

Wassergesättigte Maisfelder

Anhaltende Nässe und Überflutungen auf dem Maisacker

Anhaltende Regenfälle oder Starkregenereignisse führen häufig zu Staunässe beziehungsweise zu Überflutungen auf den Maisfeldern. Im Frühjahr führen Überflutungen zu Wachstumsdepressionen bis hin zum Absterben der Maispflanzen. Das Ausmaß der Schädigung kann je nach Dauer der Staunässe, den nachfolgenden Wetterbedingungen und anderen Gegebenheiten sehr schwanken. Maispflanzen, welche in einer Senke mit längerer Staunässe überlebt haben, bleiben häufig deutlich kleiner als der Rest des Feldes, blühen später und bilden kaum Kolben und Ertrag aus. Junge Maispflanzen können im Allgemeinen höchstens 2 – 4 Tage bei einer Überflutung überleben.



Abb.1: Staunasser Boden



Abb.2: Wachstumsdepression nach Überflutung



Abb.3: Staunasser Boden: Einsinken bis zur Pflugsohle, "Halbschuhstest"



Abb.4: Angequollenes, wahrscheinlich totes Korn mit abgewaschener Beize, die anderen Pflanzen waren im 2-Blattstadium

Was passiert bei Staunässe:

Innerhalb von wenigen Stunden wird im wassergesättigten Boden der vorhandene Sauerstoff von aeroben Mikroorganismen aufgebraucht. Während die oberste Schicht Boden aus dem Wasser etwas Sauerstoff bezieht (wenige cm), ist die Schicht darunter anaerob (reduktiv). Das Wasser staut sich häufig nur bis zur Pflugsohle oder z.B. bei Pseudogley bis zur verdichteten Schicht. Darunter ist der Boden hauptsächlich wieder aerob (oxidativ). Das ist ein Grund, warum ältere Maispflanzen mit einem gut ausgebildeten Wurzelsystem weniger anfällig für Staunässe sind, als junge Maispflanzen.

Durch den Sauerstoffmangel in der Wurzel wird die Atmung gehemmt und es kommt dort zu einer Unterversorgung mit ATP. Dieses beeinträchtigt wiederum die Nährstoffaufnahme, insbesondere die Aufnahme von genügend Stickstoff oder Phosphat. Die jungen Maispflanzen ähneln dann N-Mangelpflanzen, sie sind kümmerlich und von hellerer Farbe. Bei älteren

Wassergesättigte Maisfelder

Pflanzen vergilben zunächst die unteren Blätter. In einigen Studien wurde berichtet, dass Sauerstoffmangel im Boden ebenfalls zu einer Schließung der Spaltöffnungen in den übrigen Pflanzenteilen führt (ATP als universeller Energielieferant ist bei deren Öffnen auch beteiligt). Bei geschlossenen Spaltöffnungen kann die Pflanze nicht transpirieren obwohl genügend Wasser vorhanden ist. Sie bildet damit auch keinen Ertrag.

Ist der Boden wassergesättigt bzw. sind alle Poren zu 100% mit Wasser gefüllt und der Sauerstoff größtenteils verbraucht, so stellen aerobe Mikroorganismen ihren Stoffwechsel ein und anaerobe Mikroorganismen produzieren in dem reduktiven Milieu für Mais toxische Stoffwechselprodukte. Sie behindern das Wurzelwachstum ebenfalls und können dann auch zum Absterben der Wurzel führen.

Wie lange hält Mais Staunässe aus?

Laut Forschern der Universität von Nebraska-Linkoln muss Mais mindestens 24 bis 48 Stunden in nassem bis staunassem Boden stehen, bis es durch den niedrigen Sauerstoffanteil zu deutlichen Wachstumsdepressionen kommt.

Der Zeitraum bis es zu einer schweren Ertragsminderung kommt, hängt von dabei mehreren Faktoren ab:

1. Wachstumsstadium der Pflanzen:

Je kleiner die Pflanzen, desto größer können die Ertragsverluste sein: Pflanzen bis circa 25 cm Länge bzw. bis ungefähr zu dem 5. Blattstadium haben den Vegetationskegel unter oder knapp über dem Boden. Sie können maximal 2-4 Tage in Staunässe überleben. Ältere Pflanzen können länger als jüngere überleben, aber nur solange der Vegetationskegel über dem Wasser ist. Ist das sekundäre Wurzelsystem gut entwickelt, kann es auch Sauerstoff aus trockeneren Poren unter der Pflugsohle beziehen.

2. Bodentyp:

Der Bodentyp bestimmt den Anteil an Poren, die Bodenluft enthalten. Der Sauerstoffanteil in der Bodenluft selbst kann unterschiedlich sein.

3. Temperatur:

Je höher die Temperatur desto schneller kommt es zum Sauerstoffabbau im Boden oder zum Nährstoffmangel weil die dann schneller wachsenden Pflanzen einen höheren Bedarf haben. Extrem warme Temperaturen können die Überlebenszeit um 50% reduzieren. In warmen Gebieten kann es später im Jahr zum Auftreten der Hexenbesenkrankheit kommen.

Kalte Temperaturen erhöhen die Überlebenszeit, da der Stoffwechsel der Maispflanzen verlangsamt wird. Sie erhöhen jedoch gleichzeitig das Auftreten von Krankheiten durch Bodenpathogene wie Pythium, denen die Pflanzen sonst eher entwachsen würden. Die Beizung gibt nur einen Schutz für die ersten 2-3 Wochen.

4. Anteil an organischen Bestandteilen im Boden:

Auf warmen, organischen Böden kann der Restsauerstoff im Boden durch den Abbau der organischen Bestandteile schneller aufgebraucht sein und es kann bereits unter 24 Stunden zu einer Schädigung der Pflanzen kommen.

5. Stickstoffversorgung der Böden (N):

Bei gleicher Dauer der Staunässe fallen auf gut mit N versorgten Böden die Ertragsverluste in Versuchen häufig niedriger aus als auf Böden mit niedrigem N-Düngungsniveau. Langanhaltende Regenfälle, Staunässe und Überflutungen führen außerdem zu Stickstoffverlusten in Form von Nitrat-Auswaschungen und gasförmigen N-Verlusten durch denitrifizierende Bodenbakterien.

Wassergesättigte Maisfelder

In Körnermaisversuchen in Iowa zeigten kleinere Pflanzen (6cm Wuchshöhe) bei 24, 48 und 72 Stunden Überflutung Ertragsverluste von 18, 22 und 32 % bei niedriger N-Versorgung (56 kg/ha). Bei sehr hoher N-Versorgung (392 kg/ha) lagen die Verluste bei weniger als 14-18% in einem Jahr und unter 5% im folgenden Jahr bei allen Überflutungs-Zeitspannen. In anderen Versuchen wurden Ertragsverluste bei 96 Stunden Staunässe und schlechter N-Versorgung während der Blüte von 16% gefunden. Bei sehr guter N-Versorgung gab es dagegen keine Ertragsverluste bei Staunässe zur Blüte.

Was passiert nach der Staunässe:

Ebenso wichtig wie die Bedingungen während der Überflutung sind die Wetterbedingungen in der direkt darauf folgenden Periode. Je kürzer die Zeit mit Staunässe ist, umso besser. Ist es auch nach dem Abtrocknen der Staunässe kalt und bewölkt, so wächst die Pflanze nur langsam weiter und die Gefahr vom Befall mit bodenbürtigen Pilzen ist immer noch erhöht. Wird es dagegen in kurzer Zeit sehr warm und windig, bildet der nasse Boden beim Trocknen eine Kruste oder wird fest und klutig. Das stresst geschädigte Wurzeln zusätzlich und hemmt das weitere Wurzelwachstum.

Wurden die Felder aufgrund von Starkregen überschwemmt, kann es auch bei Direktsaaten zu Bodenerosion kommen. Die Pflanzen können weggeschwemmt werden oder der Boden selbst kann um die Kronenwurzeln herum weggeschwemmt werden. Die Pflanze hat dann eine wesentlich geringere Standfestigkeit und lagert (siehe Abbildung 5).

Weitere Folgen von Staunässe können der Befall mit Bodenpilzen sein, z.B. mit *Phytophthora* oder *Sclerophthora macrospora*, der Hexenbesenkrankheit (Abb.6-7). Bei Staunässe und ausreichender Wärme (~12-16°C) können im Boden beweglichen Zoosporen von *Sclerophthora macrospora* zu den Maiswurzeln schwimmen und den Vegetationskegel befallen, wenn der Mais 5-10 cm hoch ist. Später zeigen dann der Kolben oder die Rispe Wuchsstörungen in Form eines Besens. Der Befall ist selten und beschränkt sich auf überflutete Senken. Auch Maisbeulenbrand kann die Pflanzen bereits während der Staunässe oder Überflutung infizieren.



Abb.5: ausgewaschene Wurzel



Abb.6: abknickender Stängel mit Fäule



Abb.7: Die Hexenbesenkrankheit

Wassergesättigte Maisfelder

Das absichtliche Überfluten von Feldern ist bei Vorhandensein von genügend Wasser die billigste und älteste Methode der Bewässerung. Weltweit wird so in einigen Ländern, z. B. in Spanien oder den USA, Mais angebaut.



Abb.8: Bewässerung durch Überflutung

Fazit:

Bei idealen Wetterbedingungen können Maispflanzen, die gelb und schwach aussehen, sich wieder erholen. Es kommt darauf an, dass der Vegetationskegel überlebt hat. Die Überprüfung erfolgt am aufgeschnittenen Stängel. Ein gesunder Vegetationskegel ist fest und weiß bis cremefarben. Weiches, verfärbtes Gewebe überlebt wahrscheinlich nicht und dunkles Gewebe ist abgestorben. Überlebende Pflanzen bilden 3-5 Tage nach dem Abfließen der Überflutung oder dem Ende der Staunässe wieder neue Blätter.



Abb.9: Der Vegetationskegel (Pfeil) ist nur schwach verfärbt. Die Pflanze überlebt.

In ehemals überschwemmten, mit schwächeren Pflanzen bewachsenen Teilflächen ist das Unkraut ein Problem. Während der Mais schwächelt, wächst das Unkraut weiter. Muss die gesamte Fläche noch gespritzt werden, so muss abgewartet werden, bis die Fläche wieder befahrbar ist, sonst kommt es zu Verdichtungen. Nach den Regenfällen sollten die Pflanzen mindestens ein Tag Zeit bekommen bevor gespritzt wird, um die Wachsschicht auf den Blättern zu regenerieren, damit es nicht durch den Mitteleinsatz zu Schäden kommen kann.

Um Unkrautnester zu unterdrücken, Ertragsverluste auszugleichen und weitere N-Auswaschungen zu minimieren, können nach dem Abtrocknen bis Mitte Juni noch Nachsaaten mit frühen Maissorten ausgebracht werden. **Die Entscheidung, umzubrechen und eine Spätsaat oder Nachsaat durchzuführen, sollte gut abgewogen werden.** Zuerst muss das Ausmaß des Schadens abgeschätzt werden. Welcher Flächenanteil ist genau betroffen? War die Überschwemmung kurz genug, dass die Pflanzen auf dieser Fläche überlebt haben können, kann entweder mindestens 5 Tage abgewartet werden, ob die Pflanzen sich erholen oder das Überleben einiger Vegetationskegel auf der Fläche geprüft werden (siehe oben). Dann sollte das vorhandene Ertragspotential auf den eventuell neu anzusäenden Flächen geschätzt werden (mit Abzügen für ungleichmäßig entwickelte Pflanzen) und mit dem Ertragspotential von der Nachsaat verglichen werden. Von der Nachsaat sollte dann auch der theoretische Deckungsbeitrag errechnet werden, denn durch die zusätzlichen Kosten durch

Wassergesättigte Maisfelder

Bodenbearbeitung, Aussaat und eventuell noch mal Pflanzenschutz minimiert sich der monetäre Ertrag pro Hektar.

Exzessive N-Düngung zur Vermeidung von Ertragsverlusten durch N-Mangel beim Auftreten von Staunässe ist keine Lösung. Nitrat wird aufgewaschen oder gelangt über den Denitrifikationsprozess in die Atmosphäre. Senken, in denen jedes Jahr Staunässe auftritt, sollten gut drainiert, anders genutzt oder stillgelegt werden.

Ist der Boden nach Staunässe und Abtrocknen hart und verkrustet, so bietet sich das Striegeln an, solange der Mais mindestens 4 Blätter und die Reihen nicht geschlossen hat. Der Boden wird dann wieder besser durchlüftet, was wiederum das Wurzelwachstum anregt. Keimendes Unkraut wird mit Striegeln ebenfalls gut bekämpft.

In hügeligen Gebieten ist es von Vorteil, wenn der Boden viel Wasser aufnehmen und festhalten kann und es nicht so schnell nach unten in die Senken fließt. Es sollte quer zum Hang gepflügt und ausgesät werden, um Regenrinnen zu vermeiden. Erntereste bei Direktsaat, Untersaaten oder auch Strip Till (Streifenbodenbearbeitung) helfen, Oberflächenwasser besser zu halten und schützen in gewissen Maßen vor Bodenerosion.

Referenzen:

Butzen, Steve. 2013. Flooding impact Crops. Crop Insights. Volume 17. Number 4.

Nelson, D.J.; Al-Kaisi, M.M.; March/April 2011. Agronomic and economic evaluation of various furrow irrigation strategies for corn production under limited water supply. Journal of Soil and Water Conservation. Vol.66. No.2

Irmak, Suat and Rathje, William R.; 2008. Plant Growth and Yield as Affected by Wet Soil Conditions Due to Flooding or Over-Irrigation. University of Nebraska-Lincoln.

<http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/pages/publicationD.jsp?publicationId=1131>

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