

# Visuelle Diagnose von Mg-bedingten Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen

Von W. Bergmann

## Zusammenfassung

Ebenso wie in der Human- und Veterinärmedizin die Diagnose des Arztes ohne analytische Untersuchungen noch Anwendung findet, hat die visuelle Pflanzendiagnose zum Erkennen von Ernährungsstörungen sowie zur Abgrenzung dieser gegenüber phytopathogenen Einflüssen in gleicher Weise Bedeutung. Voraussetzung ist jedoch hier wie dort die Kenntnis der Ursachen für die auftretenden Symptome sowie die Kenntnis der Symptome selbst, um helfend eingreifen zu können. Mg-Mangel beginnt bei den Pflanzen an den älteren Blättern mit charakteristischen, leuchtend gelben Chlorosen (bei einigen Arten z. T. auch rötlich-violette Farbtöne). Bei Dikotylen unterscheidet man zwei Formen: 1. Auftreten chlorotischer, zunehmend größer werdender und sich von Blattspitzen und Rand zur Mittelrippe ausbreitender Flecken (z. B. Rüben); 2. Fischgrätenartig oder fächerförmig zwischen den Adern auftretende Chlorosen, die sich keilförmig zum Rand der Blätter ausbreiten (z. B. Kartoffeln, Weinreben). Bei Gramineen zeigen sich längs der Blattnerve lokale Chlorophyllzusammenballungen (perlschnurartige Marmorierungen), die besonders gegen das Licht gut erkennbar sind.

## Summary

Like in the human and veterinary medicine diagnosis without analytical investigations is still in use, visual plant diagnosis in the same way is of certain importance to recognize nutritional disorders and to discern these from phytopathogenic disorders. In both cases for the curing of the diseases it is a presumption that one knows the causes which lead to the symptoms and the symptoms too. Mg-deficiency starts in the older leaves of the plants with characteristic, bright yellow chloroses (in some plant species partly redlike to violet tinges). In dicotyls one has to discern: 1. Occurring of chlorotic enlarging spots which spread from the tips and margins of the leaves to the midribs (i. e. sugar beets); 2. "Herringbone pattern like" or "fan like" interveinal chlorosis which spread to the margins of the leaves (i. e. potatoes, vine plants). In gramineous plants appear local "beadlike groupings of chlorophyll" along the leaf veins which can be seen best in the translucent light.

## Résumé

Comme en médecine humaine et vétérinaire, un diagnostic sans recherches analytiques demeure usité pour reconnaître des désordres nutritionnels des plantes et les distinguer de maladies phytopathogènes par la simple inspection. Dans ces 2 éventualités il existe une présomption au cours de l'évolution qu'on connaît les causes engendrant les symptômes ainsi que les symptômes eux-même. Une déficience magnésique se traduit par la survenue de chloroses, jaune-brillant, caractéristiques (dans quelques espèces avec teintes allant du rouge au violet). Chez les dicotyledons, on peut discerner 1. La survenue de taches chlorotiques s'élargissent rapidement des bouts et des bords des feuilles aux nervures médianes (par ex. chez les betteraves sucrières); 2. Une chlorose interveinale «de type arête de hareng» ou «de type éventail» qui progresse jusqu'aux bords des feuilles (par ex. chez les pommes de terre, ou la vigne). Chez les graminées «des agrégats de chlorophylle en forme de perles» apparaissent le long des veines de la feuille, mieux observés par transparence.

## 1. Allgemeine Bemerkungen zur visuellen Diagnose

In der gleichen Weise wie bei Mensch und Tier machen sich akute Ernährungsstörungen auch bei Pflanzen durch äußerlich sichtbare Symptome bemerkbar. Ebenso wie daher das Erkennen von Ernährungsstörungen als Ursache oder Folgeerscheinung bei dem Auftreten von Krankheiten verschiedenster Art bei Mensch und Tier durch den Arzt, Veterinärmediziner und Ernährungswissenschaftler von erheblicher Bedeutung ist, ebenso wichtig ist das Erkennen der Zusammenhänge einer unzureichenden oder disharmonischen Mineralstoffernährung der Pflanzen sowie der dazu führenden Ursachen für das Auftreten abiotischer, sichtbarer

Schadsymptome oder auch nur latenter Wachstumsstörungen durch den Pflanzenbauer, Düngungsspezialisten, Phytopathologen und Pflanzenernährungswissenschaftler.

Wie der Arzt aus pathologischen und funktionellen Veränderungen bzw. Störungen, auch ohne vorhergehende analytische Untersuchungen, bereits Rückschlüsse auf die anzuwendende Therapie zieht, ist auch in der Pflanzenproduktion nur dann der richtige Einsatz der für optimale Ernährungsbedingungen notwendigen Pflanzennährstoffe möglich, wenn die funktionellen und pathologischen Auswirkungen einer gestörten oder unzureichenden Mineralstoffernährung der Pflanzen bekannt sind.

Die visuelle Pflanzendiagnose zum Erkennen von Ernährungsstörungen hat daher in gleicher Weise wie in der Medizin die Diagnose des Arztes ohne vorhergehende analytische Untersuchungen ihre Bedeutung. Geht es dabei doch auch darum, Ernährungsstörungen gegenüber phytopathogenen Einflüssen, d. h. Schädigung der Pflanzen durch Insekten, Pilze, Bakterien und Viren abzugrenzen. Voraussetzung ist jedoch hier wie dort die Kenntnis der Ursachen für die auftretenden Symptome sowie die Kenntnis der Symptome selbst, um helfend eingreifen zu können.

## 2. Ursachen für das Auftreten von Mg-bedingten Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen

Magnesiummangel tritt heute auf vielen unserer Kulturböden, vor allem auf diluvialen sandigen,

stark ausgewaschenen und sauren Böden mit geringer Kationen-Austauschkapazität auf (z. B. Podsolböden), wenn die Pflanzen nicht mit Mg-haltigen oder Mg-Düngemitteln gedüngt werden. Auf Verwitterungsböden saurer Gesteine ist in derartigen Fällen ebenfalls mit Mg-Mangel zu rechnen, desgleichen auf sauren, nährstoffarmen Hochmoorböden. Auch Lateritböden sind meist Mg-arm. Weiterhin kann ein Absinken des pH-Wertes auf Grund vernachlässigter Kalkdüngung von Böden, wo bisher kein Mg-Mangel aufgetreten ist, zur Ausbildung von Mg-Mangel bei Kulturpflanzen führen. Auch hohe K-Düngergaben auf Böden mit nur mäßiger Mg-Versorgung können Mg-Mangel bei Pflanzen induzieren, desgleichen ein Überangebot an  $\text{NH}_4$ -Ionen im Boden durch Düngungsmaßnahmen (u. a. z. B. bei hohen Güllegaben). Weiter beobachtet man Mg-Mangel auf stark kalkhaltigen Lehmböden mit von Natur aus nur geringen Mg-Gehalten oder nach starker Aufkalkung saurer Böden mit calcitischen Kalken ( $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}$ -Antagonismus).

Für das immer noch weit verbreitete Auftreten von Mg-Mangel sind aber nicht allein die im Boden oder im Kultursubstrat von Gärtnereien zu niedrigen „verfügbaren“ Mg-Gehalte oder eine unterlassene Mg-Düngung ausschlaggebend. In gleicher Weise wie für alle Pflanzennährstoffe gilt auch für Magnesium, daß die im Boden „verfügbaren“ und/oder durch Düngung zugeführten Pflanzennährstoffe hinsichtlich ihrer Eigendynamik im Boden und ihrer Aufnahme durch die Pflanzen noch von zahlreichen standortabhängigen, oft sehr unterschiedlich wirksam werdenden Faktoren mehr oder weniger stark beeinflußt werden. Leider wird gerade dieser Gesichtspunkt, durch den die Effektivität von Düngungsmaßnahmen häufig in Frage gestellt wer-

den kann, noch viel zu oft übersehen bzw. ignoriert.

Für Wachstum und Entwicklung der Pflanzen sind aber stets nur die von den Pflanzen tatsächlich aufgenommenen Nährstoffmengen und die Nährstoffkonzentrationen in den aktiv wachsenden Geweben entscheidend.

Einige Faktoren, die die Mineralstoffaufnahme der Pflanzen positiv oder negativ beeinflussen können, sind in der Abb. 1 aufgeführt. Außerdem spielen bei der Mg-Aufnahme der Pflanzen sowie bei der Mg-Wirksamkeit in der Pflanze verschiedene Nährstoffverhältnisse eine Rolle, wie z. B.:  $\text{NH}_4/\text{Mg}$ ,  $\text{NO}_3/\text{Mg}$ ,  $\text{K}/\text{Mg}$ ,  $\text{Ca}/\text{Mg}$ ,  $\text{Mn}/\text{Mg}$ ,  $\text{Al}/\text{Mg}$  und auch  $\text{P}/\text{Mg}$ .

Sind diese Verhältnisse zu stark zuungunsten des Magnesiums verschoben, so kann sich trotz normalerweise ausreichender „verfügbarer“ Mg-Gehalte im Boden oder auch „ausreichender“ Pflanzen-Mg-Gehalte visueller Mg-Mangel bemerkbar machen.

### 3. Auswirkung und Erkennen von Mg-Mangel

Visueller Mg-Mangel macht sich bei den Pflanzen, an den älteren Blättern beginnend, mit charakteristischen, meist leuchtend gelben Chlorosen, bei einigen Pflanzenarten z. T. auch mit rötlich-violetten Farbtönen bemerkbar. Monokotyle Pflanzen, wie z. B. die Getreidearten, und dikotyle Pflanzen, wie z. B. Kartoffeln, Wein u. a., unterscheiden sich dabei wesentlich in der Ausbildung der Symptommuster.

Obwohl eine unzureichende Mg-Ernährung der Pflanzen oder stark gestörte Mg/Mineralstoff-Verhältnisse in der Pflanze zu einer örtlich begrenzt beginnenden und sich immer weiter ausbreitenden Chlorophyllzerstörung führen, sind im Chlorophyll, wie *Michael* (1941) nachweisen konnte, doch nur 15–20 % und selbst bei Mg-Mangel nur 30 % des Gesamt-Mg der Pflanzen gebunden.

Magnesium wird also noch für andere wichtige Funktionen und physiologische Prozesse in größeren Mengen in der Pflanze benötigt, Prozesse, die u. a. an der Synthese und Erhaltung der Chlorophyllträger und des Chlorophylls, einschließlich anderer Blattpigmente beteiligt sind. Nach *Günther* (1981) werden etwa 300 Enzymreaktionen des Energie-, Kohlenhydrat-, Eiweiß- und Fettstoffwechsels von  $\text{Mg}^{2+}$ -Ionen beeinflußt, Enzymreaktionen, die sowohl im menschlichen und tierischen Organismus, als auch in den Pflanzenzellen und -geweben eine Rolle spielen.

Bei auftretendem Mg-Mangel werden in erster Linie die durch  $\text{Mg}^{2+}$  beeinflussten Enzymaktivitäten reduziert, jedoch in einer Weise, daß es nicht allzu plötzlich zu einem völligen Zusammenbrechen des Stoffwechsels kommt. Obwohl nicht ganz so gut wie  $\text{K}^+$ , sind  $\text{Mg}^{2+}$ -Ionen doch leicht in der Pflanze beweglich, besonders in akropetaler Richtung. Bei mangelnder Mg-Verfügbarkeit aus dem Boden oder Kultursubstrat werden daher  $\text{Mg}^{2+}$ -Ionen wie N, P und K aus den älteren Blättern ausgelagert und den jungen wachsenden Organen, verstärkt auch den Samen und Früchten zugeführt. So neigen z. B. Bäume oder Weinreben mit hohem Fruchtbehang eher zu Mg-Mangel.

Durch die bei Monokotylen längs der Adern und bei Dikotylen in den Interkostalflächen örtlich begrenzt beginnende Mg-Auslagerung aus älteren Blättern kommt es zu einer allmählichen Hemmung der energetischen, den Stoffwechsel aufrechterhaltenden Enzymreaktionen, was schließlich neben einer Begünstigung des Eiweißabbaues auch zum Abbau des Chlorophylls führt.

Da bei der Mg-Wanderung aus den Blattspalten zu den Adern die  $\text{Mg}^{2+}$ -Ionen immer wieder in den Stoffwechsel einbezogen werden, bleibt um die Blattadern,

besonders um die Hauptadern, für längere Zeit ein charakteristischer mehr oder weniger breiter grüner Saum erhalten. Bei vielen Dikotylen hat dieser Saum auf Grund des Verlaufes der Nervatur des Blattes den gespreizten Fingern einer Hand oder einem Nadelbaum ähnliche Konturen. Zwischen Funktion, Mobilität in der Pflanze und Symptomausbildung besteht somit bei Mg ein enger Zusammenhang.

Bei Mn-Mangel findet man bei einigen Pflanzen ähnliche Symptome, aber nicht wie bei Mg-Mangel an den älteren Blättern, sondern mehr an den jüngeren bis mittleren beginnend bzw.

stärker ausgeprägt, was durch die geringere Mobilität von Mangan in der Pflanze bedingt wird. Diese Ähnlichkeit der Symptome mag u. a. mit der Beteiligung beider Elemente an gleichen Enzymreaktionen zusammenhängen.

Bei raschem Wachstum der Pflanzen und unzureichender Mg-Auslagerung aus den älteren Blättern beobachtet man gelegentlich Mg-Mangelsymptome auch an mittleren bis mehr jüngeren Blättern.

Nach völliger Chlorophyllzerstörung wird die Kohlenhydratsynthese der Zellen eingestellt, Amide aus dem Eiweißabbau rei-

chern sich an, die Zellen des jetzt heterotrophen Gewebes sterben ab, und es kommt zur Ausbildung brauner bis dunkelbrauner Nekrosen innerhalb der chlorotischen Flächen. Vorher beobachtet man bei einigen Pflanzen auch die Ausbildung orangefarbener, rötlicher bis purpurner Farbtöne.

Bei den *dikotylen* Pflanzen unterscheidet man zwei Formen des Auftretens von Mg-Mangel:

— Auftreten von chlorotischen, zunehmend größer werdenden Flecken in den Interkostalflächen, von Blattspitze und Rand sich keilförmig zur Mittelrippe ausbreitend (häufig bei Tabak, Sellerie, Rüben).

— Auftreten von Chlorosen in den Interkostalflächen, z. T. fischgrätenartig längs der Mittelrippe oder fächerförmig zwischen den Adern angeordnet, die längere Zeit bis zur fortschreitenden Vergilbung des ganzen Blattes erhalten bleiben oder sich keilförmig zum Rand ausbreiten (Kartoffeln, Gurken, Leguminosen, Obst, Citrus, Wein, Tomaten).

Bei *Gramineen* kommt es infolge lokaler, scheinbarer Chlorophyllzusammenballungen zunächst längs der Blattnerven zu „perlschnurartigen Marmorierungen“ bei sonst noch grünen Blattspreiten. Hält man das Blatt gegen das Licht, ist diese Marmorierung besonders gut zu erkennen. Schließlich kommt es zwischen den Blattadern zu blaßgrünen bis gelbgrünen Chlorosen. Mit anhaltendem Mangel verlieren die Blätter immer mehr ihre grüne Farbe, sie werden zunehmend gelbgrün, und die ehemals scharf abgegrenzten Chlorophyllzusammenballungen werden allmählich verwaschen und heben sich nur noch undeutlich, wenn überhaupt ab. Gleichzeitig machen sich, an den Spitzen und Rändern der Blätter beginnend, streifige, fleckige, zusammenfließende und sich immer weiter zur Blattbasis ausbreitende Vergil-

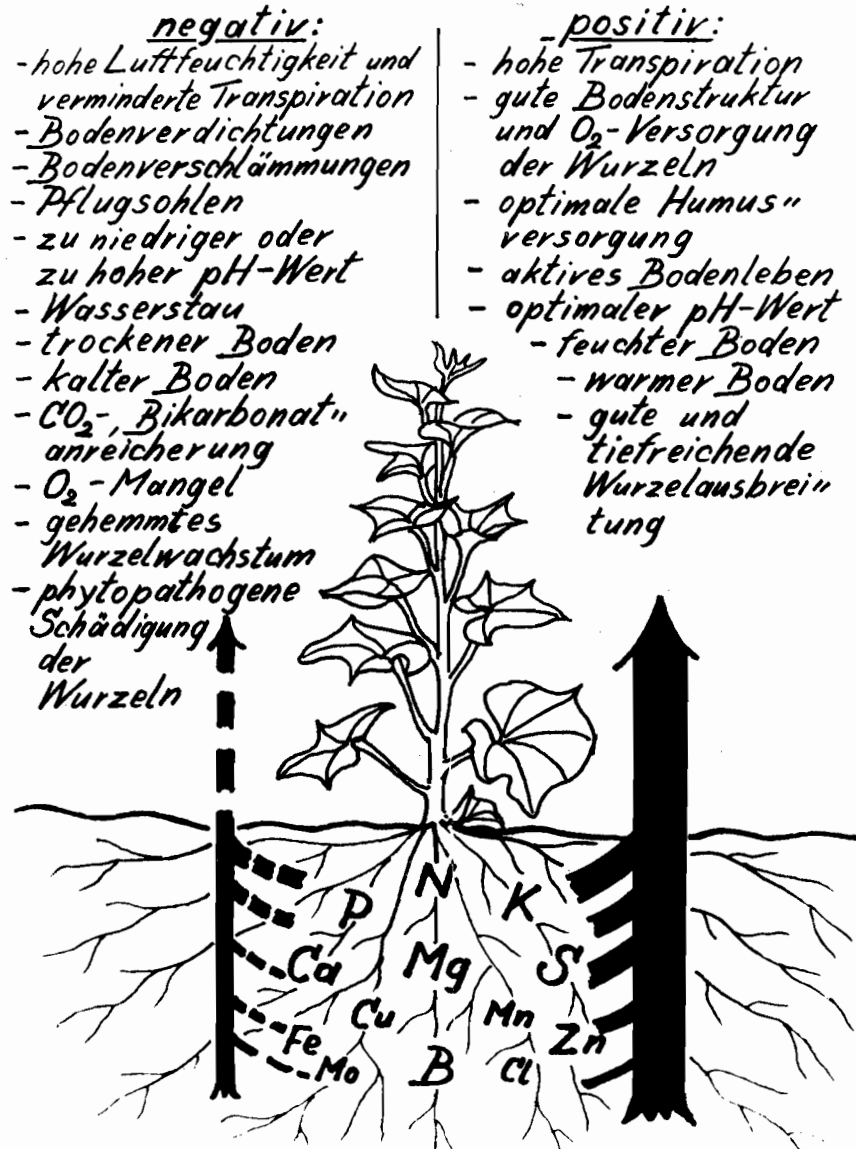


Abb. 1: Beeinflussung der Nährstoffaufnahme der Pflanzen durch Standortfaktoren

bungserscheinungen bemerkbar, die den betroffenen Teilen eine Art wachsgelbe Farbe verleihen. An den Spitzen beobachtet man z. T. rötlich-bronzefarbene Farbtöne oder auch Purpurfärbung der Blätter mit Streifennekrosen wie bei Mais („Tigerung“).

Da Mg-Mangel besonders häufig auf sauren Böden auftritt, ist er oftmals mit Mn-Überschuß verbunden, wodurch es zu „multiplen“ Symptomausbildungen kommt, die die visuelle Diagnose erschweren können. So läßt das Auftreten „sommersprossenartiger“ brauner Flecken an Blattspitzen und -rändern mit ziemlicher Sicherheit Mn-Überschuß vermuten.

In Zweifelsfällen und um sicher zu gehen, ob ein absoluter Mg-Mangel oder gestörte Mineralstoffverhältnisse vorliegen, muß die Pflanzenanalyse in Anspruch genommen werden. Bei Mg-Gehalten der Blätter unter 0,15/0,20 % in Dikotylen sowie 0,10/0,12 % in Gramineen kann man mit Sicherheit annehmen, daß die visuellen Symptome auf Mg-Mangel beruhen.

Bei Obstbäumen werden durch Mg-Mangel geschädigte Blätter gewöhnlich vorzeitig abgeworfen, wodurch es dann zu der sogenannten „Pinselfrankheit“ kommt, bei der nur an den Spitzen der Langtriebe noch einige Blätter rosettenartig verbleiben. Eine überhohe K-Düngung der Obstbäume ist häufig Ursache dieser Erkrankung.

Auch bei der stark sortenabhängigen und weit verbreiteten „Stiellähme der Weinreben“ ist Magnesium mit beteiligt. Nach verschiedenen Literaturangaben (s. Bergmann 1983) soll die Stiellähme auf einem gestörten K/Mg- bzw. K/Ca + Mg-Verhältnis beruhen.

#### 4. Schlußfolgerungen

Das Erkennen von visuell sichtbaren, Mg-bedingten Ernährungsstörungen, wie überhaupt von mineralstoffbedingten Er-

nährungsstörungen bei Pflanzen kann somit dazu beitragen, daß gefährdete Standorte und Gebiete, unzureichende oder einseitige Düngungsmaßnahmen sowie sich auf die Nährstoffaufnahme negativ auswirkende Faktoren als solche erkannt und entsprechende Maßnahmen zur Verhinderung von auftretendem Mangel eingeleitet werden.

Besser als die Therapie ist aber auch in der Pflanzenernährung in gleicher Weise wie in der Human- und Veterinärmedizin die Prophylaxe, d. h. die stets ausreichende und wenn notwendig erhöhte Mg-Versorgung der Pflanzen.

#### Literatur

Bergmann, W.: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen — Entstehung und Diagnose. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 1983.

Bussler, W.: The dependence of the development of deficiency symptoms from physiological function of a nutrient. *Curso Intern. de Fertilid. de Suelos y Nutr. Vegetal*, Madrid 1973, 1–13.

Günther, Th.: Biochemistry and pathobiochemistry of magnesium. *Magnesium-Bull.* 3, 1a (1981) 91–101.

Michael, G.: Über die Aufnahme und Verteilung des Magnesiums und dessen Rolle in der höheren grünen Pflanze. *Bodenkde. u. Pflanzenern.* 25 (1941) 65–120.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. W. Bergmann, Ziegenhainer Straße 58, DDR-6900 Jena

# MAGNEROT®

(bisher: Magnesiumorotat Tabletten)

**Zielsichere Magnesiumtherapie da hohe Verfügbarkeit**



**Zusammensetzung:** 1 Tablette enthält 500 mg Magnesiumorotat. **Anwendungsgebiete:** Schutztherapie gegen Herzinfarkt und Myocardnekrosen, Thromboseprophylaxe und -therapie, Spasmen cerebraler, peripherer und der Koronargefäße, atherosklerotische Durchblutungsstörungen, Zerebralsklerose, essent. Hypertonie, Eklampsie, Tetanie, Wadenkrämpfe, Migräne, Dysmenorrhoe und vegetative Dystonien. — Magnesiummangel bei Diäten, chron. Alkoholabusus, während der Schwangerschaft, bei Einnahme von Kontrazeptiva, Diabetikern. — Zusatztherapie bei Hypercholesterinämie, Leberzirrhose, Pankreatitis, Arteriosklerose. **Kontraindikation:** Urämische Niereninsuffizienz. **Darreichungsform, Packungsgröße und Preis:** 60 Tabletten DM 21,95, 200 Tabletten DM 56,45, 1000 Tabletten DM 199,85. Stand 2/84

**Dr. Wörwag · Pharm. Präparate GmbH · 7000 Stuttgart 40**