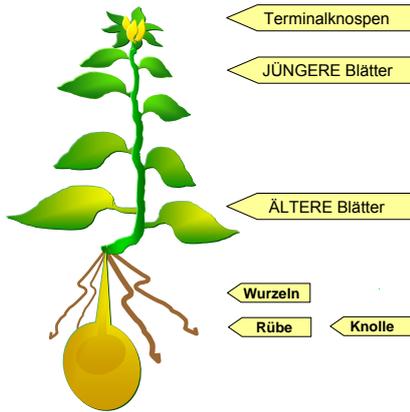


### Differenzierung nach betroffenen Pflanzenteilen

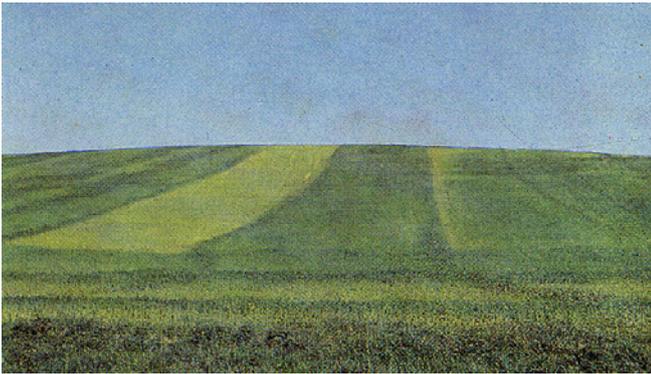


■ Grund:  
Verlagerbarkeit  
der Nährstoffe

### N-Mangel

- Symptome an gesamter Pflanze bzw. lokalisiert **an älteren Blättern**
- gesamte Pflanze und ältere Blätter: Pflanzenwachstum deutlich geringer
- Pflanze **hellgrün bis gelbgrün**
- Basalblätter am stärksten betroffen und von Blattspitzen ausgehend gelb, gelbbraun bis Rotbraunverfärbung
- Nekrosen mit Vertrocknung
- Starrtracht
- Stängel kurz und dünn
- bei Getreide geringe Bestockung
- Wurzeln im Verhältnis zum Spross sehr lang mit geringer Seitenwurzelbildung
- Möglichkeit der Verwechslung mit Schwefelmangel

### Unsachgemäße N-Düngung



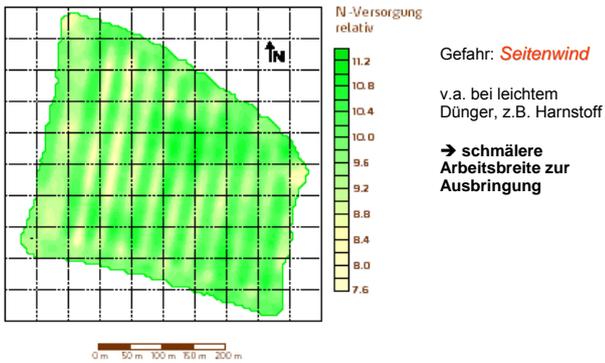
„Technologische Streifenkrankheit“ beim Weizen

### Unsachgemäße N-Düngung



„Technologische Streifenkrankheit“ beim Raps

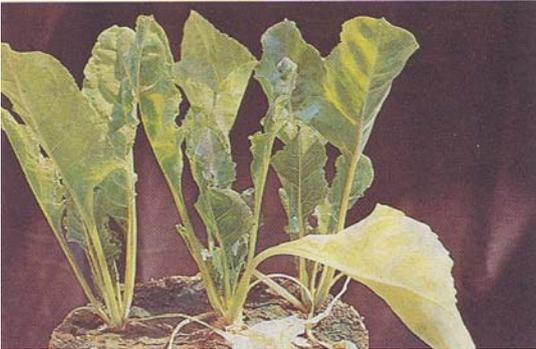
### Vermeidung der Streifenkrankheit:



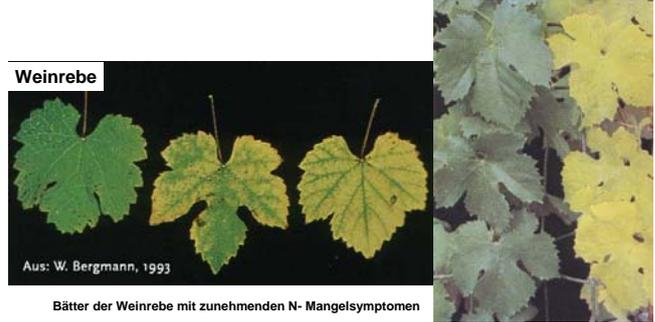
### Starker N-Mangel beim Mais



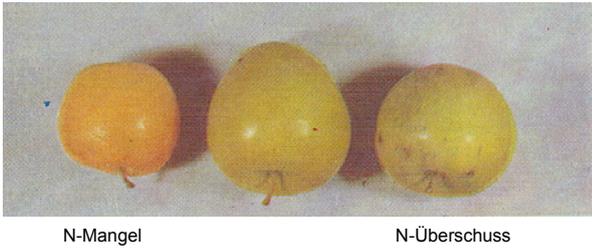
**Zuckerrübenblätter mit ausgeprägten N - Mangelsymptomen**



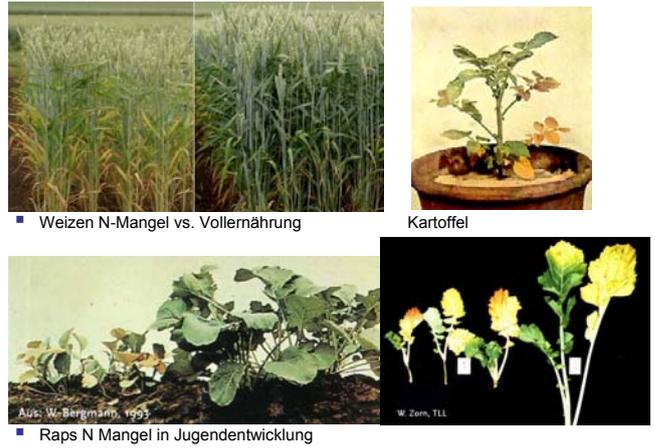
**N-Mangel**



**Äpfel der Sorte „Golden delicious“**



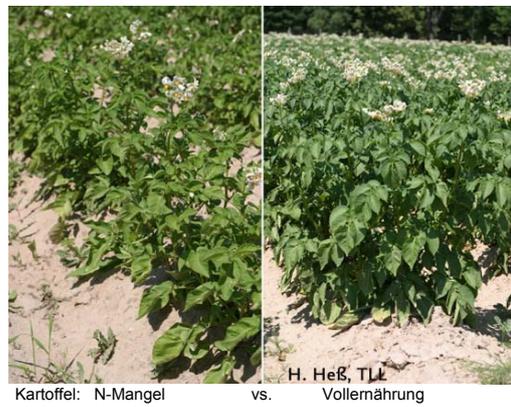
**N-Mangel**



**N-Mangel Mais**



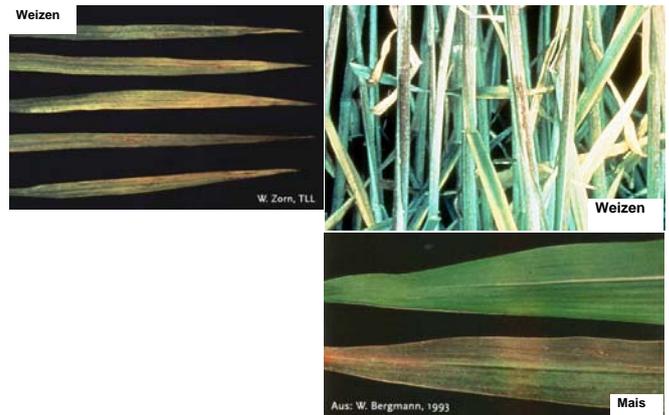
**N-Mangel**



## P-Mangel

- Symptome an gesamter Pflanze bzw. lokalisiert an **älteren Blättern**
- Gesamte Pflanze und ältere Blätter Pflanzenwachstum deutlich geringer
- Pflanzen dunkel- bis blaugrün
- Stängel, Blattstiele und Adern vorwiegend auf der Unterseite, z. T. gesamtes Blatt oft rot bis purpurfarben
- untere Blätter z. T. gelbbraunrot, vertrocknen mit grünbrauner, z. T. schwarzgetönter Färbung
- Obstbäume: schmutzig purpurne und bronzene Färbung
- Nadelbäume: purpurrote Verfärbung der Nadeln
- Stängel kurz und dünn
- Getreide: geringe Bestockung
- Starrtracht
- Wurzeln mit wenigen Seitenwurzeln und rötlich-braun verfärbt

## P-Mangel



## P-Mangel Mais



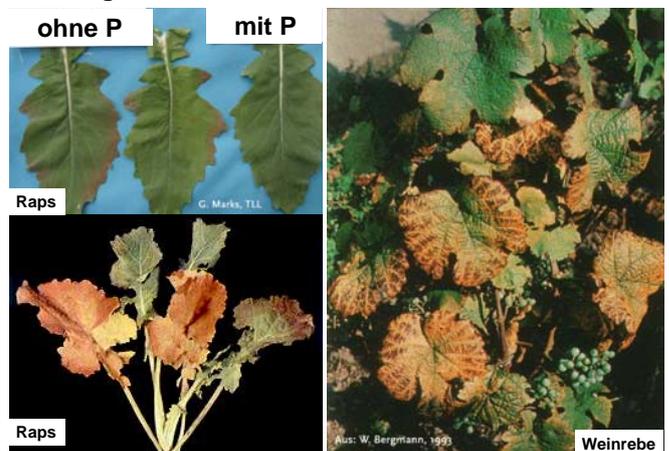
## P-Mangel



## P-Mangel



## P-Mangel



## K-Mangel

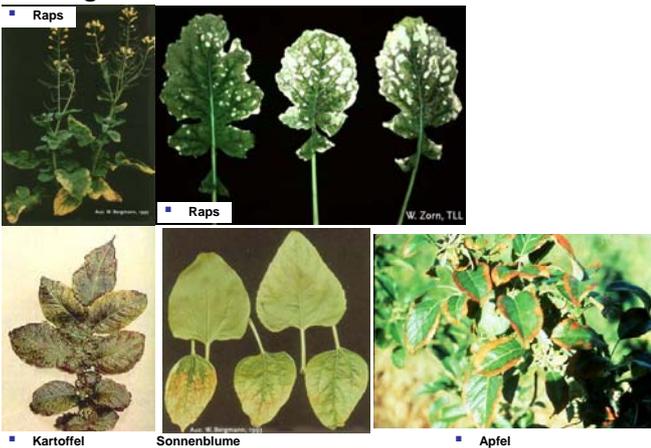
Symptome an gesamter Pflanze verbreitet bzw. lokalisiert an **ältere Blätter**  
Pflanzenwachstum z. T. geringer

- Welketracht der Pflanzen bes. bei Trockenheit
- bei manchen Pflanzen (z. B. Klee, Luzerne) weiße bis weißbraune Punktierung entlang des Blattrandes
- sonst meist von Blattspitze und Blattrand ausgehende Chlorosen mit
- nachfolgenden braunen, graubraunen, rötlichbraunen bis dunkelbraunen Nekrosen, zunächst fleckenartig, später flächenartig zusammenfließend
- Interkostalfelder oft nach oben gewölbt mit bronzeartigen Farbtonungen jüngerer bläulichgrüner Blätter
- ältere Blätter vertrocknen mit gelbbrauner bis brauner Verfärbung
- Blattränder auf- oder abwärtsgebogen
- häufig auch massenweises Absterben der älteren Blätter
- "Blau- oder Schwarzfleckigkeit" in Kartoffelknollen
- Wurzeln lang, gelblich und schleimig mit wenigen Seitenwurzeln
- Nadelbäume: rote bis rotbraune Verfärbungen der Nadeln ("Rot- oder Rotbraunspitzigkeit")

## K-Mangel



## K Mangel



## Mg-Mangel

- Symptome an gesamter Pflanze bzw. lokalisiert an **älteren Blättern**
- Symptome stark lokalisiert an älteren Blättern, Pflanzenwachstum z. T. geringer

- Gramineen: perlschnurartige Chlorophyllschöpfung längs der Adern ("Marmorierung", "Tigerung") an älteren Blättern, z. T. rötlich bis purpurfarben (Mais)
  - teils absterbende Zonen innerhalb der Chlorosestreifen
  - Gelbwerden bis Vertrocknen der Blätter von der Blattspitze ausgehend
  - Dikotyle Pflanzen: gelbgrüne bis gelbe Interkostalchlorosen (bei einigen Pflanzen, wie z. B. roten Weinreben oder Baumwolle, auch rotviolette Färbung) der älteren Blätter
  - Nachfolgende Nekrosen (bei Obstbäumen oft ohne Chlorosen fischgrätenartig angeordnete braune Flecken längs der Hauptader vor Gelbwerden der Blätter)
  - Blattnerven mit breitem grünem Saum
  - Blattränder häufig noch grün
  - Spitzen und Ränder aufwärts gewölbt
  - Stängel häufig dünn
  - Wurzeln lang mit wenig Seitenwurzeln
  - Nadelbäume: Gelbwerden der Nadeln ("Gelb- bzw. Goldspitzigkeit")
  - in Neuanpflanzungen oft Totalvergilbung aller Nadeln
  - Verfügbarkeit des Nährstoffes Magnesium in Abhängigkeit vom pH-Wert
- Möglichkeit der Verwechslung mit Manganmangel, Eisenmangel, Zinkmangel

## Mg-Mangel

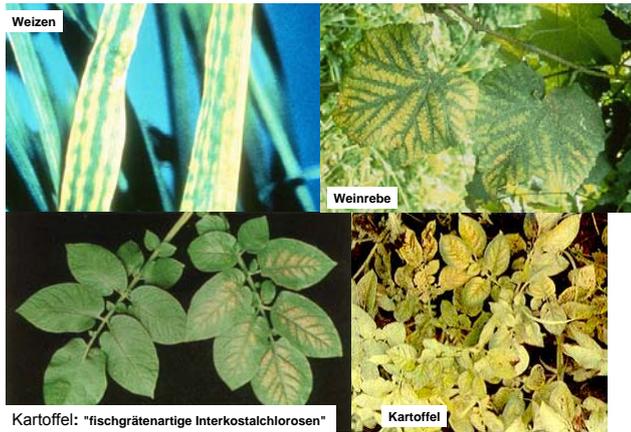


## Mg Mangel

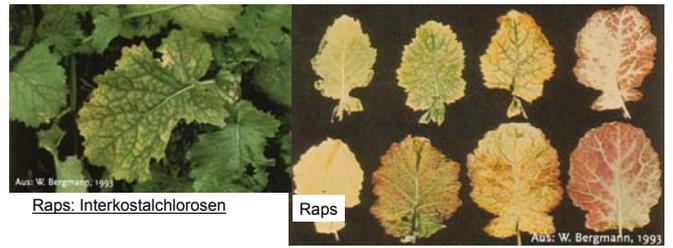


- Mg Mangel Gerste

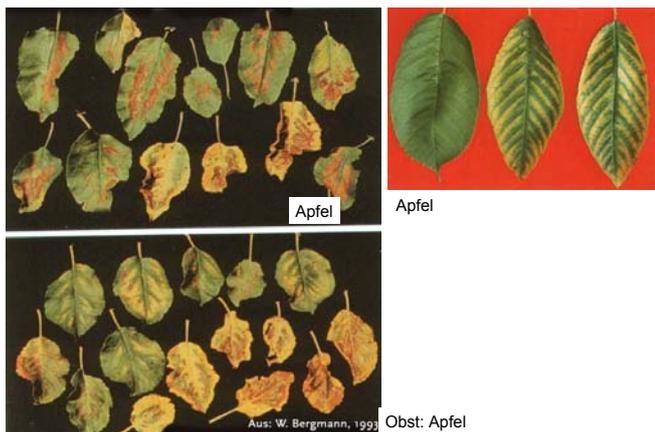
## Mg-Mangel



## Mg-Mangel



## Mg-Mangel



## Mg Mangel



## Mn-Mangel

- **Spitzenblätter, jüngere bis mittlere Blätter,**  
z. T. Absterben der Terminalknospe, Symptome vorwiegend lokalisiert

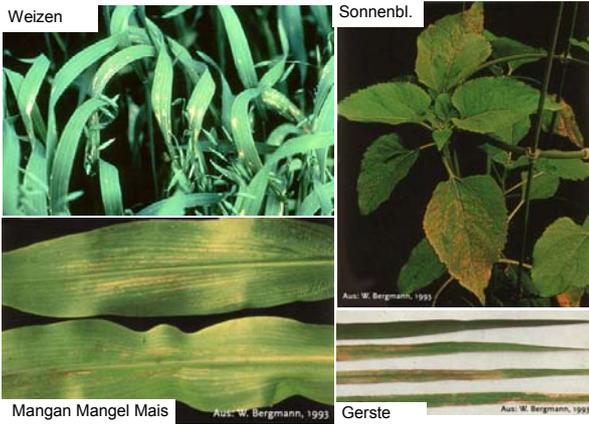
- Terminalknospe wächst weiter, jüngere bis mittlere Blätter Chlorosen und Nekrosen
- Gramineen: Streifen- bis Fleckenchlorosen, häufig in graubraune Flecken mit z. T. dunklerer Umrahmung übergehend an jüngeren bis mittleren Blättern, die bei stärkerem Mangel zusammenfließen ("Dörrfleckenkrankheit")
- z. T. Abknicken der Blattspreiten, meist im unteren Teil
- Blattspitzen häufig normal grün, zumindest anfangs, und schlaff herabhängend
- Dikotyle Pflanzen: netz- oder mosaikartige **Interkostalchlorosen** mit grünesäumten Hauptadern ("nadelbaumähnlich") der jüngeren bis mittleren Blätter
- Jüngste Blätter zunächst olivgrün
- auch die kleinsten Adern bleiben meist grün
- später Fleckennekrosen, die z. T. perforieren
- Tüpfelchlorosen und -nekrosen
- geringe Wurzelbildung, oft mit bräunlicher Verfärbung
- Verfügbarkeit des Nährstoffes Mangan in Abhängigkeit vom pH-Wert
- Möglichkeit der Verwechslung mit Magnesiummangel, Eisenmangel

## Mn

- Getreide: „Dörrflecken-Krankheit“
- v.a. Hafer und Gerste, seltener: Weizen



### Mn-Mangel (Phän: strips & spots)



### Mn-Mangel



Mangan-Mangel flächig

### Mn-Mangel



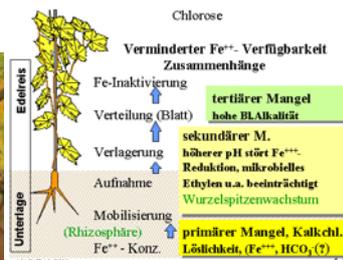
### Fe -Mangel

- Spitzenblätter, jüngere bis mittlere Blätter, z. T. Absterben der Terminalknospe, Symptome vorwiegend lokalisiert
- Terminalknospe wächst weiter, jüngere bis mittlere Blätter Chlorosen und Nekrosen
- Beginn grundsätzlich an Spitzenblättern mit gelbgrünen, dann zitronengelben bis gelbweißen Chlorosen mit scharf abgesetzten grünen Hauptadern
- gelegentlich feinste Adern kurze Zeit noch grün
- Bei anhaltendem Mangel basale Ausbreitung der Chlorosen bis zu totaler Ausbreitung auf alle Blätter (bes. bei Obstbäumen)
- Stängel dünner und kürzer als normal
- bei starkem Mangel auch Adern chlorotisch und, vom Rand beginnend, braune Nekrosen auf den Blattflächen
- kurze braun verfärbte Wurzeln mit vielen Seitenwurzeln
- Verfügbarkeit des Nährstoffes Eisen in Abhängigkeit vom pH-Wert
- Verwechslung möglich mit: Mg-Mangel, Mn-Mangel

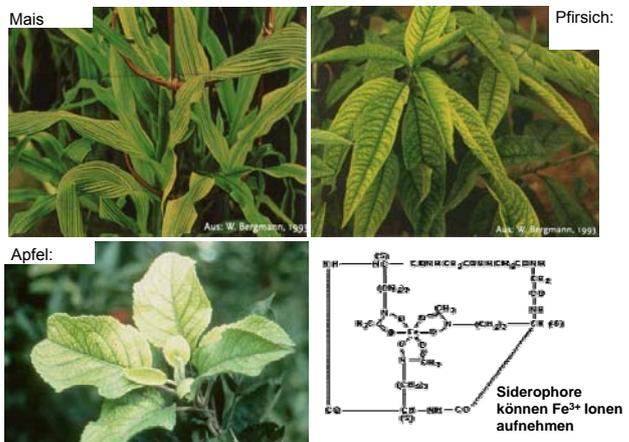
### Fe-Mangel

- Ursachen verminderter Fe Verfügbarkeit:
  - nur Fe<sup>2+</sup> ist löslich
  - → Fe<sup>3+</sup> muß zu Fe<sup>2+</sup> reduziert werden
  - → Nur bei saurem pH (↓)
  - → Nur bei geringem Redoxpotential (↓)

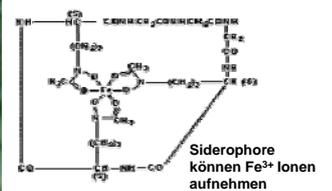
Weinrebe



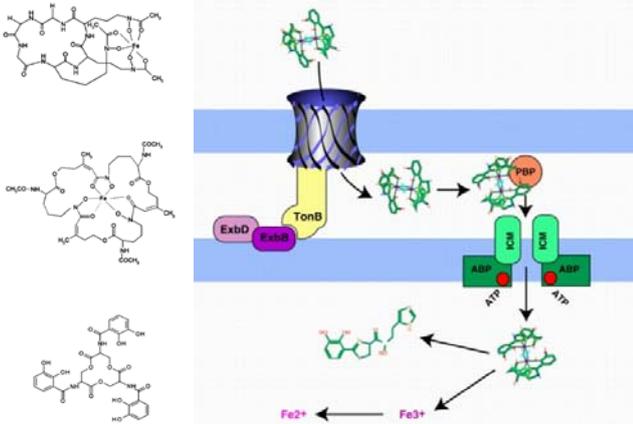
### Fe-Mangel



Apfel:



## Siderophor-Fe Import



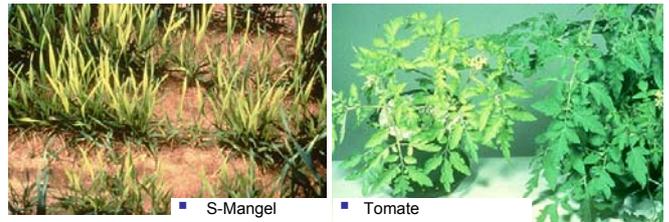
## S-Mangel

- Spitzenblätter, jüngere bis mittlere Blätter,
- z. T. Absterben der Terminalknospe, Symptome vorwiegend lokalisiert
- Terminalknospe wächst weiter, jüngere bis mittlere Blätter Chlorosen - Nekrosen
- jüngste Blätter meist einschließlich der Hauptadern hellgrün - gelbgrün - gelb
- Blattadern oftmals heller als die Blattspreite
- Pflanze hellgrüner
- Starrtracht, ähnlich wie bei N-Mangel
- „Löffelartige“ Blattmissbildungen
- Auftreten von rötlichen bis purpurfarbenen Verfärbungen bei starkem Mangel
- Spross kurz und zart
- Raps: gelbweiße Blüten
- Raps-Schoten meist kleiner und mit weniger Körnern
- viele stark verzweigte weiße Wurzeln
- Verfügbarkeit von S abh. vom pH-Wert
- Möglichkeit der Verwechslung mit N-Mangel

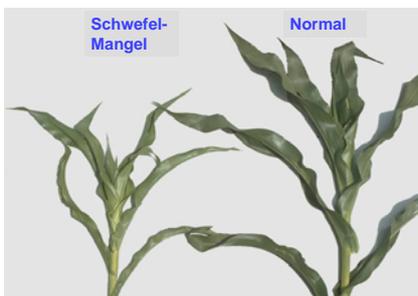
## S-Mangel



## S-Mangel



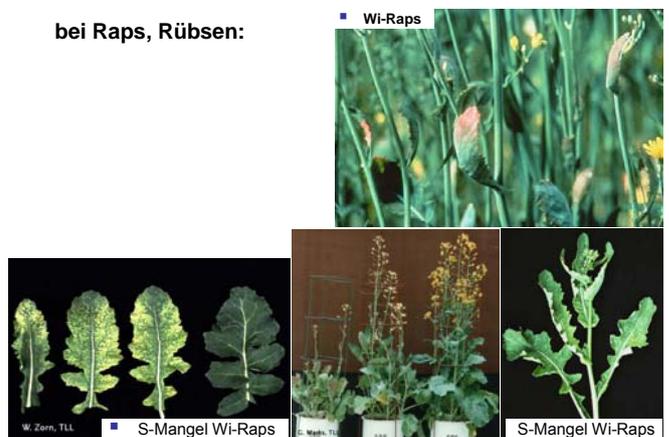
## Schwefelmangel



- Schwefelmangel bei Mais

## S-Mangel

bei Raps, Rüben:



## Cu-Mangel

- **Spitzenblätter, jüngere bis mittlere Blätter**, z. T. Absterben der Terminalknospe, Symptome vorwiegend lokalisiert
- **Spitzenwelke, Spitzendürre, Weißspitzigkeit** Blätter weißgelb, Blütenstände missgestaltet
- **Gramineen:** junge Blätter erscheinen welk ("Spitzenwelke") und sterben meist ohne Chlorose und Fleckenbildung unter Weißverfärbung ("Weißspitzigkeit"), Rollen bzw. Verdrehen und Abknicken ("Wegweiserstellung der Blätter") ab
- **starke Bestockung (Nachschosser)** der im Basalteil grünen bis dunkelgrünen Pflanzen
- **Stängel dünner**
- **Ährenbildung stark gehemmt oder unterbunden**
- z. T. bleiben Ähren mit der Spitze in der Blattscheide stecken, meist taube oder nur wenig Körner tragende weiß verfärbte Ähren ("**Weißährigkeit**")
- **Dikotyle Pflanzen:** junge Blätter hängen wie welk herab, z. T. missgestaltet
- **Aufhellung der Interkostalfelder** nach hellgelb mit häufig gelbweißen bis braungelben Nekrosen
- **generatives Wachstum stärker benachteiligt** als das vegetative
- **Blütenstände missgestaltet**
- **Vertrocknen und Verkahlen der Zweigenden** ("Spitzendürre" bei Obstbäumen)
- **Wurzelwachstum mäßig gehemmt**, lange und dünne weiße Seitenwurzeln
- **Nadelbäume:** Vertrocknen und Verkahlen der Zweigenden, spiralisches Verdrehen der endständigen Nadeln; Abbiegen der Spitzentriebe und Zweige der Nadelbäume ("Pendulaform", Schlangentriebe)

## Cu-Mangel

Weizen

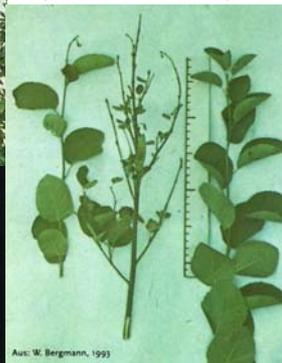


Mais

## Cu Mangel



■ **Obstbäume:**  
← **Apfel: entblätterte Triebspitzen**



Triebspitzen der Felsenbirne: deformiert, rechts: gesund



## Ca-Mangel

- **Spitzenblätter, jüngere bis mittlere Blätter**, z. T. Absterben der Terminalknospe, Symptome vorwiegend lokalisiert
- **Blattrand- und Innenblattnekrosen**
- **Spitzenblätter, jüngere bis mittlere Blätter**, z. T. Absterben der Terminalknospe, Symptome vorwiegend lokalisiert
- **Blattrand- und Innenblattnekrosen**
- **junge Blätter der Spitzentriebe** verformt, haken- bzw. krallenförmig an der Spitze abgebogen
- **Eintrocknen und Aufreißen** (flattriges Aussehen) der Blattspreite, beginnend an Spitzen und Rändern mit hell- bis weißgrünen, z. T. auch graubrauner Verfärbung
- **der gelegentlich violett verfärbte Stängel** knickt unterhalb der Blüten- oder Spross-Spitze infolge einer eingeschnürten, abgestorbenen weichen Zone ab
- **Absterben der Terminalknospe** und des gestauchten Sprosses
- "Blütenendfäule bei Früchten"
- "Stippigkeit bei Äpfeln"
- **Blattrand- und Innenblatt-Nekrosen** bei Gemüsepflanzen, Salat, Kopfkohl
- **Wurzeln bleiben kurz**, zeigen ein struppiges, schleimiges Aussehen und sind dunkelbraun bis schwarz verfärbt

## Ca-Mangel



Mais

## Ca-Mangel



Raps



Sonnenblume

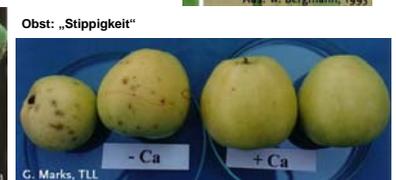


Aus: W. Bergmann, 1993



Kartoffel: „Verkrallung“

W. Bergmann, 1993



Obst: „Stippigkeit“

G. Marks, TLL

## Bor

- V.a. zur Reproduktion
- Mangel:
  - Primär ist bereits wenige Minuten nach Unterbrechen der Bor-Zufuhr eine vorübergehende Lockerung der Zellwand zu beobachten.
  - sekundäre Reaktionen
    - Die Triebspitzen sterben ab, das Wurzelsystem verkümmert - das Gewebe wird brüchig.
  - Wichtig : Querbeziehung zum Calcium-Stoffwechsel.
    - Bor liegt im Apoplasten teilweise als negativ geladener esterartiger Komplex vor.
      - → Mangelbedingungen: Wegfall dieser Ladungen
      - → Verändertes Verhältnis gebundene: freie Kationen (v.a. Ca<sup>++</sup>)
      - → Beeinflussung von Enzymaktivitäten
  - Apoplasten-Lösungen: Minuten nach Unterbrechen der Bor-Zufuhr: Veränderung des freien Calciums
    - Bor-Komplexe werden durch Calcium zusätzlich stabilisiert
  - Bor: besonders von rasch wachsenden Pflanzenteilen benötigt.
  - Bor-bindende Liganden über die Wurzel verteilt. V.a. an Bereichen intensivsten Längenwachstums.
  - Bor-Aufnahme: als undissoziierte Borsäure: stark temperaturabhängig
  - kompetitiv wirken nur Hydroxylionen OH<sup>-</sup>, nicht aber die Anionen der Nährsalze (Nitrat, Phosphat, Sulfat).
  - Gute Fett-Löslichkeit der Borsäure
    - Beweglichkeit von Bor in der Pflanze stark eingeschränkt
    - Gewebe, die am meisten auf optimale Bor-Versorgung angewiesen sind (Wurzel- und Triebspitzen) leiden als erstes an Mangel

## B-Mangel

**Spitzenblätter, jüngere bis mittlere Blätter,**  
z. T. Absterben der Terminalknospe, Symptome vorwiegend lokalisiert (=lokal begrenzt)

- Blattrand- und Innenblattnekrosen
- Verdicken der Endknospe
- Verfärbung der jungen Blätter der Terminalknospe vom Basalende ausgehend nach hellgrün
- Blätter verformt, missgestaltet, verdreht und verkümmert, häufig verdickt, starr und spröde
- verkürzte Internodien und gestauchter Spross
- Stängel und Terminalknospen sowie Vegetationspunkte sterben unter Braun- und Schwarzwerden ab ("**Herz- und Trockenfäule bei Rüben**")
- in Stängeln und Strünken hohle Stellen
- in Knollen "Glasigkeit", "Braunherzigkeit"
- Regen nach längerer Trockenheit führt bei B-Mangel oft zu Seitenblatt- und -triebbildung unterhalb der abgestorbenen Terminalknospe
- bei Obstbäumen → "**Hexenbesen**", bei Nadelbäumen zur "Storchennestbildung"
- Innere und äußere "Korkfleckigkeit bei Äpfeln"
- Wurzeln dürrig und struppig sowie braun verfärbt
- viele sehr kurze Seitenwurzeln mit keulenartig verdickter Spitze
- Verfügbarkeit des Nährstoffes Bor in Abhängigkeit vom pH-Wert
- Möglichkeit der Verwechslung mit Kalziummangel

## B-Mangel



↑ Mais

↑ Weizen: **Sekundärhalm- und Wurzelbildung** an den unteren Halmknoten



← ZR: starke Ausbildung kleiner "sitzenbleibender" Blätter um den abgestorbenen Vegetationspunkt

## B-Mangel



■ ZR: **Herz und Trockenfäule**

ZR: Querschnitte links: gesund, Mitte: Höhlenbildung



ZR

ZR

## B-Mangel



▪ Raps: gestauchtes Internodien-Wachstum, Stängelverdickung, Narbenbildung



Raps:  
deformierte Sprossspitze, verkümmerte Blüten



Raps: **Hohlherzigkeit**

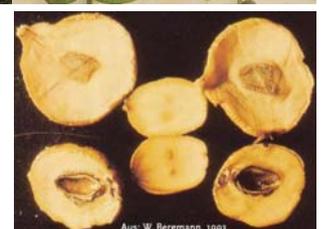


Raps: gestauchtes Internodienwachstum, Stängelverdickung, Narbenbildung, abgestorbener Vegetationspunkt

## B-Mangel



Kartoffel: Absterben des Vegetationspunktes



Aus: W. Bergmann, 1993

## Zn-Mangel

- Symptome an jüngeren und / oder älteren Blättern und Organen je nach Pflanzenart und dem Zeitpunkt des Auftretens ohne Blatt-Deformationen
- Chlorotische, schnell vergrößernde Fleckenbildung abgestorbenen Zonen (Aufhellung bis zu Weißfärbung) und grünem Saum um die Adern
- von den älteren Blättern ausgehend und sich über die ganze Pflanze ausbreitend (oftmals auch auf den jüngeren Blättern beginnend)
- allgemein auf Interkostalfelder begrenzt (bei Mais beiderseits längs v. Blatthauptader), z. T. auch auf sekundäre und primäre Blattnerven ausgedehnt
- jüngere Blätter meist dick, spröde und sehr klein ("Kleinblättrigkeit") sowie blassgrün bis gelbweiß bei Mais ("Weißknospigkeit", "White bud")
- Blätter von Dikotylen häufig weite Stielbuchten, auffallend kurze Internodien
- Spross gestauht ("Zwergwuchs") mit büschelartig angeordneten Blättern ("Rosettenbildung bzw. -krankheit", "Kräuselkrankheit" des Hopfens)
- Wurzelentwicklung schwach gehemmt
- Verfügbarkeit des Nährstoffes Zink in Abhängigkeit vom pH-Wert
- Möglichkeit der Verwechslung mit Magnesiummangel

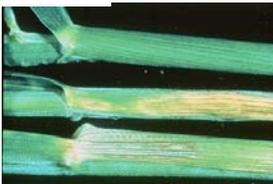
## Zn-Mangel



Mais

## Zn-Mangel

### Weizen



Breite helle Streifen auf beiden Seiten der Mittelrippe



## Zn-Mangel



Kartoffel: 1 x gesund + 3 x „Farnblättrigkeit“



Obst: Kleinblättrigkeit + Rosettenbildung

## Silizium

- Nur vermutete Essentialität
- $\text{SO}_4^{2-}$  ist durch seine hohe Affinität zu Eisen-/Manganoxiden und -hydroxiden befähigt, dort sorbierte  $\text{PO}_4^{3-}$  zu mobilisieren.
- Aufnahme vor allem passiv in Form der undissoziierter Säure
- In der Pflanze ist die Kieselsäure relativ schwer beweglich, findet sich entweder in amorpher Form oder als Galaktoseester:
- Bei Monokotyledonen: in den Zellwänden der Epidermis
- Bei Dikotyledonen: im Zellinneren, sowie in Pflanzenhaaren
- Si für bestimmte Kulturen (z.B. Reis) unentbehrlich
- Spezifische physiologische Funktionen bisher kaum beschrieben:
  - Stabilisierung der Zellwände
- Siliziummangel
  - Hemmung des Phosphateinbaus in ATP und Zuckerphosphate
  - + Hemmung der Ligninbiosynthese.
- Hoher Silikatgehalt
  - Hemmung der Fe u. Mn- Aufnahme
  - Erhöhte Mangantoleranz.



## Nickel

- $\text{Ni}^{2+}$  : leichte Aufnahme
- Kompetierend: ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ )
- $\text{Ni}^{2+}$  = Metall-Komponente der Urease
- → Mangel: → induziert Harnstofftoxizität
- → 'Verbrennungen'
- → Hemmung der Proteinsynthese.
- Hydrogenasen in Bakterien und Leguminosen

## Mo-Mangel

- Symptome an jüngeren und älteren Blättern und Organen je nach Pflanzenart und dem Zeitpunkt des Auftretens
- mit Blattdeformationen
- N-Mangel ähnliche Symptome bei Leguminosen
- blässgrüne Blätter oder Gelbfleckigkeit bei anderen Kulturpflanzen (z. B. Zitrusarten)
- Blattspitzen und Blattränder zeigen Nekrosen ähnliche Nitrat-Überschussymptome nach starken N-Gaben
- Graugrün- bis Blaugrünfärbung von Blattflächen bei Brassica-Arten
- gescheckte und an den Rändern aufgerollte, gekräuselte Blätter mit reduzierter Blattspreite
- "schöpfkellenartige" Blätter
- Auftreten chlorotischer und nekrotischer Flecken in den Blättern
- Interkostalflecken perforieren
- Mittelrippen wachsen oft allein mit stark reduzierten oder ohne Blattspreiten ("Peitschenstiel-" oder "Whiptail"-Erkrankung bei Kohlartern und anderen Pflanzen)
- Vegetationspunkt stirbt unter Verdrehen der Herzblätter ab ("Klemmherzigkeit" bei Blumenkohl), v.a. an jüngeren Blättern
- nach Verbesserung der Mo-Versorgung (z. B. Regen nach Trockenheit) aber auch an den dann älteren Blättern, die sich nicht regenerieren



## Chlorid

essentieller Mikronährstoff

vor allem in den Vakuolen (maßgeblich für 20 % des osmotischen Drucks).

- Funktion als Osmotisches Regulans: Turgordruck und Stomata.
- Cl<sup>-</sup> bei Photolyse des Wassers im Photosystem II als Co-Faktor des Mn-haltigen Enzyms beteiligt.
- Cl<sup>-</sup> als Co-Faktor der Asparaginsynthetase
- (Asparagin bei einigen Pflanzen für Langstreckentransport von N wichtig).
- Weitere unspezifische Wirkungen auf andere Enzyme
- Cl<sup>-</sup> Mangel unter Freiland-Bedingungen bisher kaum beobachtet

## Cl-Mangel

Symptome an Weizen



•Cl- Mangelsymptome sind dem Mangan-Mangel sehr ähnlich

## Cobald

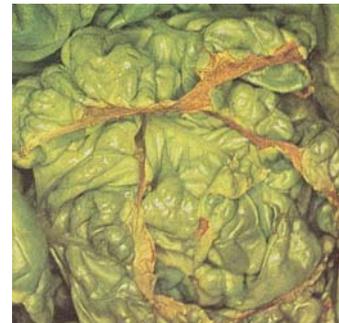


- Deficiencies are rare, but express themselves as chlorosis of younger leaves.
- Cobalt is a chelation "bridge" that assists uptake of other metals and nitrogen fixation. It assists enzymes related to manufacture of aromatic compounds. It is also required for a few bacteria and algae.
- Cobalt is essential to proper use of nitrogen Three enzyme systems of Rhizobium bacteria are known to contain cobalamin. There's correlation between cobalt concentration, nitrogen fixation and root nodule development.
- Cobalt is required for methionine synthesis, ribonucleotide synthesis and synthesis of methylmalonyl-coenzyme A mutase. The latter is necessary for the synthesis of leghemoglobin, which plays a major role in protection of nitrogenase against oxygen, which is able to irreversibly damage the enzyme.

## Schadsalze

- (v.a. NaCl):
- Obstgehölze: salzempfindlich  
(richtige Unterlagenwahl kann Schäden vermindern)
- starke Anreicherung von Chloriden im Blatt durch sehr gute Aufnahme
- Symptome:
  - Vergilbungen
  - Blattrand-Nekrosen
  - früherer Blattfall
  - geringere Winterhärte

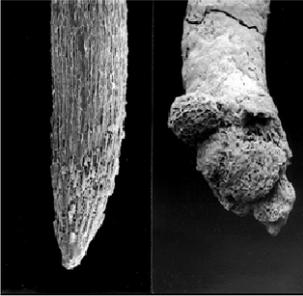
## Cl-Überschuss: 'Tipburn' Krankheit



- Cl<sup>-</sup> Überschuss → Salat : „Verbrannte Spitzen“

### Aluminium Toxizität

- Wurzelspitzen Weizen:



- Al-tolerant Vs Al sensitiv

### Mn Toxizität



- ManganOxid

### Mn Toxizität



- Mangantox.

Salat

### Schutzmaßnahmen gegen Schadstoffe

- Anlage von Hecken entlang der Verkehrswege
- Anbau unter Glas und Folien

