

Für das Pollenschlauchwachstum braucht es eine Versorgung mit Bor.



Bor, ein wichtiges Spurenelement im Obstbau

Martin Thalheimer, Aldo Matteazzi, Versuchszentrum Laimburg
Bernhard Botzner, Meinrad Zöschg, Beratungsring

Bor zählt zur Kategorie der essenziellen Spurennährstoffe, also zu jener Gruppe von chemischen Elementen, welche für das Wachstum und die Ertragsleistung der Pflanzen unerlässlich sind, aber von diesen in nur sehr geringen Mengen benötigt werden.

Bor

Bor ist ein für die Pflanzenernährung wichtiges Element, was bereits vor etwa 100 Jahren nachgewiesen wurde. Wie Werner Bergmann in seinem Standardwerk „Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen“ berichtet, galt Bor

bis dahin eher als ein giftiges Element. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Bor von den Pflanzen in nur sehr geringen Mengen benötigt wird und überhöhte Dosierungen – wie es bei vielen der frühesten Düngeexperimente der Fall war – schnell zu Toxizitätserscheinungen führen. Daher

ist bei diesem Nährstoff sowohl auf eine Unter- als auch auf eine Überversorgung besonderes Augenmerk zu legen.

Bor ist für verschiedene Stoffwechselprozesse unentbehrlich, hat aber auch als strukturbildender Bestandteil der Zellwand eine große Bedeutung. Ebenso ist dieses Element für das Pollenschlauchwachstum auf der Blütennarbe sehr wichtig und spielt daher für die Befruchtung und somit für die Ertragsbildung eine entscheidende Rolle.

Mangelsymptome

Im Apfelanbau kann sich eine unzureichende Borversorgung sowohl auf das Pflanzenwachstum als auch auf die Fruchtentwicklung negativ auswirken. Aufgrund seiner Bedeutung für die Stabilität der Zellwände beeinträchtigt starker Bormangel das Spitzenwachstum der Triebe. Durch die Verkürzung der Internodien und den vermehrten Austrieb von Seitenknospen kann es in der Folge zu besenwuchsartigen Erscheinungen kommen. Derartig ausgeprägte Veränderungen im Wuchsverhalten wurden im Südtiroler Apfelanbau allerdings bisher kaum beobachtet.

Bormangel kann aufgrund seiner Auswirkungen auf die Befruchtung auch zu einem unzureichenden Fruchtansatz führen. Ebenso kann verstärkter, früher Fruchtfall als Folge von Bormangel eintreten.

Am augenscheinlichsten sind die Mangelsymptome von Bor an den Früchten, wo sie als auffällige Verformungen der Früchte mit Verkorkungen im äußeren und inneren Bereich des Fruchtfleisches in Erscheinung treten.

Bor-Überschuss

Wie bereits eingangs erwähnt, kann beim Spurennährstoff Bor eine zu hohe Verfügbarkeit zu Toxizitätsercheinungen führen. Deshalb ist bei der Düngung darauf zu achten, dass die verabreichte Menge je nach Standortseigenschaften den effektiven Bedarf der Pflanzen nicht überschreitet. Als Symptome eines Überangebots an Bor sind im Apfelanbau Vergilbungen der Triebspitzen und Verbräunungen der Blätter bekannt, an den Früchten kann es zu Glasigkeit und Fleischbräune kommen. Auch die Lagerfähigkeit der Äpfel kann beeinträchtigt werden.

Bormangel in der Praxis

Letzthin wurden in einer Obstanlage der Sorte Golden Delicious im Vinschgau deutliche Symptome von Bormangel an Früchten beobachtet. Im

Jahr 2019 wurde in der betreffenden Anlage nur eine verfrühte Fruchtreife (Gelbfärbung), einhergehend mit einem verstärkten Vorerntefruchtfall, festgestellt. In der folgenden Saison 2020 kam es dann zu Fruchtverformungen, welche an den Jungfrüchten zunächst nur als leichte Dellen sichtbar waren, mit fortschreitendem Fruchtwachstum aber immer ausgeprägter in Erscheinung traten. Im Fruchtfleisch der verformten Früchte bildeten sich Verkorkungen unterschiedlichen Ausmaßes, sowohl unmittelbar unter der Fruchtschale als auch tiefer in der Frucht. Der Verdacht auf Bormangel als Auslöser für diese Symptome konnte durch eine Blattanalyse im Juni bestätigt werden, welche einen Bor Gehalt im absoluten Mangelbereich belegte. Auch eine gezielt durchgeführte Bodenanalyse wies einen sehr geringen Gehalt an pflanzenverfügbarem Bor auf (Gehaltsklasse A). In der betreffenden Obstanlage kamen in den vorangegangenen Jahren keine Bor-Blattdünger zum Einsatz.

Bor im Boden

Die natürlichen Borgehalte eines Bodens können sehr unterschiedlich sein. Für die Pflanzenernährung von Interesse ist vor allem jener Anteil, der sich in gelöster Form in der Bodenlösung oder in sonst leicht verfügbarer Form im Boden befindet. Deshalb wird bei der Bodenanalyse Bor nur mit milden Extraktionsverfahren aus dem Boden gelöst. Früher geschah dies im Agrikulturchemischen Labor des Versuchszentrums Laimburg durch Ex-

traktion mit heißem Wasser, seit einigen Jahren wird hingegen eine milde Extraktionslösung mit Calciumchlorid und einem Chelat (CAT-Methode) eingesetzt.

Bor-Mangelercheinungen treten vorzugsweise auf sehr leichten, sandigen Böden auf. Höhere pH-Werte können ebenfalls eine Verringerung der Bor-Verfügbarkeit im Boden bewirken. Deshalb werden bei der Bewertung des Bor-Gehaltes in Böden die Boden-



Bormangel: verformte Frucht.

Tabelle: Bor-Gehaltsklassen, jährlicher Bedarf und Düngungsvorschläge.

Klasse	Bor jährlicher Bedarf kg/ha	Calciumborat (6%) mit Herbizidbalken bzw. Fertigation (l/ha/Jahr)	Zusätzliche Blattdüngereinsätze
A	1,0 – 1,4	4	3
B	0,7 – 1,0	3	3
C	0,5 – 0,7	1	2
D	0,3 – 0,5	0	2
E	Keine Düngung für 2-4 Jahre		

art und der pH-Wert mitberücksichtigt. Auch der Wasserhaushalt der Böden kann die Pflanzenversorgung mit Bor beeinflussen: Sowohl Trockenheit als auch Staunässe scheinen das Auftreten von Mangelsymptomen zu fördern.

Der Versorgungszustand der Südtiroler Obstbauböden in Bezug auf Bor ist sehr unterschiedlich. Die im Jahr 2006 vom Versuchszentrum Laimburg veröffentlichte Zustandserhebung der Südtiroler Obstbauböden weist für 38,8% der untersuchten Proben im Oberboden eine niedere oder sehr niedere Versorgungsstufe auf, genau gleich hoch ist der Anteil der Böden in der hohen bis sehr hohen Versor-

Bor kann im Falle einer Blattdüngung auch sehr gut von den Blättern aufgenommen werden. Um vom Blatt zu den anderen Pflanzenorganen weitertransportiert zu werden, ist es dann allerdings auf den sogenannten absteigenden Saftstrom im Phloem angewiesen. Eine Besonderheit des Elements Bor ist, dass seine Beweglichkeit im Phloem je nach Pflanzenart sehr unterschiedlich sein kann. In vielen Pflanzen kann Bor im Phloem nicht verlagert werden. Beim Apfelbaum, welcher als Hauptprodukt der Photosynthese den Zucker Sorbitol bildet, ist Bor im Phloem hingegen sehr gut beweglich. Man vermutet, dass Bor eben durch die Bildung ei-

Mittel 0,95 mg/kg, dies entspricht einer Menge von 2,8 kg Bor pro Hektar in den obersten 20 cm (Laimburg Journal 2006). Durch die Ernte von 60 Tonnen Äpfel pro Hektar werden im Durchschnitt ca. 200 bis 300 g Bor pro Jahr entzogen.

Ziel der Bordüngung ist nicht allein, den Boden in einen guten Versorgungszustand für die Bäume zu bringen, sondern die Bäume in der Phase des höchsten Bedarfs (Vorblüte – Blüte – Beginn der Zellteilungsphase) ausreichend mit Bor zu versorgen. Der Optimalbereich der Bor-Versorgung ist relativ eng bemessen, sodass Bor sehr leicht über- bzw. unterdosiert werden kann.



Bormangel: innere Verkorkungen.



Bormangel: Verformung und äußere Verkorkungen.

gungsklasse, während 22,4% der Proben in die mittlere Versorgungsstufe (Gehaltsklasse C) fallen. Trotz des relativ hohen Anteils von Flächen mit geringen Gehalten an pflanzenverfügbarem Bor werden deutliche Mangelerscheinungen im Südtiroler Obstbau nur sehr selten beobachtet, wahrscheinlich aufgrund der sehr verbreiteten durchgeführten Behandlungen mit Bor-Blattdüngern im zeitigen Frühjahr.

Boraufnahme

Die Wurzeln der Pflanzen nehmen Bor vor allem in der Form von im Bodenwasser gelöstem Borat auf. Dieses wird dann im Xylem mit dem aufsteigenden Saftstrom in die verschiedenen Teile der Pflanze transportiert.

nes Komplexes mit Sorbitol diese hohe Beweglichkeit erlangt. Dadurch kann das von den Blattdüngern aufgenommene Bor in der Pflanze verteilt werden und auch solche Gewebeteile erreichen, welche nicht direkt von der Blattdüngung erreicht werden. Daraus erklärt sich, dass im Apfelanbau Bormangel durch Blattdüngebehandlungen sehr effizient vermieden werden kann.

Überlegungen zur Bordüngung

Bodendüngung

Der Gehalt an pflanzenverfügbarem Bor in Südtiroler Böden beträgt im

Zur Orientierung für die jährliche Bordüngung über den Boden sollten die Gehaltsklassen der Bodenanalyse herangezogen werden. Diese kann bei Bedarf durch eine Blattanalyse ergänzt werden.

Der jährliche Düngebedarf in der Klasse C (Reinnährstoffgehalt in kg/ha) bei einem Ertrag von 60 Tonnen Äpfel pro Hektar beträgt 0,5 - 0,7 kg/ha reines Bor (siehe Tabelle).

Wasserlösliche Bordünger können im Boden je nach Bodenbeschaffenheit relativ schnell immobilisiert und festgelegt werden. Diese Fixierung läuft bei höheren pH-Werten und höheren Humusgehalten deutlich schneller ab. Gerade bei einer Unterversorgung (Klasse A oder Klasse B) sollte deshalb auf eine kontinuierliche Bor-

versorgung während der gesamten Blühphase (Rotes Knospenstadium bis in die abgehende Blüte) geachtet werden.

Die Ausbringung kann mittels Fertigation oder mit Hilfe des Herbizidbalkens direkt auf dem Baumstreifen erfolgen. Um die Verfügbarkeit zu optimieren, sollte dies am besten auf unkrautfreiem Boden geschehen. Bor kann gleichzeitig gemischt mit einem Herbizid ausgebracht werden. Dabei sollte die auszubringende Menge 2 Liter pro Hektar eines 6% Calciumborats nicht überschreiten.

Weist die Bodenanalyse eine Unterversorgung (Klasse A oder B) auf, kann bei der Erstellung einer Neuanlage eine ganzflächige Vorratsdüngung durchgeführt werden.

Blattdüngung

Bei einer beeinträchtigten Verfügbarkeit von Bor im Wurzelbereich, hervorgerufen durch Staunässe, Trockenheit oder hohe pH-Werte, kann die Borversorgung durch den Einsatz von Bor-Düngern über das Blatt deutlich verbessert werden.

Nachdem sich eine schlechte Borversorgung negativ auf die Befruchtung auswirkt und zum Auftreten von Verkorkungen (Berostung) und deformierten Äpfeln führen kann, empfehlen wir spätestens ab dem roten Knospenstadium bzw. Ballonstadium mit Bordüngungen zu beginnen. Je optimaler die gesamte Blühphase durch den Einsatz von Bordüngern abgedeckt wird, desto besser ist die Verfügbarkeit von Bor für die Obstbäume. Nach der Aufnahme durch die Pflanze wird Bor relativ gut in der Pflanze verteilt, bevor der Großteil fest in die Zellwände und andere Strukturen eingebaut wird. Gerade deshalb ist bei einer Unterversorgung von Bor im Boden (Klasse A und B) eine kontinuierliche und mehrmalige Versorgung über das Blatt anzustreben und von Vorteil.

Boden- und Blattdünger

Borsäure

Laut der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP) wurde Borsäure als reproduktionstoxisch gekennzeichnet. Alle Produkte und Gemische, die freie Borsäure in einer Konzentration von 5,5% oder mehr enthalten, sind nach der GHS-Verordnung als reproduktionstoxisch zu kennzeichnen und müssen den Gefahrenhinweis (H360FD) „Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen“ tragen. Aufgrund dieser Einstufung wurden Produkte mit diesen Gefahrenhinweisen im integrierten Programm nicht mehr berücksichtigt.

Calciumborat

Ausgangsmaterial für Calciumborat ist Colemanit. Colemanit ist ein Mineral aus der Mineralklasse der Borate, chemisch gesehen ein wasserhaltiges Calcium-Borat natürlichen Ursprungs, welches im Untertagebau gewonnen wird. Die wichtigsten Lagerstätten befinden sich in Kalifornien und in der Türkei. Calciumborate enthalten mindestens 70% reines Bor.

Kaliumborat

Kaliumborat ist eine chemische Verbindung des Kaliums aus der Gruppe der Borate und enthält mindestens 10% wasserlösliches Bor. Aufgrund seiner Formulierung wird der Wirkstoff laut der GHS-Verordnung als nicht gefährlich eingestuft und weist dementsprechend auch keine Gefahrenhinweise auf.

Calciumborat und Kaliumborat können als Blatt- und Bodendünger eingesetzt werden. Die Wirkstoffe sind aufgrund ihrer Zusammensetzung mit allen während der Blüte empfohlenen Fungiziden, außer mit solchen, die Kupfer enthalten, mischbar. 🍏

martin.thalheimer@laimburg.it

Besonders rund um die Apfelblüte muss der Baum gut mit Bor versorgt sein.

