



# Grundlagen des Maisanbaus

# Inhaltsverzeichnis

- Bodenbearbeitung und Aussaat
- Nährstoffversorgung
- Pflanzenschutz
- Auftreten von Krankheiten und Schädlingen



Quelle: KWS



# Boden- bearbeitung und Aussaart

# Boden und Bodenbearbeitung

- Mais ist eine wärmeliebende, tropische Kulturpflanze
- Eine rasche Bodenerwärmung im Frühjahr sowie hohe Bodentemperaturen bei der Aussaat sind daher besonders wichtig
- Hohe Bodentemperaturen ermöglichen eine rasche Jugendentwicklung und spiegeln sich somit direkt im Ertrag wieder
- Auch die Bodenart spielt dabei eine wichtige Rolle

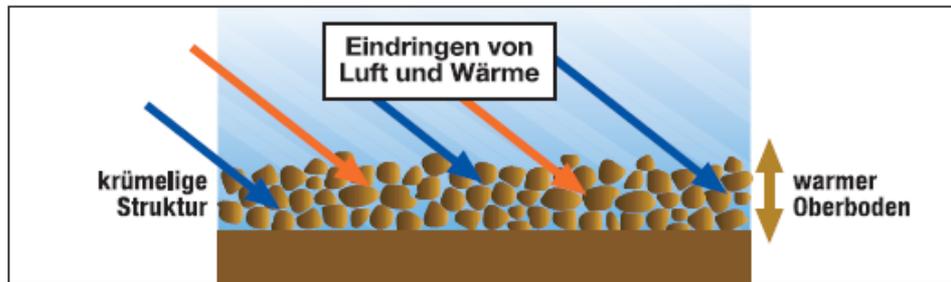
## Vor- und Nachteile der verschiedenen Bodenarten:

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

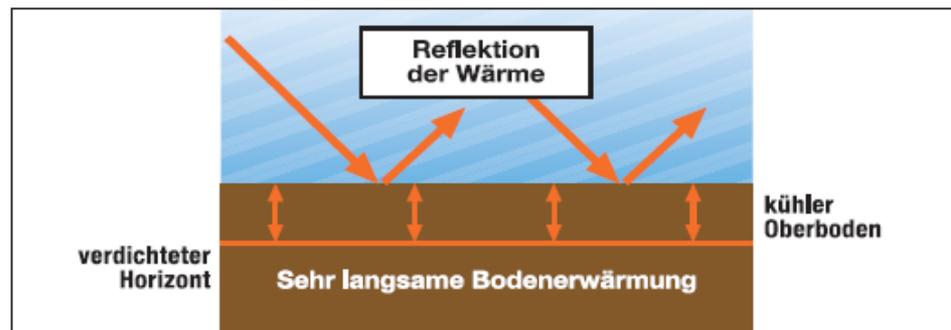
Quelle: KWS

# Boden und Bodenbearbeitung

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



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



Quelle: KWS

# Boden und Bodenbearbeitung

- 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

# pH-Wert und Kalkung

- Der richtige pH-Wert ist wichtig zum Erreichen hoher Erträge und Qualitäten
- Abhängig von Bodenart und Humusgehalt sollten folgende pH-Werte angestrebt werden:

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**	
<b>S</b>	5,6 600	5,2 500	4,8 400	4,3 200	4,1 0	1000
<b>IS, sU</b>	6,0 900	5,6 800	5,2 700	4,8 300		1500
<b>ssL, IU</b>	6,4 1100	6,0 900	5,6 700	5,1 400		2000
<b>sL, uL, L</b>	6,8 1300	6,3 1100	5,8 900	5,2 500		3000
<b>utL, tL, T</b>	7,0 1600	6,5 1500	6,0 1200	5,4 600		4000

\* 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

# Auswahl wichtiger Kalkdünger

Kalkdünger	Basische Wirkung CaO- und MgO-Gehalt	Tatsächliche Kalkform, Wirkung und Nebenbestandteile
<b>Kohlensaurer Kalk</b>	45 – 53 % zum Teil als MgO	80 – 95 % CaCO <sub>3</sub> und MgCO <sub>3</sub> Langsam und nachhaltig
<b>Branntkalk</b>	80 – 95 % zum Teil aus MgO	gebrannter Kalk mit sehr schneller Wirkung
<b>Mischkalk</b>	60 – 65 % zum Teil aus MgO	Gemisch aus Branntkalk und kohlensaurem Kalk; schnelle aber weniger nachhaltige Wirkung
<b>Konverterkalk Feucht-körnig</b>	43 % davon 5 % MgO	kieselsaure Kalke mit nachhaltiger Wirkung, Spurennährstoffe
<b>Konverterkalk mit Phosphat (Thomaskalk)</b>	38 % davon 4 % MgO	Thomaskalk mit 6 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>Carbokalk (abgepresst)</b> Kalkdünger aus der Verarbeitung von Zuckerrüben	30 – 32 % davon 1 % MgO	CaO <sub>3</sub> mit schneller Wirkung, ca. 0,4 % N und 0,6 – 1,0 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 12 – 15 % organische Bestandteile
<b>Carbokalk (flüssig)</b> Kalkdünger aus der Verarbeitung von Zuckerrüben	19 % davon 0,8 % MgO	CaO <sub>3</sub> mit schneller Wirkung, ca. 0,2 % N und 0,7 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 6 % organische Bestandteile
<b>Kalkdünger aus der Aufbereitung von Trink- und Brauchwasser (Rückstandskalk)</b>	mindestens 30 % in der TM	Überwiegend als CaCO <sub>3</sub>
<b>Kalkdünger aus der Verbrennung von Braunkohle (Rückstandskalk, z.B. Fortunit)</b>	40 % davon 10 % MgO	Schwefel, Kieselsäure, Spurennährstoffe

# Temperaturanspruch

## 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

# Vorbeugende Maßnahmen gegen Kälteschäden

- Ackerbauliche Maßnahmen:
  - Intakte Böden
  - 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

- Des Weiteren ist auch eine an den Standort angepasste Sortenwahl wichtig
- Die Entscheidung dabei richtet sich nach Durchschnittstemperaturen oder Wärmesummen

Reife- gruppe	Durchschnittstemp. September in °C		Wärmesumme in °C			
	Silomais	Körner- mais	Silomais bei % TS		Körnermais bei % TS	
früh	12,5	13,5	bei 32 %	1.450	bei 65 %	1.580
	-	-	bei 35 %	1.500	-	-
mittel- früh	13,5	14,5	bei 32 %	1.490	bei 65 %	1.630
	-	-	bei 35 %	1.540	-	-
mittel- spät	14,5	15,0	bei 32 %	1.530	bei 65 %	1.680
	-	-	bei 35 %	1.580	-	-
spät	15,5	15,0	bei 32 %	ca. 1.590	bei 70 %	1.780

Quelle: KWS

# Wasseranspruch

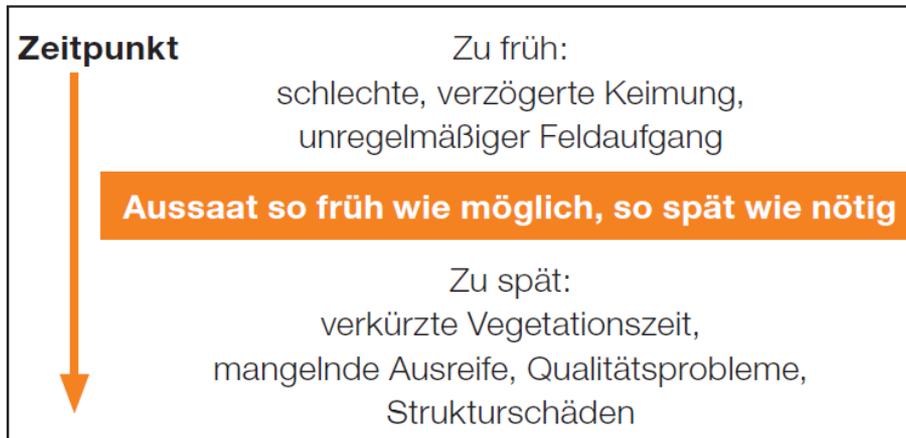
- Mais hat im Vergleich zu anderen Kulturen einen geringen Wasseranspruch
- Der höchste Wasserbedarf besteht vom Fahnenschieben bis zur Milchreife
- Eine gute Nährstoffversorgung, insbesondere mit Kalium, ist wichtig für ein gutes Wasseraneignungsvermögen
- Je nachdem wann Wassermangel auftritt, kann 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: BOKU Wien

# Aussaat

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



Quelle: KWS

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

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

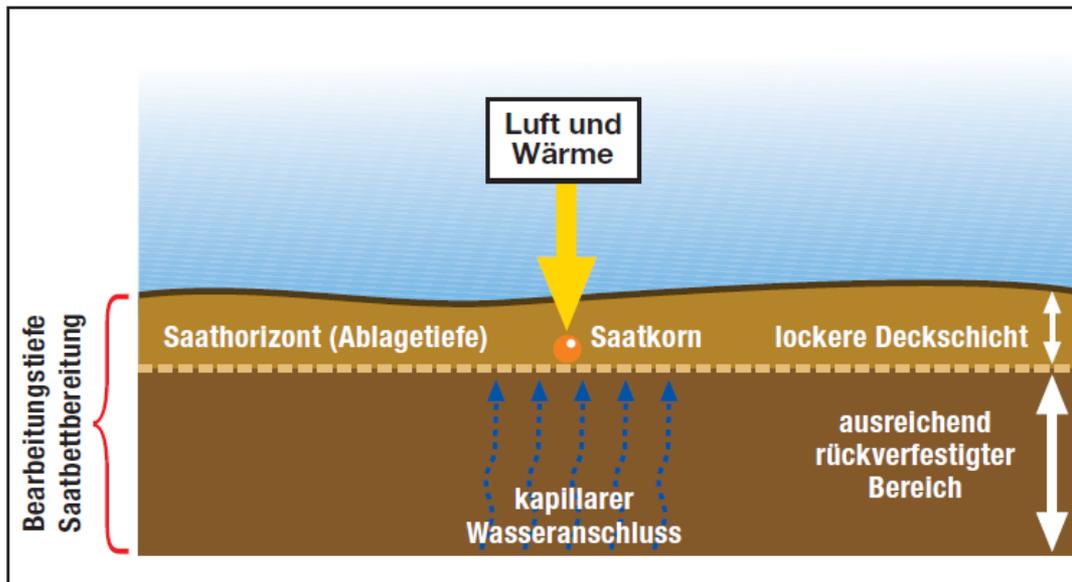
## Auswirkungen einer zu späten Aussaat:

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

# Ablagetiefe

- 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

# Unterfußdüngung

## Folgende Gesichtspunkte sind zu beachten:

- Der Düngebedarf nimmt mit steigender Bodenversorgung ab
- Auf leichten, humusarmen Sandböden ist der Bedarf wegen des schlechteren Nährstofftransformationsvermögens tendenziell höher als bei Böden mit höheren Tongehalten
- 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 muss in Form von Ammonium vorliegen
- Kein Chlorid in die Unterfußdünger, Gefahr von Salzschäden

## Ideale räumliche Platzierung des Düngers



Quelle: KWS

# Schäden durch falsche Saatgutablage

Schäden durch falsche  
Unterfußdüngerablage



Quelle: KWS



Zu flache Saatgutablage in schlecht  
strukturiertem Saatbett

# 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

# Bestandesdichte

- Abhängig von der Wasserversorgung des Standortes, Reifezahl und Sortentyp reicht die optimale Bestandesdichte von 6-12 Pflanzen/m<sup>2</sup>
- Die Wahl der Bestandesdichte sollte sich an den langjährigen Standortbedingungen orientieren
- In der Tendenz können Sorten mit guter Trockentoleranz mit etwas höherer Bestandesdichte angebaut werden

## Allgemeine Empfehlung der Bestandesdichte

Reifegruppe	Wasserversorgung	
	gut	Wassermangel
früh (bis 220)	10 – 12	7 – 9
mittelfrüh (230 – 250)	9 – 10	6 – 8
mittelspät (260 – 290)	8 – 9	6 – 7
spät (über 300)	8	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:

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

## 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:  $0,75 \text{ cm} * 1,33 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$

## Aussaatstärke und Bestandesdichte

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	-	-	-

# Prüfliste für den Einsatz des Sägerätes

## Zu kontrollierende Bauteile:

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



# Prüfliste für den Einsatz des Sägerätes

## 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

# Ursachen für mangelnden Feldaufgang

- 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



# Ursachen für mangelnden Feldaufgang

**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)

# Ursachen für mangelnden Feldaufgang

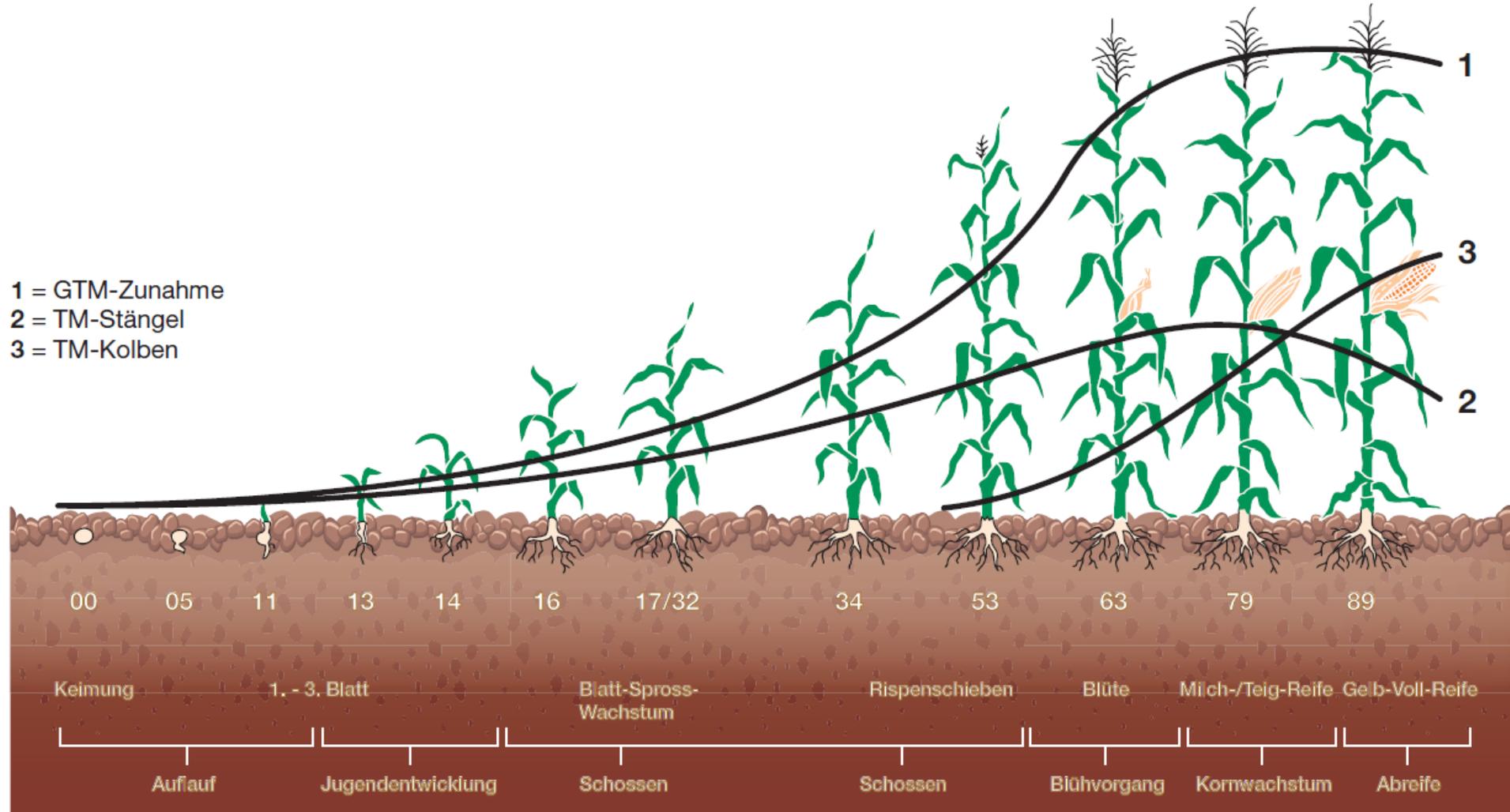
- Ungekeimte Körner, anormale Keimlinge auffindbar
  - Ungünstige Keimbedingungen (Trockenheit, Kälte)
  - Grobklutiges Saatbett (gestörter Wasseranschluss, lange Wege für Keimlinge)
  - Unterbrechung des Keimvorgangs durch Kälteeinbruch, Pilzbefall
  - Zu wenig Keimwasser bei fehlendem Bodenschluss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



Quelle: KWS

# Entwicklungsstadien beim Mais

## Wachstum und Vegetationsverlauf der Maispflanze



# Entwicklungsstadien beim Mais

Besondere Merkmale der einzelnen Entwicklungsstadien:		Anforderungen an die Anbautechnik; Einflüsse von Standortfaktoren:
<b>Makrostadium 0 Keimung</b>		
01	Quellung des Kornes	<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>• Bodenstrukturschäden 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 beim 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



Mehr Informationen zur Bestandesführung im Maisanbau gibt es z.B. online unter: [www.kws-cultivent.de](http://www.kws-cultivent.de)



# Nährstoff- versorgung

# Nährstoffentzug und -verlauf

- Mais hat einen beträchtlichen aber, aufgrund der langsamen Jugendentwicklung, spät einsetzenden Nährstoffbedarf
- In Abhängigkeit von Standort und Ertragserwartung kann dieser recht unterschiedlich ausfallen
- Neben den Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphat, Kalium, Magnesium und Kalzium ist auch die Düngung von Schwefel und Mikronährstoffen von Bedeutung
- Der Schwefelbedarf ist dabei eng mit dem Stickstoffbedarf verbunden, da beide im Verhältnis von ca. 1:10 im Pflanzenprotein vorkommen
- Die Schwefelversorgung kann z.B. durch SSA im Unterfußdünger sicher gestellt werden

# Nährstoffentzug und -verlauf

**Nährstoffentzüge (kg/ha je 10 dt Körnermais [86 % TS] bzw. 100 dt Silomais-Frischmasse [28% TS])**

Nährstoff	Silomais (32 % TS)	Körnermais (10 % RP)	
	kg/t Frischmasse	kg/t (Korn)	kg/t (Stroh)
		Korn-Stroh-Verhältnis 1:1	
Stickstoff (N)	3,5 – 4,5	1,2 – 1,6	0,7 – 1,1
Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,5 – 2,5	0,6 – 1,1	0,3 – 0,6
Kalium (K <sub>2</sub> O)	4,0 – 5,5	0,4 – 0,6	1,5 – 2,5
Magnesium (MgO)	0,7 – 1,3	0,2 – 0,3	0,2 – 0,4
Kalk (CaO)	1,0 – 1,8	0,2 – 0,3	0,5 – 0,7
Schwefel (S)	0,3 – 0,5	-	-

Quelle: geändert nach LWK-Niedersachsen, 2014; Früchtenich et al., 1993

# Nährstoffentzug und -verlauf

## Empfohlene Düngung

Art	Menge (kg/ha)	Ausbringzeitpunkt
Stickstoffdüngung	140 – 200	vor der Saat, als Unterfußdünger, vor oder nach dem Auflaufen
Phosphatdüngung	40 – 80	Als Unterfußdünger
Kaliumdüngung	200 – 250	vor der Saat (Frühjahr, Herbst)
Schwefeldüngung	30 – 40	vor der Saat, als Unterfußdünger, vor oder nach dem Auflaufen
Magnesiumdüngung	40 – 70	vor der Saat, als Unterfußdünger, vor oder nach dem Auflaufen

Quelle: eigene Berechnungen nach Früchtenich et al., 1993

### Außerdem zu berücksichtigen

- Ausreichende Versorgung mit Mikronährstoffen
- Ergebnisse der Bodenuntersuchung

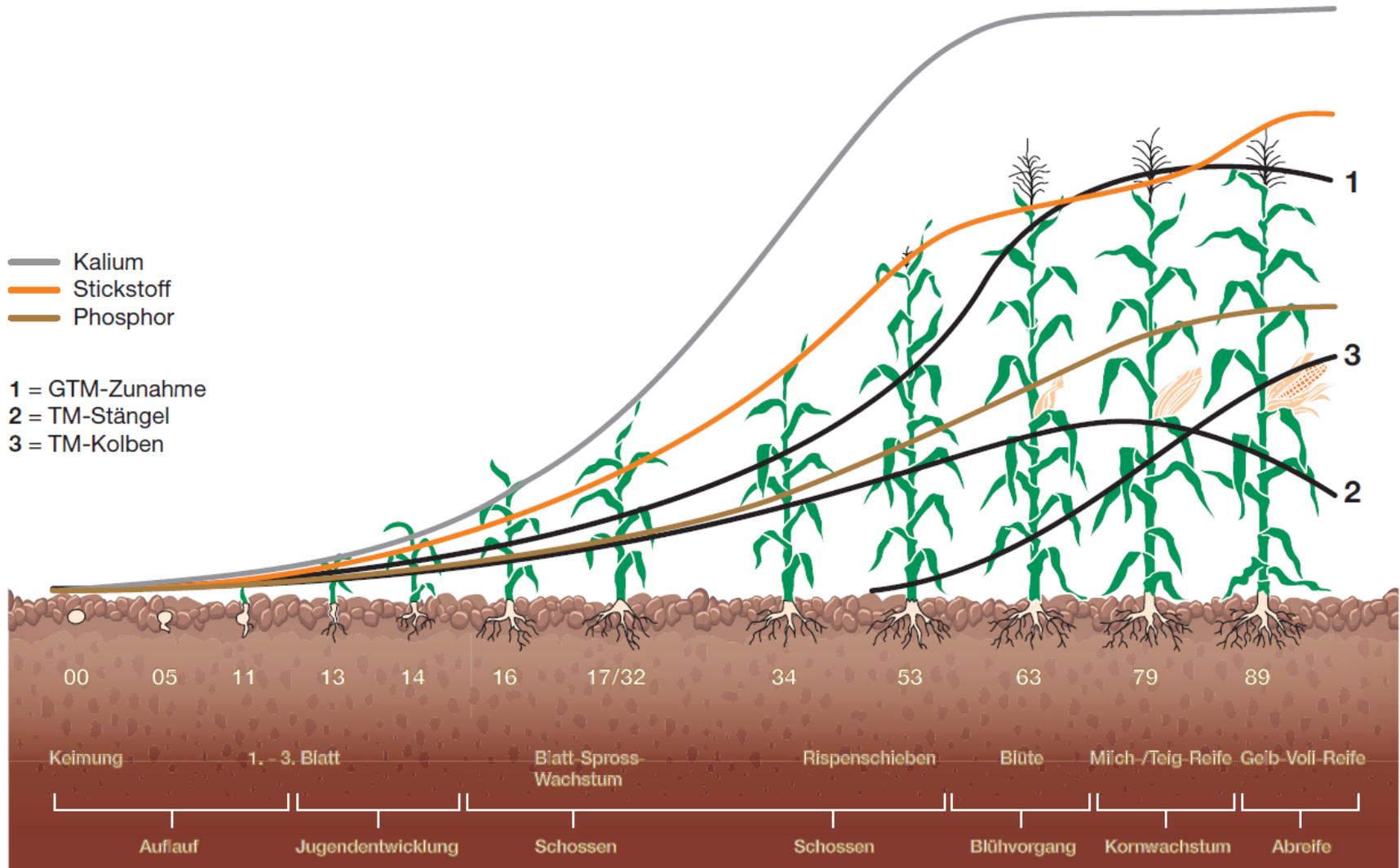
- Höchste Nährstoffaufnahme im Zeitraum von 10-15 Tagen vor der Blüte bis 25-30 Tagen nach der Blüte
- In dieser Zeit werden 85% des Stickstoff-, 73 % des Phosphat- und 96 % des Kaliumbedarfs aufgenommen

## Verlauf der Nährstoffaufnahme (Angaben in Prozent)

Stadium	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S
Bis 4-Blatt-Stadium	2	1	4	3	2
4-Blatt-Stadium bis Eintrocknen der Narbenfäden	85	73	96	78	85
Kolbenreife	13	26	0	19	13

Quelle: Hermann et al., 2011

# Verlauf der Nährstoffaufnahme

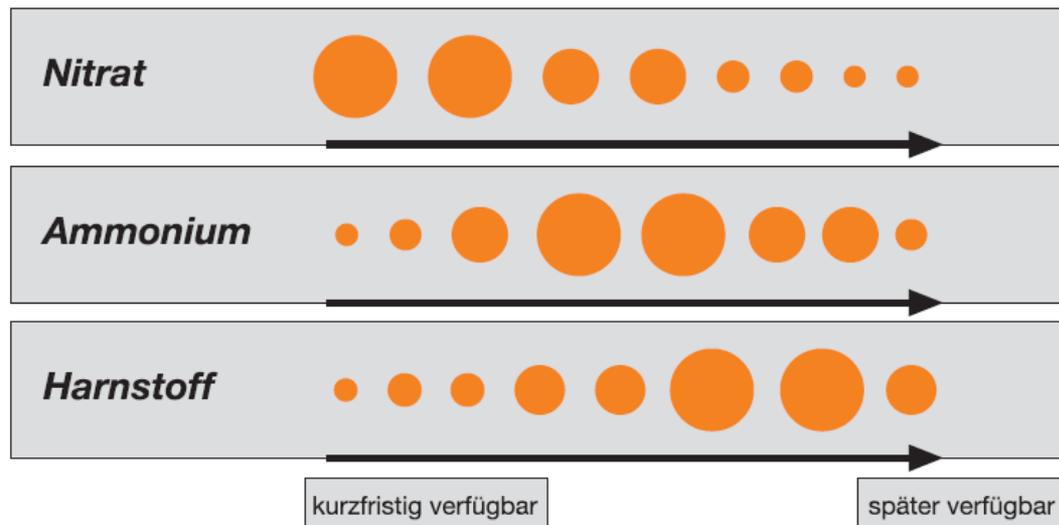


Quelle: KWS

# Stickstoffdüngung

- Empfohlene Düngung: ca. 140-200 kg N/ha je nach Ertragserwartung
- Nitrat kann durch Niederschläge schnell in tiefere Bodenschichten verlagert werden
- Ammonium wird im Boden austauschbar gebunden und somit nicht verlagert
- Mais ist sehr früh in der Lage, Ammonium aufzunehmen

## Wirkungsgeschwindigkeit unterschiedlicher Stickstoffverbindungen



Quelle: KWS

# Stickstoffdüngung

Für eine wirtschaftliche und ökologische Optimierung der Stickstoffversorgung sind sowohl Nmin-Gehalte als auch Stickstoffnachlieferung und –verlust während der Vegetation zu berücksichtigen

## Stickstofflieferung:

- Mineralisation aus Bodenvorräten
- Stickstofffreisetzung aus organischer Düngung
- Stickstofffreisetzung durch Leguminosen
- Vorfruchtwirkung

## Stickstoffverluste:

- Gasförmige Verluste bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern
- Auswaschungsverluste
- Denitrifikationsverluste

## 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)				Vol.%* N (kg/100 l)		
	N	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Amid			
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 (Plamon 33 S)	33	-	10	23	-	-180	12% S
Kalkstickstoff, gepert (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 Ausbringmengen 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\*1,28), was 36 kg N je 100 Liter entspricht.

# Stickstoffmangel

## Symptome:

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



Quelle: KWS

# Phosphatdüngung

- Empfohlene Düngung: 40-80 kg/ha ( $P_2O_5$ )
- Unter kalten Bedingungen in der Jugendentwicklung hat Mais ein schlechtes Phosphataneignungsvermögen, dadurch kann ein temporärer Phosphatmangel entstehen
- Permanenter Mangel tritt bei stark sauren ( $pH < 5$ ) oder alkalischen ( $pH > 7,5$ ) Böden auf
- Eine ausreichende Phosphatversorgung ist am besten durch eine Unterfußdüngung zu erreichen z.B. mit DAP
- Eine Gabe mit 30 kg Phosphat + entsprechender Stickstoffmenge sichert die Versorgung ab

## Symptome bei Mangel:

- Ältere Blätter rötlich bis violett
- Rotverfärbungen am Stängel
- Wuchsverzögerung
- Geringe Wurzelmasse
- Bei anhaltendem Mangel Absterben der Blätter von der Spitze beginnend



Quelle: KWS

# Kaliumdüngung

- Empfohlene Düngung: 200-240 kg/ha
- Kalium ist an vielen Stoffwechselprozessen beteiligt
- Eine gute Kaliumversorgung erhöht die Standfestigkeit, die Widerstandskraft gegen Stängelfäule und ist wichtig für eine gute Kolbenausbildung
- Bis zum Fahnenschieben werden ca. 240 kg  $K_2O$  aufgenommen
- Auf normal versorgten Standorten empfiehlt sich eine Düngung mit 5-6 dt/ha Korn Kali bei mittlerem Ertragsniveau und 6-7 dt/ha bei hohem Ertragsniveau



## Symptome bei Kaliummangel:

- Ältere Blätter anfangs bläulich-grüne, später braunrote Färbungen
- Vergilbung von den Blattspitzen und -rändern ausgehend
- Verkrümmung, Einrollen der Blätter
- Absterben der Blätter



# Schwefeldüngung

- Empfohlene Düngung: 30-40 kg/ha
- 90 % liegt im Boden in organisch gebundener Form vor und ist erst nach der Mineralisation verfügbar
- Auf leichten Böden kann es auch zu Auswaschung kommen
- Schwefel verbessert die Stickstoffversorgung
- Bei viehhaltenden Betrieben ist Schwefelmangel unwahrscheinlich, da Gülle ein guter Schwefellieferant ist (Schwefelgehalt 0,3-0,5 kg/m<sup>3</sup>)

## Symptome bei Schwefelmangel:

- Chlorosen
- Rötliche Verfärbungen an den Blatträndern
- Stängel: rötliche Verfärbung, Vergilbung



Quelle: KWS

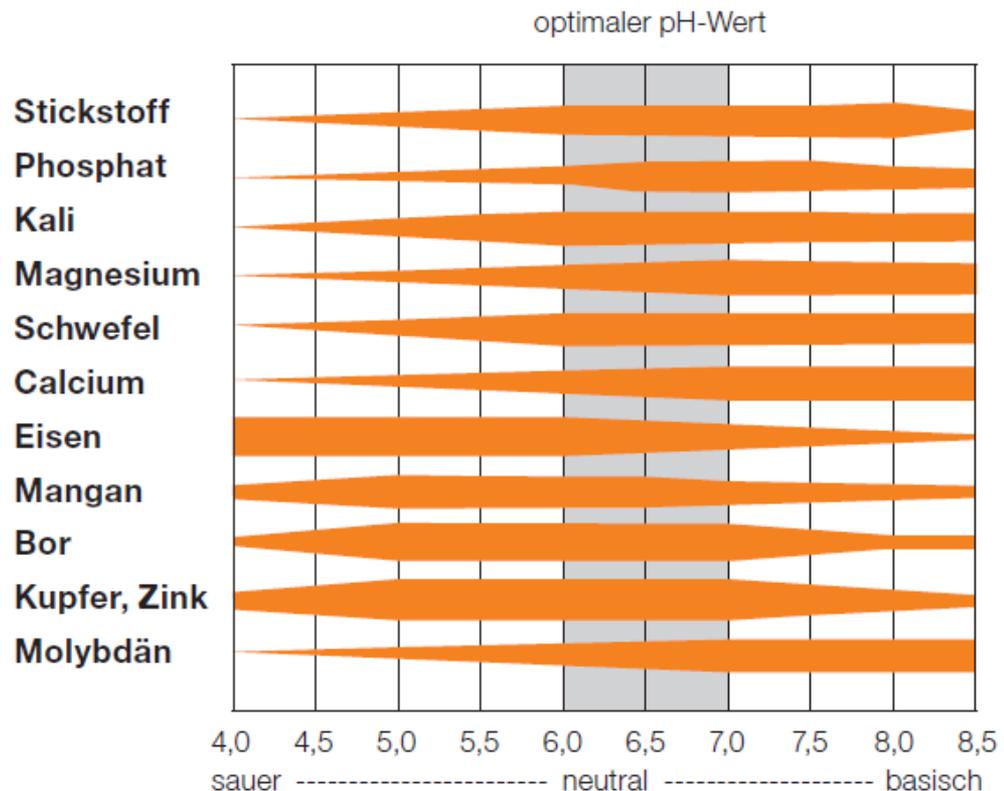
# Kalkversorgung

- Empfohlene Düngung: je nach Bodenart
- Vorsaatkalkung bei Mais mit etwa 1,5-2 t/ha und flaches Einarbeiten bei der Saatbettbereitung fördert die Bodenstruktur und –erwärmung
- Des Weiteren wird Bodenverschlammung und -versauerung vorgebeugt
- Auch die Nährstoffverfügbarkeit hängt vom pH-Wert ab

## Ursachen von Bodenversauerung sind:

- Ausscheidungen von Wurzeln und Bodenorganismen
- Entzug von Kalk durch die Pflanze
- Auswaschung (100-400 kg CaO/ha pro Jahr)
- Einsatz sauer wirkender Düngemittel z.B. ASS, Harnstoff

## Boden-pH und Nährstoffverfügbarkeit



Quelle: effizient Düngen, 2012

# Versorgung mit Spurenelementen

- Die Versorgung mit Spurenelementen wird vor allem auf Hohertrags- und Trockenstandorten diskutiert
- Eine Bodenuntersuchung auf die wichtigsten Spurenelemente gibt Aufschluss über den Düngebedarf

## Spurenelementbedarf von Mais und Getreidearten

Frucht	Kupfer	Mangan	Zink	Bor	Molybdän
Mais	mittel	mittel	hoch	mittel	niedrig
Weizen, Gerste, Triticale	hoch	hoch	niedrig	niedrig	niedrig

Quelle: Handbuch Mais

- Bei Spurenelementen ist sowohl eine Boden- als auch eine Blattdüngung möglich
- Bei der Bodendüngung ist oft die Ausbringtechnik der begrenzende Faktor
- Je nach Entwicklungsstadium, erreicht bei der Blattdüngung nur ein Teil des Düngers die Pflanze

# Versorgung mit Spurenelementen

- Auch Standort- und Witterungsfaktoren haben Auswirkungen auf die Wirksamkeit der Spurenelemente

## 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: Handbuch Mais

# Borversorgung

- Empfohlene Blattdüngung: 250-500 g/ha Bor
- Bormangel ist sehr selten
- Bor fördert vor allem die Ausbildung der Kolben
- Am effektivsten ist eine frühe Blattdüngung (ab dem 4-Blatt-Stadium)

## Symptome bei Bormangel:

- Streifige Nekrosen an älteren und jüngeren Blättern
- Leere Kolbenspitzen
- Unterschiedliche Korngrößen
- Gekrümmte Kolben



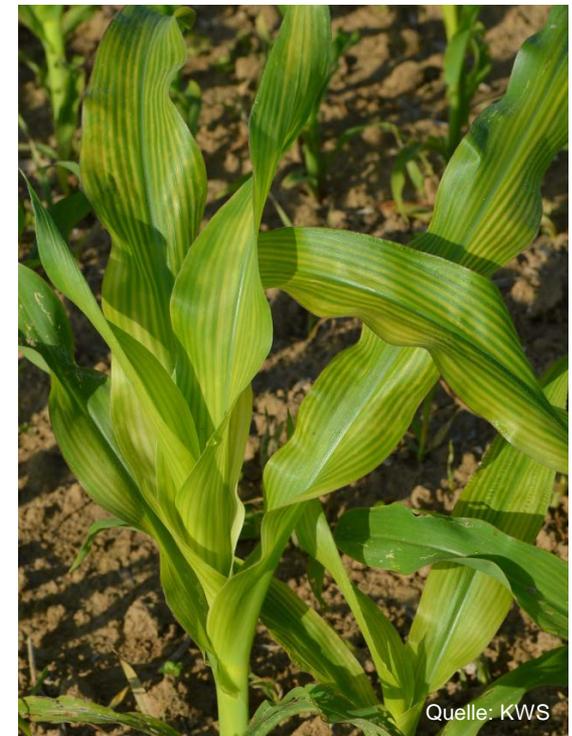
Quelle: KWS

# Manganversorgung

- Empfohlene Blattdüngung: 500-4000 g/ha Mangan
- Mangan ist an der Aktivierung von Enzymen beteiligt, die für verschiedene Stoffwechselprozesse notwendig sind
- Ein Mangel kann am besten durch Blattdüngung beseitigt werden
- Die Mangandüngung muss aber stets mit Magnesium kombiniert werden, um Nährstoffkonkurrenz zu vermeiden

## Symptome bei Mangel:

- Helle Nekrosen zwischen den Blattadern
- Meist im unteren Drittel der mittleren Blätter
- Jüngste Blätter blassgrün aus Blattscheide
- Achtung: Verwechslungsgefahr mit Magnesiummangel!



Quelle: KWS

Manganmangel

# Zinkversorgung

- Empfohlene Blattdüngung: 300-500 g Zink
- Zink ist ein wichtiger Bestandteil beim Ablauf der Zellteilung
- Ein Mangel wird daher während der Hauptwachstumsphase deutlich
- Eine Blattdüngung im 4-6-Blattstadium wirkt am effektivsten

## Symptome bei Mangel:

- Streifenförmige Aufhellungen rechts und links der Mittelrippe auf der unteren Blatthälfte
- Gestauchtes Wachstum
- Aufhellungen treten während des 6- bis 12-Blatt-Stadiums zu Tage



Quelle: KWS

# Wirtschaftsdünger

- Mais kann Nährstoffe aus organischen Verbindungen effektiver nutzen als andere Kulturpflanzenarten
- Vor allem Stickstoff aus organischen Düngern wird gut genutzt, da Hauptnährstoffbedarf und Hauptmineralisation zeitlich zusammentreffen



# Nährstoffgehalte in organischen Düngern

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	2,2	5,4
		Milchkuhgülle	10	5,2	2,9	18	2,0	7,3
	Mist	Mastbullenmist	20	5		14	4	6
		Milchkuhmist	20	6		14	4	9
<b>Schweine</b>	Gülle	Ferkelgülle	4	4,0	2,8	14	2,5	3,6
		Mastschw.-Gülle Durchschnitt	6	6,0	4,2	14	3,4	3,9
		Mastschw.-Gülle FI	5	5,0	3,5	14	2,8	3,3
		Mastschw.-Gülle Tr	7	7,4	5,3	14	4,3	4,9
		Sauengülle Standard	5	4,5	3,1	14	3,2	3,0
<b>Geflügel</b>	Trockenkot	Legehennen-HTK	50	25		17	20	15
	Geflügelmist	Hähnchenmist	50	24		17	21	30
		Putenmist	50	22		17	23	23
<b>Sonstige</b>	Mist	Pferdemist	30	4		9	3	11

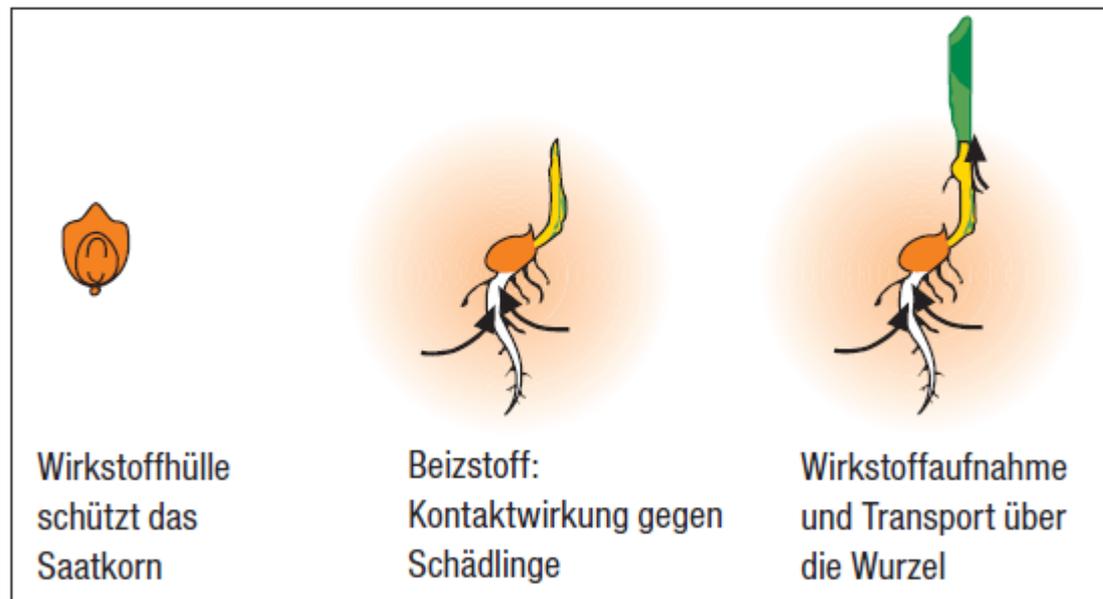


# Beiz- und Pflanzenschutz

# Beizschutz

- Zum Schutz des Saatkorns stehen die Standardbeize TMTD (Wirkstoff Thiram) und Mesurol (Wirkstoff Methiocarb) flüssig zur Verfügung
- Je nach Wirkstoff schützen diese das Korn und die junge Maispflanze vor Vogelfraß, Insekten oder Pilzbefall

## Schematische Darstellung des Wirkungsmechanismus einer Beize (vereinfacht)



Quelle: Bayer CropScience, abgeändert

# Beizschutz

- Neben den zuvor erwähnten Beizmitteln gibt es noch weitere
- Maxim und TMTD sind Standardbeizen
- Andere Beizungen müssen bei Bedarf beim Kauf angefordert werden

## Zugelassene Beizmittel (Stand 02.12.2015)

Präparat Beizmittel	Wirkstoff	Wirkungsspektrum	Zugelassen bis
<b>MAXIM XL</b>	Fludioxonil + Metalaxyl-M	Fungizig	29.02.2016
<b>TMTD 98 % Satec</b>	Thiram	Fungizid	31.12.2020
<b>FLOWSAN FS</b>	Thiram	Fungizid	31.12.2016
<b>Aatiram 65</b>	Thiram	Fungizid	31.12.2019
<b>MESUROL flüssig</b>	Methiocarb	Fritfliege, Fasan, Taube, Krähe	31.12.2016

Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit

# Beizschutz

- Als insektizides Beizmittel steht in Deutschland Mesurol zur Verfügung
- Dessen Wirkungsspektrum zeigt die folgende Tabelle

## Wirkungsspektrum der Sonderbeize Mesurol

MI/Einheit (50.000 Körner)	150
Fritfliegen	++
Drahtwurm	+
Erdräupen	(+)
Läuse (Frühbefall)	(+)
Zikaden	
Vogelrepellent (Fasan, Krähe, Taube)	++(+)
Schnecken (Auflaufsicherung)	++
Maiswurzelbohrer (Diabrotica)	(+)
Maisbeulenbrand und Zwiewuchs (indirekte Wirkung)	+(+)
Vitalität	+
Wirkungssicherheit (Unabhängigkeit von Bodenfeuchte und –art)	+(+)

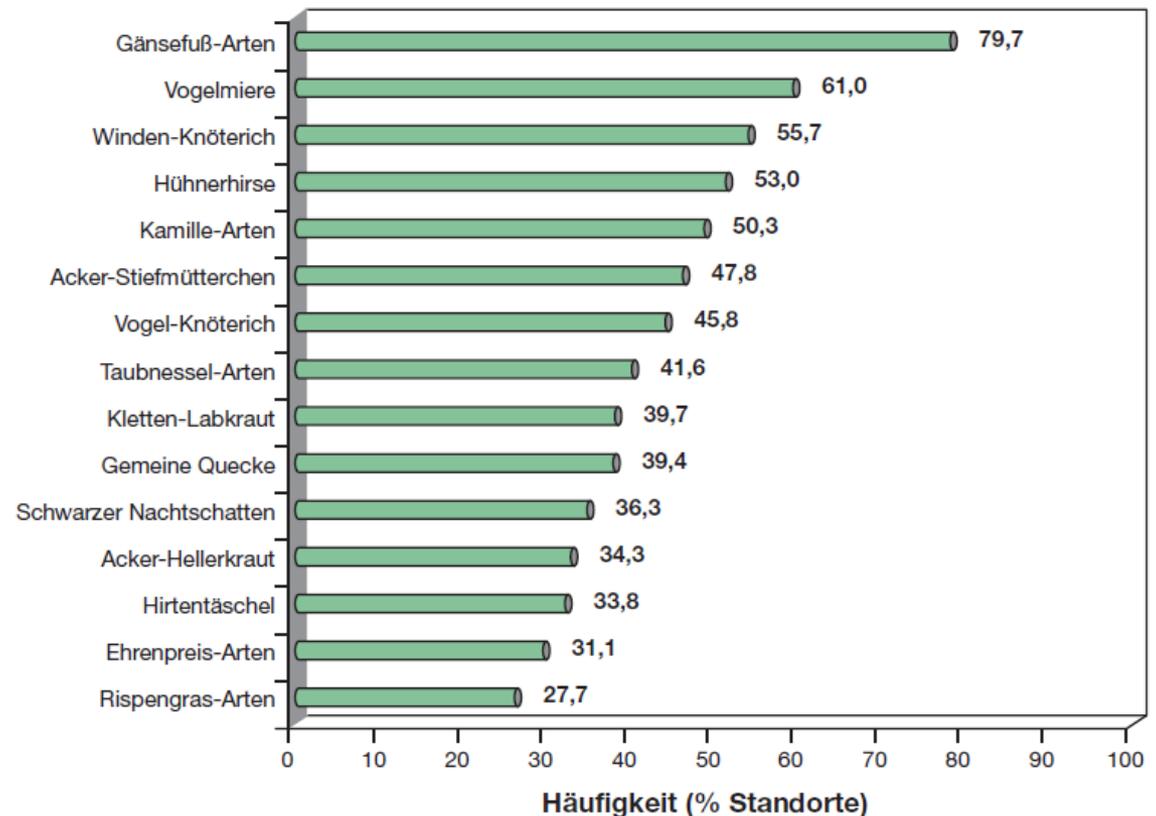
+++ sehr gut Wirkung, ++ befriedigende Wirkung, + teilweise wirksam

Quelle: Bayer CropScience

# Pflanzenschutz

- Mais ist während der Jugendentwicklung besonders empfindlich gegenüber Unkrautkonkurrenz
- Diese konkurrieren mit ihm um Wasser, Nährstoffe und Licht
- Herbizidmaßnahmen müssen daher auf Unkrautbekämpfung bis zum Reihenschluss ausgerichtet sein
- In Maisbeständen findet man eine sehr vielfältige Unkrautflora

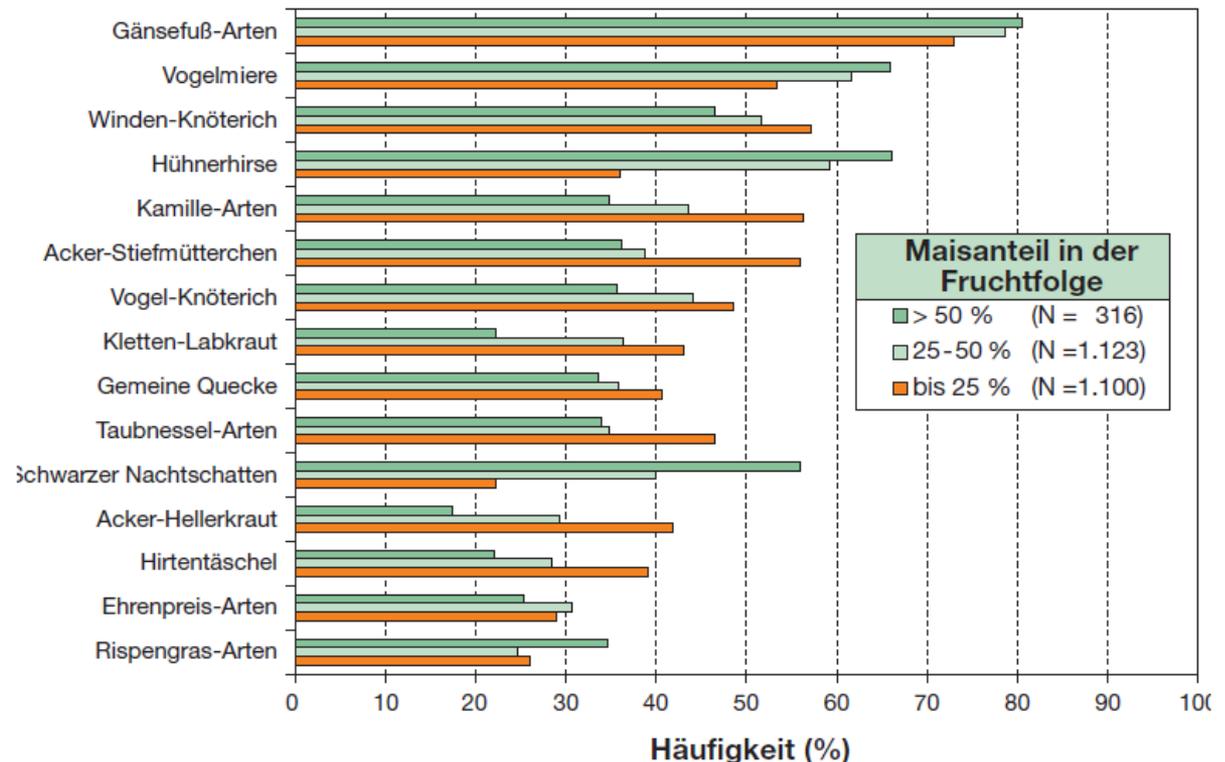
## Häufigkeit von Unkräutern in Mais in Deutschland



2.602 Standorte in den Jahren 2000-2004 untersucht  
Quelle: Mehrtens, 2005; proplanta® 2007

- Bestimmte Unkrautarten nehmen mit steigendem Maisanteil in der Fruchtfolge zu
- Die zurzeit breite Produktpalette an Herbiziden kann genutzt werden, um die Unkrautflora individuell zu bekämpfen
- Dabei kann zwischen Herbiziden für den Vor- und Nachauflauf sowie Blatt- und Bodenherbiziden unterschieden werden

## Einfluss des Maisanteils in der Fruchtfolge auf das Vorkommen von Unkrautarten



Quelle: Mehrtens, 2005; proplanta® 2007

## Blattaktive Substanzen

- Rasche und gute Wirkung bei aufgelaufenen Unkräutern auf humusreichen, trockenen Böden
- Zu berücksichtigen ist allerdings:
  - Keine Anwendung bei großen Temperaturschwankungen
  - Nicht bei starker Sonneneinstrahlung spritzen (besser in den Abendstunden)
  - Nicht in stressgeschwächten Maisbeständen einsetzen
  - Auf ausreichende Wachsschicht auf den Maisblättern achten
  - Empfohlenen Anwendungszeitraum nicht überschreiten
- Achtung zudem beim Einsatz von Sulfonylharnstoffen (Cato, Motivell, MaisTer)
  - Auf Sortenverträglichkeit achten
  - Stress für die Maispflanze vermeiden, z.B. starke Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht, sehr kühle oder heiße Witterung nach Applikation



Herbizidschaden an Maispflanze

## Bodenaktive Substanzen

- Eingesetzt zu einem frühen Zeitpunkt auf feuchten Mineralböden zeigen diese eine gute Dauerwirkung
- Zu beachten ist allerdings:
  - Nur bei ausreichender Bodenfeuchte wirksam
  - Auf gut abgesetztes Saatbett achten
  - Bodenart und Humusgehalt können die Wirkung beeinflussen
- Starke Altverunkrautung bei Mulchsaaten wird am besten durch den Einsatz nicht-selektiver Mittel auf Glyphosat-Basis (z.B. Roundup, Touchdown) vor der Saat bekämpft
- Beim Einsatz von Herbiziden ist auf den richtigen Zeitpunkt, die Abstandsauflagen sowie die Einsatzbedingungen zu achten
- Eine unsachgemäße Anwendung kann die Maispflanzen schädigen



Herbizidschaden an Maispflanzen

# Insektizide

- Der Insektizideinsatz spielt aufgrund des i.d.R. geringen Schädlingsdrucks zurzeit eine untergeordnete Rolle
- In einigen Regionen verursacht der Maiszünsler aber so große Schäden, dass dieser bekämpft werden muss
- Aufgrund des späten Auftretens während der Vegetation müssen Spezialgeräte eingesetzt werden
- Informationen zur termingerechten Anwendung werden von den amtlichen Warndiensten erteilt
- Die Anzahl der zugelassenen Insektizide im Mais ist sehr gering

## Insektizide Mais (Stand 02.12.2015)

Handelsbezeichnung	Wirkstoff	Wirkungsbereich	Zugelassen bis
<b>CORAGEN</b>	Chlorantraniliprole	Insektizid	31.12.2025
<b>Dipel ES</b>	Bacillus thuringiensis subspecies kurstaki Stamm ABTS-351 (Stamm HD-1)	Insektizid	31.12.2021
<b>Gladiator</b>	Methoxyfenozide	Insektizid	31.12.2015
<b>Kaiso Sorbie</b>	lambda-Cyhalothrin	Insektizid	31.12.2023
<b>Karate Zeon</b>	lambda-Cyhalothrin	Insektizid	31.12.2022
<b>Lambda WG</b>	lambda-Cyhalothrin	Insektizid	31.12.2022
<b>Mesuroil flüssig</b>	Methiocarb	Insektizid, Repellent, Wildschadenverhütungsmittel	31.12.2016
<b>SpinTor</b>	Spinosad	Insektizid	31.12.2017
<b>STEWART</b>	Indoxacarb	Insektizid	31.12.2016
<b>TRAFO WG</b>	lambda-Cyhalothrin	Insektizid	31.12.2022



# Auftreten von Krankheiten und Schädlingen

# Krankheiten und Schädlinge

- Mais wird deutlich weniger von Krankheiten befallen als andere Ackerfrüchte
- Pflanzenschutzmaßnahmen beschränken sich daher auf:
  - Beizung gegen Auflaufkrankheiten, Bodenschädlinge und Schadvögel
  - Unkrautbekämpfung
  - Maiszünsler- und Maiswurzelbohrerbekämpfung
- Durch indirekte Maßnahmen wie Sortenwahl, Standortwahl, Düngung, Bodenbearbeitung, Optimierung der Bestandesdichte und des Erntefensters können Maispflanzen zudem sehr gut gesund gehalten werden
- Auf die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge wird im Folgenden kurz eingegangen



Ausführliche Informationen zu möglichen Krankheiten und Schädlingen im Maisanbau gibt es auch auf: [www.kws-cultivent.de](http://www.kws-cultivent.de)

## Wurzel- und Stängelfäule (Fusarium Arten)

- Bodenbürtige Pilze können Wurzeln und Stängelgrund schon frühzeitig befallen, aber auch nach dem Rispenziehen ist ein Befall noch möglich
- Symptome:
  - Verbräunung im unteren Stängelbereich
  - Rötliche Verfärbung des Stängelmarks
  - Nachlassende Standfestigkeit
- Die nachlassende Standfestigkeit kann zu erheblichen Ertragsverlusten führen
- Zudem kann die Bildung toxischer Substanzen negative Auswirkungen auf die Silagestabilität haben
- Die Befallsstärke ist auch von der physiologischen Konstitution der Pflanze abhängig
- Besonders unter Trockenheit auf sandigen Böden tritt die Krankheit verstärkt auf
- Durch Beizung mit TMTD und die Wahl wenig anfälliger Sorten kann die Krankheit gut bekämpft werden



Quelle: KWS

## Kolbenfäule (Fusarium Arten)

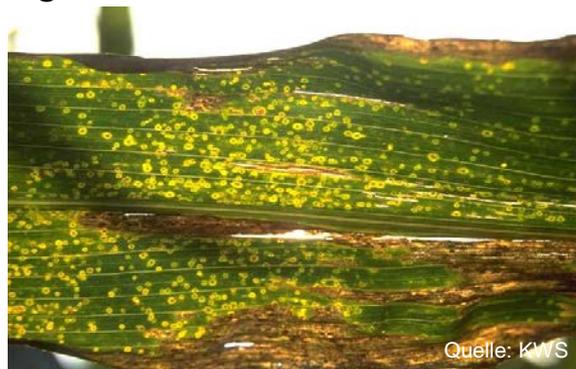
- Voraussetzung:
  - kühle, regenreiche Sommer- u. Herbsttage mit hoher Luftfeuchtigkeit
  - Faktoren, die den natürlichen Schutz des Kolbens durchbrechen (z.B. Öffnen der Lieschen, Vogelfraß, Hagel, Befall mit Maiszünsler)
- Ein weißlich-grauer bis rötlicher Schimmelbelag zeigt sich an den Kolben
- Befallene Bestände sollten für die Fütterung genauestens beobachtet werden, da die enthaltenen Mykotoxine zu Gesundheitsstörungen führen können
- Eine ausgeglichene Düngung, Förderung der Zersetzung von Ernteresten und die Fruchtfolgegestaltung sind wichtige Bekämpfungsmaßnahmen



# Pilzkrankheiten

## Blattkrankheiten (*Exserohilium turcicum*, *Cochliobolus carbonum*, *Kabatiella zeae*)

- Abhängig von Witterung und Standortbedingungen können verschiedene Pilzkrankheiten die Blattfläche des Maises befallen
- Eine visuelle Unterscheidung ist vor allem zu Beginn des Befalls schwierig
- Symptome:
  - unterschiedlich gefärbte Blattflecken
  - entweder sich ausdehnend und zusammenfließend
  - oder auch scharf voneinander abgegrenzt
- Günstige Infektionsbedingungen sind Temperaturen von 18 bis 27 °C sowie morgendlicher Tau und Nebel
- Folgen des Befalls sind ein Verlust von Assimilationsfläche, vorzeitiges Beenden der Stärkeeinlagerung und Ertragsverluste
- Die besten Bekämpfungsmöglichkeiten sind das Unterpflügen von Ernterückständen und die Wahl wenig anfälliger Sorten



Kabatiella zeae



Exserohilium turcicum

Quelle: KWS

# Pilzkrankheiten

## Maisbeulenbrand

- Pilzsporen werden durch Wind, Niederschläge und Insekten verbreitet und können verletzte Maispflanzen infizieren
- Beulenbrand tritt vor allem in Stresssituationen auf (z.B. Trockenheit, Hagel)
- Hohe Temperaturen fördern die Keimung der Sporen
- Pilzsporen können auf Ernteresten nach dem Unterpflügen 10 Jahre im Boden überdauern
- Höhe des Befalls unabhängig von Häufigkeit des Maisanbaus

## Vorbeugende Maßnahmen:

- Zügige Jugendentwicklung fördern (z.B. Sortenwahl)
- Ausgewogene Düngung
- Fritfliegenbekämpfung (Beizmittel)
- Maiszünslerbekämpfung (z.B. ackerbauliche Maßnahmen)
- Vermeidung mechanischer Verletzungen (z.B. durch Striegeln, Düngerstreuen)
- Wenn der Kolben befallen wird, können Ertrags- und Qualitätseinbußen entstehen



Quelle: KWS

Beulenbrand am Masistängel



Quelle: KWS

Beulenbrand am Masiskolben

## Maiskopfbrand

- Tritt in Deutschland nur in Einzelfällen auf
- Für die Keimung der Sporen sind hohe Temperaturen und trockene Böden erforderlich
- Infektion erfolgt über die Wurzel durch den Boden
- Symptome sind Brandgallen und Sporenlager an Kolben und Rispe nach der Blüte
- Befallene Kolben sind kleiner, birnenförmig und fühlen sich weich an
- Deutlichere Ertragsverluste als beim Beulenbrand
- Bekämpfung durch resistente Sorten und Fungizide am Saatgut möglich



Maiskopfbrand an Rispe

Quelle: KWS



Maiskopfbrand an Kolben

Quelle: KWS

# Pilzkrankheiten

## Hexenbesenkrankheit

- Befall führt zu Fehlentwicklung der generativen Organe
- Statt Körnern bilden sich kleine Blättchen, die Rispe bekommt die Form eines Besens
- Sporen dringen, bei reichlichem Wasserangebot (z.B. Überflutungen), über die Wurzel in die Pflanze ein
- Gute Entwicklungsmöglichkeiten bei 5-10 cm Pflanzenhöhe und 12-16 °C Bodentemperatur
- In Deutschland sehr selten zu beobachten



Quelle: KWS

Hexenbesen an der Maisrispe

## Fritfliege (*Oscinella frit*)

- Befall und Eiablage im 1-2-Blattstadium, besonders bei kühler Witterung und Wachstumsverzögerung
- Ab 4-Blatt-Stadium droht kein Befall mehr
- Schäden:
  - Fraßlöcher und -rinnen an den Blättern durch die Larven
  - Wuchsdepression, Verdrehung der Blätter und Ausbildungen von Seitentrieben bei Befall des Vegetationspunktes



Fritfliege

Quelle: KWS



Lochfraß durch Fritfliege

Quelle: KWS

## Drahtwürmer (Agriotes-Arten)

- Schäden im frühen Stadium durch Fraß am Saatkorn oder Keimling
- Bei größeren Pflanzen bohren sich die Larven unterirdisch in den Stängel, was zum Absterben führt
- Befallene Pflanzen stellen Wachstum ein und zeigen braun verfärbte Blätter
- 2-4 cm lange, gelbbraune Larven im Boden
- Schäden treten vor allem in den ersten 4 Jahren nach Stilllegung oder Grünlandumbruch auf
- Bekämpfung durch Beizmittel (Gaucho, Poncho zzt. ruhende Zulassung) oder Förderung einer zügigen Jugendentwicklung (Sortenwahl, Düngung) möglich



Befallene Maispflanze



Drahtwurm in Maisstängel

## Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*)

- Mais, besonders Körner- und Zuckermais, in günstigen Gebieten stark gefährdet
- Schädling breitet sich Jahr für Jahr weiter Richtung Norden aus
- Eiablage der Falter i.d.R. Mitte Juli an der Blattunterseite
- Geschlüpfte Raupen wandern von da aus zum Stängel
- Durch Fraßtätigkeit in Stängel und Kolben wird Ernährung der Pflanze beeinträchtigt
- Große indirekte Schadwirkung durch Abknicken der befallenen Stängel und Verpilzung der Kolben
- Raupen (braunschwarzköpfig, 30 mm lang) fressen sich stängelabwärts bis zum Wurzelhals
- Wirtschaftliche Schadschwelle bei 4-8 Eigelegen/100 Pflanzen



Maiszünsler Raupe in Maisstängel

## Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*)

- Bekämpfungsmöglichkeiten:
  - Abschlegeln und Unterpflügen der Erntereste
  - Einsatz von Insektiziden (Spezialtechnik notwendig)
  - Biologische Bekämpfung mit Schlupfwespen (*Trichogramma evanescence*)
  - Anbau gentechnisch veränderter Maissorten (seit 2009 in Deutschland verboten)



Abgeknickte Maispflanzen durch Zünslerbefall



Quelle: KWS

Befallener Maiskolben

## Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*)

- Erstes Auftreten in Europa: 1992, in Deutschland: 2007
- Larven schwarz-gelb gestreift, ca. 0,5 cm große Käfer
- Befallen das Wurzelsystem des Maises in den Sommermonaten, wodurch Wasser- und Nährstoffaufnahme sowie die weitere Pflanzenentwicklung beeinträchtigt werden
- Stark zerstörtes Hauptwurzelsystem führt zu Lagerschäden, Maispflanzen fallen um und können trotz Aufrichtens nicht von Erntemaschinen erfasst werden
- Großer ökonomischer Schaden
- Pro Jahr wird nur eine Generation ausgebildet, zudem legt der Käfer maximal 100 km zurück
- Der Schädling lässt sich effektiv durch die Gestaltung der Fruchtfolge bekämpfen
- Bis zum Frühjahr 2014 gab es ein strenges Quarantänesystem zur Bekämpfung des Maiswurzelbohrers



Quelle: KWS

Maiswurzelbohrer auf Maiskolben

## Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*)

- Seit Frühjahr 2014 nicht mehr als Quarantäneschädling in der EU eingestuft
- Dadurch ist jetzt die Eigenverantwortung der Landwirte stärker im Fokus
- Nach der Leitlinie des Julius-Kühn-Instituts waren bis 2014 folgende Punkte bei der Bekämpfung zu befolgen:
  - Meldepflicht: Auftreten ist sofort dem Pflanzenschutzdienst zu melden
  - Monitoring: Vorkommen wird mit Hilfe von Sexuallockstofffallen bonitiert
  - Bekämpfung bei Erstbefall: Befallszone von min. 1 km Radius rund um das Befallsfeld und Sicherheitszone von min. 5 km Radius um die Befallszone



## Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*)

- Bis 2014 galten die folgenden Quarantänemaßnahmen bei der Bekämpfung des Maiswurzelbohrers:
- Bekämpfungsmaßnahmen in der Befallszone
  - Kein Maisanbau für 2 Jahre, in Einzelfällen drei-gliedrige Fruchtfolge möglich verbunden mit Saatgutinkrustierung oder Bodengranulat und einer Insektizidspritzung gegen den Käfer in den Folgejahren
  - Keine Verbringung frischer Maispflanzen oder Teile dieser Pflanzen vor dem 1. Oktober im Befallsjahr
  - Ernte von nicht vollständig abgereiftem Mais erst ab dem 1. Oktober
  - Verbringungsverbot von Erde dieser Maisfelder
  - Reinigen von Maschinen vor dem Verlassen der Befallszone
  - Bekämpfung von Maisdurchwuchs
- Bekämpfungsmaßnahmen in der Sicherheitszone
  - Zweijährige Fruchtfolge; in Ausnahmefällen ist ein Maisanbau mit Insektizidanwendung und Inkrustierung des Saatguts oder Bodengranulat im Befallsjahr sowie den Folgejahren möglich
- Befalls- und Sicherheitszone werden für 3 Jahre aufrechterhalten, wenn in dieser Zeit keine Käfer mehr gefunden werden, werden die Zonen aufgehoben

## Nematoden (Pratylenchus-, Ditylenchus dipsaci- und Heterodera-Arten)

- Mais ist im Allgemeinen eine schlechte Wirtspflanze für Nematoden
- Auf befallenen Flächen sollte der Mais-, Tabak- und Roggenanbau dennoch für einige Jahre ausgesetzt werden
- Die wichtigsten Nematoden sind die Stock- oder Stängelälchen
- Spürbare Auswirkungen auf den Ertrag entstehen, wenn die Jugendentwicklung beeinträchtigt wird
- Alle Maßnahmen zur Förderung der Jugendentwicklung des Maises vermindern die Schäden
- Der Befall tritt nestweise auf und führt zu vermindertem Wachstum und verschlechterter Standfestigkeit, da das Wurzelwerk zerstört wird
- Die Pflanzen vertrocknen letztendlich und brechen ab



Befall mit *Pratylenchus* sp.

Sie wollen mehr Wissen?



KWS SAAT SE | Fachberatung Mais | [fb-mais@kws.com](mailto:fb-mais@kws.com) | +49 5561 / 311-1335