



Symptome von Nährstoffmangel

KALI AG
POTASSE SA

Vorwort

Der Betriebserfolg in der Landwirtschaft hängt weitgehend von der Ertragshöhe, Ertragssicherheit und Qualität der Ernteprodukte ab. Ein Mangel an Luft, Licht, Wärme, Wasser oder Nährstoffen nebst Krankheiten und Schädlingen vermindert die Qualität und den Ertrag erheblich. Viel Wissen, Arbeit und Beobachtung sind nötig, um den Kulturpflanzen ein möglichst ungehemmtes Wachstum zu ermöglichen.

Diese kleine Broschüre möchte Ihnen helfen, Nährstoffmangelsymptome zu erkennen, um geeignete Gegenmassnahmen ergreifen zu können.

Kali AG

Herausgegeben durch:

KALI AG
POTASSE SA

Murtenstrasse 116

Postfach

CH-3202 Frauenkappelen

Fon +41 (0)31 926 60 00, Fax +41 (0)31 926 60 01

www.kali.ch info@kali.ch

Inhalt

Vorwort	3
1. Die Ernährung der Pflanzen	5
2. Die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen	6
3. Allgemeines über Mangelsymptome	7
4. Funktion der Nährelemente, Mangelsymptome und Gegenmassnahmen	8
4.1. Stickstoff	8
4.2. Phosphor (P) (P_2O_5 = Reinnährstoff)	11
4.3. Kalium (K) (K_2O = Reinnährstoff)	14
4.4. Magnesium (Mg)	17
4.5. Calcium (Ca) (CaO =Calciumoxid=Kalkbestandteil)	20
4.6. Eisen (Fe)	22
4.7. Bor (B)	24
4.8. Mangan (Mn)	26
4.9. Schwefel (S)	28
4.10. Molybdän (Mo)	29
4.11. Kupfer (Cu)	30
4.12. Zink (Zn)	31
Literaturnachweise	32

Nährstoffe, Mangelsymptome und deren Behebung

1. Die Ernährung der Pflanzen

Jede Pflanze ist auf die Zufuhr von Nährstoffen angewiesen. Die Nährstoffe werden vorwiegend in mineralischer Form aufgenommen. Wir können Haupt- und Spurennährelemente unterscheiden. Zu den Hauptnährstoffen zählt man Stickstoff, Phosphor, Kalium, Kalzium, Magnesium und Schwefel.

Spurennährstoffe oder Spurenelemente werden, wie der Name sagt, nur in sehr geringen Mengen benötigt. Zu den Spurenelementen zählt man Bor, Eisen, Kupfer, Mangan, Molybdän und Zink.

Neben den aufgeführten Nährstoffen, welche für das Pflanzenwachstum unentbehrlich sind, kennt man noch Elemente, die für das Pflanzenwachstum förderlich, für die meisten Pflanzen aber entbehrlich sind. Solche Stoffe nennt man nützliche Elemente.

Zu den nützlichen Elementen zählt man Natrium, Aluminium, Silizium, Chlor und Kobalt.

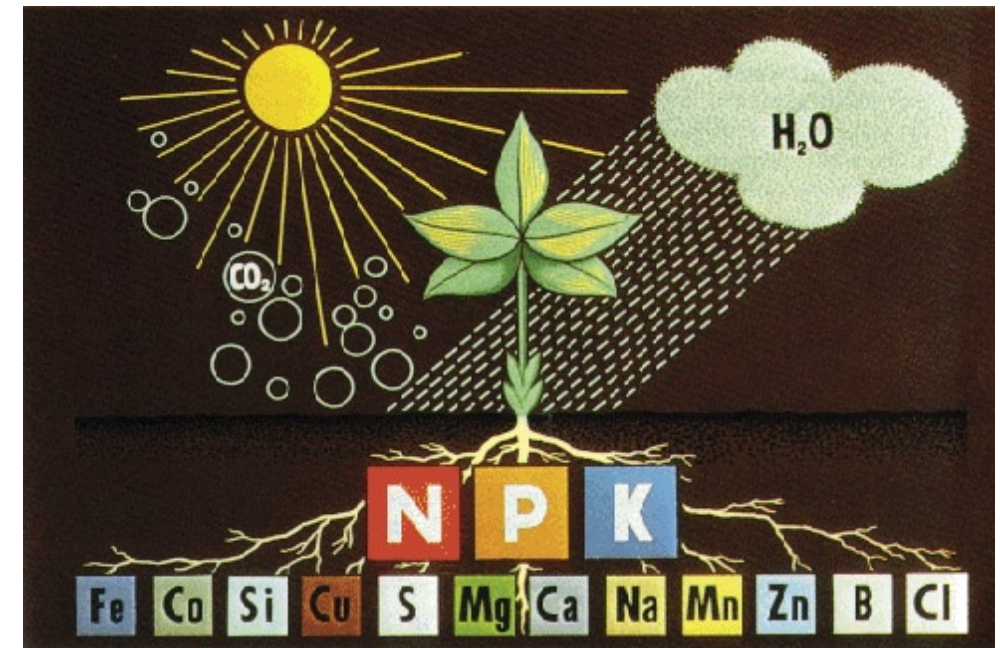


Abb. Was braucht die Pflanze zum Leben?

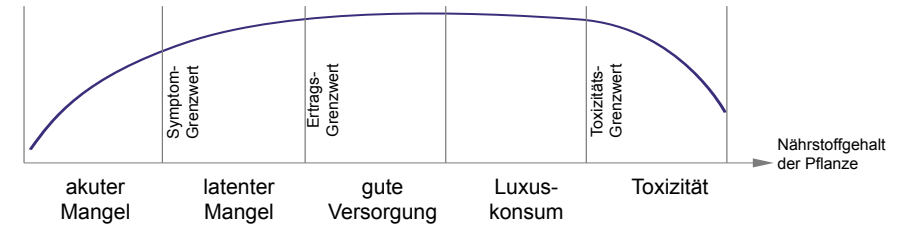
Mit zunehmender Erforschung der Pflanzenernährung ist es gut möglich, dass auch nützliche Elemente als unentbehrliche Pflanzennährstoffe erkannt werden.

Wenn auch die oben erwähnten Elemente von der Pflanze benötigt werden oder nützlich sind, so können sie in hoher Konzentration auch schädliche Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum haben oder die chemischen und biologischen Vorgänge im Boden negativ beeinflussen. Überschüsse an Nährstoffen können bei Stickstoff (Lagergefahr, Geschmack der Früchte), Chlor, Bor, Molybdän, Aluminium und bei den Schwermetallen von praktischer Bedeutung sein.

2. Die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen

Die Versorgung der Pflanze mit Spurenelementen ist normalerweise durch die vorhandenen Reserven im Boden gesichert. Je nach Pflanzenart und Bodenverhältnis kann jedoch auch Spurenelementmangel auftreten. Besonders Böden mit stark saurem oder alkalischem pH-Wert sind für Mangelercheinungen gefährdet, da in solchen Verhältnissen die Nährstoffe festgelegt werden können. Einige Pflanzenarten haben auch einen erhöhten Bedarf an einem oder mehreren Spurenelementen (zum Beispiel Bor bei Zuckerrabe), so dass bei langjährigem Anbau ein absoluter Mangel entstehen kann. Die Hauptnährstoffe werden von der Pflanze in grosser Menge benötigt; die Bodenreserven reichen nicht aus, um ein optimales Pflanzenwachstum auf lange Sicht zu sichern. Um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und wenn nötig zu verbessern, müssen dem Boden Nährstoffe aus Hof- und Mineraldüngern zugeführt werden. Liegen die Nährstoffe in ungenügender Menge vor, sinkt der Ertrag und die Qualität der Produkte ab, auch wenn noch keine typischen Mangelsymptome sichtbar sind. Eine solche äusserlich nicht sichtbare Unterversorgung nennt man verdeckter oder latenter Mangel. Wenn sogar Mangelsymptome sichtbar sind, liegt ein starker oder akuter Mangel vor, der auch bei sofortiger Behebung starke Qualitäts- und Ertragseinbussen hinterlässt. Eine regelmässige Überprüfung der Nährstoffreserven im Boden durch Bodenanalysen ist ein einfaches und billiges Mittel, um die Versorgung der Kulturen zu kontrollieren und unliebsamen Ertragseinbussen vorzubeugen.

Zusammenhang zwischen Nährstoffgehalt der Pflanze und Wachstum bzw. Ertrag



- akuter Mangel: sichtbare Mangelsymptome, schlechter Ertrag und geringe Qualität.
- latenter Mangel: keine Mangelsymptome, Ertrag vermindert, Qualität zum Teil schlechter.
- gute Versorgung: bestes Wachstum und meist beste Qualität (Optimum).
- Luxuskonsum: gutes Wachstum, Qualität kann zum Teil schlechter sein.
- Toxizität: schlechteres Wachstum und geringere Qualität (störender Überschuss): (zum Beispiel Schwermetallüberschuss).

3. Allgemeines über Mangelsymptome

Mangelsymptome sind deutliche Anzeichen für eine starke Unterversorgung der Pflanzen an einem oder mehreren Nährstoffen. Wird ein Nährstoffmangel sichtbar, so sind sehr rasch erste Abhilfemassnahmen, meist in Form einer Blatt- oder Bodendüngung, zu treffen. Mit mittel- und langfristigen Massnahmen muss aber auch die Ursache des Mangels behoben werden. Mangelsymptome zeigen sich in Verschiedenster Form: Chlorosen (Bleichsucht), Nekrosen (Absterben von Pflanzenteilen), Verfärbungen, Verkrümmungen, verringerter Wuchs usw. Die Beurteilung dieser Symptome ist meist nicht einfach, besonders wenn mehrere Elemente gleichzeitig fehlen. Oft sind es auch andere Ursachen, die zu Verfärbungen, Nekrosen usw. an Pflanzenteilen führen, wie zum Beispiel Virus- und Pilzkrankungen. Eine sichere Beurteilung der Ursache ist durch die Analyse von Pflanzenteilen möglich. Leider nimmt die Analyse einige Zeit in Anspruch, so dass erste Gegenmassnahmen meist vor dem Eintreffen der Resultate ergriffen werden müssen, um grössere Ertragsausfälle zu verhindern. Die Analysenresultate sind aber wertvolle Grundlagen für die langfristige Behebung der Ursachen.

4. Funktion der Nährelemente, Mangelsymptome und Gegenmassnahmen

4.1. Stickstoff

Stickstoff ist ein wichtiger Baustein organischer N-Verbindungen, wie Eiweisse, Vitamine, Chlorophyll usw. Im weiteren hat Stickstoff eine gewisse quellende Wirkung, das heisst, der Druck in den Zellen wird erhöht.

N-Mangel

Bei gestörter N-Ernährung der Pflanzen sind Spross und Wurzel kleiner, und der Ertrag verringert sich. N-Mangel führt zu einer schwachen Bestockung, einer vorzeitigen Fruchtbildung, und der Eiweissgehalt verringert sich. Ungenügende wie übermässige N-Versorgung führen zu einer geringeren Qualität.

Symptome: Pflanzen klein, Blätter gelbgrün bis gelb, später verfärben sie sich ins Orange und fallen ab.

Mangelböden: Ungenügend gedüngte Böden. Häufig auf sandigen, sauren oder humusarmen Böden.

Massnahmen:

- N-Düngung über Boden oder Blatt.
- Drainage vernässter Böden (Denitrifikation vermindern).
- Bodenstruktur verbessern.
- Bei Einarbeitung von Stroh zusätzliche N-Gabe (Verhältnis C:N kleiner als 20:1).
- Durch Gründüngung N-Auswaschung im Winter vermindern (wenn die Witterungsverhältnisse im Herbst dies zulassen).



N-Mangel an Getreide (Bild: W. Bienz, SIL Zollikofen)



N-Mangel an Mais (Bild: Centre d'Etude de l'Azote, Zürich)



N-Mangel an Gurke (Bild: Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau Wädenswil)



N-Mangel an Sojabohne (Bild: Centre d'Etude de l'Azote, Zürich)

4.2. Phosphor (P) (P_2O_5 = Reinnährstoff)

Phosphor ist ein wichtiger Baustein verschiedener Verbindungen, zum Beispiel Eiweissen. Phosphor ist bei der Aktivierung von organischen Verbindungen beteiligt und hat eine entquellende Wirkung.

P-Mangel

Pflanzen mit Phosphormangel haben ein gehemmt Wachstum, die Wurzelbildung und Bestockung ist schwach, Blüte und Reife sind verzögert. Phosphormangel bewirkt eine Abnahme der Eiweiss- und Vitaminbildung. Die Haltbarkeit von Gemüse ist geringer, und die Frostresistenz ist vermindert.

- Symptome:**
- Ältere Blätter zuerst dunkelgrün, später rötlich-violett verfärbt. Rotverfärbung auch am Stengel. Die Pflanzen sind klein und zeigen ein steifes Aussehen (Starrtracht).
 - Im fortgeschrittenen Stadium sterben die älteren Blätter ab.
- Mangelböden:**
- Stark saure Böden (pH tiefer als 5,0)
 - Alkalische Böden (pH höher als 7,5)
 - Böden mit ungenügender P-Versorgung.
- Massnahmen:**
- Dem pH-Wert angepasste Phosphordüngung. Saure bis neutrale Böden Thomasmehl, Hyperphosphat. Neutrale bis alkalische Böden Superphosphat.
 - pH-Wert in neutralen bis schwach sauren Bereich bringen.



P-Mangel an Mais (Bild: K+S, Kassel)



P-Mangel an Tomate (Bild: Schweizerischer Informationsdienst der Thomasmehlproduzenten, Sursee)



P-Mangel an Raps (Bild: SCPA, Mulhouse)



P-Mangel an Reben (Bild: Schweizerischer Informationsdienst der Thomasmehlproduzenten, Sursee)

4.3. Kalium (K) (K_2O = Reinnährstoff)

Kalium wird in der Pflanze nicht als Baustein von Kohlenhydraten, Fetten oder Eiweissen verwendet, sondern hat die Rolle eines Aktivators verschiedener Enzyme. Kalium ist das wichtigste Element bei der Quellung und erhöht so den Druck in den Zellen. Kalium steuert den Wasserhaushalt der Pflanze und vermindert die Verdunstung (erhöhte Toleranz bei Trockenheit). Kalireiche Pflanzen haben dickere Zellwände, was die Standfestigkeit verbessert und die Anfälligkeit gegenüber Pilzkrankheiten und Schädlingen vermindert. Kali erhöht die Assimilationsleistung und die Frostresistenz. Einen hohen Bedarf zeigen Leguminosen, Kartoffeln, Rüben, Mais und Hafer.

K-Mangel

Kaliummangelpflanzen haben eine geringere Aufbauleistung (Kohlenhydrate, Eiweiss), der Geschmack von Früchten und Gemüse ist schlechter. Die Standfestigkeit, Frost- und Dürresistenz sind geringer. Transpiration und Atmung sind erhöht. Schlechte Haltbarkeit der Früchte und Gemüse.

Symptome:

- Anfangs bläulich-grüne, später braunrote Färbung des Blattes.
- Chlorose und baldiges Absterben der älteren Blätter vom Rand her.
- Welke, schlaffe Pflanzen (Welketracht).
- Blätter krümmen sich oder rollen sich ein.

Mangelböden:

- tonreiche Böden (Fixierung)
- sandige oder humusreiche Böden
- ungenügend gedüngte Böden.

Massnahmen:

- Sofortmassnahmen 2% Kalisulfatlösung (Solupotasse)
- Aufdüngung mit Kalidüngemittel (tonreiche Böden sehr grosse Mengen)
- Regelmässige K-Zufuhren nach Entzug.



K-Mangel an Getreide (Bild: K+S, Kassel)



K-Mangel an Mais (Bild: K+S, Kassel)



K-Mangel an Kartoffeln (Bild: K+S, Kassel)



K-Mangel an Zuckerrüben (Bild: K+S, Kassel)

4.4. Magnesium (Mg)

Magnesium ist ein Baustein wichtiger Verbindungen wie Chlorophyll, Phytin, Pektin. Es aktiviert Enzyme, speziell Enzyme für die Eiweissbildung.

Mg-Mangel

Leiden die Pflanzen unter Magnesiummangel, ist die Kohlenhydratproduktion verringert, und Amide (Bausteine für Eiweiss) sind im Blatt angehäuft. Magnesiummangel wird in zunehmendem Masse festgestellt, da die Pflanzen viel Magnesium entziehen und relativ viel ausgewaschen wird.

Symptome:

- Gräser und Getreide: perlschnurartige gelbe Streifen zwischen den Blattadern.
- Zweikeimblättrige Pflanzen: Flächen zwischen Blattadern werden vom Zentrum her gelb, später braun und sterben ab•

Mangelböden:

- Böden mit intensivem Ackerbau, viehlose oder vieharme Betriebe.
- Leichte, saure oder kalkarme Böden.

Massnahmen:

- Magnesiumdüngung mit Kieserit.
- Magnesiumdüngung mit Dolomit (nur bei pH tiefer als 6,5).
- Regelmässige Verwendung magnesiumhaltiger Düngemittel (Patentkali, Korn-Kali mit Mg, Mg-Ammonsalpeter usw.).
- Blattdüngung mit EPSO Top, Microtop und Combitor oder Mg-Blattdüngern (nur zum Beseitigen von akutem Mangel, Ertrag aber meist trotzdem vermindert).



Mg-Mangel an Getreide K+S, Kassel, Kali AG Bern)



Mg-Mangel an Kartoffeln (Bild: K+S, Kassel)



Mg-Mangel an Mais (Bild: K+S, Kassel, Kali AG Bern)



Mg-Mangel an Zuckerrüben (Bild: K+S, Kassel)

4.5. Calcium (Ca) (CaO =Calciumoxid=Kalkbestandteil)

Calcium ist ein Baustein wichtiger Verbindungen und aktiviert einige Enzyme. Es wirkt entquellend.

Ca-Mangel

Pflanzen mit Calciummangel haben ein geringeres Wachstum an Spross und Wurzeln. Unter Freilandverhältnissen ist Calciummangel selten, eher machen sich Säureschäden durch Kalkmangel negativ bemerkbar.

- Symptome:**
- Chlorose junger Blätter und Pflanzenteile.
 - Stippigkeit bei Äpfeln.
- Mangelböden:** Sehr saure, kalkarme Standorte mit leichten Böden, die stark der Auswaschung ausgesetzt sind.
- Massnahmen:**
- Aufkalkung mit gemahlenem Kalk, Dolomit oder Kalk der Zuckerfabriken.
 - Regelmässige Verwendung von kalkhaltigen Düngemitteln (zum Beispiel Thomas-Kali, Thomaskalk, Hyperphosphat usw.)



Ca-Mangel an Mais (Bild: K+S Kassel)



Ca-Mangel an Kartoffeln (Bild: K+S Kassel)

4.6. Eisen (Fe)

Eisen ist wichtig für den Aufbau von Chlorophyll. Im weiteren ist es Bestandteil von Enzymen.

Fe-Mangel

Eisenmangel vermindert die Bildung von Kohlenhydraten und Eiweiss.

Symptome: Chlorose (Bleichsucht) der jüngeren Blätter. Bei starkem Mangel verfärben sich die Blätter bis ins Weisse und sterben ab. Fe-Mangel ist bei Obst-, Reben- und Beerenkulturen anzutreffen.

Mangelböden:

- Alkalische, kalkreiche Böden mit wenig organischer Substanz, schlechter Bodenstruktur und gestörtem Wasserhaushalt.
- Eisenmangel wird durch hohe Phosphorgaben verstärkt.
- Auch zu geringe Kaligehalte verstärken den Eisenmangel.

Massnahmen:

- Als Sofortmassnahme Blattdüngung mit Eisensulfat, -Zitrat oder -chelat.
- Bodendüngung mit Eisenchelaten.
- Verschiebung des pH-Wertes gegen neutral bis schwach sauer.
- Verbesserung des Humusgehaltes.



Fe-Mangel an Mais (Bild: K+S, Kassel)



Fe-Mangel an Rebe (Bild: Ciba-Geigy AG, Basel)

4.7. Bor (B)

Bor ist ein Baustein von Zellwänden und Kohlenhydrateestern. Es reguliert die Wuchsstoffwirkung und wirkt entquellend.

B-Mangel

Bormangel äussert sich in einem gehemmten Wuchs, die wachsenden Pflanzenteile, vor allem die Vegetationspunkte werden geschädigt (Fäulnis). An Stengel und Wurzel entstehen verkorkte Risse.

Symptome: Chlorose und Absterben junger Blätter. Fäulnis des Vegetationspunktes (Herz- und Trockenfäule bei Zuckerrüben).

Mangelböden:

- Sehr saure Böden (pH tiefer als 5,5).
- Alkalische Böden (pH über 7,5).
- Humusreiche und sandige Böden.

Massnahmen:

- pH-Korrektur in den neutralen Bereich.
- Bordüngung (Borax und borhaltige Düngemittel).
- Als Sofortmassnahme Blattdüngung mit Borsäure.



B-Mangel an Mais (Bild: K+S, Kassel)



B-Mangel an Zuckerrüben (Bild: K+S, Kassel)

4.8. Mangan (Mn)

Mangan aktiviert Enzyme, die an der Chlorophyllbildung, Fotosynthese, Eiweissbildung und Vitamin-C-Synthese beteiligt sind.

Mn-Mangel

Manganmangel macht sich durch verringerten Wuchs bemerkbar, und die Kohlenhydrat und Eiweissbildung ist gehemmt.

Symptome: Chlorose und Absterben junger Blätter. Fäulnis des Vegetationspunktes (Herz- und Trockenfäule bei Zuckerrüben).

Mangelböden: Alkalische, humusreiche Böden (karbonathaltige Niedermoores) und humose Sande.

Massnahmen:

- Niedermoores und alkalische Böden: Blattdüngung und Verwendung physiologisch sauer wirkender Düngemittel.
- Humose Sande: Düngung mit Mangansulfat auf Böden (zirka 100 kg/ha).



Mn-Mangel an Getreide (Bild: SCPA, Mulhouse)



Mn-Mangel an Kartoffeln (Bild: K+ S, Kassel)

4.9. Schwefel (S)

Schwefel ist ein Baustein wichtiger Verbindungen in der Pflanze, vor allem von Eiweiss. Schwefel hat auch eine Wirkung auf den (Quellungszustand der Pflanze (entquellend).

S-Mangel

Bei Schwefelmangel ist die Eiweissbildung gestört, und es entsteht ein Kohlenhydratüberschuss in den Pflanzenteilen. Die Zellwände werden dicker.

Symptome: Chlorose der Blattadern und Blätter; dabei sind die Blattadern meist heller als die dazwischenliegenden Blatteile. Die Blätter sind schmaler, und der Spross hat ein verholztes Aussehen.

Mangelböden: Feuchte Standorte mit geringer Zufuhr und hohen Verlusten (Auswaschung 10 - 50 kg S/ha).

Massnahmen: Verwendung schwefelhaltiger Düngemittel (Korn-Kali, Patentkali, Kalisulfat, Kieserit, EPOS Top, Microtop, Combitop, Ammonsulfat, Superphosphat).



S-Mangel an Raps (Bild: SCPA, Mulhouse)

4.10. Molybdän (Mo)

Molybdän ist ein Bestandteil von Enzymen. Bei Stickstoffdüngung in Salpeterform höherer Molybdänbedarf der Pflanze. Bei Leguminosen wichtig für die N-Fixierung der Knöllchenbakterien. Molybdän ist im weiteren am Phosphatstoffwechsel beteiligt.

Mo-Mangel

Wuchs- und Fotosynthese sind bei Molybdänmangel gehemmt, und es kann eine Nitratanreicherung in der Pflanze beobachtet werden.

Symptome: Chlorose und löffelfartige Verkrümmung junger Blätter. Besonders empfindlich reagieren Kohl- und Leguminosenarten. Bei Kohl wird Molybdänmangel als Klemmherzigkeit bezeichnet.

Mangelböden:

- Böden mit tiefem pH-Wert.
- Hochmoore.

Massnahmen:

- pH-Korrektur durch Aufkalkung.
- Molybdändüngung (nur bei Mangel empfehlenswert).



Mo-Mangel an Raps (Bild: SCPA, Mulhouse)

4.11. Kupfer (Cu)

Kupfer ist ein Baustein verschiedener Enzyme, die Stoffwechselvorgänge in der Pflanze steuern. Kupfer begünstigt die Kohlenhydrat- sowie die Proteinsynthese. Kupfer schützt ebenfalls das Chlorophyll vor frühzeitigem Abbau, so dass die Pflanzen länger jung und grün aussehen.

Cu-Mangel

Verringerung der Kohlenhydrat- und Eiweissynthese.

Symptome: Chlorose (Bleichsucht) und Weissfärbung der Blattspitzen. Verdrehungen an jungen Blättern. Anfällig sind Hafer und Sommergerste. Auf Obst zeigt sich Kupfermangel durch eine Chlorose und ein Verkümmern der Spitzentriebe. Verstärkt wird Kupfermangel durch Stress (zum Beispiel Wuchsstoffbehandlungen). Bei Rindern macht sich Cu-Mangel durch Lecksucht bemerkbar.

Mangelböden: Leichte, humose Böden (unter anderem in Trockenperioden) mit hohem pH.

Massnahmen:

- Zufuhr meist durch kupferhaltige Fungizide gesichert.
- pH-Senkung durch Verwendung physiologisch sauer wirkender Düngemittel.
- Boden- oder Blattdüngung mit Kupfersulfat.



Cu-Mangel an Mai und Getreide (Bild: SCPA, Mulhouse)

4.12. Zink (Zn)

Aktivierung von Enzymen. Förderung der Chlorophyll- und Wuchsstoffbildung.

Zn-Mangel

Verringerung der Kohlenhydrat- und Eiweissynthese.

Symptome: Symptome treten meist bei starker Sonneneinstrahlung in Erscheinung. Chlorose bei jüngeren Blättern. Bei Mais helle, ziemlich breite Streifen über das Blatt. Anfällig sind Mais, Tabak und Obst. Bei Obstbäumen fällt eine spärliche Belaubung auf, die Blätter sind klein und rosettenartig angeordnet.

Mangelböden: Böden mit hohem pH-Wert, hohe Phosphorgaben. Auf Betrieben mit hoher Maisfläche sowie bei Obstkulturen ist am häufigsten Zn-Mangel zu beobachten.

Massnahmen:

- Blattdüngung mit Zn-Salzen und -Chelaten.
- pH-Erniedrigung durch Verwendung physiologisch sauer wirkender Düngemittel.



Zn-Mangel an Mais (Bild: SCPA, Mulhouse)

Literaturnachweise

Bovey R.; Baggiolini M.; Bolay A.; La défense des plantes cultivées,
Bovay E.; Corbaz R.; Mathys G.; Payot, Lausanne 1972.
Meylan A.; Murbach R.; Palet F.;
Savary A.; Trivelli G.

Finck A. Pflanzenernährung in Stichworten,
Hirt, Kiel 1969.

Mengel K. Ernährung und Stoffwechsel der
Pflanze, Fischer, Jena 1968.

Sol-conseil Gekürzte Aufzeichnung der ge-
bräuchlichsten Dünger, Sol-conseil,
Nyon 1981.