

Mangan-Mangel in Weihnachtsbaumkulturen

Für einen erfolgreichen Weihnachtsbaumanbau ist eine optimale Nährstoffversorgung unbedingt notwendig

Jürgen Matschke

Immer wieder treten in Weihnachtsbaumkulturen Schädigungen auf, die auf eine mangelhafte Mangan-Versorgung der Nadeln zurückzuführen ist. Jedoch wird dieser Mangan-Mangel häufig gar nicht erkannt und falsche Maßnahmen ergriffen, die die Schädigungen nicht beheben, zum Teil aber sogar die Mangelsymptome verstärken.

Zunehmend treten bei Nadelbäumen des Weihnachtsbaumanbaues, insbesondere auf verdichteten Extremstandorten, etwaige Schädigungen auf. Die jüngsten Nadeln weisen tüpfelartige, vergilbte Gewebepartien auf, das Chlorophyll wird abgebaut und die Nadeln verlieren ihre grüne Farbe. Es entstehen blassgrün ausgeprägte Chlorosen und gelbe bis braune Nekrosen. In der Folge des Zellsterbens bekommen die Nadeln ein fleckig-marmoriertes Aussehen. Die Symptome ähneln oftmals denen von Magnesium- sowie Calcium-Mangel; es kommt neben den Nadelschädigungen zu einem gehemmten Triebwachstum und häufig zum Absterben betroffener Bäume.

Auf Grund dieser zunehmend zu beobachtenden Nährelement-bedingten Nadelschädigungen in Weihnachtsbaumkulturen haben wir in den letzten Jahren mehrere Bestände der Nordmannstanne boden- und nadelanalytisch untersucht, die derartige Vergilbungserscheinungen aufwiesen. Die Nadelproben wurden stets im Oktober vom jeweils jüngsten Nadeljahrgang gewonnen. Die Ergebnisse der Analysen sind in Tabelle 1 dargestellt und werden Nadelspiegelwerten gesunder Nordmannstannen aus ihrem Verbreitungsgebiet im Kaukasus gegenübergestellt.

Bodenanalysen

Die durch Mangan-Mangel geschädigten Bestände stocken zu meist auf Standorten und ehemals landwirtschaftlich genutzten sandigen Lehmböden (sL) und Lehmböden (L) mit hohen pH-Werten. Die pH-Werte der sL- bzw. L-Böden lagen meist über 7,0, im Mittel bei 7,2, und sind für die Mehrzahl der Herkünfte der Nordmannstannen suboptimal. Die pH-Werte der Böden sollten für die Nordmannstanne im Idealfall zwischen 5,5 und 5,8 liegen. Alle untersuchten Herkünfte waren, was die Boden- und pH-Verhältnisse betrifft, für die Standorte, auf denen sie angebaut wurden, nicht geeignet.

Nadelanalysen

Die Nährstoffgehalte in den jüngsten Nadeln der betroffenen Bäume geben deutliche Hinweise auf Defizite an verschiedenen Makro- sowie Mikronährstoffen. Dazu wurden neben den tatsächlich ermittelten Werten die Nadelgehalte zusätzlich auch



Abbildung 1: Bei Mn-Mangel verfärben sich die jüngeren und zum Teil auch älteren Nadeln. Typisch sind tüpfelartige Gewebepartien, es entstehen blassgrün ausgeprägte Chlorosen, die später in gelbe bis braune Nekrosen übergehen.

auf einen Stickstoff-Wert von 1,0 Prozent in der Trockenmasse (i.d.TM) bezogen, um die tatsächlich analysierten Gehalte mit den Soll-Werten besser vergleichen zu können. Aus den Nadelanalysen derartig zeichnender Bestände dieser Beispielflächen ist zu erkennen, dass die Auslöser der extremen Schädigungen der Bäume eindeutig auf Mangan-Mangel zurückzuführen sind. Der mittlere Mangan-Gehalt liegt bei 9,1 mg/kg i.d.TM. Gesunde einjährige Nadeln aus dem Verbreitungsgebiet der Nordmannstanne weisen hingegen Mangan-Nadelspiegelwerte von 300 mg/kg TM auf. Bezogen auf einen Stickstoffgehalt von 1,0 % i.d.TM sollte der Mangan-Gehalt mehr als 250 mg/kg i.d.TM betragen. Mit 5,0 mg/kg i.d.TM erreicht der Mangan-Gehalt jedoch nur ein Fünftel des Sollwertes.

Obwohl Mangan im Boden zwar in ausreichenden Konzentrationen (> 22 mg/kg) vorliegt, können die Bäume das Element aus unterschiedlichen Gründen nicht aus den Böden aufnehmen. Ursachen könnten zu suchen sein in einem reduzierten Abbau glyphosathaltiger und anderer Herbizide, einer ungenügenden Kationenaustauschkapazität, einem zu niedrigen oder

Tabelle 1: Nadelspiegelwerte suboptimal versorgter Kulturen im Vergleich zu gesunden Tannen aus dem Kaukasus

| Nährelemente | N [%] | P [%] | K [%] | Mg [%] | Ca [%] | Cu [mg/kg] | B [mg/kg] | Zn [mg/kg] | Mn [mg/kg] | Fe [mg/kg] |
|---------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| suboptimal versorgte Kulturen | 1,71 | 0,14 | 0,86 | 0,11 | 0,52 | 6 | 22 | 25 | 9,1 | 140 |
| bezogen auf N = 1,0 | 1,0 | 0,08 | 0,50 | 0,06 | 0,30 | 4 | 13 | 15 | 5,0 | 82 |
| gesunde Tannen aus dem Kaukasus | 1,30 | 0,18 | 0,83 | 0,14 | 0,74 | 12 | 23 | 40 | 300 | 100 |
| bezogen auf N = 1,0 | 1,0 | 0,14 | 0,65 | 0,11 | 0,58 | 9 | 19 | 30 | >250 | 80 |

zu hohen Redoxpotential, einem Ionenantagonismus auf Grund erhöhter Kaliumgaben, einer reduzierten mikrobiellen Aktivität infolge fehlender Durchlüftung, einem unzureichenden Gehalt an organischer Substanz oder einer überhöhten Kohlendioxid-Konzentration im Boden. Vor allem der sehr hohe pH-Wert des Bodens (> 6,5–7,2) dürfte großen Einfluss auf das Gleichgewicht zwischen Mn^{2+} und Mn^{4+} haben. Eine schwache Versorgung ist bei den Elementen Kalium (K), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Kupfer (Cu), Bor (B) und Zink (Zn) zu beobachten bei gleichzeitig zu hohen Stickstoff-Gehalten von über 1,7 % i.d.TM. Dies wird besonders deutlich, wenn die Elementgehalte auf den Stickstoffwert 1,0 bezogen werden.

Mangan-Ionen werden von den Wurzeln pH-abhängig aufgenommen, wobei höchste austauschbare Mangan-Anteile bei pH 5,5 bis 4,0 in der Bodenlösung zu finden sind. Die Verfügbarkeit der Ionen nimmt mit steigendem pH-Wert ab einem pH-Wert von über 6,5 drastisch ab. Dabei wird der mikrobielle Umsatz des Mangans gestört, was als Hauptursache der Schädigungen der Bäume auf den Flächen mit einem pH-Wert von bis zu 7,2 anzusehen ist. Alles deutet daraufhin, dass die Verfügbarkeit und die Aufnahme des Mn^{2+} durch die Pflanzen gestört sind. Eine häufig auch zu beobachtende unzureichende Bodendurchlüftung auf Grund von Bodenverdichtungen oder Staunässe im Wechsel mit Trockenheit behindern zusätzlich die meist unzureichende mikrobielle Aktivität in den Böden. Zudem können nicht abgebaute und angereicherte glyphosathaltige Herbizide im Boden die Aktivität der teilungsfähigen Zellen in den Wuzelspitzen hemmen, den Transport der Phytohormone, ihrer Eiweißcarrier und damit die Nährstoffaufnahme/-transport behindern sowie eine Chelatbildung von Nährelementen, vor allem des Mangans fördern, wodurch dieses nicht für die Pflanzen verfügbar wird.

Das Ca/Mn-Verhältnis in der Nadel trockenmasse liegt bei 1.000 zu 1 und ist damit deutlich zu weit. In gesunden Nordmannstannen beträgt das Verhältnis etwa 230 zu 1.

Auch die Kalium-Werte sind mit 0,50 % zu 1,0 % N an Stelle von 0,65 % zu 1,0 % N zu niedrig. Damit verschiebt sich auch das K/Mg-Verhältnis hin zum Schlechteren. Die Aufnahme der Ionen wie Mn, Zn, B und NH_4 würden jedoch durch zusätzlich empfohlene Kaliumgaben gehemmt und somit die Mangan-Mangelsymptome und damit die ausgelösten Schädigungen weiter fördern. Daher sollte man bei Kalium-Gaben besondere Vorsicht walten lassen und Kalium-Düngung erst durchführen, wenn der Mangan-Schaden behoben ist. Dem-

zufolge sind Kaliumgaben erst nach »Gesundung« des Standortes zu vertreten.

Auf Standorten, die zu Mn-Festlegungen neigen, wie z. B. karbonathaltige Niedermoor- oder Lehmböden, ist der Mangel durch die Bodendüngung kaum zu beheben. In solchen Fällen sind Mangan-Chelate zu empfehlen. Hierzu wird Mangansulfat mit zehn Kilogramm pro Hektar oder Mn-EDTA als 1- bis 2-prozentige Lösung in drei bis vier Gaben auf abgehärtete Nadeln verabreicht. Die gleichfalls beobachteten Eisen-Kalkchlorosen sind ebenfalls mit Eisen-Chelaten gut zu beheben. Die Ausbringung sollte nicht bei Sonneneinstrahlung und nicht auf die jungen Nadeln erfolgen.

Keinesfalls sind mit Mangan-Mangel verbundene Bodenverdichtungen und auftretende Wurzelinfektionen mit bakte-

Boden- oder Nadelanalysen?

Die Bodenanalyse gibt einen Einblick in die physikalische Beschaffenheit und die Nährstoffausstattung der Böden und vermittelt wichtige Kenntnisse der Nährstoffdynamik. Für die Ermittlung der tatsächlich für die Pflanzen verfügbaren und durch die Pflanzen aufgenommen Nährstoffe sind Bodenanalysen nur bedingt geeignet. Wer wissen will, welche Nährstoffe in welchen Konzentrationen die Pflanzen aufnehmen, muss vorrangig auf Nadelanalysen zurückgreifen. Das Alter der Bäume und die Nadeljahrgänge müssen dabei beachtet werden. Schwer bewegliche Elemente reichern sich eher in älteren Nadeln an. Bei mobilen Elementen findet ein horizontaler Nährstofftransport von den älteren in die jungen Nadeln statt. Die Folge ist häufig ein Nährelementmangel in den älteren Nadeln. Bei unzureichendem Angebot an Nährstoffen aus dem Boden und Schäden an den Wurzeln verfärben sich die unterversorgten Nadeln und fallen auf Grund der Nährelementmängel vorzeitig ab.

Erst auf Grund der Kenntnis der Nährstoffdynamik des Bodens ist es möglich, ermittelte Nährstoffgehalte in die Düngungsberechnungen einzubeziehen. Nur die Nadelanalyse kann den tatsächlichen Gesamtbedarf aus dem Defizit an Nährstoffen in den Bäumen bei kontinuierlicher Düngung erheben.

Um qualitativ hochwertige Pflanzen produzieren zu können, sollten die Boden- und Nadelanalysen kontinuierlich in jedem Jahr vorgenommen werden. Nur so ist eine bedarfsgerechte Düngung möglich.



Foto: J. Matschke

Abbildung 2: Eine zehnjährige Kultur entzieht einem Hektar Boden jährlich etwa 140 kg N, 50 kg P₂O₅, 80 kg K₂O, 15 kg MgO, 4 kg Mn, 75 kg CaO und etwa 1,0 kg der verschiedenen Spurenelemente.

riellen Schwächeparasiten auszuschließen. Auf vernässten, verdichteten Standorten ist ein Befall durch *Phytophthora cinnamomi* möglich, dazu sind gesonderte Nachweise angeraten. Wenn dieser Organismus tatsächlich auf den Standorten an den Schädigungen mitbeteiligt ist, kann nur mit Anbau der gegen diesen Organismus teilresistenten *Abies bormuelleriana* (Herkünfte: Safranbolu > Bolu > Akyaz) reagiert werden.

Physiologische Imbalancen als Folge einer fehlerhaften Düngung

Praktiker wissen häufig nicht, wie Nährstoffanalysen zu bewerten und in einer ausgeglichenen Düngung zu berücksichtigen sind. Vielfach sind ihnen die anzustrebenden Gehalte in den Nadeln unzureichend bekannt und immer noch zu selten werden Nadelanalysen veranlasst. Richtwerte für Nährstoffgehalte in der Trockenmasse der Nadeln ergeben sich aus Analysen von Nadeln gesunder Bäume der natürlichen Standorte aus dem Kaukasus. Danach sollten die in der Tabelle angegebenen Anhaltswerte für die Nährstoffe in den Nadeln gesunder Nordmannstannen das Ziel sein. Die Nadeln sollten vom zweiten Wirtel stammen und die Nadelspiegelwerte in Prozent oder Milligramm pro Kilogramm Trockenmasse angegeben und auf N=1,0 bezogen werden. Der Bezug zum Stickstoff (1,0 %) verdeutlicht die anzustrebenden Verhältnisse der Nährstoffe. Sollte der Stickstoffgehalt in den Nadeln über den angegebenen Wert hinaus angehoben werden, so muss Analoges für die anderen Ionen erfolgen, um die Verhältnisse der Nährstoffe untereinander zu wahren.

Die Praxis orientiert sich überwiegend an den Nährstoffwerten nach erfolgter Bodenanalyse und aus Kostengründen nicht an den Nadelwerten. Die Bäume erhalten ihre dunkle

Farbe meist auf Grund überdosierter Stickstoffmengen, man bedenkt jedoch nicht die dadurch entstehenden Ionen-Ungleichgewichte, die unter anderem zu einer Verweichlichung der Gewebe und damit zu einer erhöhten Frostanfälligkeit der Bäume führen können. Auf Grund der dadurch suboptimalen Nährstoffverabreichung und somit verursachten Ungleichgewichte an Ionen in den Pflanzen ergeben sich unterschiedliche physiologische Einflüsse bis hin zu den beobachteten Schädigungen. Dazu gehören eine verminderte Vitalität und Qualität der Bäume, eine unzureichende Nadelhaltbarkeit sowie eine erhöhte Anfälligkeit der Bäume gegenüber Frosteinflüssen und mikrobiellen Schaderregern. Zusätzliche Einflüsse durch Herbizidgaben verstärken die Belastungen, da durch diese Wirkstoffe die hormonregulierte und energiebedürftige Nährstoffaufnahme durch die Wurzeln negativ beeinflusst und die Verhältnisse der Ionen zueinander in den Biomassen der Bäume disharmonisiert werden.

Man sollte sich stets an eine auf die Biomasse bezogene Düngung orientieren. Für 10.000 Kilogramm pro Hektar gebildeter Frischmasse ist mit einem Entzug von circa 56 Kilogramm N, 18 Kilogramm P₂O₅ und 34 Kilogramm K₂O zu rechnen.

Zusammenfassung

In den Kulturen von Weihnachtsbäumen sind immer wieder extreme Schadsymptome zu beobachten, die auf Imbalancen verschiedener Makro- und Mikronährstoffe sowie den damit verbundenen Stoffwechselstörungen zurückzuführen sind. Dabei spielt die Unterversorgung der Pflanzen mit Mangan bzw. die unzureichende Aufnahme dieses Elements durch die Pflanzen die primäre Rolle. Ursache dafür waren falsche Herkunftswahl, Rückstände von Glyphosat und anderen Herbiziden in Verbindung mit zu niedrigen pH-Werten in Böden, eine unzureichende Bodendurchlüftung und eine reduzierte mikrobielle Aktivität in den betroffenen Böden. Deshalb muss versucht werden, den pH-Wert ins Optimum für die Nordmannstannen (pH 5,5–5,8) zu bringen, eine Durchlüftung der Standorte anzustreben, auf ruhenden Flächen ausreichend organische Substanzen einzubringen, bei unzureichender Mn-, Fe- und B-Versorgung den Mangel durch Verabreichung von Mn- und Fe-Chelaten sowie von Borax wieder auszugleichen sowie ausschließlich sauer wirkende Düngemittel einzusetzen. Die Nährstoffgehalte der Nadeln müssen regelmäßig überprüft werden. Auf sL- und L-Standorten mit hohen pH-Werten sollten nur die Herkünfte 387.01-G, 380.01-T, 163.96-TL, 165.96-S, 216.96-N, 259.98-WN und 94.95/93-K aus Höhenlagen unter 1.300 m.ü.NN angebaut werden, da nur diese die extremen Bedingungen derartiger Standorte mit Werten über pH 6,2 kompensieren können.

Prof. Dr. Jürgen Matschke war langjähriger Leiter des Versuchszentrums im Gartenbauzentrum Westfalen-Lippe und beschäftigt sich seit vielen Jahren mit der Züchtung und Produktion von Weihnachtsbäumen. juergenmatschke@t-online.de