

In einem Jahr mit recht kühlen Vorsommer- und Sommertemperaturen kann die Entwicklung der Maisbestände stark verzögert sein. Die Pflanzen blühen dann etwas später als in den meisten Jahren. Kommen dann noch ein kühler September und Oktober hinzu, so ist ebenfalls auch die Abreife nach der Blüte verzögert und damit liegt der optimale Erntetermin noch später. Die Gefahr von Nachtfrösten wird dann immer größer.

Erste Tage im Herbst mit Temperaturen leicht über dem Gefrierpunkt (~ 0 - 5 °C) für mehrere Stunden führen bei der tropischen Pflanze Mais zu Blattschäden, die aber meistens noch keinen großen Schaden anrichten. Dabei fallen gerade Unterschiede zwischen Senken und höher liegenden Stellen auf. Da sich die kalte Luft in den Senken sammelt, sind dort auch zuerst Frostschäden an den Pflanzen zu finden. Ist die Luft klar und kühl, kann aufgrund der Wärmeabstrahlung die Temperatur in den Blättern der Randpflanzen sogar niedriger als die der Luft sein, während im Bestand die Temperaturen gehalten werden. Die Randpflanzen zeigen dann als erste vertrocknet aussehende, braune Blätter. Dieses Phänomen findet sich auch an Stellen mit niedrigeren Bestandesdichten. Des Weiteren können auch nur die oberen Blätter im Bestand vom Frost geschädigt sein, während die unteren weiterhin fit und gesund sind.

Fallen die Temperaturen im Herbst jedoch für 4 - 5 Stunden unter 0°C, oder auch für wenige Minuten unter - 2°C, werden die Blätter, die Lieschblätter, der Stängel und eventuell die Maiskörner geschädigt. Bei 2 - 3 Stunden unter - 2°C stirbt die Pflanze völlig ab.

Schadbild bei Frost

1 - 2 Tage nach den tiefen Temperaturen oder dem Frost haben die geschädigten Blätter ein wässriges, durchscheinendes Aussehen. Kurze Zeit später werden sie dann braun.

Wie groß ist der Schaden

Wie groß der Schaden durch Frosteinwirkung auf den Bestand ist, hängt vor allem von der Dauer des Ereignisses, der Höhe der Temperaturen und dem jeweiligen Wachstumsstadium der Pflanzen ab. Sind nur die obersten Blätter abgestorben, aber die unteren um den Kolben herum noch intakt, so kann die Pflanze weiterhin Photosynthese betreiben, Zucker aus dem Stängel verlagern und Stärke im Korn aufbauen. Sind jedoch auch der Stängel, die Lieschblätter und die Körner selbst durch den Frost abgestorben, so hört jeglicher Stoffwechsel und damit auch die aktive Wasserabgabe des Kornes auf. Das Tausendkorngewicht bleibt bei vor der Reife abgestorbenem Mais klein. Mehrere kalte Tage hintereinander mit maximal 7 - 13 °C Höchsttemperaturen können ebenfalls dazu führen, dass die Körner frühzeitig in das Black-Layer Stadium kommen, ohne das gesamte Ertragspotenzial auszuschöpfen.

Pflanzen mit abgestorbenen Blättern können weitaus trockener aussehen als sie wirklich sind. Blätter tragen nur 10 - 15 % zum Pflanzengewicht bei. Der größte Teil des Wassers sitzt in Stängel und Körnern. Aufschluss bringt da nur eine Pflanzenprobe. Umso reifer die Pflanzen zum Zeitpunkt der Frosteinwirkung waren, umso geringer ist der Ertragsverlust, wie in der Tabelle 1 beschrieben.

	% des Maximal-Ertrags		TS-Gehalt [%]	
Stadium:	Korn	Gesamtpflanze	Korn	Gesamtpflanze
Blüte	0	50 - 55		15 - 20
Beginn Kornbildung	0 - 10	55 - 60	10 - 15	15 - 20
Späte Milchreife	30 - 50	65 - 70	20 - 40	20 - 25
Frühe Teigreife	60 - 75	75 - 80	45 - 50	25 - 30
Siloreife	80 - 95	100	60 - 65	30 - 35
Black-Layer	100	95 - 100	65 - 75	35 - 45

Tab.1: Mögliche Verluste bei früher Ernte, Quelle: Journal of Prod. Agriculture 6: 94-99, 1993



Frost vor der Ernte



Erntemaßnahmen Silomais:

- Ist die gesamte Pflanze abgestorben oder auf dem Weg dorthin, so sollte umgehend geerntet werden. Für die Ernte müssen die Pflanzen jedoch einen TS-Gehalt von mindestens 25 28 % haben. Bei einer so frühen Silageernte sollte die Häcksellänge mindestens 8 10 mm betragen. Die Pflanzen müssen sauber gehäckselt und dürfen nicht zerrissen werden. Ein Hochschnitt erhöht den TS-Gehalt in der Silage. Gerade unreife Maissilagen profitieren von der Zugabe von Siliermitteln. Diese verringern die Nacherwärmungsprobleme und hemmen Hefen und Schimmelpilze, für die unreife Maispflanzen nach starkem Frost sehr anfällig sind.
- Sind die Pflanzen zwar beschädigt, aber nicht abgestorben, so sollte mit der Ernte gewartet werden, bis eine genügende Abreife von mindestens 32 % TS-Gehalt erreicht wird, da dann weniger Sickersaft entsteht. Geschädigte Pflanzen reifen oft langsamer ab als normal. Ist der TS-Gehalt erreicht, sollte zügig geerntet werden, da verletztes Pflanzengewebe wesentlich anfälliger für Pilzwachstum ist. Der Gehalt an Mykotoxinen kann dann schnell ansteigen. Sind die Blätter abgestorben, kann sich auch schädliches Nitrat im unteren, grünen Teil des Stängels anreichern und es empfiehlt sich dann ebenfalls ein höherer Schnitt.
- Ist der Schaden nicht so groß und die Pflanze relativ unbeschädigt, kann mit der Silageernte wie üblich verfahren werden. Die optimale Siloreife der Zahnmaissorten fängt zwischen 35 und 36 % TS-Gehalt an und hält an, solange die Pflanze noch gesund ist und keine schwarze Schicht die Einlagerung ins Korn beendet. Tritt der Frost während der optimalen Siloreife ein, sollte sofort geerntet werden, da die Restpflanze dann sehr schnell weiter abtrocknet. Trockene Pflanzen sollten sehr klein gehäckselt werden, damit sie besser verdichtet werden können (maximal 4 6 mm).

Erntemaßnahmen Körnermais:

Erst ca. 5 - 7 Tage nach dem Frost kann der Anteil der Blattschädigung richtig geschätzt und der Ernteverlust für Körnermais kalkuliert werden. Stark frostgeschädigter Mais reift meist langsamer ab als gesunder. Mit dem Ernten sollte nicht ewig gewartet werden, da zu einem späten Erntetermin das Befahren der Äcker schwieriger sein kann beziehungsweise die Ernteverluste durch Stängelbruch oder herunterfallende Kolben erhöht sein können. Frühzeitig frostgeschädigter Mais ist anfälliger für Stängelbruch und Kolbenfäule. Die richtige Einstellung des Dreschers bei der Ernte von sehr feuchten Körnern frostgeschädigter Pflanzen ist sehr wichtig und sollte ständig überprüft werden. Viele Experten empfehlen, die Trommelgeschwindigkeit herabzusetzen und den Korb und die Siebe weit zu öffnen. Die Hersteller der Erntemaschinen können weitere Empfehlungen geben. Maiskörner mit hohen Wassergehalten sollten schonend getrocknet werden, da es sonst vermehrt zu Rissen im Korn und dann später vermehrt zu Bruchkorn bei der weiteren Verarbeitung kommen kann. Da die Körner sehr unterschiedliche TS-Gehalte haben können, das Erntegut mit Kolbenanteilen verunreinigt sein und somit anfälliger für Fäulnis sein kann, sollte die angestrebte Restfeuchte nur etwa 1 - 2 % unter der normalen liegen.

Ist der Körnermais in einem sehr frühen Stadium vom Frost geschädigt worden, kann es sinnvoll sein, ihn statt als Körnermais als Silo- oder Feuchtmais zu ernten.

Häufig bleibt Körnermais lange auf den Feldern stehen. Die Körner sind dann bereits reif und haben die schwarze Trennschicht ausgebildet. In diesem Zustand verliert das Korn nur noch über Verdunstung Feuchtigkeit. Ist das Wetter bereits sehr kalt und nass und steht die Luft, so dauert es sehr lange, bis die Restfeuchtigkeit weiter deutlich abnimmt. Sonnige Tage mit trockener Luft und leichter Luftbewegung verbessern die weitere Abreife. Ist die Restpflanze aufgrund der Kälte oder durch Frost abgestorben, erhöht sich die Gefahr von Stängelbruch oder fallenden Kolben, besonders bei Wind.





Frost vor der Ernte

Für die Entscheidung zügig zu dreschen, sind neben der Wetterlage einige Sorteneigenschaften wichtig (s.u. Dry Down Tabelle 3):

- Wasserabgabe aus dem Korn aufgrund der Kornhärte: Ein hartes Korn gibt wesentlich schlechter Feuchtigkeit ab als ein Korn mit weicher Stärke (Zahmais). **Somit darf ein Zahnmais länger stehen bleiben als ein Hartmais.**
- Lieschenschluss: geöffnete Lieschen fördern die Wasserabgabe im Gegensatz zu sehr langen und fest geschlossenen
- Kolbenansatzhöhe: hohe Kolben liegen besser in der Luftbewegung als sehr niedrige
- Standfestigkeit: Sorten mit guter Toleranz gegen Stängelbruch können länger stehen bleiben als andere Sorten.

Sorten mit sehr hoher Toleranz gegen Stängelbruch				
P8723 (K 230)				
P8329 (K 240)				
P8333 (K 250)				
P8666 (K 250)				
P8812 (K 250)				
P9170 (ca. K 270)				
P9234 (K 270)				
P9718E (Wachsmais) (ca. K 300)				

Tabelle 2: Sorten mit sehr hoher Toleranz gegen Stängelbruch

Sortenwahl:

Die richtige Sortenwahl ist immer ein Abwägen zwischen der sicher reif werdenden Sorte, dem höheren Ertragspotenzial von späteren Sorten und den möglichen Verlusten durch unreif geerntete Bestände oder sehr nass geernteten Körnermais. Der Anbau von Sorten mit unterschiedlicher Reife streut das Risiko bei frühem Frost. Eine zeitige Aussaat im Frühjahr ist wichtig, damit die Sorten genügend Zeit haben reif zu werden. Bei verspäteter Aussaat sollten besser etwas frühere Sorten angebaut werden. Die angebauten Sorten sollten die optimale Reife erreichen können, bevor die Tage anfangen, bei denen regelmäßig mit Nachtfrösten zu rechnen ist.

Die Ertragsverluste durch Frost bei reifer Silage oder Feuchtmais sind nicht so hoch wie die Verluste bei reiner Körnernutzung. Gerade bei Körnermais kann daher eine zügige Abreife (Dry Down) den Ertrag sichern und Trocknungskosten sparen helfen.

Sorten mit schnellem Dry Down	Sorten mit ausgezeichnetem Dry Down		
P7500 (ca. K 210)	P7460 (K 200)	P9170 (ca. K 270)	
P7552 (K 210)	P7515 (K 210)	P9255 (ca. K 270)	
P8271 (K 240)	P7818 (ca. K 230)	P9903 (ca. K 290)	
P8255 (K 240)	P8723 (K 230)	P9575 (ca. K 290)	
P8812 (K 250)	P8329 (K 240)	P9978 (ca. K 300)	
P9234 (K 270)	P8604 (ca. K 210)	P9911 (ca. K 300)	
P0725 (ca. K 320)	P8834 (ca. K 260)	P9718E (Wachsmais) (ca. K 300)	

 Tabelle 3: Sorten mit sehr guten Abreifeeigenschaften im Korn

Weitere Informationen:

Handling corn damaged by autumn frost, P.R. Carter et O.B. Hesterman, Nutritional Insights, Pioneer

Managing for delayed corn crop developement in 2009, Bob Wych et Steve Butzen, Crop Insights, Pioneer 2010

Question and answers regarding the harvesting and feeding of immature corn silage, Livestock Update, Pioneer 2004

Pioneer Hi-Bred Northern Europe Sales Division GmbH

Riedenburger Str. 7, 81677 München

Tel.: 089-455330, E-Mail: corteva-deutschland@corteva.com, Internet: www.pioneer.com/de

