



16/ Düngung von Zierpflanzen und Gehölzen

Christoph Carlen¹, Céline Gilli¹, Josef Poffet² und Hans Peter Wegmüller³

¹ Agroscope, 1964 Conthey, Schweiz

² Jardin Suisse, 5000 Aarau, Schweiz

³ Hauert HBG Dünger AG, 3257 Grossaffoltern, Schweiz

Auskünfte: christoph.carlen@agroscope.admin.ch

Inhalt

1. Einleitung.....	16/3
2. Düngung von Topf- und Containerpflanzen.....	16/3
3. Schnittblumen auf Substrat im Gewächshaus.....	16/7
4. Düngung von Schnittblumen als Bodenkultur.....	16/8
5. Nadel- und Laubgehölze in Freilandbaumschulen	16/9
6. Literatur	16/10
7. Tabellenverzeichnis	16/11
8. Abbildungsverzeichnis.....	16/11

1. Einleitung

Diese Grundlagen sollen Leitlinien für eine nachhaltige Düngung von Zierpflanzen und Gehölzen im kommerziellen Anbau definieren. Eine bedarfsgerechte Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen ist Voraussetzung für ein harmonisches Wachstum und für gesunde, qualitativ hochwertige Pflanzen. Diese Grundlagen sollen auch als Basis für die Anforderungen von SwissGAP Hortikultur im Bereich Düngung dienen. Sie wurden unter Berücksichtigung älterer und jüngerer Literatur erstellt. Dabei wurden vor allem die Düngungsnormen aufgrund von Entzugszahlen definiert (Wegmüller und Gysi 1993; Jentzsch und Thalk 2007; Röber und Schacht 2008; Wartenberg 2008; Wegmüller *et al.* 2012). Auf die vielfältigen Möglichkeiten, die Nährstoffe auszubringen und den Zierpflanzen und Gehölzen zur Verfügung zu stellen, wurde hingegen weniger eingegangen.

Die Begriffe Zierpflanzen und Gehölze umfassen verschiedenste Pflanzenarten, die im Boden, in Erdsubstraten sowie in organischen oder mineralischen Substraten und als Hydrokulturen angebaut werden. Auf der Basis der unterschiedlichen Düngungsbedürfnisse und Düngungssysteme, wobei Hydrokulturen hier nicht berücksichtigt sind, werden die kommerziell angebauten Zierpflanzen und Gehölze in vier Gruppen aufgeteilt:

- a) Topfkulturen und Containerpflanzen
- b) Schnittblumen auf Substrat im Gewächshaus
- c) Schnittblumen als Bodenkultur
- d) Nadel- und Laubgehölze in Freilandbaumschulen

2. Düngung von Topf- und Containerpflanzen

Topf- und Containerkulturen sind bodenunabhängige Kulturverfahren, bei denen die Pflanzen in Töpfen, in Containern oder in anderen Behältern wachsen (Abbildungen 1, 2 und 3). Unter- und Überversorgung in einem abgegrenzten Raum können zu Wachstums- und Blühproblemen führen. Die Düngung von Topf- und Containerkulturen ist daher sehr anspruchsvoll (Tabellen 1 und 2). Die Angaben basieren auf dem Leitnährstoff Stickstoff (N). Für die Verwendung des Stickstoffs als Leitnährstoff spricht unter anderem, dass dieser Nährstoff den engsten Optimalbereich aufweist und somit den Kulturerfolg bei unangepasster Düngung am schnellsten gefährdet (Scharpf 1989; Wartenberg 2008). Die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) werden dann in bestimmten Verhältnissen zum Leitnährstoff Stickstoff verabreicht.

In Tabelle 1 ist der Stickstoffbedarf für die wichtigsten Topfpflanzen aufgelistet, die in der Schweiz angebaut werden. Der Phosphor-, Kalium- und Magnesiumbedarf wurden davon abgeleitet. Das Verhältnis der Elemente N:P beträgt 1,0:0,2. Das Verhältnis der Elemente N:K schwankt je nach Pflanzenart zwischen 1,0:0,6 und 1,0:1,5, respektive für N:Mg zwischen 1,0:0,10 und



Abbildung 1 | Primeln (*Primula acaulis*) als Topfpflanzen (Foto: Agroscope).



Abbildung 2 | Ein wichtige Topfpflanze ist der Weihnachtsstern (*Poinsettia*, *Euphorbia pulcherrima*; Foto: Agroscope).



Abbildung 3 | Callunen (*Calluna vulgaris*) als Topfpflanze (Foto: Agroscope).

Tabelle 1 | Düngungsnormen für wichtige Topfpflanzenarten. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff, und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N (Röber und Schacht 2008; Wartenburg 2008; Wegmüller *et al.* 2012).

Pflanzenart, Pflanzengruppe	Pflanzengrösse, Topfgrösse	Stickstoffbedarf (g N pro Pflanze)	Verhältnis N:P:K:Mg (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:Mg)
Chrysanthemen	kleine Pflanzen	0,2–0,3	1,0:0,2:1,5:0,15 (1,0:0,45:1,8:0,15)
	mittlere Pflanzen	0,3–0,4	
	grosse Pflanzen	0,4–0,5	
Primeln	10-cm-Topf	0,2–0,3	1,0:0,2:1,25:0,15 (1,0:0,45:1,5:0,15)
Saintpaulien	kleine Pflanzen	0,05–0,08	
	grosse Pflanzen	0,1–0,2	
Fuchsien	11-cm-Topf	0,3–0,4	1,0:0,2:1,0:0,15 (1,0:0,45:1,2:0,15)
Petunien	10-cm-Topf	0,3–0,4	
Hortensien	11-cm-Topf	0,5	
Impatiens Neuguinea	mittlere Sorten	0,3–0,4	
Kalanchoe	11-cm-Topf	0,4	
Violen	9–10-cm-Topf	0,15–0,2	
Cyclamen ¹	Mini-Pflanzen	0,15–0,25	
	normale Pflanzen	0,45–0,6	
	grosse Pflanzen	0,7–0,8	
Elatior-Begonien	kleine Pflanzen	0,2–0,3	
	grosse Pflanzen	0,4–0,6	
Pelargonien	Sämlinge	0,3–0,4	1,0:0,2:0,85:0,12 (1,0:0,45:1,0:0,15)
	kleine Pflanzen	0,3–0,4	
	mittlere Pflanzen	0,4–0,5	
	grosse Pflanzen	0,5–0,7	
Poinsettien	kleine Eintrieber	0,2	
	kleine Mehrtrieber	0,4–0,5	
	mittlere Mehrtrieber	0,6–0,7	
	grosse Mehrtrieber	0,8–1,0	
	Stämmchen	3,0–5,0	
Azaleen	11-cm-Topf	0,5	1,0:0,2:0,7:0,10 (1,0:0,45:0,85:0,15)
Callunen	12-cm-Topf	0,5–0,6	
Eriken	11-cm-Topf	0,5	
Rosen	10-cm-Topf	0,2	

¹ Letztes Kulturdrittel für Cyclamen N:P:K:Mg = 1,0:0,2:1,0:0,15.

1,0:0,15. Für die zahlreichen Topfpflanzen, die im Anbau sind, hat Wartenburg (2008) aus Literaturquellen die Düngungsrichtlinien für rund 200 Topfpflanzenarten zusammengestellt.

Begrifflich ist für die Düngung von Topfpflanzen die Unterteilung in eine Grunddüngung und eine Nachdüngung zweckmässig. Die Grunddüngung entspricht dem Nährstoffausgleich mit löslichen Düngern auf das Niveau der Grundversorgung für ein Substrat (Tabelle 3). Die Nachdüngung dagegen deckt jene Nährstoffmenge ab, die eine Kultur während der Kulturzeit aufnimmt. Sie kann als Vorratsdüngung mit Depot- oder Langzeitdüngern bereits bei der Substrataufbereitung beigemischt oder beim Topfen gegeben werden. Die oft verwendeten Depot- oder

Langzeitdünger stellen eine Nährstoffversorgung über einen längeren Kulturabschnitt bis hin über die gesamte Kulturdauer sicher (Wartenburg 2008; Wegmüller *et al.* 2012). Die ergänzende Nachdüngung erfolgt in der Regel als Flüssigdüngung (vor allem als Bewässerungsdüngung) einmal pro Woche oder in grösseren Abständen. Dabei wird das Bewässerungswasser mit wasserlöslichen Düngern angereichert, wobei die Salzeempfindlichkeit der verschiedenen Kulturen zu berücksichtigen ist (Tabelle 4).

Eine andere Möglichkeit der Düngung ist die Bewässerungsdüngung mittels geschlossener Systeme (Anstau-bewässerung, Fließmatten, Rinnenbewässerung, Tropfbewässerung). Die Bewässerungsdüngung hat eine grosse Bedeutung, und es werden bei jeder Bewässerung mit

Tabelle 2 | Düngungsnormen von Baumschulgehölzen in Containern. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff, und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N¹ (Wegmüller et al. 2012).

Pflanzenart	Stickstoff(N)-Bedarf	Pflanzenart	Stickstoff(N)-Bedarf
<i>Abies nordmanniana</i> <i>Cotoneaster dammeri</i> <i>Deutzia rosea</i> , schwachwachsend <i>Pachysandra terminalis</i> <i>Pinus cembra</i> <i>Pinus mugo</i> «Mughus» <i>Pinus wallichiana</i> <i>Potentilla fruticosa</i> <i>Prunus cerasifera</i> <i>Rhododendron repens</i> <i>Ribes sanguineum</i> <i>Salix repens</i> <i>Skimmia japonica</i>	gering 0,3–0,45 kg/m ³ oder g/l	<i>Juniperus communis</i> «Hibernica» <i>Juniperus squamata</i> «Meyeri» <i>Kolkwitzia amabilis</i> <i>Lonicera pileata</i> <i>Mahonia aquifolium</i> Malus-Hybriden <i>Pinus nigra</i> «Austriaca» <i>Prunus laurocerasus</i> <i>Pyracantha coccinea</i> <i>Spiraea bumalda</i> <i>Spiraea japonica</i> <i>Taxus baccata</i> <i>Thuja occidentalis</i> <i>Viburnum burkwoodii</i> <i>Viburnum plicatum</i>	mittel 0,45–0,6 kg/m ³ oder g/l
<i>Acer saccharinum</i> <i>Amelanchier canadensis</i> <i>Amelanchier laevis</i> <i>Berberis canadensis</i> <i>Berberis thunbergii</i> <i>Buddleja davidii</i> <i>Buxus sempervirens</i> <i>Callicarpa bodinieri</i> <i>Cedrus deodara</i> <i>Cotoneaster adpressus</i> <i>Cytisus scoparius</i> <i>Deutzia gracilis</i> <i>Deutzia rosea</i> <i>Euonymus alatus</i> <i>Euonymus fortunei</i> «Vegetus» <i>Exochorda racemosa</i> <i>Genista tinctoria</i> <i>Hibiscus syriacus</i> <i>Hypericum calycinum</i> <i>Hypericum patulum</i>	mittel 0,45–0,6 kg/m ³ oder g/l	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> <i>Cotoneaster multiflorus</i> <i>Forsythia x intermedia</i> <i>Hydrangea paniculata</i> <i>Ilex aquifolium</i> <i>Juniperus chinensis</i> <i>Kerria japonica</i> <i>Ligustrum ovalifolium</i> <i>Viburnum rhytidophyllum</i> Weigelia-Hybriden	hoch 0,6–0,75 kg/m ³ oder g/l

¹ N:P:K:Mg = 1,0:0,15:0,6:0,1 oder N:P₂O₅:K₂O:Mg = 1,0:0,34:0,73:0,1.

Hilfe von Stammlösungen, Restwasser, Pumpsystemen und Düngermischer Nährstoffe in gewünschter Konzentration zum Bewässerungswasser zugeführt, mit dem Ziel, ein optimales Wachstum der Zierpflanzen zu ermöglichen. Die Technik ist hier ähnlich wie bei den Substratkulturen bei Beeren (Carlen et al. 2017). Als ideale Steuerungsmethode hat sich die Messung des pH-Wertes und des Elektrokonduktivitäts-Wertes (EC-Wert in mS/cm) der Nährlösung etabliert. Die optimalen Werte schwanken zwischen 5,6 und 6,2 für den pH-Wert und zwischen 0,5 und 2,5 mS/cm für den EC-Wert (Tabellen 4 und 5).

Zur Kontrolle der Nährstoffversorgung im Substrat wird folgende Methode zur Bestimmung des pH- und EC-Wertes eines Substrates empfohlen:

1. In einem verschliessbaren Schüttelgefäss bei 200 ml und 300 ml eine Markierung anbringen
2. Bis zur 200-ml-Marke entmineralisiertes Wasser einfüllen
3. Substrat (Durchschnittsprobe, gut angefeuchtet) bis zur 300-ml-Marke einfüllen
4. Ca. eine Minute schütteln (Abbildung 4)
5. pH-Wert und EC-Wert dieser Suspension messen



Abbildung 4 | Verschliessbares Schüttelgefäss mit Markierungen bei 200 ml und 300 ml zur Bestimmung des pH-Wertes und des EC-Wertes eines Substrates (Foto: Josef Poffet, Jardin Suisse).

Tabelle 3 | Wasserlösliche Nährstoffe pro Liter Substrat nach der 1:1,5-Volumenextraktionsmethode. Die Grundversorgung entspricht dem Erhaltungsniveau während der Kulturzeit (Gysi et al. 1995; Wegmüller et al. 2012).

Bedarfsgruppe	Angestrebte Grundversorgung mit löslichen Nährstoffen (mg/l Substrat) (bezieht sich auf einzelne Elemente)			
	N	P ¹	K	Mg
Nährstoffempfindliche Kulturen (Aussaaterden)	60	10	85	15
Mittlerer Nährstoffbedarf	120	20	180	30
Hoher Nährstoffbedarf	220	40	275	60

¹ Die Wasserlöslichkeit von Phosphor ist stark pH-abhängig. Wird bei pH-Werten von über 6,5 die wasserlösliche P-Menge nicht erreicht, ist die P-Reserve nach der Ammonium-Acetat-EDTA-Methode für die Beurteilung miteinzubeziehen.

Tabelle 4 | Salzverträglichkeit und optimale Einstellung des Elektrokonduktivitäts(EC)-Wertes der Nährlösung bei Flüssigdüngung (Nachdüngung oder Bewässerungsdüngung) und Optimalbereich im Substrat für verschiedene Pflanzenarten gemäss Wegmüller et al. (2012).

Salzverträglichkeit	Kulturen	Optimalbereich des EC-Wertes im Giesswasser (mS/cm)	Optimalbereich des EC-Wertes im Substrat (mS/cm)
Sehr empfindlich	Orchideen, Bromelien Farne Vermehrung: Eriken, Callunen, Azaleen Aussaaten generell	0,5–1,0	0,4–0,6
Empfindlich	Azaleen Callunen, Eriken Jungpflanzen generell	1,0–1,5	0,6–0,8
Weniger empfindlich	Begonien Cyclamen Poinsettien Rosen	1,5–2,0	0,8–1,2
Verträglich	Chrysanthemem Pelargonien	2,0–2,5	1,3–1,8

Tabelle 5 | Zusammensetzung der Nährlösungen für Topfpflanzen und Schnittblumen in geschlossenen Systemen (gS) und in offenen Systemen (oS) auf organischen Substraten gemäss Pivot et al. (2005).

System	Topfpflanzen	Alstromerien		Flamingo-Blumen		Nelken		Gerbera		Rosen	
	gS	oS	gS	oS	gS	oS	gS	oS	gS	oS	gS
EC (mS/cm)	1,6	1,2	1,6	0,8	1,1	1,1	1,8	1,1	1,6	0,7	1,6
pH	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2
Hauptnährstoffe (mmol/l)											
NH ₄ ⁺	1,1	0,7	0,7	0,3	0,3	0,75	0,7	0,7	1,5	0,8	1,0
K ⁺	5,5	4,3	5,8	3,5	3,9	4,4	6,7	4,5	5,5	2,2	4,5
Ca ²⁺	3,0	2,0	3,5	0,9	1,3	1,5	3,5	1,6	3,0	0,8	3,2
Mg ²⁺	0,75	0,7	1,3	0,7	1,0	0,6	1,0	0,4	1,0	0,6	1,5
NO ₃ ⁻	10,6	7,3	11,2	4,7	6,4	7,3	13,0	7,2	11,2	4,3	11,2
SO ₄ ²⁻	1,0	1,2	1,9	0,8	0,8	0,7	1,2	0,7	1,2	0,5	1,2
H ₂ PO ₄ ⁻	1,5	0,7	1,0	0,7	0,8	0,7	1,2	0,6	1,2	0,5	1,2
Spurenelemente (µmol/l)											
Fe	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mn	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Zn	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
B	20	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30
Cu	0,5	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75
Mo	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Diese Ergebnisse sind mit Labormessungen nach der in der Schweiz gebräuchlichen Volumenextraktionsmethode vergleichbar oder können direkt mit den Angaben in Tabelle 4 betreffend Optimalbereich des EC-Wertes im Substrat interpretiert werden. Insbesondere bei tiefen Messwerten lässt sich eine Korrektur einfach durch eine Erhöhung des Nachdüngungsniveaus erreichen. Liegt das Ergebnis im Normalbereich oder darüber, und es werden trotzdem Nährstoffstörungen vermutet, hilft eine Laboranalyse zur differenzierten Nährstoffbestimmung weiter.

In Tabelle 5 ist ein Beispiel der Mineralstoffzusammensetzung einer Nährlösung für Topfpflanzen in geschlossenen Systemen beschrieben. Bei geschlossenen Bewässerungssystemen ist eine genaue Anpassung des Nährstoffangebots an den tatsächlichen Nährstoffentzug wichtig. Stimmen die beiden Grössen nicht annähernd überein, kommt es zu einer Anreicherung einzelner Nährstoffe in der umlaufenden Nährlösung und im Substrat. Nährstoffanalysen und die entsprechende Korrektur der Nährlösung sind in regelmässigen Abständen von drei bis vier Wochen durchzuführen.

Über das Blatt können nur wenige Nährstoffe aufgenommen werden. Diese wirken dann aber bedeutend schneller als die Aufnahme über die Wurzeln. Daher wird empfohlen, vor allem bei Mangel an Spurenelementen die Nährstoffversorgung mittels Blattdüngung zu korrigieren.

In Tabelle 2 ist der Stickstoffbedarf für verschiedenste Containerpflanzen drei Bedarfsgruppen zugeordnet. Der Phosphor-, Kalium- und Magnesiumbedarf wurden dann davon abgeleitet. Das Verhältnis der Elemente N:P:K:Mg beträgt 1,0:0,15:0,6:0,1. Dabei werden am besten vollumhüllte Langzeitdünger verwendet und in den mittleren Bereich des Containers eingebracht. Bewährt hat sich auch,



Abbildung 5 | Gerbera-Schnittblumenproduktion auf Substrat im Gewächshaus (Foto: Agroscope).

die Grundversorgung mit einem organisch-mineralischen Dünger einzustellen und die Nachdüngung mit einem geeigneten teilumhüllten Langzeitdünger bei Herbsttopfung oder im Frühjahr kurz nach dem Aufstellen vorzunehmen. Zum Aufstreuen gibt es verschiedene rationelle Methoden. Die Vorteile dieser Strategie sind minimale Auswaschungsverluste und durchwegs tiefe Salzgehalte im Substrat, was sich positiv auf das Pflanzenwachstum auswirkt.

3. Schnittblumen auf Substrat im Gewächshaus

Für Schnittblumen auf Substrat im geschützten Anbau werden hohe Ansprüche an das Substrat und die Nährlösung für die Bewässerungsdüngung gestellt (Abbildung 5). Das Substrat dient der Pflanze bis zu einem gewissen Grade als Reservoir, aus dem sie die für das Wachstum benötigten Nährstoffe bezieht. Die Substrate sind heute in der Regel organisch oder aber mineralischen Ursprungs. Dank der Bewässerungsdüngung kann im bodenunabhängigen Anbau Wasser eingespart und eine optimale Nährstoffzufuhr erzielt werden. Die Nährlösung muss allerdings ausgewogen und den Wachstumsbedürfnissen der auf Substrat angebaute Zierpflanzen-Kulturen angepasst sein. Unabhängig davon, welches Bewässerungsdüngungssystem (offen oder geschlossen) gewählt wird, müssen die Elemente im rückfliessenden Dränwasser agronomisch sinnvoll genutzt werden. Die Herstellung und Anpassung der Nährlösungen für offene und geschlossene Systeme sind im Modul 14/ Düngung von Beerenkulturen ausführlich beschrieben (Carlen *et al.* 2017). Die Zusammenstellung der Nährlösungen für offene und geschlossene Systeme von verschiedenen wichtigen Schnittblumen sind in Tabelle 5 angegeben. Weiter kann die Düngung auch auf-



Abbildung 6 | Margerite (*Leucanthemum vulgare*) als Schnittblume im Freiland (Foto: Agroscope).

Tabelle 6 | Optimaler Mineralstoffgehalt der Lösung im Substrat des Wurzelraums von Topfpflanzen und Schnittblumen auf Substrat gemäss Pivot et al. (2005).

	Topfpflanzen	Alstromerien	Flamingo-Blumen	Nelken	Gerbera	Rosen
EC (mS/cm)	1,7	2,0	1,0	2,2	2,0	2,0
pH	5,5	5,5	5,5	5,5	5,2	5,5
Hauptnährstoffe (mmol/l)						
NH ₄ ⁺	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
K ⁺	4,5	5	3	7	6	5
Ca ²⁺	<4	<5	<3	<4	<6	<6
Mg ²⁺	4	5	2	5	5	5
NO ₃ ⁻	9,5	13	5	14	13	12,5
SO ₄ ²⁻	2	2,5	1,5	3	2,5	2,5
H ₂ PO ₄ ⁻	1	1	0,75	0,9	1	0,9
Spurenelemente (µmol/l)						
Fe	20	30	15	20	40	25
Mn	10	5	2	3	3	3
Zn	3	5	4	5	5	3,5
B	20	40	40	60	40	20
Cu	0,5	1	1	1	1	1
Mo	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Tabelle 7 | Stickstoffbedarf einjähriger Schnittkulturen im Freiland. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff, und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N gemäss Jentzsch und Thal (2007) mit Anpassung der Stickstoffdüngung gemäss Erfahrungen in der Schweiz.

Pflanzenarten, Pflanzengruppen	Stickstoff(N)-Bedarf ¹	Verhältnis N:P:K:Mg (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:Mg)
<i>Acrolinium roseum</i> <i>Ageratum houstonianum</i> <i>Anthriscus</i> <i>Centaurea cyanus</i> <i>Craspedia globosa</i>	8 g N/m ²	1,0:0,2:1,5:0,12 (1,0:0,45:1,8:0,15)
<i>Amaranthus</i> <i>Ammi visnaga</i> <i>Antirrhinum majus</i> <i>Calendula officinalis</i> <i>Callistephus chinensis</i> <i>Carthamus tinctorius</i> <i>Celosia</i> <i>Chrysanthemum x grandiflorum</i> <i>Cosmos bipinnatus</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Gaillardia pulchella</i> <i>Gomphrena globosa</i> <i>Gypsophila elegans</i> <i>Helichrysum bracteatum</i>	12 g N/m ²	1,0:0,2:1,5:0,12 (1,0:0,45:1,8:0,15)
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> <i>Cirsium japonicum</i>	15 g N/m ²	1,0:0,2:1,5:0,12 (1,0:0,45:1,8:0,15)
<i>Euphorbia marginata</i> <i>Lathyrus odoratus</i> <i>Zinnia elegans</i> Ziergräser		
<i>Lavatera trimestris</i> <i>Limonium sinuatum</i> <i>Limonium tetragonum</i> <i>Molucella laevis</i> <i>Nigella damascena</i> <i>Rudbeckia hirta</i> <i>Salvia farinacea</i> <i>Scabiosa atropurea</i> <i>Scabiosa stellata</i> <i>Tanacetum parthenium</i> <i>Trachelium caeruleum</i> <i>Trachymene coerulea</i> <i>Xanthophthalmum segetum</i>		
<i>Dianthus barbatus</i> <i>Helianthus annuus</i>		

¹ Es handelt sich hier um Richtlinien. Je nach Kulturführung und System kann der Bedarf ändern.

grund von Normen des optimalen Nährstoffgehalts der Lösungen im Substrat des Wurzelraums gesteuert werden (Tabelle 6).

Es ist notwendig, regelmässig die Nährlösung zu kontrollieren (pH und EC-Wert) und die Schwankungen auszugleichen, um die Nährstoffgaben optimal zu halten. In einem offenen, nicht rezyklierten System sollte sich die Menge des rückfliessenden Dränwasser um die 20 % der zugeführten Wassermenge bewegen, in einem geschlossenen System mit Rezyklierung der Restwassermenge kann sie

höher liegen. Dabei ist meist eine Desinfektion des Restwassers in Betracht zu ziehen. Dies wird hier aber nicht thematisiert.

4. Düngung von Schnittblumen als Bodenkultur

Schnittblumen werden als Bodenkultur im Freiland, unter Plastiktunneln oder im Gewächshaus angebaut (Abbildung 6). Für die Düngung wird wie bei den Topfpflanzen

Tabelle 8 | Stickstoffbedarf von mehrjährigen Freilandschnittstauden. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N (Jentzsch und Thal 2007).

Pflanzenarten, Pflanzengruppen	Stickstoff(N)-Bedarf ¹	Verhältnis N:P:K:Mg (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:Mg)
<i>Asphodeline</i> <i>Astilbe</i> <i>Bergenia</i> <i>Carlina</i> <i>Centranthus</i> <i>Cimicifuga</i> <i>Convallaria</i> <i>Dicentra spectabilis</i> <i>Doronicum</i> <i>Gladiolus</i> <i>Helleborus</i> <i>Hemerocallis</i>	<i>Leontopodium</i> <i>Lupinus</i> <i>Narcissus</i> <i>Ornithogalum</i> <i>Paeonia</i> <i>Penstemon</i> <i>Primula</i> <i>Pseudolysimachion spicatum</i> <i>Silene chalcedonica</i> <i>Solidaster luteus</i> <i>Thalictrum</i>	8 g N/m ² 1,0:0,2:1,5:0,12 (1,0:0,45:1,8:0,15)
<i>Achillea millefolium</i> <i>Aconitum napellus</i> <i>Alchemilla mollis</i> <i>Alstroemeria</i> <i>Aquilegia</i> <i>Asclepias</i> <i>Asparagus officinalis</i> <i>Aster amellus</i> <i>A. ericoides</i> <i>A. novae-angliae</i> <i>A. novi-belgii</i> <i>A. pringlei</i> <i>Campanula glomerata</i> <i>Centaurea macrocephala</i> <i>Chelone obliqua</i> <i>Chrysanthemum x grandiflorum</i> <i>Coreopsis</i> <i>Cortaderia</i>	<i>Crocsmia</i> <i>Echinacea</i> <i>Eryngium</i> <i>Gentiana «Royal Blue»</i> <i>Goniolimon</i> <i>Gypsophila helenium</i> <i>Heliopsis</i> <i>Hosta</i> <i>Leucanthemum vulgare</i> <i>Liatris</i> <i>Monarda</i> <i>Phlox paniculata</i> <i>Physostegia</i> <i>Pseudolysimachion</i> <i>Scabiosa</i> <i>Sedum</i> <i>Trollius</i>	12 g N/m ² 1,0:0,2:1,5:0,12 (1,0:0,45:1,8:0,15)
<i>Achillea filipendulina</i> <i>Aconitum carmichaelii</i> <i>Astilbe x arendsii</i> <i>Cynara</i> <i>Delphinium</i> <i>Echinops</i> <i>Eremurus</i>	<i>Erigeron</i> <i>Gaillardia</i> <i>Helianthus</i> <i>Iris</i> <i>Ligularia</i> <i>Papaver</i> <i>Rudbeckia nitida</i>	15 g N/m ² 1,0:0,2:1,5:0,12 (1,0:0,45:1,8:0,15)

¹ Es handelt sich hier um Richtlinien. Je nach Kulturführung und System kann der Bedarf ändern. Im Pflanzjahr ist die N-Düngung bei Schnittstauden um etwa 30 % zu reduzieren.

auch bei den Schnittblumen der Stickstoff als Leitnährelement verwendet. In den Tabellen 7 und 8 sind die Düngungsnormen für einjährige Schnittkulturen sowie für mehrjährige Schnittstauden gemäss Jentzsch und Thalk (2007) aufgeführt. Die Stickstoffdüngung kann mittels N_{min}-Analysen optimiert werden.

Die Düngung der Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) wird in bestimmten Verhältnissen zum Leitnährelement Stickstoff verabreicht. Sofern keine spezifische Information zu einzelnen Pflanzen vorliegt, wird aufgrund der Untersuchungen von Jentzsch und Thalk (2007) folgendes Verhältnis N:P:K:Mg = 1:0,2:1,5:0,12 empfohlen. Für die Elemente P, K und Mg ist die Düngungsnorm je nach Versorgungszustand des Bodens weiter zu korrigieren. Die Düngung ist so auszurichten, dass mittelfristig die Bodenanalysen eine genügende Versorgung aufweisen.

Die Düngungsverfahren bei Bodenkulturen können mit organischen oder mineralischen Düngern erfolgen. In der Regel werden zwei Drittel des Nährstoffbedarfes als Start-

dünger zu Kultur- oder Vegetationsbeginn gegeben und die Restmenge später in der Hauptwachstumsphase zugeführt (Wartenberg 2008). Bei hohem Bedarf an Nährstoffen ist vor allem die Stickstoffdüngung in drei Düngungen aufzuteilen, um Verluste zu minimieren. Eine andere Möglichkeit sind Langzeit- oder Depotdünger, die eine einmalige Düngung ermöglichen.

5. Nadel- und Laubgehölze in Freilandbaumschulen

Die Höhe des Entzugs an Nährstoffen bei Nadel- und Laubgehölzen ist vor allem vom Pflanzenwachstum, d. h. von der produzierten Menge an Spross-, Blatt- und Wurzelmasse pro ha abhängig. Für eine regelmässige Nährstoffversorgung ohne Stosswachstum wird mit Vorteil ein Langzeit-Stickstoffdünger eingesetzt.

Wie bei den Topfpflanzen und Schnittblumen als Bodenkultur wird auch bei den Freilandbaumschulen der Stickstoff als Leitnährelement verwendet. Für die Stickstoff-

Tabelle 9 | Stickstoffbedarf von Nadelgehölzen in Freilandbaumschulen pro Jahr. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff, und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N¹ (Wegmüller et al. 2012).

Standjahr	Nadelgehölze	
	<i>Picea</i> (Fichten)	<i>Abies</i> (Weisstannen)
	Stickstoffbedarf (kg N/ha)	Stickstoffbedarf (kg N/ha)
1.–2.	15–20	25–40
3.–5.	20–40	40–60
ab 6.	40–60	60–80

¹ N:P:K:Mg = 1,0:0,15:0,6:0,1 oder
N:P₂O₅:K₂O:Mg = 1,0:0,34:0,73:0,1.

Tabelle 10 | Stickstoffbedarf von Laubgehölzen in Freilandbaumschulen pro Jahr. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff, und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N¹ (Wegmüller und Gysi 1993; Wegmüller et al. 2012).

Frischsubstanzzuwachs (ohne Blätter)	Laubgehölze ²		
	Stickstoffbedarf (kg N/ha)		
	4–8 t/ha (geringe Pflanzdichte)	6–12 t/ha (mittlere Pflanzdichte)	10–20 t/ha (hohe Pflanzdichte)
1.–2. Standjahr	30–40	40–60	60–80
3.–5. Standjahr	40–60	60–80	80–100
ab 6. Standjahr	60–80	80–120	100–140

¹ N:P:K:Mg = 1,0:0,15:0,6:0,1 oder
N:P₂O₅:K₂O:Mg = 1,0:0,34:0,73:0,1.

² Im Pflanzjahr keinen Stickstoff düngen, aber P-K-Mg-Grundversorgung vornehmen.

Düngung sind die Normen für Nadel- und Laubgehölze in den Tabellen 9 und 10 dargestellt. Die anderen Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium werden dann in bestimmten Verhältnissen zum Leitnährstoff Stickstoff verabreicht. Dabei wird das folgende Verhältnis N:P:K:Mg = 1:0,15:0,6:0,1 empfohlen (Wegmüller und Gysi 1993). Die P-, K-, Mg-Düngung ist so auszurichten, dass mittelfristig die Bodenanalysen eine genügende Versorgung aufweisen.

6. Literatur

- Carlen C. & Ançay A., 2017. 14/ Düngung von Beerenkulturen. In: Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD 2017) (Ed. W. Richner & S. Sinaj). Agrarforschung Schweiz 8 (6), Spezialpublikation, 14/1–14/12.
- Gysi C., von Allmen F., Heller W., Poffet J. & Wegmüller H.P., 1995. Substratuntersuchung für den Zierpflanzenbau. Flugschrift 113, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein-, und Gartenbau, Wädenswil, 11 S.
- Jentzsch M. & Thalk J., 2007. Produktion von Freiland-schnittblumen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 184 S.
- Pivot D., Gilli C. & Carlen C., 2005. Données de base pour la fumure des cultures de légumes, de fleurs et de fraises sur substrat. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture 34 (4), 3–8.
- Röber R. & Schacht H., 2008. Pflanzenernährung im Gartenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 444 S.
- Scharpf H.C., 1989. Pflanzenernährung im Zierpflanzenbau – wohin geht die Entwicklung? In: Düngen im Zierpflanzenbau. Lehr und Versuchsanstalt für Gartenbau Hannover Ahlem. Verlag Bernhard Thalacker, Braunschweig, S. 7–16.
- Wartenberg S., 2008. Düngungsrichtlinie Zierpflanzenbau. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 20, 120 S. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden. Zugang: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14187/documents/16743> [27.12.2016].
- Wegmüller H.P. & Gysi C., 1993. Düngung in der Freilandbaumschule. Flugschrift 131, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil, 23 S.
- Wegmüller H.P., Heckly C., Oester P. & Frühhaber P., 2012. Das Wichtigste zur Düngung. Hauert HGB Dünger AG (Hrsg.), Gossaffoltern, 7. Auflage, 99. S.

7. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Düngungsnormen für wichtige Topfpflanzenarten. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff, und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N.	16/4
Tabelle 2 Düngungsnormen von Baumschulgehölzen in Containern. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff, und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N.	16/5
Tabelle 3 Wasserlösliche Nährstoffe pro Liter Substrat nach der 1 : 1,5-Volumenextraktionsmethode. Die Grundversorgung entspricht dem Erhaltungsniveau während der Kulturzeit.	16/6
Tabelle 4 Salzverträglichkeit und optimale Einstellung des Elektrokonduktivitäts(EC)-Wertes der Nährlösung bei Flüssigdüngung (Nachdüngung oder Bewässerungsdüngung) und Optimalbereich im Substrat für verschiedene Pflanzenarten.	16/6
Tabelle 5 Zusammensetzung der Nährlösungen für Topfpflanzen und Schnittblumen in geschlossenen Systemen (gS) und in offenen Systemen (oS) auf organischen Substraten.	16/6
Tabelle 6 Optimaler Mineralstoffgehalt der Lösung im Substrat des Wurzelraums von Topfpflanzen und Schnittblumen auf Substrat.	16/8
Tabelle 7 Stickstoffbedarf einjähriger Schnittkulturen im Freiland. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff, und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N mit Anpassung der Stickstoffdüngung gemäss Erfahrungen in der Schweiz.	16/8
Tabelle 8 Stickstoffbedarf von mehrjährigen Freilandschnittstauden. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff, und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N.	16/9
Tabelle 9 Stickstoffbedarf von Nadelgehölzen in Freilandbaumschulen pro Jahr. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff, und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N.	16/10
Tabelle 10 Stickstoffbedarf von Laubgehölzen in Freilandbaumschulen pro Jahr. Dabei ist Stickstoff (N) der Leitnährstoff, und die anderen Hauptnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) entsprechen bestimmten Verhältnissen zu N.	16/10

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Primeln (<i>Primula acaulis</i>) als Topfpflanze.	16/3
Abbildung 2 Ein wichtige Topfpflanze ist der Weihnachtsstern (Poinsettie, <i>Euphorbia pulcherrima</i>).	16/3
Abbildung 3 Callunen (<i>Calluna vulgaris</i>) als Topfpflanze.	16/3
Abbildung 4 Verschliessbares Schüttelgefäss mit Markierungen bei 200 ml und 300 ml zur Bestimmung des pH-Wertes und des EC-Wertes eines Substrates.	16/5
Abbildung 5 Gerbera-Schnittblumenproduktion auf Substrat im Gewächshaus.	16/7
Abbildung 6 Margerite (<i>Leucanthemum vulgare</i>) als Schnittblume im Freiland.	16/7

