverluste

Verringerte Futteraufnahme

Abnahme der Verdaulichkeit

Gefahr der Nacherwärmung

Fehlgärungen

Qualitätsverluste

< 26%    26% – 28%    28% – 30%    30% – 32%    32% – 34%    34% – 36%    36% – 38%    38% – 40%    > 40%



Optimaler Erntebereich 30% – 36% TS

Quelle: KWS



- Bei Körnermais werden nur die Körner geerntet. Dazu wird ein Mähdrescher mit speziellem Pflückvorsatz verwendet.
- Ab ca. 65 % TS bzw. 35 % Feuchtigkeit kann gedroschen werden. Anschließend muss auf 14 - 15% Feuchtigkeit (analog zu anderem Getreide) getrocknet werden, da feuchter Körnermais nicht lagerfähig ist und bereits nach 2 Tagen zu keimen beginnt
- Als Feuchtmais und mit Axialdreschern kann bereits ab 60 % TS geerntet werden.
- Trocknungskosten sind im Körnermaisbau ein wichtiger Faktor. Deshalb ist immer das Ziel den Körnermais möglichst trocken zu ernten
- Dent x Dent-Hybriden weisen ab Kornfeuchten unter 30 % eine bessere Wasserabgabe auf – das sogenannte DryDown. Dadurch kann auf warmen Gunststandorten trockener geerntet werden. Allerdings beginnt die Wasserabgabe später als bei Flint x Dent-Hybriden
- Flint x Dent-Hybriden beginnen früher mit der Wasserabgabe, besitzen aber kein ausgeprägtes DryDown. Dadurch sind diese Sorten als Körnermais vor allem für kühlere Regionen und die Grenzstandorte des Körnermaisbau geeignet.



Quelle: KWS



## Feuchtmais

- Feuchtmais ist Körnermais, der mit einem Trockenmassegehalt von ca. 65 % TS gedroschen wird und anschließend gemahlen und einsiliert wird.
- Feuchtmais ist ein energiereiches Futtermittel und findet Anwendung in der Milchvieh- und Schweinefütterung

## CCM – CornCobMix

- CCM ist ein Gemisch aus Spindeln und Körnern
- CMM kann bereits ab einem TS-Gehalt von 60 % im Korn geerntet werden
- Geerntet wie beim Körnermais mit einem Mähdrescher; Trommeldrehzahl wird erhöht und Korbabstand verringert, um intensiver zu dreschen und kleinere Spindelanteil zu produzieren; Siebe werden weit geöffnet
- CCM wird nach dem Drusch mit einer Mühle zermahlen und muss einsiliert werden
- Vor allem in der Schweinefütterung aber auch in der Milchviehfütterung kommt CCM zum Einsatz

## LKS – Lieschkolbenschrot

- LKS enthält neben den Spindeln und den Körnern außerdem die Lieschblätter, die den Koben umhüllen
- Geerntet wird mit einem Maishäcksler mit Pflückvorsatz
- Da LKS wie CCM relativ feucht geerntet wird, muss LKS ebenfalls siliert werden
- Eingesetzt wird LKS ebenfalls in der Tierfütterung



Wiederholung

1. Was ist der ideale TS-Gehalt für die Silomaisernte?
2. Welche Probleme entstehen bei zu früher oder zu später Silomaisernte?
3. Warum sollten die Körner bei der Silomaisernte zerquetscht werden?
4. Welcher Korn-TS wird für Körnermais beim Abliefern als Trockenmais angestrebt und warum?
5. Was ist CCM und wo findet es Verwendung?

Sie wollen mehr wissen?



KWS SAAT SE & Co. KGaA | Fachberatung Mais | [fb-mais@kws.com](mailto:fb-mais@kws.com) | +49 5561 / 311-1267