



► Nährstoffe – wie können sie den Einfluss vom Klimawandel im Hopfen mildern!

Bereits in den letzten Jahren haben die Hopfenbauern die Folgen des Klimawandels zu spüren bekommen. Hitzewellen, extreme Trockenheit und zunehmende Extremwetterlagen werden uns daher auch in Zukunft weiter beschäftigen. Für den Großteil der Bestände haben diese Wetterlagen teils katastrophale Folgen. Und selbst wenn nicht ganze Ernten auf dem Feld vertrocknen, leiden die Erträge und die Qualität der Ernteprodukte und das nicht nur im Jahr der Trockenheit. Auch das Folgejahr ist betroffen, da die Rückverlagerung von Reservestoffen in die Wurzel nur unzureichend funktioniert. Im mitteldeutschen Anbaugebiet stellt dies den Hopfenanbau vor große Herausforderungen. Besonders die Nährstoffe Zink, Bor und Kalium spielen im Zusammenhang mit den extrem heißen und trockenen Sommern eine besondere Rolle.

Pflanzenanalysen sind auch im Hopfen ein geeignetes Hilfsmittel um in der Saison den Ernährungszustand der Kultur beurteilen zu können. In den zurückliegenden 10 Jahre habe ich immer wieder Pflanzenproben genommen. Dabei fiel die mangelnde Versorgung an Bor, Zink und Kalium besonders häufig auf. Die folgende Abbildung zeigt ein Ergebnis einer komplexen Pflanzenanalyse der Sorte Perle in einem Thüringer Betrieb am 20.06.2023.

Mit diesem Ergebnis, einer sachgerechten Interpretation der Zahlen und unter zu Hilfenahme der Bodenanalyse können jetzt geeignete Maßnahmen eingeleitet werden. Das kann eine kurzfristige Hilfe über die Blattdüngung sein (gerade bei Bor und Zink). Dazu kommen aber auch Empfehlungen, die erst nach der Ernte und somit in Vorbereitung auf die neue Saison stattfinden (z.B. Anpassung der Kalium- und/ oder Phosphordüngung).

Pflanzen, die nicht ausreichend ernährt sind, brauchen viel mehr Zeit bis sie die gesamte Gerüsthöhe erreicht haben, das Wurzelsystem leidet stark darunter und sie sind anfälliger für Krankheiten. Sorten, die eine hohe Empfindlichkeit aufweisen, können durch gezielte Düngemaßnahmen unterstützt werden. Dadurch erhält die Wurzel mehr Kraft und der Ertrag sowie die Qualität sind stabiler.

Welche Rolle spielen nun bestimmte Nährstoffe beim Prozess der Klimaanpassung?

Kalium ist einer der Nährstoffe, der maßgeblich an der Regulation des Wasserhaushaltes beteiligt ist. Neben vielen anderen Funktionen ist Kalium vor allen wichtig für das korrekte Funktionieren der Spaltöffnungen, den Turgordruck und der

Frucht/ sorte*: Hopfen
 Pflanzenteil*: letztes voll. entwickl. Blatt
 Entwicklungsstadium*: 3/4 Gerüsthöhe
 Referenzcode: 57 Hopfen (Humulus lupulus), Vegetationsmitte, gerade voll entwickelte Blätter

Nährstoffe

Parameter	Einheit	Ergebnis	Klasse	A B C D E					Optimum Min. - Max.	Median (n=108)
				-100 %	-10 %	Optimum	+10 %	+100 %		
Stickstoff (N)	Ma.-% TS	5,10	E	◆N					2,5 - 3,5	3,8
Phosphor (P)	Ma.-% TS	0,26	A	◆P					0,35 - 0,6	0,24
Kalium (K)	Ma.-% TS	1,04	A	◆K					2,8 - 3,5	1,5
Magnesium (Mg)	Ma.-% TS	0,53	C	●Mg					0,3 - 0,6	0,63
Calcium (Ca)	Ma.-% TS	2,59	D	◆Ca					1 - 2,5	4,2
Schwefel (S)	Ma.-% TS	0,21								
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	6,96	C	●Cu					6 - 12	6
Mangan (Mn)	mg/kg TS	138	E	◆Mn					30 - 100	100
Zink (Zn)	mg/kg TS	16,6	A	◆Zn					35 - 80	22
Bor (B)	mg/kg TS	53,4	C	●B					25 - 70	55
Molybdän (Mo)	mg/kg TS	0,56	E	◆Mo					0,1 - 0,3	0,11
Eisen (Fe)	mg/kg TS	113	C	●Fe					50 - 150	99
Silicium (Si)	mg/kg TS	361								



Abbildung 1
Kaliummangel im Hopfen (Foto: Jaworski)



Abbildung 1
Vertrockneter Spross im Hopfen durch Bormangel (Foto: Jaworski)

Widerstandsfähigkeit gegenüber Trockenheit, Frost und auch Stress. Bei Mangel kommt es zu Blattrandchlorosen, gefolgt von Nekrosen sowie einer Wachstumshemmung (Abbildung 1). Außerdem bilden Pflanzen unter Kaliummangel nur wenige Seitenwurzeln aus, was sich negativ auf die Aufnahmefähigkeit von Wasser und Nährstoffen auswirkt.

Eine bedarfsorientierte Kaliumdüngung kann deshalb die Wassernutzungseffizienz der Pflanze stark verbessern und die Pflanze bei heißem, trockenem Wetter schützen. Zusätzlich verbessert eine verbesserte Wasseraufnahme auch die Aufnahme von anderen Nährstoffen aus dem Boden. Gemessen am Nährstoffbedarf von ca. 150 kg/ha bei 2000 kg/ha Hopfen, ist es nach dem Stickstoff der wichtigste Nährstoff für den Hopfen. Bei einer angepassten Düngung trägt Kalium zu einer besseren Ausnutzung auch des Stickstoffs bei.

Bor ist beteiligt an der Blütenqualität sowie am Zellwandaufbau und der Zellwandstabilität. Bor unterstützt die Aufnahme von Calcium in die Zellwände und stärkt so besonders die Wurzelentwicklung. Dadurch leistet Bor einen wichtigen Beitrag bei der Aufnahme vom Kalium und auch Phosphor. Bei einem Mangel ist der Blütenansatz gering, die Blätter weisen Verformungen sowie eine tiefe Zahnung auf. Bei starkem Bormangel stirbt der Vegetationskegel ab (Abbildung 2). Das ist das was man sieht. Der Einfluss auf die Wurzel ist nicht sofort sichtbar und trotzdem sehr erheblich. Das Wurzelwachstum verringert sich. Die Wurzeln sind meist kurz und braun und es kommt vermehrt zu Wurzelfäule.

Hervorgerufen wird Bormangel durch einen hohen pH-Wert, eine hohe Stickstoffzufuhr, Trockenheit sowie kalte und nasse Wetterbedingungen. Zur bedarfsgerechten Düngung gibt die umseitig stehende Tabelle Auskunft (Quelle: Grünes Heft 2021, Seite 53).

Zink spielt unter anderem in der Phytohormon-, Vitamin- und Nukleinsäuresynthese eine Rolle. Es ist auch wichtig für die Aufnahme von Calcium. Im Hopfen spielt Zink eine sehr wichtige Rolle bei der Länge der Dolden. Ein Mangel an Zink führt zu gelblich-durchsichtigen Blättern und zu kleineren Dolden.

Anzeigen

BayWa

Hopfenkompetenz aus einer Hand

Hopfenmasten

- **Schleuderbetonmasten:**
Länge 9 und 10 m,
ab Lager Bruckbach sowie
frei Hof lieferbar
- **Spannbetonmasten:**
Länge 8 m, eckig
- **Stahlrohre:**
Länge 8 und 9 m

Hopfendraht

- Hopfendraht verschiedene
Stärken in bewährter Qualität
- CS-Draht, Gambrinus
- Schnurdraht



Gallimarkt bei
der BayWa
Mainburg von
7.–9.10.2023

Schon gewusst? Es gibt auch eine „Natur“-Schnur.
100 % **biologische** Aufleitschnur, auch in Kombination mit
Schnurdraht möglich.

Sie haben Fragen? Melden Sie sich gerne direkt bei uns.

[baywa-landwirtschaft.de/hopfen](https://www.baywa-landwirtschaft.de/hopfen)

BayWa AG Mainburg
Telefon 08751 8646-0
Nandlstadt
Telefon 08756 91392-10
Bruckbach
Telefon 08442 95900-0



Tab.: Richtwerte für Bor-Gehalte im Anbaugebiet Elbe-Saale (nach TLLLR) (Heißwasser- oder CAT-Methode):

Gehaltsklasse	mg B/kg Boden		Düngeempfehlung kg B/ha	
	BG 3	BG 4 + 5	Blattdüngung	Bodendüngung
A (sehr niedrig/niedrig)	< 0,25	< 0,35	0,4	2,3
C (mittel/optimal)	0,25 – 0,40	0,35 – 0,60	-	-
E (hoch/sehr hoch)	> 0,40	> 0,60	-	-

Die Richtwerte für Bor nach CAT-Methode gelten für Böden mit pH > 6,0.

Bei Vorliegen der Gehaltsklasse C werden bei nachgewiesenem Düngebedarf (ungünstige Bedingungen für die Bor-Aufnahme z.B. bei sehr hohem pH-Wert im Boden, laut Ergebnis der Pflanzenanalyse) dieselben Bor-Düngermengen wie bei Gehaltsklasse A empfohlen.

Die Düngermengen für die Bodendüngung beziehen sich auf eine Wirkungsdauer von 3 Jahren.

Begünstigt wird der Zinkmangel, wenn Böden sehr humusreich sind oder einen hohen pH-Wert haben. Auch ein Überangebot von Stickstoff, hohe Gehalte an Phosphor und Kupfer wirken sich negativ aus. Zink ist ein wichtiger Nährstoff für die Resistenzbildung, was die Pflanze gegenüber Stress widerstandsfähiger macht. Es ist zu dem ein zentraler Nährstoff bei der Bewältigung von Strahlungsstress und beim Abbau von radikalen Sauerstoffverbindungen. Bei zu starker Sonneneinstrahlung entstehen in den Pflanzenzellen zu viele diese radikale Sauerstoffverbindungen, die dann die Zellen und auch das Chlorophyll zerstören können und damit wichtige Assimilationsfläche (Abbildung 3).

Von allen Spurennährstoffen, die der Hopfen benötigt, ist der Bedarf von Zink mit am größten. Dabei ist eine gleichmäßige Verteilung z. B. über die Blattdüngung während der Saison ganz wichtig. Die Kombinierbarkeit mit den Pflanzenschutzmaßnahmen ist bei gut formulierten Düngemitteln gegeben. Richtwerte für eine gezielte Zinkdüngung sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst (Quelle: Grünes Heft 2021, Seite 52).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Hopfen durch die sich ändernden Wetterlagen mehr Unterstützung für eine optimale Entwicklung benötigt. Neue Sorten können hier ebenso helfen wie die ausgewogene Pflanzenernährung. Den Focus wieder verstärkt auf die bedarfsgerechte Düngung zu setzen ist eine Maßnahme, die den Beständen kurz und mittelfristig hilft. Dabei ist die Bodenuntersuchung die Grund-

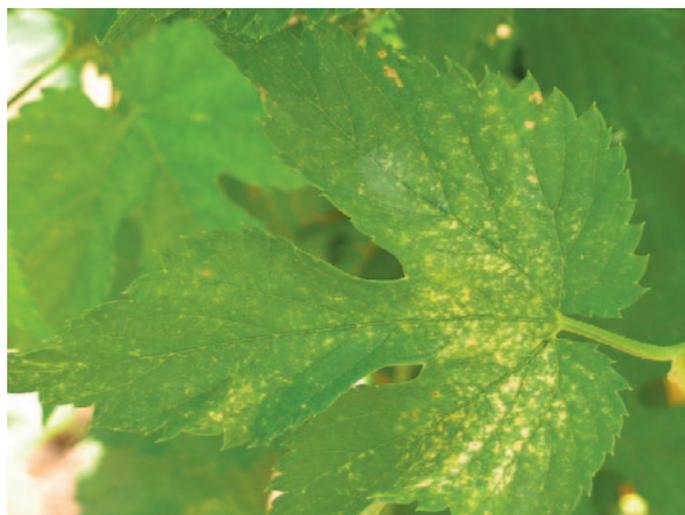


Abbildung 3
Blattaufhellungen im Hopfen mit teils nekrotischen Bereichen durch Zinkmangel (Foto: Jaworski)

lage. Die komplexe Pflanzenanalyse kann als zusätzliches Instrument eingesetzt werden, um in der Saison zu sehen ob alle Nährstoffe ausreichend aus dem Boden aufgenommen werden. Sollte das nicht der Fall sein, dann kann über eine gezielte Blattdüngung nach gesteuert werden. Gerade bei den Spurennährstoffen kann der Bedarf in Kombination mit den Pflanzenschutzmaßnahmen über die Anbausaison sehr gut ausgeglichen werden.

Gehaltsstufe	mg Zn/kg Boden	Düngeempfehlung kg Zn/ha	
		Blattdüngung	Bodendüngung (3-jährig)
A	< 1,5	3	10
C	1,5 - 3,0	-	-
E	> 3,0	-	-

(nach Trierweiler/Lindsay oder CAT-Methode)

Bei Vorliegen der Gehaltsklasse C werden bei nachgewiesenem Düngebedarf (ungünstige Bedingungen für die Zn-Aufnahme, z. B. bei sehr hohem pH-Wert im Boden, laut Ergebnis der Pflanzenanalyse) dieselben Zn-Düngermengen wie bei Gehaltsklasse A empfohlen.

Henning Jaworski (Firma Jahr – Agrar/ Naumburg/ Saale)