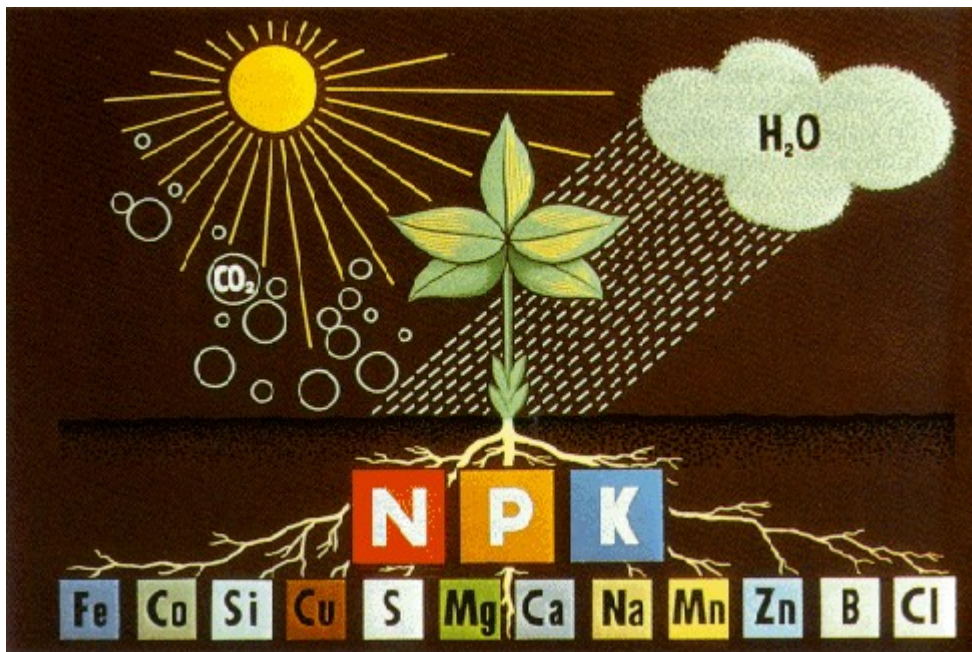


Nährstoffe, Mangelsymptome und deren Behebung.

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.



Was braucht die Pflanze zum Leben

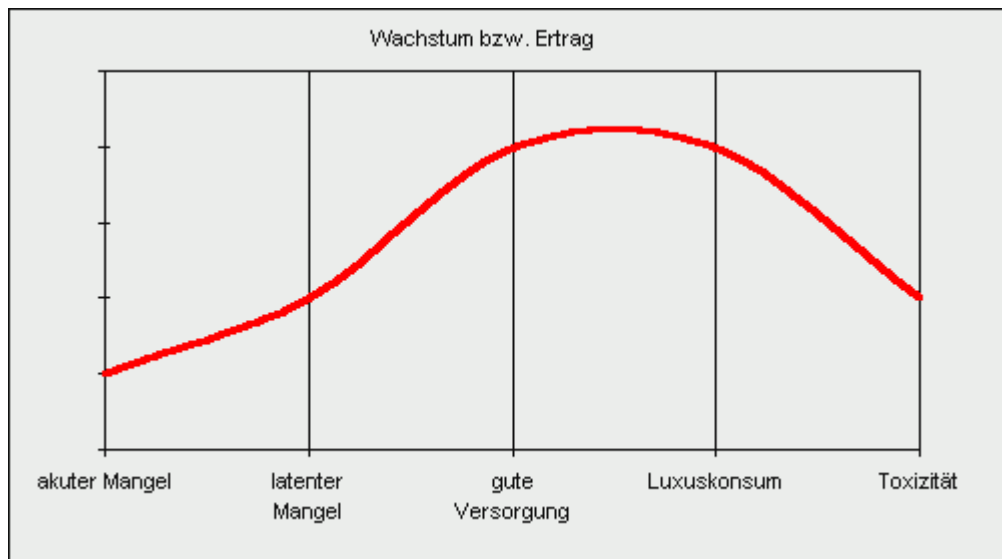
Mit zunehmender Erforschung der Pflanzenernährung ist es gut möglich, dass auch nützliche Elemente als unentbehrliche Pflanzennährstoffe erkannt werden.

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.

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 Mangelscheinungen 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).

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.

Stickstoff (N)

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:	<ul style="list-style-type: none">• Pflanzen klein, Blätter gelbgrün bis gelb, später verfärben sie sich ins Orange und fallen ab.
Mangelböden:	<ul style="list-style-type: none">• Ungenügend gedüngte Böden. Häufig auf sandigen, sauren oder humusarmen Böden.
Maßnahmen:	<ul style="list-style-type: none">• 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).

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 gehemmtes 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:	<ul style="list-style-type: none">• Ältere Blätter zuerst dunkelgrün, später rötlich-violett verfärbt. Rotverfärbung auch am Stängel. Die Pflanzen sind klein und zeigen ein steifes Aussehen (Starrtracht).• Im fortgeschrittenen Stadium sterben die älteren Blätter ab.
Mangelböden:	<ul style="list-style-type: none">• Stark saure Böden (pH tiefer als 5,0)• Alkalische Böden (pH höher als 7,5)• Böden mit ungenügender P-Versorgung.
Massnahmen:	<ul style="list-style-type: none">• 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

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:	<ul style="list-style-type: none"> • tonreiche Böden (Fixierung) • sandige oder humusreiche Böden • ungenügend gedüngte Böden.
Massnahmen:	<ul style="list-style-type: none"> • Sofortmassnahmen 2% Kalisulfatlösung • Aufdüngung mit Kalidüngemittel(tonreiche Böden sehr grosse Mengen) • Regelmäßige K-Zufuhren nach Entzug.

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:	<ul style="list-style-type: none"> • Böden mit intensivem Ackerbau, viehlose oder vieharme Betriebe. • Leichte, saure oder kalkarme Böden.
Massnahmen:	<ul style="list-style-type: none"> • Magnesiumdüngung mit Kieserit. • Magnesiumdüngung mit Dolomit (nur bei pH tiefer als 6,5). • Regelmässige Verwendung magnesiumhaltiger Düngemittel (Patentkali, Korn-Kali mit Mg, Mg-Ammonsalpeter, Thomasmehl usw.). Blattdüngung mit Bittersalz oder Mg-Blattdüngern (nur zum Beseitigen von akutem Mangel, Ertrag aber meist trotzdem vermindert).

Calcium (Ca) (CaO=Calciumoxid=Kalk)

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:	<ul style="list-style-type: none">• Aufkalkung mit gemahlenem Kalk, Dolomit oder Kalk der Zuckerfabriken.• Regelmässige Verwendung von kalkhaltigen Düngemitteln (zum Beispiel Thomas-Kali, Thomaskalk, Hyperphosphat usw.)

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:	<ul style="list-style-type: none">• 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:	<ul style="list-style-type: none">• Als Sofortmassnahme Blattdüngung mit Eisensulfat, -Zitrat oder -chelat.• Bodendüngung mit Eisenchelaten.• Verschiebung des pH-Wertes gegen neutral bis schwach sauer.• Verbesserung des Humusgehaltes.

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:	Getreide, Rüben und Obst: Flecken auf älteren Blättern. Kartoffeln und Leguminosen: Flecken auf jüngeren Blättern. Getreide (Dörrfleckenkrankheit): Schmutziggraue Flecken. Zweikeimblättrige Pflanzen zeigen hellgelbe Flecken zwischen den Blattadern. Im Unterschied zu Eisenmangel, wo das ganze Feld zwischen den Blattadern aufgehellt ist, sind nun einzelne helle Flecken sichtbar.
Mangelböden:	Alkalische, humusreiche Böden (karbonathaltige Niederungsmoore) und humose Sande.
Massnahmen:	<ul style="list-style-type: none"> Niederungsmoore und alkalische Böden: Blattdüngung und Verwendung physiologisch sauer wirkender Düngemittel. Humose Sande: Düngung mit Mangansulfat auf Boden (zirka 100 kg/ha).

Kupfer (Cu)

Kupfer ist ein Baustein verschiedener Enzyme, die Stoffwechselfvorgänge 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 Eiweißsynthese.

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:	<ul style="list-style-type: none"> Zufuhr meist durch kupferhaltige Fungizide gesichert. pH-Senkung durch Verwendung physiologisch sauer wirkender Düngemittel. Boden- oder Blattdüngung mit Kupfersulfat

Zink (Zn)

Aktivierung von Enzymen. Förderung der Chlorophyll- und Wuchsstoffbildung.

Zn-Mangel

Verringerung der Kohlenhydrat- und Eiweißsynthese.

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:	<ul style="list-style-type: none">• Blattdüngung mit Zn-Salzen und -Chelaten.• pH-Erniedrigung durch Verwendung physiologisch sauer wirkender Düngemittel.