

Düngung unter Glas

Hans Peter Wegmüller, Hauert & Co., Grossaffoltern

Der Begriff «Düngung unter Glas» umfasst die Nährstoffversorgung von Kulturpflanzen im geschützten Anbau, also zum Beispiel auch die Produktion im Folientunnel. Verglichen mit der Freilandproduktion besteht im geschützten Anbau für die Düngung ein grundlegender Unterschied: Das Standortklima, insbesondere auch die Wasserversorgung, lässt sich recht stark beeinflussen. Dies eröffnet eine Reihe von Möglichkeiten zur bedarfsgerechten und weitgehend verlustfreien Düngung.

Grundsätzliches zur Nährstoffversorgung von Zierpflanzen

Die Vielfalt von Topf- und Schnittblumenkulturen verlangt vom Produzenten fundierte Detailkenntnisse. Die Düngung jedoch lässt sich, auch bei hohen Qualitätsanforderungen, für die meisten Kulturen weitgehend standardisieren. Untersuchungen und die praktische Erfahrung zeigen, dass für eine grosse Zahl von Zierpflanzenkulturen ein ähnliches NPK-Verhältnis angewendet werden kann. Dies schliesst natürlich nicht aus, dass in spezialisierten und entsprechend eingerichteten Betrieben die Nährstoffverhältnisse kulturspezifisch angepasst werden. Wichtig ist aber in erster Linie die Berücksichtigung grundsätzlicher Faktoren bei der Düngung. Im folgenden finden sich die wichtigsten Richtlinien und einige grundlegende Hinweise.

Nährstoffverhältnis festlegen

Eine wichtige Grösse ist das Stickstoff-Kali-Verhältnis. Dieses ist bei verholzenden Pflanzen ausgeglichen bis leicht stickstoffbetont, bei krautigen Pflanzen kalibetont. Phosphor (P) tritt bei der Berechnung von Nährstoffverhältnissen meist nicht in den Vordergrund, weil der Bedarf relativ gering ist und mit der Grundversorgung zum grössten Teil abgedeckt wird. Substrate mit pH-Werten über 5.5 speichern Phosphor in Form von pflanzenverfügbaren Reserven und wirken daher auch als Puffer bei vorübergehenden Angebotsschwankungen in der Düngung.

Tabelle 1: Nährstoffverhältnisse
(N als 10 angenommen)

Pflanzenart	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Krautige Pflanzen: Chrysanthemen, Cyclamen, Primula usw.	10	4	12–15	1.2–2
Verholzende Pflanzen: Poinsettien, Rosen usw.	10	4	10–12	1–1.2
Eriken, Azaleen	10	4	8	0.8–1

Stickstoff als Leitelement

Zur Abschätzung des Gesamtnährstoffbedarfs geht man am zweckmässigsten vom

Stickstoff aus und bindet die Zufuhr der übrigen Nährstoffe (inklusive der Spurenelemente) an den Stickstoffbedarf. Anpassungen in der Düngung können bei genaueren Kenntnissen natürlich vorgenommen werden. Die Unterscheidung zwischen kalibetonem und eher ausgeglichenem Bedarf (siehe Tabelle 1) dürfte aber für eine korrekte Pflanzenernährung meist ausreichen. Spezielle Massnahmen – beispielsweise ein «N-Stopp» bei den Eriken oder die Umstellung von N-betonter auf N-knappe Düngung (NK-Verhältnis 1:1) bei den Poinsettien – müssen natürlich kulturspezifisch berücksichtigt werden. Der Stickstoffbedarf einer Pflanze lässt sich in der Regel anhand der Frischsubstanzproduktion genau genug ermitteln (siehe Tabelle 2). Natürlich kann man den Bedarf auch exakter ermitteln, indem man optimal ernährte Testpflanzen wägt und ihre Nährstoffgehalte analysiert.

Tabelle 2: Stickstoffbedarf von Topfpflanzen

Bedarfsgruppe	mg N/Pflanze	Kultur
Kulturen mit geringem Bedarf	200-300	Pensées, Primula, Saintpaulia
Kulturen mit mittlerem Bedarf	300-600	Begonien, Topfchrysanthen (mittlere Sorten), Cyclamen (Normalcyclamen), Freesien, Poinsettien (Mehrtreiber klein)
Kulturen mit hohem Bedarf	600-900	Topfchrysanthen (grosse Sorten), Gerbera, Nelken, Pelargonien (grosse Stecklingspflanzen), Poinsettien (Mehrtreiber mittelgross), Eriken

Robuste und haltbare Pflanzen

Eine gegenüber dem effektiven Bedarf geringfügig erhöhte Kaliversorgung und eine N-Versorgung, die den Optimalbereich nicht überschreitet, beeinflussen die Gesundheit und Haltbarkeit der Pflanzen positiv. Aufschluss über die optimale Stickstoffversorgung geben die Blattfarbe und der Massenzuwachs. Eine zu knappe Stickstoffversorgung wird von der Kultur rasch angezeigt und kann in der Regel gut aufgefangen werden; Versorgungsfehler bei den übrigen Nährstoffen und bei den Spurenelementen sind meist schwieriger zu korrigieren.

Grundlagen der Düngeplanung

Je nachdem ob eine Kultur bodenabhängig oder im Topfsubstrat angebaut wird, sind bei der Düngeplanung unterschiedliche Kriterien zu beachten. Ausgangspunkt ist aber immer eine genaue Kenntnis der Nährstoffversorgung im Substrat.

Boden- und Substratanalysen

Ausser vom Gesamtnährstoffbedarf ist die richtige Düngung in hohem Mass davon abhängig, welche Nährstoffmengen (leicht verfügbare Nährstoffe und Nährstoffreserven) im Kultursubstrat vorhanden sind bzw. fehlen. Bei Bodenkulturen kann die erforderliche Grund- oder Nachdüngung zwischen 0 und 150 Prozent des Gesamtbedarfs betragen. Bei

Topfkulturen müssen die Nährstoffmengen im Ausgangssubstrat bekannt sein, damit die Grundversorgung auf das richtige Niveau eingestellt werden kann. Spezialisierte Labors, beispielsweise von Hauert & Co. oder des VSG verfügen über das nötige Know-how, um aufgrund von Substratanalysen Vorschläge für Ergänzungs- und Nachdüngungen zu berechnen.

Massnahmenplanung für bodenabhängige Kulturen

Schnittblumen werden vorwiegend als Beetkultur auf anstehenden Böden produziert; die Produktion ist also nicht «bodenunabhängig». Damit die Bodenfruchtbarkeit langfristig erhalten bleibt, müssen Nährstoffzufuhr und Bodenpflegemassnahmen richtig geplant werden. Dass eine mangelnde Düngeplanung in der Vergangenheit heute zu Ernährungsstörungen führt, trifft man beispielsweise nicht selten bei Rosenkulturen an: Die übermässige Anwendung von Mist und/oder Kompost hat zu enormen Phosphat- und Kaliumreicherungen im Boden geführt. Sichtbare Folgen sind Wachstumsstörungen und Blattchlorosen, welche ihre Ursache in der Blockierung von Spurenelementen, in antagonistischen Vorgängen bei der Aufnahme von Calcium und Magnesium oder ganz einfach in einem zu hohen Salzgehalt haben können.

Auch eine übermässige Versorgung der Böden mit organischer Substanz führt zu Schwierigkeiten: Porenverschluss und Abbauvorgänge können die Sauerstoffversorgung im Wurzelbereich beeinträchtigen, was die Nährstoffaufnahme erschwert. Gleichzeitig können erhebliche Stickstoffmengen freigesetzt werden. Die Folge ist eine starke Erhöhung des Salzgehalts, welche das Wurzelwachstum und die Wasseraufnahme beeinträchtigt und die Anfälligkeit auf Pilzkrankheiten erhöht.

Bodenverbesserungsmassnahmen, pH-Korrekturen, Zufuhr von Fremdstoffen wie Kompost oder mineralische Komponenten – sollten erst nach eingehender Abklärung und mit Unterstützung einer unabhängigen Beratungsstelle, beispielsweise des VSG, durchgeführt werden.

Massnahmen bei der Substratherstellung

Für die Substratherstellung steht heute eine grosse Auswahl von Rohstoffen zur Verfügung. Einen hohen Stellenwert hat dabei die Qualitätskonstanz der Komponenten. Ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften sollten klar und nachweisbar deklariert sein.

Spezielle Schwierigkeiten können auftreten, wenn biologisch aktive Komponenten (Kompost, Landerde u. ä.) mit biologisch «reaktiven» Komponenten (Holzfaserstoffe, Pflanzenhäcksel, Frischkompost usw.) gemischt werden. Die Grundaufdüngung der Substrate mit solchen Mischungen sollte immer nur wenige Stunden vor der Verwendung erfolgen, damit sich diese nicht nachträglich erwärmen. Denn eine nachträgliche Erwärmung führt oft zu grossen Veränderungen in der Verfügbarkeit und Dynamik der Nährstoffe. In den meisten Fällen geht damit eine massive Verminderung der verfügbaren

Nährstoffe (N, P, K, Mg, Ca) einher. Der Grund liegt in einer Fixierung der Nährstoffe in Form von Biomasse (Mikroorganismen).

Substrate, die mit Langzeitdüngern (Osmocote oder auch organischen Langzeitdüngern) aufgedüngt sind, dürfen sich unter keinen Umständen nachträglich erwärmen. Die Langzeitwirkung würde dadurch irreversibel verändert oder aufgehoben! Osmocote sollte daher, wenn immer möglich, als Punktdüngung verwendet werden.

Nährstoff-Grundversorgung von Substraten

Die Kenntnis der bereits im Substrat vorhandenen pflanzenverfügbaren Nährstoffmengen (unmittelbar und mittelfristig verfügbare) ist eine Voraussetzung für die richtige Düngung von Pflanzen. In den früher verwendeten reinen Torfsubstraten war dies relativ einfach: Man konnte von einer nährstoffarmen Mischung ausgehen, die Grundaufdüngung erfolgte sozusagen «von Null auf». In den heute üblichen Mischungen lassen sich häufig sehr hohe und einseitige Nährstoffwerte feststellen. Nicht selten ist es nötig, Substrate mit nährstoffarmen Komponenten zu «verdünnen». Unterbleiben solche Anpassungen, kann dies kurz- oder mittelfristig zu Übersalzungen des Kultursubstrats und entsprechenden Pflanzenschäden oder zu Mangelerscheinungen führen.

Die Grundversorgung wird mit wasserlöslichen oder rasch mineralisierbaren organischen Düngern sichergestellt. Für die Phosphoraufdüngung kann Knochenmehl verwendet werden, wenn der pH-Wert nicht wesentlich über 7 liegt. Bei höheren pH-Werten sollten entweder erhöhte Phosphoreserven vorliegen (häufig bei Kompost) oder leichter pflanzenverfügbare P-Formen eingesetzt werden (zum Beispiel Triplesuperphosphat).

Tabelle 3 gibt Aufschluss über die Versorgungsniveaus in Abhängigkeit vom Nährstoffbedarf einer Kultur. Diese Grundversorgung darf nicht als Reserve aufgefasst werden. Das Nährstoffniveau, das damit eingestellt wird, sollte während der gesamten Kulturzeit ungefähr erhalten bleiben.

Tabelle 3: Grundversorgung von Substraten

Bedarfsgruppe	wasserlösliche Nährstoffe			
	in mg pro Liter Substrat (Richtwert)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Empfindliche Kulturen, Aussaaterden	60	25	100	15
Kulturen mit mittlerem Bedarf	120	40	220	30
Kulturen mit hohem Bedarf	220	90	330	60

Düngestrategien

Der Gesamtnährstoffbedarf einer Kultur korrespondiert gut mit der produzierten Gesamtfrischmasse. Die Kenntnis dieses Gesamtnährstoffbedarfs ist aber im Prinzip nur bei der Vollbevorratung erforderlich, denn nur in diesem Fall muss die gesamte Nährstoffmenge, welche die Kultur während einer bestimmten Kulturzeit benötigt, im Voraus festgelegt und verabreicht werden. Wer die Teilbevorratung oder die Bewässerungsdüngung wählt, kann mit den Nachdüngungen auf den aktuellen Nährstoffbedarf der Pflanzen reagieren.

Vollbevorratung – nur bei genau regulierbaren Produktionsbedingungen

Die angegebene Wirkungsdauer (Nährstoffabgabe) beim Bevorratungsdünger Osmocote bezieht sich auf eine Temperatur von 21 °C, also auf die ideale Wachstumstemperatur für viele Kulturen. In wärmeren Phasen ist die Nährstoffabgabe der Bevorratungsdünger höher, die Aufnahme der Pflanzen dagegen wegen des eingeschränkten Wachstums meist geringer. Das Ergebnis ist ein Anstieg des Salzgehalts im Substrat. Enthält ein Substrat auch Kompost, fällt dies nicht selten mit einer Phase erhöhter N-Mobilisierung durch das Substrat selbst zusammen. Die Erhöhung des Salzgehalts und die Verschiebung des Nährstoffgleichgewichts durch den mobilisierten Stickstoff kann zu erheblichen Schwierigkeiten führen, da bei der Vollbevorratung nicht mehr korrigierend eingegriffen werden kann.

Die Vollbevorratung ist eine Düngestrategie, welche unter genau kontrollier- und regulierbaren Gewächshausbedingungen (Temperatur, Strahlung usw.) und in Torfsubstraten ausgezeichnete Dienste leistet. Für Betriebe, welche diese Voraussetzungen nicht erfüllen, empfiehlt sich die Teilbevorratung. Im übrigen sollte bei der Vollbevorratung wenn immer möglich die Punktdüngung angewendet werden.

Teilbevorratung oder Bewässerungsdüngung – gezielt und verlustarm

Strategien, die sich die Option der Nachdüngung offenhalten oder ausschliesslich auf dieser beruhen, sind grundsätzlich flexibler als die Vollbevorratung. Denn der Kultivateur kann gezielt auf Abweichungen im Kulturverlauf reagieren und die Nährstoffversorgung dem momentanen Bedarf anpassen. Zu diesen Methoden gehören vor allem die Bewässerungsdüngung und die Giessdüngung, aber auch die Teilbevorratung mit Langzeitdüngern.

Im geschützten Anbau mit seinen optimalen Wachstumsbedingungen ist der Nährstoffbedarf recht eng an den Wasserverbrauch der Pflanzen geknüpft. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Pflanze für die Produktion von 1 Kilogramm Trockensubstanz 300 Liter Wasser verbraucht (Transpirationskoeffizient).

Für die Bewässerungsdüngung in geschlossenen Systemen – so haben Berechnungsmodelle und die praktische Erfahrung gezeigt – liegt die optimale Konzentration der Nährlösung für die meisten Kulturen bei 0.05 bis 0.08. Notwendig ist dabei eine regelmässige EC-Kontrolle, und es empfiehlt sich auch, die Nährlösung und die Substrate in der Kultur gelegentlich zu analysieren, um systematische Abweichungen zu korrigieren.

Wählt man die Methode der Giessdüngung mit grösseren Zeitabständen zwischen den Nachdüngungen, muss die Konzentration der Nährlösung entsprechend erhöht werden (siehe Tabelle 4). Denn grössere Zeitabstände zwischen den Nachdüngungen bedeuten eine Abweichung von der optimalen Nährstoffzufuhr. Insbesondere bei der Düngung mit der Brause sollten jedoch zu hohe Konzentrationen vermieden werden; das Nachspülen mit reinem Wasser ist stets zu empfehlen.

Tabelle 4: Einstellung der Nachdüngungskonzentration

Salzverträglichkeit	Kultur	optimale Konzentration (%)	
		Bewässerungsdüngung	Giessdüngung 1–2/Wo
hohe Salzempfindlichkeit	Jungpflanzen, Orchideen, Azaleen, Bromelien, Callunen, Farne	0.03–0.05	0.05–0.1
mittlere Salzempfindlichkeit	Begonien, Cyclamen, Eriken, Pensées, Poinsettien, Rosen	0.05–0.06	0.1–0.15
geringe Salzempfindlichkeit	Chrysanthemen, Gerbera, Nelken, Pelargonien	0.06–0.08	0.15–0.2

Überwachung der Nährstoffversorgung während der Kultur

Bodenabhängige Kulturen

Den ersten wichtigen Hinweis für die Beurteilung der Versorgung einer Beetkultur gibt sicher einmal ihr allgemeiner Zustand. Im Gegensatz zu Topfkulturen ist der Wurzelraum und damit der «greifbare» Nährstoffvorrat bei Beetkulturen viel grösser. Ein schlechter Versorgungszustand zeichnet sich allmählich ab, und es bleibt in der Regel genügend Zeit für Korrekturmassnahmen. Genügt diese Beurteilung nicht, müssen die wasserlöslichen Nährstoffe mit einer Bodenanalyse differenziert untersucht werden. Eine einfache Messung des Salzgehalts reicht bei Bodenkulturen zur Beurteilung nicht aus.

Substratkulturen

Der eingeschränkte Wurzelraum verlangt eine systematische Überwachung des aktuellen Versorgungszustands des Kultursubstrats, denn Düngungsfehler wirken sich rascher und stärker aus als bei den Bodenkulturen. Ein häufiger Fehler bei der flüssigen Nachdüngung ist eine allgemeine Nährstoff-Unterversorgung. Bei der Vollbevorratung dagegen entstehen Probleme durch zu hohe Salzgehalte, wobei meist der Stickstoffwert erhöht ist (siehe oben). Als einfache, aber effiziente Kontrolle dient die Messung der Leitfähigkeit (EC-Wert), die vom Kultivateur ohne grossen Aufwand selber durchgeführt werden kann (für die Interpretation der Werte siehe Tabelle 5).

Methode: Soll eine EC-Messung im Substrat genügend verlässliche Resultate liefern, muss das Messverfahren einen minimalen Standardisierungsgrad aufweisen.

Mit Laboranalysen vergleichbare Werte (1:1.5 Volumenextraktion) erreicht man mit folgendem Vorgehen: Auf einem verschliessbaren Gefäss mit weitem Hals (zum Beispiel Weithals-Polyetylen-Flasche 500 ml) bei 200 ml und bei 300 ml eine Markierung anbringen. Entmineralisiertes Wasser bis zur 200-ml-Marke einfüllen, dann mit Substratprobe auf 300 ml auffüllen. Die Suspension anschliessend ca. eine Minute intensiv schütteln. Der EC-Wert wird in der Suspension gemessen; das Messgerät sollte die Ergebnisse direkt in mS/cm (= EC) oder m S/cm (= EC x 1000) anzeigen.

Probenahme: Aus 4 bis 6 Töpfen in der Zone zwischen Topfwand und Topfmitte Erde entnehmen. Achtung: Wenn das Substrat mit umhüllten Langzeitdüngern aufgedüngt ist, keine Düngerkörner verletzen. Schon ein aufgesprungenes Düngerkorn erhöht den Messwert merklich.

Tabelle 5: Interpretation von EC-Messwerten im Substrat

Bedarfsgruppe	Kontrollwert (mS/cm) im Extrakt (EC)	Salzgehalt in mg KCl pro Liter Substrat
Empfindliche Kulturen, Aussaaterden	0.4 bis 0.6	470-700
Kulturen mit mittlerem Bedarf	über 0.6 bis 1.2	700-1400
Kulturen mit hohem Bedarf	über 1.2 bis 1.8	1400-2100

Die praktische Düngung

Unter Berücksichtigung all dieser Kriterien lassen sich Düngeempfehlungen für die verschiedenen Kulturen zusammenstellen. Tabelle 6 nennt Richtlinien sowohl für die Vollbevorratung als auch für die Teilbevorratung mit verschiedenen Hauert-Produkten. Weitergehende Informationen für die Anwendung in der Praxis – zum Beispiel über die Herstellung von konzentrierten Stammlösungen, die Einstellung gängiger Dosiergeräte, den Einfluss des Härtegrads des Wassers auf die Zusammensetzung von Nährlösungen (Stickstoffformen) usw. finden sich in der Broschüre «Das Wichtigste zur Düngung». Sie kann kostenlos bei Hauert & Co., Grossaffoltern, bezogen werden.