

Mengenkonzept Düngung

Zierpflanzenbau

Schriftenreihe, Heft 15/2012



Düngecomputer
50 mg N je Pflanze und Woche



Beckenportion
50 mg N je Pflanze und Woche



3,5 g Depotdünger



angepasste Wochenportion

Verfahren für die Umsetzung des Mengenkonzeptes bei der Düngung im Zierpflanzenbau

Margret Dallmann

1	Zielstellung	7
2	Nährstoffbedarf von Topfkulturen.....	7
3	Verfahren zur mengenbilanzierten Düngung.....	9
3.1	Wochenportionen in Vorratsbecken	10
3.2	Wochenportionen mit Dosiergeräten.....	11
3.3	Wochenportionen mit Düngecomputer.....	11
3.4	Depot- und Langzeitdünger	12
4	Versuche.....	14
4.1	Anzucht von Beet- und Balkonpflanzen	14
4.1.1	Verschiedene Arten in einem Bewässerungssystem	15
4.1.2	Pelargonien.....	17
4.2	Sommertopfkulturen im Gewächshaus	22
4.3	Poinsettien	34
4.4	Cyclamen	42
5	Kostenvergleich	44
6	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	45
7	Anhang	46
	Literatur	50

Abbildung 1:	Osmocote Bloom als Punktdüngung bei <i>Pelargonium</i> Cv.; die Wurzeln wachsen auch zwischen den Düngerkörnern.....	13
Abbildung 2:	<i>Pelargonium</i> Cv. Peltatum-Grp. 'Lilac' und <i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp. 'Bergpalais' in den Düngungsvarianten konstante Wochenportionen mit Düngungscomputer (1), konstante Wochenportionen im Vorratsbecken (2), Depotdünger (3) und ansteigende Wochenportionen mit Düngecomputer (4), LfULG Dresden Pillnitz 2009	19
Abbildung 3:	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp. 'Bergpalais' aus unterschiedlichen Versuchsvarianten jeweils neun Wochen nach dem Topfen, LfULG Dresden-Pillnitz 2010	19
Abbildung 4:	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp. 'Bergpalais' aus unterschiedlichen Versuchsvarianten jeweils zehn Wochen nach dem Topfen, LfULG Dresden-Pillnitz 2011	22
Abbildung 5:	Düngung mit unterschiedlichen Wochenportionen bei <i>Helianthus annuus</i> 'Ballad', LfULG Dresden-Pillnitz 2009	24
Abbildung 6:	Düngung mit unterschiedlichen Wochenportionen bei <i>Zinnia elegans</i> 'Swizzle Scarlet & Yellow', LfULG Dresden-Pillnitz 2009	25
Abbildung 7:	Düngung mit unterschiedlichen Wochenportionen bei <i>Helichrysum bracteatum</i> 'Mohave Yellow', LfULG Dresden-Pillnitz 2009	25
Abbildung 8:	Unterschiedliche Düngungsvarianten bei <i>Angelonia</i> Cv. 'Serena F1 Purple', LfULG Dresden Pillnitz 2010	28
Abbildung 9:	Unterschiedliche Düngungsvarianten bei <i>Coreopsis</i> Cv. 'Presto Yellow', LfULG Dresden Pillnitz 2010	28
Abbildung 10:	Unterschiedliche Düngungsvarianten bei <i>Dianthus chinensis</i> 'Aristo F1 Dark Red', LfULG Dresden Pillnitz 2010	28
Abbildung 11:	Unterschiedliche Düngungsvarianten bei <i>Rudbeckia hirta</i> 'Toto Rustic', LfULG Dresden-Pillnitz 2011.....	32
Abbildung 12:	Unterschiedliche Düngungsvarianten bei <i>Zinnia elegans</i> 'Zinnita Scharlach', LfULG Dresden-Pillnitz 2011.....	32
Abbildung 13:	Unterschiedliche Düngungsvarianten bei <i>Angelonia</i> Cv. 'Serena F1 Lavender', LfULG Dresden-Pillnitz 2011.....	32
Abbildung 14:	Unterschiedliche Düngungsvarianten bei <i>Catharanthus roseus</i> 'First Kiss Mix', LfULG Dresden-Pillnitz 2011.....	33
Abbildung 15:	Blattschäden bei einer Punktdüngung von 9 g Hornspänen je Topf <i>Helianthus annuus</i> 'Merida Bicolor', LfULG Dresden-Pillnitz 2011	33
Abbildung 16:	Unterschiedliche Düngungsvarianten bei <i>Euphorbia pulcherrima</i> 'Premium White' im Substrat mit Langzeitdünger, LfL Dresden-Pillnitz 2007.....	35
Abbildung 17:	<i>Euphorbia pulcherrima</i> 'Premium White' und 'Christmas Feelings' in den Düngungsvarianten Bewässerungsdüngung (1), konstante Wochenportionen (2), angepasste Wochenportionen (3), Osmocote Exact Standard 5-6M (4), Basacote Plus 6M (5) und Mannacote 6M (6), LfULG Dresden-Pillnitz 2009	37
Abbildung 18:	Unterschiedliche Düngungsvarianten von <i>Euphorbia pulcherrima</i> 'Cortez' aus zwei Sätzen, LfULG Dresden-Pillnitz 2010	38
Abbildung 19:	Unterschiedliche Düngungsvarianten von <i>Euphorbia pulcherrima</i> 'Already Red', LfULG Dresden-Pillnitz 2010	40
Abbildung 20:	Unterschiedliche Düngungsvarianten von <i>Euphorbia pulcherrima</i> 'Premium White', LfULG Dresden-Pillnitz 2011	40
Abbildung 21:	Entwicklung des N_{min} -Gehaltes bei Cyclamen mit unterschiedlichen Depotdüngern und einer Aufwandmenge von 600 mg N/Topf, LfULG Dresden-Pillnitz 2009	42
Abbildung 22:	<i>Cyclamen persicum</i> 'Latinia Premium Rouge Vif' mit 3 g Depotdünger je Topf Basacote 9M, Mannacote 6M, Plantacote Pluss 8M, Osmocote Exact Standard 8-9M, Tardit 6M und 4 g/Topf Hornspäne, LfULG Dresden-Pillnitz 2009	43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Stickstoffbedarf ausgewählter Topfkulturen (ausführliche Tabelle nach Literatúrauswertung in der Schriftenreihe des LfULG, Heft 20/2008 „Düngungsrichtlinie Zierpflanzenbau“)	8
Tabelle 2:	Fließverhalten von Depotdünger bei unterschiedlichen Temperaturen (nach SCOTTS 2009)	13
Tabelle 3:	Übersicht zu Versuchen mit mengenbilanzierter Düngung bei Beet- und Balkonpflanzen in Dresden-Pillnitz	15
Tabelle 4:	Detaillergebnisse Balkonpflanzen LfL Dresden-Pillnitz 2007	16
Tabelle 5:	Detaillergebnisse Balkonpflanzen LfULG Dresden-Pillnitz 2008	17
Tabelle 6:	Detaillergebnisse Pelargonien LfULG Dresden-Pillnitz 2009	18
Tabelle 7:	Detaillergebnisse Pelargonien LfULG Dresden-Pillnitz 2010	20
Tabelle 8:	Detaillergebnisse Pelargonien LfULG Dresden-Pillnitz 2011	21
Tabelle 9:	Übersicht zu Versuchen mit mengenbilanzierter Düngung bei Sommertopfkulturen in Dresden-Pillnitz	23
Tabelle 10:	Versuchsergebnisse Sommertopfkulturen LfULG Dresden-Pillnitz 2009 - <i>Helianthus annuus</i>	23
Tabelle 11:	Versuchsergebnisse Sommertopfkulturen LfULG Dresden-Pillnitz 2009 - <i>Zinnia elegans</i>	24
Tabelle 12:	Versuchsergebnisse Sommertopfkulturen LfULG Dresden-Pillnitz 2009 - <i>Helichrysum bracteatum</i>	26
Tabelle 13:	Versuchsergebnisse Sommertopf LfULG Dresden-Pillnitz 2010	27
Tabelle 14:	Einsatz von Wachstumsregulator bei Sommertopfkulturen LfULG Dresden-Pillnitz 2011	29
Tabelle 15:	Versuchsergebnisse Depotdünger Sommertopf LfULG Dresden-Pillnitz 2011	30
Tabelle 16:	Übersicht zu Versuchen mit mengenbilanzierter Düngung bei Poinsettien in Dresden-Pillnitz	34
Tabelle 17:	Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz Poinsettien, LfL Dresden-Pillnitz 2007	35
Tabelle 18:	Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz Poinsettien, LfULG Dresden-Pillnitz 2008	36
Tabelle 19:	Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz Poinsettien, LfULG Dresden-Pillnitz 2009	37
Tabelle 20:	Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz Poinsettien LfULG Dresden-Pillnitz 2010	38
Tabelle 21:	Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz der Poinsettien bei Düngung in unterschiedlichen Zeitabschnitten LfULG Dresden-Pillnitz 2011	39
Tabelle 22:	Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz Poinsettien, LfULG Dresden-Pillnitz 2011	41
Tabelle 23:	Ausgewählte Versuchsergebnisse bei der Kultur von Cyclamen im 11 cm-Topf, Aufwandmenge 450 mg N/Topf, LfULG Dresden-Pillnitz 2009	43

Abkürzungsverzeichnis

BD	Basisdünger
EC	EC-Wert, electric conductivity; Elektrische Leitfähigkeit in mS/cm
KS	Kalksalpeter (Kalziumnitrat)
LZD	Langzeitdünger
MND	Mehrnährstoffdünger
NL	Nährlösung
ND	Stickstoffdünger
Pfl	Pflanze

1 Zielstellung

In den Jahren 2009 bis 2011 wurden im Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz Versuche zur mengenbilanzierten Düngung im Zierpflanzenbau durchgeführt. Schwerpunkt der Arbeiten waren dabei die Entwicklung von Methoden für die Umsetzung des Mengenkonzeptes und die Überprüfung der Praxistauglichkeit der getesteten Verfahren. Ziel der Versuche war die Entwicklung umweltfreundlicher Düngungsverfahren im Zierpflanzenbau, die eine gute Pflanzenqualität gewährleisten und durch eine bilanzierte Düngerezufuhr einen zuverlässigen Anbau von Zierpflanzen ohne zusätzliche Substratuntersuchungen ermöglichen.

Die meisten Versuche wurden im Zusammenwirken mit dem Projekt „Kulturprogramme für Pelargonien und Poinsettien“ durchgeführt. Das Ziel war die Entwicklung von kompletten Programmen, die eine sichere Produktion unabhängig von Standort und Jahres-Witterungsverlauf gewährleisten.

Für eine erfolgreiche Produktion von Zierpflanzen ist eine optimale Versorgung mit Nährstoffen Grundvoraussetzung. Das Ziel der Düngung ist dabei im Zierpflanzenbau im Wesentlichen eine gute innere und äußere Qualität der Pflanzen, aber auch niedrige Material- und Verfahrenskosten und die Umweltfreundlichkeit der Produktion sind zu beachten. In den meisten Zierpflanzenbaubetrieben hat sich inzwischen eine kontinuierliche Bewässerungsdüngung durchgesetzt. Diese führt im Allgemeinen auch zu der erwünschten Pflanzenqualität. Allerdings kann es bei Störungen an den Dosiereinrichtungen und vor allem bei unterschiedlicher Witterung und damit unterschiedlichem Wasserbedarf zu einer Unter- oder Überversorgung der Kulturen kommen. Aus diesem Grund sind während der Kultur regelmäßige Kontrollen der Nährstoffversorgung im Substrat und der Nährlösung notwendig. Weil Nährstoffanalysen des Substrates mit einem hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden sind, erfolgen sie in der Praxis oft erst bei gravierenden Problemen.

Durch eine Bilanzierung der Düngermenge, die den Pflanzen zugeführt wird, können Über- oder Unterversorgung weitgehend ausgeschlossen und aufwändige Substratanalysen während der laufenden Kultur vermieden werden. Wenn der Bedarf der Pflanzen bekannt ist, kann die entsprechende Düngermenge bereitgestellt werden. Die Bereitstellung der berechneten Düngermenge muss über die gesamte Kulturzeit verteilt werden und lässt sich sinnvollerweise in Wochenportionen aufteilen. In welcher Weise diese Wochenportionen zur Verfügung gestellt werden, sollte in diesem Projekt geklärt werden.

Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen war die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen über Depotdünger. Durch eine Harzummhüllung werden hier die Nährstoffe gleichmäßig zur Verfügung gestellt. Allerdings sind diese Dünger teurer und es liegen relativ wenige Praxiserfahrungen zum Einsatz im Zierpflanzenbau vor.

Mit Hilfe der durchgeführten Versuche sollen den Gärtnereien Empfehlungen für eine mengenbilanzierte Düngung gegeben werden. Der Einsatz der verschiedenen Methoden in der Praxis wird wesentlich von den örtlichen Bedingungen und der konkreten betrieblichen Situation abhängig sein.

2 Nährstoffbedarf von Topfkulturen

Aus Untersuchungen der letzten Jahre ist von vielen Topfpflanzen bekannt, welche Nährstoffmengen für die Produktion von Qualitätsware benötigt werden. Dabei wird im Allgemeinen der Stickstoff als Leitnährstoff herangezogen und die anderen Hauptnährstoffe entsprechend angepasst. In den Jahren 2005 bis 2008 wurde in Dresden-Pillnitz eine „Düngungsrichtlinie Zierpflanzenbau“ entwickelt (WARTENBERG 2008). In diesem Projekt wurden neben eigenen Versuchen auch umfangreiche Literatursauswertungen vorgenommen. In der folgenden Tabelle sind einige wichtige Daten zum Nährstoffbedarf aus der Düngungsrichtlinie zusammengestellt, weitere Informationen können direkt dort entnommen werden.

Tabelle 1: Stickstoffbedarf ausgewählter Topfkulturen (ausführliche Tabelle nach Literaturlauswertung in der Schriftenreihe des LfULG, Heft 20/2008 „Düngungsrichtlinie Zierpflanzenbau“)

Art	Anmerkungen	N-Bedarf	Bemerkung
<i>Begonia</i> Cv. <i>Elatior</i> -Grp.	11-cm-Topf	300-400 mg/Topf	
<i>Bidens ferulifolia</i>	12-cm-Topf	400 mg/Topf	
<i>Calluna vulgaris</i>	12-cm-Topf	500-600 mg/Topf	
<i>Chrysanthemum x grandiflorum</i>	Topfchrysanthemen, mittel	300-400 mg/Topf	N : K ₂ O = 1 : 1,2
<i>Cyclamen persicum</i>	11-cm-Topf	600 mg/Topf	
<i>Cyclamen persicum</i>	7-cm-Topf	200 mg/Topf	
<i>Delphinium</i>	Sommertopf, 3-l-Container	800 mg/Pfl	
<i>Erica gracilis</i>	Topfkultur, Freiland	400 mg/Pfl	
<i>Euphorbia pulcherima</i>	Mehrtrieber, mittel	600-700 mg/Topf	N : K ₂ O = 1 : 1
<i>Euphorbia pulcherima</i>	Mehrtrieber, groß	800-1000 mg/Topf	N : K ₂ O = 1 : 1
<i>Fuchsia</i> Cv.	11-cm-Topf	300-400 mg/Topf	
<i>Helianthus annuus</i>	Topfkultur, 12-cm-Topf	900 mg/Pfl	
<i>Impatiens</i> Cv. <i>Neuguinea</i> -Grp.	12-cm-Topf	250-400 mg/Topf	
<i>Pelargonium</i> Cv.	11-cm-Topf	400 -700 mg/Topf	
<i>Primula vulgaris</i>	10-cm-Topf	100-200 mg/Topf	
<i>Ranunculus</i> Cv.	9-cm-Topf	300-400 mg/Topf	
<i>Rudbeckia hirta</i>	Topfkultur	400-600 mg/Topf	
<i>Verbena</i> Cv.	11-cm-Topf	300 mg/Topf	

Im Gegensatz zu dem in der Tabelle aufgeführten absoluten Bedarf gibt es für die Praxis Richtwerte für die Bewässerungsdüngung. Diese sind für den Gärtner leichter zu handhaben. Aber gerade diese Werte dürfen nicht unkritisch übernommen werden. Bei einer Bewässerungsdüngung besteht die Gefahr, dass bei trübem Wetter zu wenige und bei sonnigem Wetter zu viele Nährstoffe zur Verfügung gestellt werden. Außerdem ist der Wasserverbrauch der Kulturen natürlich auch vom geografischen Standort und der Lage und Bauweise der Gewächshäuser abhängig. Auch alle Klimaeinstellungen in den Häusern können den Wasserverbrauch beeinflussen. Bei den Versuchen zu Poinsettien am Standort Pillnitz schwankte der Nährlösungsverbrauch in den einzelnen Versuchsjahren und Varianten zwischen 4,4 und 9 l je Pflanze. Bei einer Bewässerungsdüngung kann dies bei gleicher Konzentration an Nährstoffen in der Nährlösung zum doppelten Nährstoffangebot führen.

Untersuchungen im LfULG zur Wechselwirkung von Luftfeuchtigkeit und Zufuhr von Nährstoffen zeigten einen starken Zusammenhang sowohl bei Balkonpflanzen als auch bei Poinsettien (WARTENBERG 2008). Selbst geringe Unterschiede in der relativen Luftfeuchtigkeit führten zu einer unterschiedlichen Verdunstung und damit zu einem unterschiedlichen Nährlösungsverbrauch. Durch Substratanalysen lässt sich die tatsächlich zur Verfügung stehende Nährstoffmenge erfassen, aber diese sind aufwändig und teuer. Wenn über eine mengenbilanzierte Düngung den Pflanzen insgesamt nur die benötigte Menge Nährstoffe zur Verfügung steht, können die Analysen entfallen und Unter- oder Überversorgung werden vermieden. Bei mengenbilanzierten Düngungsverfahren soll den Pflanzen nur die wirklich benötigte Menge an Nährstoffen zur Verfügung gestellt werden. Die Möglichkeiten dazu sind vom Bewässerungssystem abhängig. Bei einem offenen System ist eine Bilanzierung der Nährstoffe nur bedingt möglich. Dagegen kann bei geschlossenen Systemen das Angebot der Nährstoffe genau bilanziert werden.

3 Verfahren zur mengenbilanzierten Düngung

Im Allgemeinen erfolgt eine Bilanzierung der Nährstoffe nur anhand des Leitnährstoffes Stickstoff. Die anderen Hauptnährstoffe werden im Verhältnis zu Stickstoff mitgeführt. Durch die Wahl eines entsprechenden Mehrnährstoffdüngers wird dieses Verhältnis festgelegt.

Bilanzierte Grund- und Nachdüngung

Eine Nährstoffquelle ist die Grunddüngung des Topfsubstrats. Um die Salzbelastung für die Pflanzen möglichst gering zu halten, ist hier nur in begrenztem Umfang eine Einmischung von Nährsalzen möglich. Die restlichen Mengen müssen über eine Nachdüngung verabreicht werden. Die notwendige Nachdüngungsmenge wird bestimmt, indem vom Gesamtbedarf der Pflanzen die im Substrat enthaltene Nährstoffmenge abgezogen wird. Nährstoffmengen, die zum Ende der Kultur noch im Substrat vorhanden sein sollten, werden addiert und dann wird diese Menge der Einzelpflanze mit der Anzahl der Pflanzen multipliziert, die auf dem Bewässerungssystem stehen. So ergibt sich die Gesamtmenge an benötigten Nährstoffen und durch eine Verrechnung mit dem Nährstoffgehalt des Düngers die erforderliche Düngermenge. Diese wird nun auf die geplante Wochenanzahl der Kulturdauer aufgeteilt.

Ein Problem aller Kalkulationen sind die Restmengen an Nährstoffen im Substrat und im Bewässerungssystem. Zum Ende der Kultur sollte für die Haltbarkeit auf dem Handelsweg und beim Kunden eine gewisse Nährstoffmenge noch vorhanden sein. Bei einer schwachen Grunddüngung des Ausgangssubstrates von beispielsweise 1 kg Nährsalz je m³ könnte dieselbe Nährstoffmenge auch am Ende der Kultur enthalten sein und müsste nicht extra bilanziert werden. Enthält das Substrat dagegen einen höheren Anteil an Nährsalzen oder Langzeitdünger, muss diese Nährstoffmenge vom Gesamtbedarf abgezogen werden.

Ob eine separate Kalkulation der Nährstoffmengen im Bewässerungssystem notwendig ist, hängt von den konkreten betrieblichen Bedingungen ab. Bei relativ großen Vorratsbehältern im Verhältnis zur Tischfläche kann es zu lange dauern, bis genügend Nährstoffe über die ersten Wochenportionen den Pflanzen zur Verfügung stehen. Wird davon ausgegangen, dass zum Kulturrende noch Dünger im Bewässerungssystem vorhanden ist, sollte auch die Anfangsbefüllung der Vorratsbehälter mit Nährlösung erfolgen. Wählt man eine Konzentration, die man auch zum Ende der Kultur in den Vorratsbecken erwartet, muss die Anfangsbefüllung nicht in die Berechnung der Wochenportionen einbezogen werden.

Bei einer Aufteilung der Nachdüngungsmenge in Wochenportionen ist eine Anpassung an den theoretischen zeitlichen Bedarf der Pflanzen möglich. So können zu Kulturbeginn kleinere Mengen und bei zunehmender Pflanzengröße höhere Mengen dem System zugeführt werden. Auch eine Düngungspause kann gut geplant werden.

Vollversorgung mit Depotdünger

Eine andere Möglichkeit zur mengenbilanzierten Düngung ist eine Vollversorgung mit Depotdünger. Neben einer Grunddüngung im Substrat wird die erforderliche Düngermenge in umhüllter Form ins Substrat eingemischt oder beim Topfen an der Topfmaschine zugegeben. Weil Depotdünger teurer sind und die meisten Betriebe gute Möglichkeiten zur flüssigen Nachdüngung haben, wird dieser Weg bisher selten beschritten.

Mit einer Depotdüngung hat man die Chance, auch bei offenen Bewässerungssystemen eine annähernd mengenbilanzierte Düngung durchführen zu können. Die Depotdüngung ist sehr gut geeignet, wenn Pflanzen mit unterschiedlichen Nährstoffansprüchen auf einer Bewässerungsfläche stehen. So kann über die Dosierung des Depotdüngers den unterschiedlichen Ansprüchen entsprochen werden.

Die verschiedenen Verfahren der mengenbilanzierten Düngung werden im Folgenden erläutert. Zur Veranschaulichung dient als Beispiel die Produktion von Poinsettien unter folgenden Voraussetzungen:

Größe der Bewässerungseinheit:	40 m ² Tischfläche
Anzahl Pflanzen je m ² :	12
Anzahl Pflanzen je Bewässerungseinheit:	480
Nährstoffbedarf Poinsettien, 12er-Topf:	700 mg N

3.1 Wochenportionen in Vorratsbecken

In den meisten Produktionsbetrieben erfolgt heute in der Topfpflanzenproduktion eine Anstaubbewässerung. Für die Berechnung und den Einsatz von Wochenportionen ist eine Zuordnung von einem Anbausatz je Bewässerungseinheit notwendig. Wichtig ist auch das Verhältnis von Nährlösungsbehältern und Tischflächen. Nur wenn gewährleistet werden kann, dass alle Tische mit der angesetzten Düngertlösung bewässert werden, ist die Methode durchführbar.

Beispiel: 2 Tische mit 20 m² und einer Anstauhöhe von 1,5 cm werden nacheinander bewässert und benötigen dadurch einen Mindestwasservorrat von $2 \times 20 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ cm} = 600 \text{ l}$. Ansonsten besteht die Gefahr, dass nur der erste Tisch die volle Düngermenge erhält und der zweite schon eine mit Wasser verdünnte Lösung.

Konstante Wochenportionen mit Mehrnährstoffdünger

Die einfachste Form zur Realisierung von Wochenportionen ist eine kontinuierliche Versorgung mit einem Mehrnährstoffdünger. Unter den oben erwähnten Voraussetzungen für die Produktion von Poinsettien können folgende Berechnungen angestellt werden:

verwendeter Dünger mit 15 % N
Gesamtbedarf N = 480 Pflanzen x 700 mg N = 336 g N
Gesamtbedarf Dünger = $336 \text{ g N} / 0,15 \text{ (N-Gehalt Dünger)} = 2.240 \text{ g MND}$
Wochenportion Dünger = $2.240 \text{ g} / 16 \text{ Wochen} = 140 \text{ g}$

Jede Woche müssen 140 g Dünger mit einem Nährstoffgehalt von 15 % N in den Vorratsbehälter gegeben werden. Der Dünger muss dazu vorgelöst werden.

Wechselnde Wochenportionen mit Mehrnährstoffdünger

Neben der kontinuierlichen Düngung über die gesamte Kulturzeit ist es auch möglich, die berechnete Gesamtmenge an Düngern in unterschiedlich hohe Portionen aufzuteilen oder auch nur zu bestimmten Zeiten ins System zu geben.

Beispiel Poinsettien:

Düngung zum Austrieb (3. bis 5. Kulturwoche) und zur Brakteenbildung (4. bis 6. Kurztagswoche)
Gesamtbedarf Dünger wird auf sechs Wochenportionen aufgeteilt
 $2.240 \text{ g MND} / 6 \text{ Portionen} = 373 \text{ g MND}$

In dem gewählten Beispiel werden also in zwei Zeitabschnitten jeweils drei Wochen lang wöchentlich 373 g Mehrnährstoffdünger mit 15 % N in die Vorratsbehälter gegeben.

Konstante Wochenportionen über Basis- und Stickstoffdünger

Wird kein Mehrnährstoffdünger eingesetzt, müssen die Anteile der einzelnen Düngerarten berechnet werden. Ausgehend von dem Bedarf an Kalium und Phosphor wird zunächst die Menge an Basisdünger berechnet, anschließend die im Basisdünger enthaltene Stickstoffmenge bestimmt und die fehlende N-Menge über einen Stickstoffdünger zugegeben.

Beispiel Poinsettien:

Einsatz von Ferty Basisdünger 2 (3 - 15 - 35) und Kalksalpeter (15,5 % N)
Gesamtbedarf Kalium: $700 \text{ mg K}_2\text{O} \text{ (Verhältnis N:K}_2\text{O}=1:1) \times 480 \text{ Pflanzen} = 336 \text{ g K}_2\text{O}$
Gesamtbedarf Basisdünger = $336 \text{ g K}_2\text{O} / 0,35 \text{ (K}_2\text{O-Gehalt Dünger)} = 960 \text{ g Basisdünger}$

Wochenportion Basisdünger = $960 \text{ g} / 16 \text{ Wochen} = 60 \text{ g}$
Stickstoffmenge aus Basisdünger = $960 \text{ g BD} \times 0,03 \text{ (N-Gehalt im BD)} = 28,8 \text{ g N}$
Stickstoffmenge aus Kalksalpeter = $480 \text{ Pflanzen} \times 700 \text{ mg N} - 28,8 \text{ g N (aus BD)} = 307,2 \text{ g N}$
Gesamtbedarf Kalksalpeter = $307,2 \text{ g N} / 0,155 \text{ (N-Gehalt Kalksalpeter)} = 1.982 \text{ g Kalksalpeter}$
Wochenportion Kalksalpeter = $1.982 \text{ g} / 16 \text{ Wochen} = 124 \text{ g}$

Beim Einsatz von Basisdünger und Kalksalpeter müssen bei 480 Pflanzen je Bewässerungseinheit jede Woche also 124 g Kalksalpeter und 60 g Basisdünger in die Behälter gegeben werden. Für wechselnde Wochenportionen und Varianten mit einer Düngerpause kann ebenfalls mit Basis- und Stickstoffdünger gearbeitet werden. Die Gesamtmenge wird dann auf die Wochen aufgeteilt, in denen gedüngt werden soll.

3.2 Wochenportionen mit Dosiergeräten

Werden die Vorratsbecken für die Bewässerungsdüngung mit einem mengenproportionalen Dosiergerät befüllt, ist ebenfalls eine mengenbilanzierte Düngung realisierbar. Die Dosiereinstellung des Gerätes wird etwa in doppelter Höhe gegenüber dem Richtwert bei der Bewässerungsdüngung vorgenommen, damit die gesamte Düngermenge im Laufe der Woche in das System eingespeist wird. Die Wochenportion wird in den Stammlösungsbehälter gegeben. Die Stammlösungskonzentration sollte dabei 10 % betragen, damit die Löslichkeit des Düngers gegeben ist. Wenn der Dünger aufgebraucht ist, erfolgt die Nachfüllung des Stammlösungsbehälters nur mit Wasser. Zu Beginn der neuen Kulturwoche wird dann die nächste Wochenportion in den Behälter gefüllt.

Beispiel Poinsettien:

Wochenportion: 140 g MND
Einstellung am Dosiergerät: 1,5 %
Stammlösungsmenge: 1,4 l

Bei diesen Einstellungen ist nach einer Befüllung mit etwa 100 l der Stammlösungsbehälter leer und die weitere Befüllung des Vorratsbeckens erfolgt nur mit Wasser. Damit das Dosiergerät keine Luft zieht, kann über eine einfache Schwimmersteuerung eine automatische Nachfüllung von Wasser in den Stammlösungsbehälter realisiert werden. Wechselnde Wochenportionen sind ebenso wie bei einer Befüllung von Hand möglich. Für die Verwendung von Basis- und Stickstoffdünger müssen zwei Dosiergeräte vorhanden sein.

Wie auch bei der Zugabe der Wochenportionen von Hand ist das Verhältnis von Tischflächen zu Vorratsbehälter für die Durchführbarkeit des Verfahrens zu berücksichtigen.

3.3 Wochenportionen mit Düngecomputer

Bei der Befüllung der Vorratsbehälter für die Anstaubewässerung über eine Mischunit kann ebenfalls mit Wochenportionen gearbeitet werden. Ist der Düngecomputer in die Klimasteuerung über einen PC eingebunden, kann über ein kleines Computerprogramm, das unter der Access-Runtime-Umgebung läuft, die Dosierung wochenweise angesteuert werden. Eine Programmvariante zur Realisierung der Wochenportion über das Access-Programm ist im Anhang dargestellt.

In der Vorplanung wird wieder berechnet, welche Düngermenge den Pflanzen je Woche zur Verfügung stehen soll. Dieser Bedarf wird zunächst für eine bestimmte Litermenge (z. B. ein oder zwei Füllmengen der Mischunit) in die entsprechende Konzentration und dann in den EC-Wert (Leitfähigkeit) umgerechnet. Nach diesem steuert der Düngecomputer die Dosierung des Düngers für die festgelegte Literanzahl. Weitere Befüllungen erfolgen dann mit Wasser. Auch hier besteht die Möglichkeit, die Gesamt-Nährstoffmenge in gleichmäßige Wochenportionen aufzuteilen oder entsprechend dem Bedarf der Pflanzen die Zufuhr zu bestimmten Kulturabschnitten zu verändern. Zur Berechnung der einzelnen EC-Werte haben sich Excel-Tabellen mit entsprechenden Formeln bewährt. Im Anhang sind Beispiele zu den einzelnen Anwendungsvarianten dargestellt.

Beispiel Poinsettien:

wöchentlicher Bedarf an MND = 140 g bei kontinuierlicher Versorgung über 16 Wochen
je Mischvorgang werden 70 l Nährlösung in dem Düngecomputer gemischt
zwei Mischvorgänge je Woche (140 l) sollen die Düngermenge realisieren, der Rest wird mit Wasser befüllt
Konzentration der Düngerlösung = $140 \text{ g}/140 \text{ l} = 1 \text{ g/l}$
EC-Wert des Düngers bei 1 g/l z. B. Ferty 3 = 1,5
EC-Wert des Wassers: 0,3
Gesamt-EC für Düngung: 1,8

Die Befüllung der Becken erfolgt im Beispiel 2 x mit 70 l und einem EC-Wert von 1,8. Danach wird durch das Computerprogramm der Soll-EC auf 0,3 (Wasser) zurückgesetzt und weitere Befüllungen erfolgen mit Wasser. Zu Beginn der neuen Kulturwoche wird über den Computer wieder der EC-Wert 1,8 eingestellt und wiederum nach 140 l auf Wasser auf 0,3 geändert. Diese Vorgehensweise erlaubt eine automatische Befüllung der Vorratsbehälter mit den Wochenportionen. Durch Rundungsfehler und Fehler bei der Bestimmung des EC-Wertes ist die Methode aber nicht ganz so exakt wie eine direkte Düngergabe ins Vorratsbecken.

Erfolgt die Düngung mit verschiedenen Einzelkomponenten, müssen der EC-Wert und die Anteile der einzelnen Dünger berechnet werden. Wird mit Basisdünger und einem Stickstoffdünger gearbeitet, erfolgt die Bestimmung der wöchentlichen Düngermenge wie im Beispiel oben (wöchentlich 60 g Basisdünger und 124 g Kalksalpeter). Wenn die Düngermenge über zwei Befüllungen mit je 70 l erfolgen soll, ergibt sich folgende Berechnung des EC-Wertes:

Beispiel Poinsettien:

wöchentlicher Bedarf an Basisdünger = 60 g
Konzentration Basisdünger = $60 \text{ g}/140 \text{ l} = 0,43 \text{ g/l}$
EC-Wert aus Basisdünger Ferty 2 bei 0,43 g/l = 0,49
wöchentlicher Bedarf an Kalksalpeter = 124 g
Konzentration Kalksalpeter = $124 \text{ g}/140 \text{ l} = 0,86 \text{ g/l}$
EC-Wert aus Kalksalpeter = 0,97
Gesamt-EC für Düngung = 0,3 (Wasser) + 0,49 (BD) + 0,97 (KS) = 1,76
Anteil Basisdünger = $\text{Konzentration BD}/(\text{Konzentration KS} + \text{Konzentration BD}) \times 100 \% = 33 \%$

Die Einstellungen am Düngecomputer müssen bei einer gleichen Konzentration der Stammlösungen (üblicherweise 10 %) also einen Anteil von 33 % Basisdünger und 67 % Kalksalpeter vorsehen. Zu Beginn der Woche werden zwei Portionen mit dem EC-Wert von 1,76 zugeführt, weitere Nachbefüllungen erfolgen dann mit Wasser. Der EC-Wert wird durch das Computerprogramm auf 0,3 zurückgestellt und mit Beginn der neuen Kulturwoche wieder angehoben.

3.4 Depot- und Langzeitdünger

Depotdünger

Über den Einsatz von Depotdüngern ist eine mengenbilanzierte Düngung gut zu realisieren. Den Pflanzen stehen dann genau die Nährstoffe zur Verfügung, die im Topf enthalten sind. Weil Depotdünger nicht sofort Nährstoffe abgeben, sollte das Substrat eine Startdüngung mit schnell pflanzenverfügbaren Nährstoffen enthalten. Die restliche Bedarfsmenge an Nährstoffen wird in Form von Depotdünger zugegeben. Zu beachten ist, dass nicht die gesamte enthaltene Nährstoffmenge im Verlauf der Kulturzeit zur Verfügung steht. Die Aufwandmengen müssen deshalb um 10 bis 20 % gegenüber der Berechnung erhöht werden.

Beispiel Poinsettien - Punktdüngung mit Depotdünger beim Topfen:

Bedarf je Pflanze: 700 mg Stickstoff
Stickstoffgehalt im Substrat: 100 mg/l
Stickstoffgehalt je 12er-Topf: 83 mg
Stickstoffbedarf aus Depotdünger: ca. 620 mg
Stickstoffgehalt im Depotdünger: z. B. 15 %
Depotdünger je Pflanze = $620 \text{ mg}/0,15 = 4,13 \text{ g} + 20 \% \text{ für Restmengen} \rightarrow 5 \text{ g Depotdünger je Topf}$

Beispiel Poinsettien - Einmischen des Depotdüngers ins Substrat:

Bedarf je Pflanze: 700 mg Stickstoff

Substratmenge je Pflanze: 0,83 l

Gesamt-Stickstoffbedarf im Substrat: 843 mg/l

davon N-Grunddüngung: 100 mg/l

N-Bedarf aus Depotdünger: 743 mg/l

Stickstoffgehalt im Depotdünger: z. B. 15 %

Depotdünger je Liter Substrat = $743 \text{ mg/l} / 0,15 = 4,95 \text{ g/l} + 20 \% \text{ für Restmengen} \rightarrow 6 \text{ g/l} = 6 \text{ kg/m}^3$

Bei der Auswahl eines geeigneten Depotdüngers ist die vom Hersteller angegebene Laufzeit entscheidend. Die Laufzeit des Depotdüngers wird neben der Bodenfeuchtigkeit vor allem von der Temperatur beeinflusst. Die in der Produktbezeichnung angegebene Fließdauer bezieht sich auf eine Temperatur von 21 °C. Bei höheren Temperaturen, zum Beispiel bei einer Sommernutzung der Gewächshäuser, fließt der Dünger schneller und bei niedrigeren Temperaturen ist eine langsamere Freisetzung der Nährstoffe zu erwarten. Außerdem sind in den letzten Jahren von den Herstellern Dünger für spezielle Ansprüche entwickelt worden. So zum Beispiel Depotdünger mit einer langsamen Fließgeschwindigkeit zu Kulturbeginn und eine schnellen Freisetzung im weiteren Kulturverlauf. Auch für die kurze Anzuchtzeit von Balkonpflanzen wurden spezielle Depotdünger entwickelt. Hier bietet sich ein Kontakt mit den Düngernfirmen zum geplanten Einsatz an.

Tabelle 2: Fließverhalten von Depotdünger bei unterschiedlichen Temperaturen (nach SCOTTS 2009)

Substrattemperatur	16 °C	21 °C	26 °C
Osmocote Exact Standard 5-6 M	6-7 Monate	5-6 Monate	3-4 Monate
Osmocote Exact Standard 8-9 M	10-11 Monate	8-9 Monate	6-7 Monate

Weil bei einer Vollversorgung mit Depotdünger mit relativ hohen Düngermengen je Topf gearbeitet wird, sind - soweit noch keine Erfahrungen vorliegen - Versuche mit kleineren Stückzahlen ratsam. Besonders wichtig für einen erfolgreichen Einsatz der Depotdünger sind kräftige, gut bewurzelte Jungpflanzen und vor allem in der Startphase eine gleichmäßige Bodenfeuchtigkeit, ansonsten kann es zu Wurzelschädigungen und Pflanzenverlusten kommen. Ist der Depotdünger in das Substrat eingemischt worden, ist eine zügige Verarbeitung wichtig. Bei einer Lagerung beginnt der Dünger sonst bereits zu fließen und es erfolgt eine Erhöhung des Salzgehaltes im Substrat.

Die Punktdüngung kann über eine Dosiereinrichtung an der Topfmaschine erfolgen. Dadurch ist auch eine Dosierung entsprechend dem Bedarf bei unterschiedlichen Pflanzenarten möglich, und im späteren Kulturverlauf können die Kulturen problemlos gemeinsam kultiviert werden.



Abbildung 1: Osmocote Bloom als Punktdüngung bei *Pelargonium* Cv.; die Wurzeln wachsen auch zwischen den Düngerkörnern

Langzeitdünger

Neben den Depotdüngern kann auch eine Nährstoffversorgung über organische Langzeitdünger erfolgen. Hornspäne sind von ihrer Freisetzungsdauer gut für einige Topfpflanzenarten geeignet. Hornspäne, Horngrieß und Hornmehl unterscheiden sich in der Korngröße und damit in der Wirkungsdauer. Diese liegt bei Hornmehl zwischen sechs und acht Wochen und bei Hornspänen zwischen vier und sechs Monaten. Bei hohen Temperaturen kann die Umsetzung auch schneller erfolgen. Der Stickstoffgehalt der Horndünger beträgt 14 %, aber nur etwa zwei Drittel davon werden mineralisiert und stehen den Pflanzen zur Verfügung. Wie bei den Depotdüngern fließt der Stickstoff nicht sofort ab Kulturbeginn. Eine Startdüngung mit sofort pflanzenverfügbarem Stickstoff ist deshalb sinnvoll. Weil Hornspäne im Wesentlichen nur Stickstoff als Nährstoff enthalten, ist eine Grunddüngung mit Phosphor und Kalium wichtig.

Ein Einsatz von Hornspänen als Punktdüngung ist technologisch schwierig, weil der Dünger manuell in das Pflanzloch eingefüllt werden muss. Für die meisten Praxisbetriebe ist deshalb ein Einmischen in das Substrat vorzuziehen.

4 Versuche

4.1 Anzucht von Beet- und Balkonpflanzen

Bereits vor Beginn der Projektlaufzeit wurden in Versuchen bei Beet- und Balkonpflanzen mengenbilanzierte Düngungsverfahren in unterschiedlichen Varianten getestet. Dabei wurden bis zu fünf verschiedene Pflanzenarten auf einer Bewässerungseinheit kultiviert. In den Jahren ab 2009 wurden die Versuche mit Pelargonien durchgeführt.

Ein Schwerpunkt bei der Versuchsanlage waren immer unterschiedliche Steuerungen des Gewächshausklimas. Durch verschiedene Sätze und Temperaturprogramme waren die Voraussetzungen für die Pflanzenentwicklung in den einzelnen Versuchsjahren sehr unterschiedlich und die Verfahren zur mengenbilanzierten Düngung konnten dadurch unter verschiedenen klimatischen Bedingungen getestet werden. In der Tabelle 3 sind in einer Übersicht die Versuche zusammengefasst. Trotz der recht unterschiedlichen Anbauvarianten konnten in allen Versuchsjahren mit der mengenbilanzierten Düngung sehr gute Pflanzenqualitäten produziert werden.

Tabelle 3: Übersicht zu Versuchen mit mengenbilanzierter Düngung bei Beet- und Balkonpflanzen in Dresden-Pillnitz

Versuchs-jahr	Pflanzenarten	Klimavarianten	Versuchsvarianten
2007	<i>Fuchsia</i> Cv. <i>Impatiens</i> Cv. <i>Nemesia</i> Cv. <i>Pelargonium</i> Cv. <i>Petunia</i> Cv.	Verschiedene dynamische Korrekturprogramme (Kulturbeginn KW 09)	Wochenportionen 60 mg N/Pfl Wochenportionen 90 mg N/Pfl Bewässerungsdüngung 0,06%
2008	<i>Fuchsia</i> Cv. <i>Impatiens</i> Cv. <i>Nemesia</i> Cv. <i>Pelargonium</i> Cv. <i>Petunia</i> Cv.	Verschiedene dynamische Korrekturprogramme (Kulturbeginn KW 09)	Wochenportionen 40 mg N/Pfl Wochenportionen 60 mg N/Pfl Bewässerungsdüngung 0,06%
2009	<i>Pelargonium</i> Cv.	Verschiedene dynamische Korrekturprogramme (Kulturbeginn KW 06)	Wochenportionen 50 mg N/Pfl Düngecomputer Wochenportionen 50 mg N/Pfl Beckenportionen Wechselnde Wochenportionen 3,5 g Depotdünger Osmocote Exact Mini 3-4M
2010	<i>Pelargonium</i> Cv.	Dynamische Korrekturprogramme mit unterschiedlichen Tagesmitteltemperaturen Anbau in 2 Sätzen (Kulturbeginn KW 05 und KW 09)	Wochenportionen 50 mg N/Pfl Beckenportionen 3 g/Pfl Depotdünger Osmocote Exact Mini 3-4M 3 g/Pfl Hornspäne
2011	<i>Pelargonium</i> Cv.	Dynamische Korrekturprogramme mit unterschiedlichen Tagesmitteltemperaturen Anbau in 2 Sätzen (Kulturbeginn KW 06 und KW 09)	Wochenportionen 50 mg N/Pfl Düngecomputer 4 g/Pfl Depotdünger Plantacote Pluss 4M 4 g/Pfl Depotdünger Osmocote Bloom

4.1.1 Verschiedene Arten in einem Bewässerungssystem

In den Jahren 2007 und 2008 wurden fünf verschiedene Pflanzenarten auf einer Kulturfläche produziert. Hier war es notwendig, die unterschiedliche Kulturdauer der einzelnen Arten zu berücksichtigen und dementsprechend die Wochenportionen anzupassen. So hatten Nemesien nur eine kurze Kulturzeit von fünf Wochen und Fuchsien benötigten zehn Wochen bis zur Verkaufsreife. Die Wochenportionen mussten entsprechend der Flächenbelegung angepasst werden.

Beispiel für Versuch im Jahr 2007: KW 09 bis 15	800 Pflanzen je Bewässerungseinheit	480 g MND je Woche
KW 16/17	Nemesien beräumt 640 Pfl	384 g MND je Woche
KW 18/19	Petunien beräumt 480 Pfl	288 g MND je Woche
KW 20	Impatiens beräumt 320 Pfl	192 g MND je Woche

Die Realisierung der Wochenportionen erfolgte mit dem Düngecomputer. Es wurden zu Beginn der Woche in zwei Befüllungen (150 l) die geplante Wochenportion an Dünger in das System eingespeist und anschließend nur mit Wasser aufgefüllt. Der Soll-EC-Wert musste entsprechend der reduzierten Düngermengen verändert werden. Dies erfolgte von Hand, könnte aber auch durch in einer Tabelle hinterlegte Sollwerte mit einem PC-Programm automatisch erfolgen.

Tabelle 4: Detailergebnisse Balkonpflanzen LfL Dresden-Pillnitz 2007

Merkmal	Pflanzenart	Bewässerungs- düngung 0,06 %	Wochenportion 60 mg N/Pfl	Wochenportion 90 mg N/Pfl
Veränderung des Stickstoff- gehalts im Substrat in mg/l (Ausgangsgehalt 65 mg N _{min} /l)	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	+40	+221	+549
	<i>Nemesia</i> Cv.	+78	+107	+122
	<i>Petunia</i> Cv.	-25	+55	+246
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	+49	+301	+511
	<i>Fuchsia</i> Cv.	+19	+269	+424
Kulturdauer ab Topfen in Tagen	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	63	63	62
	<i>Nemesia</i> Cv.	36	37	37
	<i>Petunia</i> Cv.	43	44	43
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	54	54	54
	<i>Fuchsia</i> Cv.	74	74	74
Pflanzenhöhe in cm	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	27	27	26
	<i>Nemesia</i> Cv.	13	14	13
	<i>Petunia</i> Cv.	12	14	15
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	14	13	12
	<i>Fuchsia</i> Cv.	25	24	26
Pflanzenbreite in cm	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	32	32	31
	<i>Nemesia</i> Cv.	33	33	32
	<i>Petunia</i> Cv.	42	46	46
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	30	29	27
	<i>Fuchsia</i> Cv.	34	32	36
Sprossmasse in g	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	103	105	93
	<i>Nemesia</i> Cv.	22	23	22
	<i>Petunia</i> Cv.	68	88	95
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	65	59	54
	<i>Fuchsia</i> Cv.	92	81	97
Gesamteindruck*	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	8,6	8,6	8,4
	<i>Nemesia</i> Cv.	5,8	5,8	5,8
	<i>Petunia</i> Cv.	8,7	8,5	8,6
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	7,9	7,3	7,1
	<i>Fuchsia</i> Cv.	8,6	8,4	8,9

* Boniturnoten 1-9 (Gesamteindruck von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

Bei der Variante mit Wochenportionen von 90 mg N/Pfl im Jahr 2007 war das Nährstoffangebot für einige Pflanzenarten zu hoch und führte durch Salzstress zu kleineren Pflanzen. Bei den nährstoffbedürftigen Petunien führten die hohen Wochenportionen dagegen zu stärkerem Wachstum. Die Neuguinea-Impatiens waren bereits mit der niedrigen Wochenportion deutlich überdüngt. Die Bewässerungsdüngung mit 0,06 % und die niedrigen Wochenportionen führten zu ähnlichen, guten pflanzenbaulichen Ergebnissen.

Im Jahr 2008 wurden die Varianten der Wochenportionen verringert, so konnte eine Überdüngung vermieden werden. Allerdings waren nun die Petunien recht schwach ernährt. Es gab nur geringe Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten. Durch die Versuchsanordnung mit fünf Pflanzenarten konnten keine spezifischen Werte zum Nährstoffverbrauch für einzelne Pflanzenarten ermittelt werden.

Müssen unterschiedliche Pflanzenarten auf einer Bewässerungseinheit produziert werden, so lässt sich eine mengenbilanzierte Düngung nur unzureichend realisieren und bietet keinen Vorteil gegenüber der Bewässerungsdüngung. Durch die unterschiedlichen Kulturzeiten besteht ein erhöhter Aufwand zur Anpassung der benötigten Düngermenge. Eine exakte Anpassung an die Nährstoffbedürftigkeit der einzelnen Arten ist nicht möglich. Deshalb sollten Pflanzenarten mit ähnlichem Nährstoffbedarf und annähernd gleicher Kulturzeit je Bewässerungseinheit zusammengefasst werden. So können Probleme mit Unter- oder Überversorgung einzelner Arten vermieden werden.

Tabelle 5: Detailergebnisse Balkonpflanzen LfULG Dresden-Pillnitz 2008

Merkmal	Pflanzenart	Bewässerungs- düngung 0,06 %	Wochenportion 40 mg N/Pfl	Wochenportion 60 mg N/Pfl
Veränderung des Stickstoff- gehalts im Substrat in mg/l (Ausgangsgehalt 47 mg N _{min} /l)	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	+83	+28	+103
	<i>Nemesia</i> Cv.	+6	+0	+27
	<i>Petunia</i> Cv.	-34	-32	-17
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	-8	-9	+31
	<i>Fuchsia</i> Cv.	+103	+57	+190
Kulturdauer in Tagen	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	62	62	62
	<i>Nemesia</i> Cv.	48	49	48
	<i>Petunia</i> Cv.	48	48	49
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	62	57	60
	<i>Fuchsia</i> Cv.	66	66	66
Pflanzenhöhe in cm	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	28,5	28,8	29,9
	<i>Nemesia</i> Cv.	11,7	12,7	12,9
	<i>Petunia</i> Cv.	9,7	9,9	11,2
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	14,5	14,3	14,6
	<i>Fuchsia</i> Cv.	22,1	21,4	21,1
Pflanzenbreite in cm	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	30,8	31,1	34,3
	<i>Nemesia</i> Cv.	40,9	41,6	40,6
	<i>Petunia</i> Cv.	31,6	31,8	35,7
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	32,6	31,3	32,7
	<i>Fuchsia</i> Cv.	34,6	33,4	32,5
Sprossmasse in g	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	88	88	108
	<i>Nemesia</i> Cv.	42	46	51
	<i>Petunia</i> Cv.	50	52	65
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	81	71	84
	<i>Fuchsia</i> Cv.	62	56	56
Gesamteindruck*	<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.	8,3	8,5	8,4
	<i>Nemesia</i> Cv.	6,9	7,0	7,4
	<i>Petunia</i> Cv.	8,9	8,8	9,0
	<i>Impatiens</i> Cv. Neuguinea-Grp.	8,4	8,3	8,3
	<i>Fuchsia</i> Cv.	8,2	8,0	8,0

* Boniturnoten 1-9 (Gesamteindruck von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

4.1.2 Pelargonien

Im Rahmen der Entwicklung von Kulturprogrammen erfolgten ab 2009 Versuche mit Pelargonien. In allen Versuchen wurde als Substrat D400 mit Xylit der Firma Stender eingesetzt. Das Substrat enthält eine Grunddüngung von 1 kg Nährsalz (PG-Mix, 14-16-18) und keinen Langzeitdünger.

2009

Entsprechend des Nährstoffbedarfs der Pelargonien wurde für die Versuche mit einer Nachdüngung von 500 mg Stickstoff je Pflanze im 11er-Topf geplant. Die Wochenportionen wurden im Jahr 2009 auf zehn geplante Kulturwochen verteilt und per Hand in den Nährlösungsbehälter gefüllt oder über ein zusätzliches Programm für den Düngercomputer zugemischt. Eine Variante mit ansteigenden Wochenportionen entsprechend dem Wachstum der Pflanzen führte nicht zu pflanzenbaulichen Vorteilen.

Der Einsatz von Depotdünger als Punktdüngung war für die Pflanzen problemlos, allerdings waren bei 3,5 g Depotdünger je Pflanze diese etwas kleiner als mit den Wochenportionen. Die Ursache könnte ein hoher Salzgehalt sein. Außerdem waren zum Versuchsende noch große Stickstoffmengen im Substrat vorhanden.

Tabelle 6: Detailergebnisse Pelargonien LfULG Dresden-Pillnitz 2009

Merkmal		konstante Wochen- portionen 50 mg N/Pfl Düngecomputer	konstante Wochen- portionen 50 mg N/Pfl Becken	3,5 g Depotdünger Osmocote Exact Mini 3-4M	ansteigende Wochenportionen
Stickstoffzufuhr je Pflanze in mg		457	510	560	417
Nährlösung je Pflanze in l		4,0	3,8	4,1	3,8
<i>Pelargonium Cultivars Peltatum-Grp.</i>					
Pflanzenhöhe in cm		26,0 ^a	25,4 ^a	26,3 ^a	25,3 ^a
Pflanzenbreite in cm		44,0 ^b	40,9 ^{ab}	38,6 ^a	41,4 ^{ab}
Laubfarbe*		5,1 ^a	5,2 ^{ab}	5,3 ^b	5,2 ^{ab}
Gesamteindruck*		8,1 ^a	8,2 ^a	7,9 ^a	8,1 ^a
Frischmasse in g		138 ^b	128 ^{ab}	114 ^a	124 ^a
Durchwurzlung*		6,8 ^c	6,3 ^b	5,9 ^a	6,7 ^c
Wurzelqualität*		7,7 ^b	7,0 ^a	7,2 ^a	7,8 ^b
Kulturdauer in Tagen		75 ^a	74 ^a	75 ^a	75 ^a
Nährstoffveränderung im Substrat in mg/l	N	+165	-4	+565**	+89
	P ₂ O ₅	+139	+72	+27,6	+128
	K ₂ O	-96	-112	-15,0	-90
<i>Pelargonium Cultivars Zonale-Grp.</i>					
Pflanzenhöhe in cm		29,0 ^b	28,0 ^b	25,8 ^a	25,8 ^a
Pflanzenbreite in cm		33,0 ^b	31,9 ^{ab}	31,4 ^a	30,9 ^a
Laubfarbe*		5,1 ^a	5,2 ^a	5,2 ^a	5,1 ^a
Gesamteindruck*		7,1 ^{ab}	7,3 ^b	6,9 ^a	7,1 ^{ab}
Frischmasse in g		82 ^b	78 ^b	70 ^a	67 ^a
Durchwurzlung*		6,4 ^b	6,4 ^b	6,4 ^b	5,9 ^a
Wurzelqualität*		7,5 ^{bc}	7,4 ^{ab}	7,0 ^a	7,7 ^c
Kulturdauer in Tagen		64 ^b	64 ^b	62 ^a	61 ^a
Nährstoffveränderung im Substrat in mg/l	N	+100	+20	+582**	+84
	P ₂ O ₅	+126	+89	+32	+112
	K ₂ O	-40	-50	+43	-73

* Boniturnoten 1-9 (Laubfarbe von 1= sehr hell bis 9= sehr dunkel; Gesamteindruck, Durchwurzlung und Wurzelqualität von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

** Ursache für hohe Werte konnte nicht geklärt werden

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

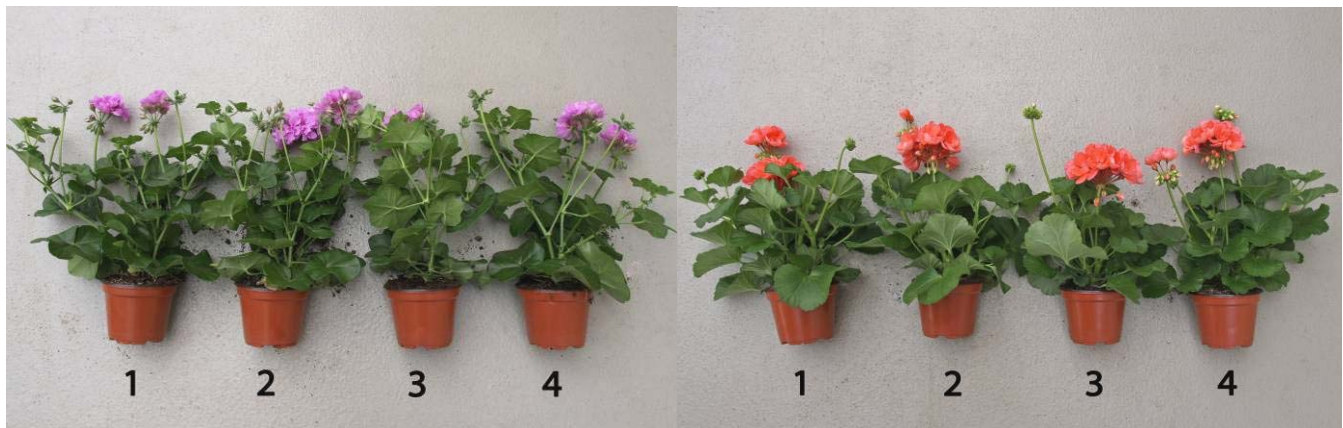


Abbildung 2: Pelargonium Cv. Peltatum-Grp. 'Lilac' und Pelargonium Cv. Zonale-Grp. 'Bergpalais' in den Düngungsvarianten konstante Wochenportionen mit Düngungscomputer (1), konstante Wochenportionen im Vorratsbecken (2), Depotdünger (3) und ansteigende Wochenportionen mit Düngecomputer (4), LfULG Dresden Pillnitz 2009

2010

Hier lag der Schwerpunkt der klimatechnischen Versuche bei unterschiedlichen Tagesmitteltemperaturen und verschiedenen Anbausätzen. Die Düngung erfolgte mit Wochenportionen von wiederum 50 mg N/Pflanze als Beckenportion, 3 g Depotdünger Osmocote exact Mini 3-4M und mit 3 g Hornspänen je Pflanze.

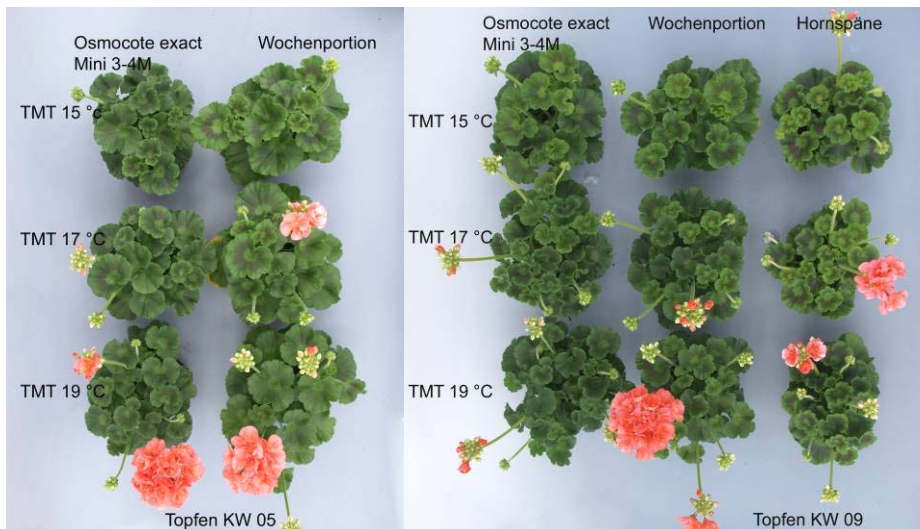


Abbildung 3: Pelargonium Cv. Zonale-Grp. 'Bergpalais' aus unterschiedlichen Versuchsvarianten jeweils neun Wochen nach dem Topfen, LfULG Dresden-Pillnitz 2010

Durch die verschiedenen Termine und die unterschiedlichen Temperaturen gab es Unterschiede in der Kulturdauer und auch im Nährlösungsverbrauch. Die Pflanzenqualität war aber in allen Varianten sehr gut. Es konnten keine wirtschaftlich relevanten Unterschiede zwischen Wochenportionen und Depotdünger festgestellt werden, allerdings waren in den kühlen Varianten des ersten Satzes starke Stickstoffanreicherungen im Substrat zu verzeichnen. Vermutlich erfolgte die Nährstofffreisetzung zu Kulturbeginn nur zögerlich. Die Versorgung der Pflanzen bei der Variante mit Hornspänen war zu gering. Zu Kulturende war kein Stickstoff im Substrat enthalten und die Pflanzen waren auch etwas kleiner. Hier muss die Aufwandmenge für ähnliche Pflanzengrößen erhöht werden. Weil nicht der gesamte Stickstoff der Hornspäne mineralisiert wird, sollten 4 bis 5 g Hornspäne je Pflanze gegeben oder eine höhere Grunddüngung im Substrat gewählt werden.

Tabelle 7: Detailergebnisse Pelargonien LfULG Dresden-Pillnitz 2010

Merkmal		Wochenportion 50 mg N/Pfl 1. Satz	3 g Osmocote Exact Mini 3-4M 1. Satz	Wochenportion 50 mg N/Pfl 2. Satz	3 g Osmocote Exact Mini 3-4M 2. Satz	3 g Hornspäne 2. Satz
Pelargonium Cultivars Zonale-Grp.						
N-Zufuhr in mg/Pflanze		498	480	491	480	480
Pflanzenhöhe in cm		22,0 ^a	22,6 ^a	25,3 ^c	25,9 ^c	24,0 ^b
Pflanzenbreite in cm		27,7 ^c	27,8 ^c	26,3 ^b	28,7 ^d	23,0 ^a
Anzahl Blütenstände über dem Laub		4,0 ^a	4,4 ^b	5,0 ^c	5,0 ^c	4,6 ^b
Laubfarbe*		5,7 ^{bc}	5,9 ^c	5,4 ^{ab}	5,6 ^b	5,2 ^a
Gesamteindruck*		8,6 ^b	8,6 ^b	8,7 ^b	8,7 ^b	7,6 ^a
Frischmasse in g		80,5 ^b	85,6 ^b	96,4 ^c	108,2 ^d	71,4 ^a
Durchwurzlung*		7,3 ^{cd}	6,7 ^b	7,0 ^{bc}	7,4 ^d	6,0 ^a
Wurzelqualität*		7,1 ^b	7,5 ^{cd}	6,0 ^a	7,6 ^d	7,3 ^{bc}
Kulturdauer in Tagen		68 ^a	70 ^a	68 ^a	67 ^a	69 ^a
Nährstoffveränderungen im Substrat in mg/l	N	-64,4	+238,9	-99,2	+80,2	-123,8
	P ₂ O ₅	+67,3	-10,7	+49,7	-21,4	-57,3
	K ₂ O	-108,9	-2,2	-164,9	-138,7	-204,9

* Boniturnoten 1-9 (Laubfarbe von 1 = sehr hell bis 9 = sehr dunkel; Gesamteindruck, Durchwurzlung und Wurzelqualität von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

2011

Die Pelargonien wurden wiederum in zwei Sätzen bei unterschiedlichen Tagesmitteltemperaturen angezogen. Weil in den vergangenen Versuchen die Pflanzen mit Depotdünger oftmals etwas kleiner waren, wurde die Aufwandmenge erhöht. Außerdem kam der neu auf dem Markt erschienene Depotdünger Osmocote Bloom zum Einsatz, der speziell für die Anzucht von Beet- und Balkonpflanzen entwickelt wurde. Die geplante Stickstoffzufuhr von 500 mg je Pflanze wurde in einer Variante wieder über Wochenportionen mit dem Düngercomputer realisiert.

Durch die unterschiedlichen Topftermine und die gestaffelten Temperaturen in den Versuchsvarianten wurden deutliche Unterschiede in der Kulturdauer festgestellt (zwischen 58 und 75 Tagen) und auch der Nährlösungsverbrauch war sehr unterschiedlich (3,2 bis 5,2 l/Pfl). Trotzdem konnten in allen Düngungsvarianten sehr gute Pflanzenqualitäten erreicht werden. Bei den einzelnen Merkmalen wurden innerhalb der Sätze nur wenige signifikante Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten erfasst. Im zweiten Satz waren besonders die Zonal-Pelargonien durch die höhere Einstrahlung größer und schwerer. Bei den Peltaten fielen die höhere Blüten- und Knospenanzahl im 2. Satz auf. In beiden Sätzen waren die Depotdüngervarianten etwas kleiner und leichter gegenüber der Bewässerungsdüngung, was aber keinen Nachteil darstellte. Beim Vergleich der beiden Depotdüngervarianten liegt Osmocote Bloom leicht im Vorteil, ohne dass wirtschaftlich relevante Unterschiede festzustellen sind.

Die Nährstoffgehalte im Substrat stiegen im ersten Drittel der Kulturzeit in den Depotdüngervarianten stärker an als bei den Wochenportionen. Es kam aber nicht zu kritischen Werten und zum Kulturende waren die Polster wieder abgebaut.

Die Aufwandmenge von 4 g Depotdünger je Topf führte zu etwas besseren Ergebnissen als Varianten mit 3 g Depotdünger in den Vorjahren. Sicherlich ist in den Düngerkugeln nach reichlich zwei Monaten Kulturzeit noch Dünger enthalten, der sich aber positiv auf die Entwicklung der Pflanzen beim Kunden auswirken kann.

Tabelle 8: Detailergebnisse Pelargonien LfULG Dresden-Pillnitz 2011

Merkmal		Wochenportionen 50 mg N/Pfl 1. Satz	4 g Plantacote Pluss 4M 1. Satz	4 g Osmocote Bloom 1. Satz	Wochenportionen 50 mg N/Pfl 2. Satz	4 g Plantacote Pluss 4M 2. Satz	4 g Osmocote Bloom 2. Satz
N-Zufuhr in mg/Pflanze		470	560	480	441	560	480
<i>Pelargonium</i> Cv. Zonale-Grp.							
Pflanzenhöhe in cm		22,4 ^a	22,5 ^a	22,8 ^a	27,5 ^c	25,7 ^b	26,5 ^b
Pflanzenbreite in cm		29,2 ^{cd}	27,4 ^a	27,8 ^{ab}	30,1 ^d	28,7 ^{bc}	28,2 ^{abc}
Anzahl Blütenknospen		3,8 ^a	3,9 ^a	4,0 ^a	4,6 ^b	4,5 ^b	4,6 ^b
Laubfarbe*		6,6 ^b	6,6 ^b	6,7 ^b	6,5 ^{ab}	6,3 ^a	6,4 ^a
Gesamteindruck*		8,5 ^a	8,4 ^a	8,4 ^a	8,8 ^b	8,6 ^{ab}	8,8 ^b
Sprossmasse in g		94 ^b	84 ^a	87 ^{ab}	122 ^d	104 ^c	106 ^c
Durchwurzlung*		7,3 ^{ab}	7,1 ^a	7,0 ^a	7,4 ^{ab}	7,4 ^b	7,6 ^b
Wurzelqualität*		7,0 ^{bcd}	6,8 ^{bc}	6,8 ^b	6,2 ^a	7,2 ^d	7,1 ^{cd}
Kulturdauer in Tagen		68 ^{ab}	69 ^b	68 ^b	69 ^{ab}	66 ^a	67 ^{ab}
Nährstoffveränderungen im Substrat in mg/l	N	+92	+121	+234	-37	+85	+113
	P ₂ O ₅	+145	-5	+1	+56	+17	-12
	K ₂ O	-6	-65	+116	-42	-67	+63
<i>Pelargonium</i> Cv. Peltatum-Grp.							
Pflanzenhöhe in cm		22,4 ^b	21,9 ^{ab}	22,8 ^b	20,5 ^a	20,5 ^a	21,0 ^a
Pflanzenbreite in cm		30,8 ^{abc}	28,9 ^a	29,7 ^{ab}	32,1 ^c	30,0 ^{ab}	31,5 ^{bc}
Anzahl Blütenknospen		7,6 ^a	7,2 ^a	7,6 ^a	10,3 ^b	9,8 ^b	10,5 ^b
Laubfarbe*		6,0 ^b	5,7 ^b	5,9 ^b	5,6 ^{ab}	5,3 ^a	5,3 ^a
Gesamteindruck*		8,5 ^{ab}	8,5 ^{ab}	8,6 ^b	8,3 ^{ab}	8,1 ^a	8,4 ^{ab}
Sprossmasse in g		118 ^{ab}	108 ^a	118 ^{ab}	127 ^b	110 ^a	120 ^{ab}
Durchwurzlung*		6,9 ^{ab}	6,4 ^a	6,9 ^{ab}	6,6 ^{ab}	6,8 ^{ab}	7,1 ^b
Wurzelqualität*		7,2 ^b	7,4 ^b	7,4 ^b	6,6 ^a	7,5 ^b	7,3 ^b
Kulturdauer in Tagen		72 ^b	71 ^b	73 ^b	69 ^{ab}	68 ^a	68 ^a
Nährstoffveränderungen im Substrat in mg/l	N	+110	+196	+156	+20	+103	+233
	P ₂ O ₅	+167	+18	+11	+22	-4	+12
	K ₂ O	-40	-53	+86	-75	-75	+148

* Boniturnoten 1-9 (Laubfarbe von 1 = sehr hell bis 9 = sehr dunkel; Gesamteindruck, Durchwurzlung und Wurzelqualität von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, α = 0,05

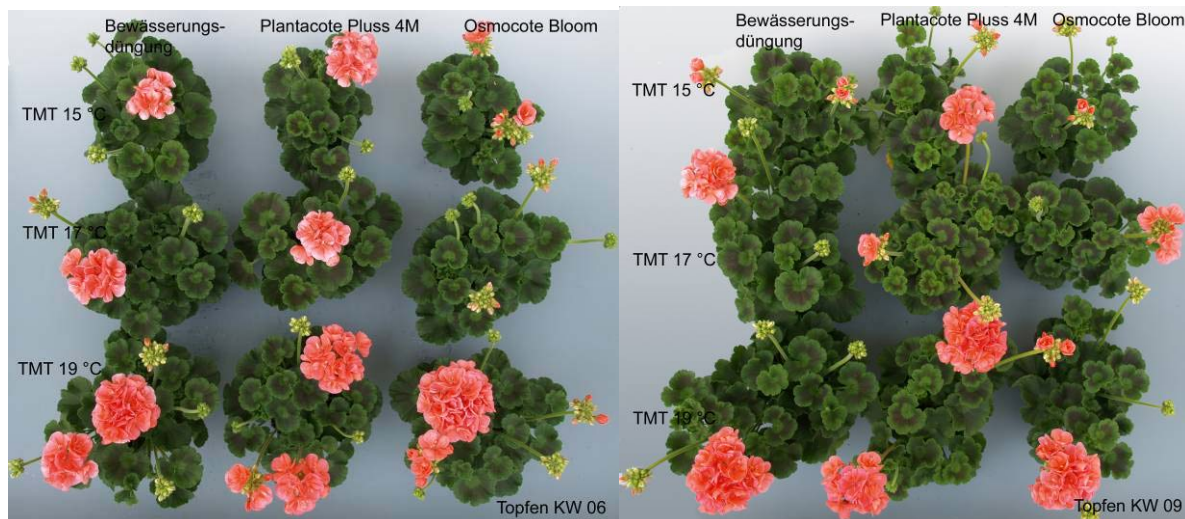


Abbildung 4: *Pelargonium* Cv. Zonale-Grp. 'Bergpalais' aus unterschiedlichen Versuchsvarianten jeweils zehn Wochen nach dem Topfen, LfULG Dresden-Pillnitz 2011

Zusammenfassung Beet- und Balkonpflanzen

- In allen Versuchsvarianten konnten sehr gute Pflanzenqualitäten erzielt werden.
- Für Normalware von Pelargonien im 11er-Topf sind Wochenportionen von 50 mg Stickstoff je Pflanze bei einer 10-wöchigen Kulturzeit zu empfehlen. Bei anderen Kulturzeiten sind die Wochenportionen entsprechend anzupassen.
- Der Einsatz von Depotdünger ist gut möglich. Für Pelargonien im 11er-Topf empfehlen sich 4 g Depotdünger je Pflanze. Gute Ergebnisse wurden bei Pelargonien mit 3-4-Monatsdüngern oder Osmocote Bloom als Punktdüngung erzielt.
- Beim Einsatz von Hornspänen bei Pelargonien sind 3 g je Topf bei geringer Grunddüngung des Substrates nicht ausreichend. Es sollte ein Substrat mit höherer Grunddüngung verwendet werden oder die Aufwandmenge auf 4 bis 5 g je Topf erhöht werden (Vorversuche durchführen!).
- Bei der Produktion unterschiedlicher Pflanzenarten auf einer Bewässerungseinheit ist der Einsatz von Wochenportionen nicht zu empfehlen. Der Korrekturaufwand ist hoch und es können keine Vorteile gegenüber der Bewässerungsdüngung erreicht werden.
- Bei Pflanzen mit sehr unterschiedlichem Nährstoffbedarf in einem Bewässerungssystem empfiehlt sich eine Depotdüngung.

4.2 Sommertopfkulturen im Gewächshaus

Für eine Nutzung der Gewächshäuser in den Sommermonaten bieten sich verschiedene Stauden und einjährige Beetpflanzen zur Kultur in etwas größeren Töpfen an. Der Aufwand zur Kulturdurchführung sollte sich in Grenzen halten, weil ein hochpreisiger Absatz nicht gesichert werden kann. Die im Projekt zur mengenbilanzierten Düngung durchgeführten Versuche sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Bei allen Versuchen wurde D400 mit Xylit der Firma Stender als Ausgangssubstrat verwendet. Es besitzt eine mittlere Struktur und ist mit 1 kg Nährsalz je m³ aufgedüngt.

Tabelle 9: Übersicht zu Versuchen mit mengenbilanzierter Düngung bei Sommertopfkulturen in Dresden-Pillnitz

Versuchs-jahr	Pflanzenarten	Versuchsvarianten
2009	<i>Helianthus annuus</i> <i>Helichrysum bracteatum</i> <i>Zinnia elegans</i>	Konstante Wochenportionen, insgesamt 500, 750 und 1000 mg N/Topf Ansteigende Wochenportionen, insgesamt 500, 750 und 1000 mg N/Topf
2010	<i>Angelonia</i> Cv. <i>Coreopsis</i> Cv. <i>Dianthus chinensis</i>	Konstante Wochenportionen, insgesamt 700 mg N/Topf Ansteigende Wochenportionen, insgesamt 700 mg N/Topf Bewässerungsdüngung 0,06 %
2011	<i>Coreopsis</i> Cv. <i>Dahlia</i> Cv. <i>Helianthus annuus</i>	Konstante Wochenportionen, insgesamt 700 mg N/Topf bei unterschiedlichem Hemmstoffeinsatz
2011	<i>Angelonia</i> Cv., <i>Catharanthus roseus</i> , <i>Cosmos sulphureus</i> , <i>Delphinium grandiflorum</i> , <i>Dianthus chinensis</i> , <i>Helianthus annuus</i> , <i>Lychnis haageana</i> , <i>Rudbeckia hirta</i> , <i>Salvia coccinea</i> , <i>Zinnia elegans</i>	Hornspäne 6 und 9 g/Topf Osmocote 3-4 M, 4 und 6 g/Topf Plantacote Pluss 4M, 4 und 6 g/Topf

2009: *Helianthus annuus*, *Zinnia elegans*, *Helichrysum bracteatum*

Die Versuche zur mengenbilanzierten Düngung bei Sommertopfkulturen wurden im Jahr 2009 mit Düngung über Wochenportionen durchgeführt. Dabei wurden die Düngermengen gestaffelt und als kontinuierliche bzw. ansteigende Wochenportionen realisiert. Die Realisierung der Wochenportionen erfolgte über den Düngecomputer und ein zusätzliches Access-Programm problemlos. Die pflanzenbaulichen Ergebnisse bei *Helianthus* und die Nährstoffveränderungen im Substrat sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 10: Versuchsergebnisse Sommertopfkulturen LfULG Dresden-Pillnitz 2009 - *Helianthus annuus*

Merkmal		500 mg N/Topf konstant	750 mg N/Topf konstant	1000 mg N/Topf konstant	500 mg N/Topf ansteigend	750 mg N/Topf ansteigend	1000 mg N/Topf ansteigend
Kulturdauer in Tagen		37,2 ^{bc}	36,7 ^{abc}	38,3 ^c	35,3 ^a	36,0 ^{ab}	37,1 ^{bc}
Höhe in cm		50,4 ^{bc}	48,3 ^{ab}	49,3 ^{abc}	51,1 ^c	50,0 ^{abc}	47,4 ^a
Breite in cm		36,6 ^b	36,8 ^b	38,6 ^b	34,2 ^a	37,9 ^b	38,6 ^b
Anzahl Blüten und Knospen		6,5 ^a	7,9 ^{bc}	7,8 ^{bc}	6,9 ^{ab}	8,4 ^c	7,5 ^{abc}
Laubfarbe*		7,0 ^b	7,0 ^b	7,1 ^b	6,6 ^a	7,0 ^b	7,0 ^b
Gesamteindruck*		7,9 ^a	8,4 ^b	8,4 ^b	7,9 ^a	8,3 ^b	8,5 ^b
Frischmasse in g		101 ^a	102 ^a	121 ^b	98 ^a	111 ^{ab}	103 ^a
Durchwurzlung*		6,9 ^{abc}	6,6 ^a	6,8 ^{abc}	7,1 ^{bc}	7,2 ^c	6,7 ^{ab}
Wurzelqualität*		6,8 ^a	7 ^{ab}	7,2 ^b	7,2 ^b	7,1 ^b	7,1 ^b
N-Zufuhr je Topf in mg		407	616	825	425	766	822
Nährstoffveränderung im Substrat in mg/l	N _{min}	-31	+20	-81	-87	-4	+66
	P ₂ O ₅	+79	+131	-2	-3	+105	+199
	K ₂ O	-65	-37	-96	-105	-53	+21

* Boniturnoten 1-9 (Laubfarbe von 1 = sehr hell bis 9 = sehr dunkel; Gesamteindruck, Durchwurzlung und Wurzelqualität von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

Die Gesamt-Stickstoffmenge wurde bei dem Versuch auf sieben Wochenportionen aufgeteilt und in der 4. Kulturwoche mit der Düngung begonnen. Die *Helianthus* wurden direkt in den Topf ausgesät. Für Topfhelianthus im 13er-Topf empfiehlt sich eine Düngerzufuhr von 1.000 mg N/Pflanze. Gute Pflanzenqualitäten wurden sowohl mit der Gabe von kontinuierlichen Wochenportionen als auch bei ansteigenden Wochenportionen erzielt. Bei den ansteigenden Wochenportionen waren die Nährstoffgehalte in der Anfangsphase sehr gering, das führte zu einer zügigen Entwicklung und damit zu einer etwas kürzeren Kulturdauer. Durch die reichliche Versorgung zu Kulturende wurden keine Qualitätseinbußen festgestellt.

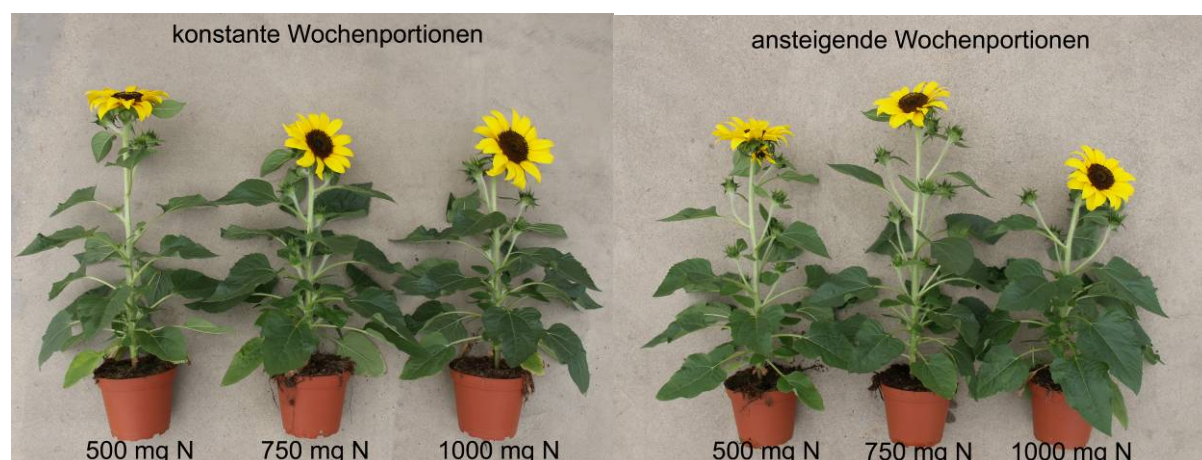


Abbildung 5: Düngung mit unterschiedlichen Wochenportionen bei *Helianthus annuus* 'Ballad', LfULG Dresden-Pillnitz 2009

Die gleichen Versuchsvarianten wurden auch bei der Kultur von Zinnien realisiert. Hier wurden drei Sämlinge in einen 13er-Topf pikiert und ebenfalls in der 4. Kulturwoche mit der Nachdüngung begonnen. Die Kulturdauer war wesentlich kürzer als kalkuliert und so wurden nur fünf der geplanten sieben Wochenportionen gegeben.

Tabelle 11: Versuchsergebnisse Sommertopfkulturen LfULG Dresden-Pillnitz 2009 - *Zinnia elegans*

Merkmal		500 mg N/Topf konstant	750 mg N/Topf konstant	1000 mg N/Topf konstant	500 mg N/Topf ansteigend	750 mg N/Topf ansteigend	1000 mg N/Topf ansteigend
Kulturdauer in Tagen		27,0 ^a	27,4 ^{ab}	28,5 ^{bc}	27,3 ^{ab}	28,4 ^{abc}	28,9 ^c
Höhe in cm		27,9 ^a	25,0 ^a	25,9 ^{ab}	26,2 ^{ab}	26,4 ^{ab}	26,9 ^b
Breite in cm		28,5 ^a	29,3 ^{ab}	30,8 ^{bc}	28,7 ^a	29,7 ^{ab}	31,9 ^c
Anzahl Blütenknospen		9,7 ^{ab}	9,6 ^{ab}	10,4 ^{bc}	9,1 ^a	9,9 ^{ab}	10,7 ^c
Laubfarbe*		5,9 ^{ab}	6,2 ^{bc}	6,7 ^d	5,6 ^a	6,2 ^c	6,7 ^c
Gesamteindruck*		8,4 ^a	8,6 ^a	8,5 ^a	8,7 ^a	8,7 ^a	8,6 ^a
Frischmasse in g		81 ^a	84 ^a	92 ^b	81 ^a	82 ^a	89 ^b
Durchwurzelung*		6,6 ^b	6,2 ^a	6,1 ^a	6,9 ^b	6,6 ^b	6,7 ^b
Wurzelqualität*		7,8 ^b	7,4 ^a	7,3 ^a	8,0 ^b	8,0 ^b	7,9 ^b
N-Zufuhr je Topf in mg		360,6	493,8	643,0	291,3	483,8	443,5
Nährstoffveränderung im Substrat in mg/l	N _{min}	-108,06	-55,80	-41,90	-97,45	-80,00	-87,71
	P ₂ O ₅	-64,00	-39,50	-37,35	-51,60	-54,30	-63,80
	K ₂ O	-94,05	-55,00	-58,50	-89,45	-45,50	-84,05

* Boniturnoten 1-9 (Laubfarbe von 1 = sehr hell bis 9 = sehr dunkel; Gesamteindruck, Durchwurzelung und Wurzelqualität von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

Die Zufuhr von 500 mg Stickstoff war für Zinnien ausreichend. Bei einem höheren Nährstoffangebot verlängerte sich die Kulturdauer um 1-2 Tage und durch ein stärkeres Wachstum der Seitentriebe wirkten die Pflanzen sehr „grün“. Die zu Beginn geringere Nährstoffzufuhr in den ansteigenden Wochenportionen führte zu einer etwas stärkeren Durchwurzelung und besseren Wurzelqualität. In den äußeren Merkmalen wurden keine Unterschiede zwischen ansteigenden und kontinuierlichen Wochenportionen festgestellt.

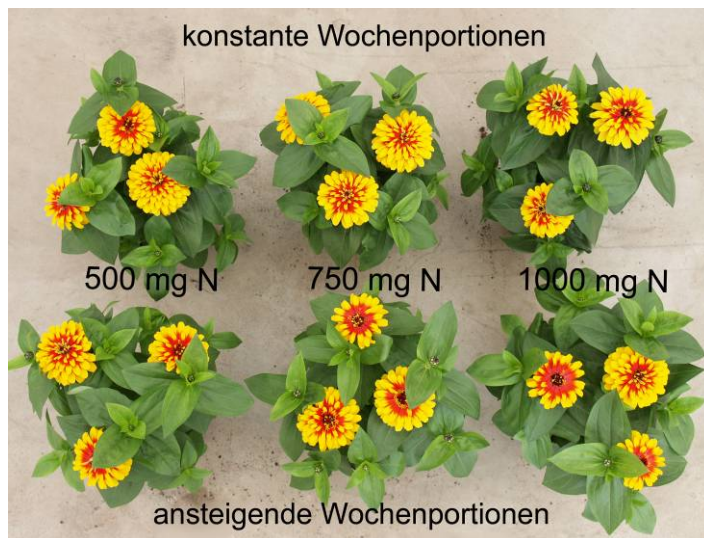


Abbildung 6: Düngung mit unterschiedlichen Wochenportionen bei *Zinnia elegans* 'Swizzle Scarlet & Yellow', LfULG Dresden-Pillnitz 2009

Die dritte Pflanzenart in den Sommertopfversuchen im Jahr 2009 war *Helichrysum bracteatum*. Hier wurden ebenfalls drei Pflanzen je 13er-Topf kultiviert. Die gelieferten Jungpflanzen waren sehr kräftig und die niedrigen Wochenportionen und die ansteigenden Wochenportionen konnten den bereits zu Beginn sehr hohen Nährstoffbedarf nicht decken. Bei drei kräftigen Jungpflanzen von *Helichrysum* sollte auf jeden Fall mit 1.000 mg Stickstoff je Topf kalkuliert werden. Durch die kräftigen Jungpflanzen war die Kulturzeit kürzer als geplant und die letzte Wochenportion konnte nicht realisiert werden.



Abbildung 7: Düngung mit unterschiedlichen Wochenportionen bei *Helichrysum bracteatum* 'Mohave Yellow', LfULG Dresden-Pillnitz 2009

Tabelle 12: Versuchsergebnisse Sommertopfkulturen LfULG Dresden-Pillnitz 2009 - *Helichrysum bracteatum*

Merkmal		500 mg N/Topf konstant	750 mg N/Topf konstant	1000 mg N/Topf konstant	500 mg N/Topf ansteigend	750 mg N/Topf ansteigend	1000 mg N/Topf ansteigend
Kulturdauer in Tagen		31,0 ^a	30,8 ^a	31,4 ^a	30,7 ^a	30,8 ^a	29,9 ^a
Höhe in cm		25,2 ^a	24,1 ^a	24,3 ^a	24,5 ^a	23,9 ^a	24,1 ^a
Breite in cm		33,8 ^a	34,8 ^a	37,6 ^b	33,4 ^a	33,2 ^a	34,5 ^a
Anzahl Blütenknospen		18,2 ^a	19,1 ^a	21,3 ^b	17,1 ^a	19,0 ^a	18,9 ^a
Laubfarbe*		6,3 ^{ab}	6,6 ^{bc}	6,7 ^c	6,2 ^a	6,6 ^{bc}	6,5 ^{bc}
Gesamteindruck*		7,5 ^{ab}	7,9 ^{bc}	8,2 ^c	7,3 ^a	7,9 ^{bc}	8,1 ^c
Frischmasse in g		121 ^{ab}	136 ^c	166 ^d	110 ^a	121 ^{ab}	128 ^{bc}
Durchwurzelung*		7,2 ^a	7,3 ^a	7,4 ^a	7,5 ^a	7,3 ^a	7,3 ^a
Wurzelqualität*		6,2 ^a	6,2 ^a	6,3 ^a	6,5 ^a	6,3 ^a	6,4 ^a
N-Zufuhr je Topf in mg		449,2	659,5	792,8	421,5	625,5	792,9
Nährstoffveränderung im Substrat in mg/l	Nmin	-95,49	-98,99	-52,20	-116,77	-105,15	-88,70
	P ₂ O ₅	-48,60	-49,25	-2,50	-72,55	-67,85	-22,00
	K ₂ O	-106,50	-118,20	-108,50	-147,50	-139,15	-104,30

* Boniturnoten 1-9 (Laubfarbe von 1 = sehr hell bis 9 = sehr dunkel; Gesamteindruck, Durchwurzelung und Wurzelqualität von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

2010: *Angelonia* Cv., *Coreopsis* Cv., *Dianthus chinensis*

Im Jahr 2010 wurden bei drei verschiedenen Pflanzenarten ansteigende Wochenportionen mit konstanten Wochenportionen und Bewässerungsdüngung verglichen. Es wurden drei Sämlinge in einen 14er-Topf pikiert. Die Bewässerungsdüngung erfolgte mit einer Konzentration von 0,06 %. Die geplante Zufuhr über die Wochenportionen lag bei 700 mg N je Topf, verteilt auf sieben Wochen.

Die unterschiedlichen Düngungsvarianten führten alle zu qualitativ sehr guten Pflanzen. Durch heiße Witterungsperioden war die Nährstoffzufuhr bei der Bewässerungsdüngung mit etwa 1.000 mg N je Pflanze deutlich höher als in den Wochenportionen, in denen die geplanten 700 mg N realisiert wurden. Es kam bei der Bewässerungsdüngung zu einer Salzanreicherung im Substrat.

Trotz der unterschiedlichen zugeführten Düngermengen gab es kaum Unterschiede in den einzelnen Pflanzenmerkmalen. Der hohe Salzgehalt könnte sich aber kritisch auf die weitere Pflanzenentwicklung auswirken. Weil in den Sommermonaten hohe Einstrahlungen und entsprechend hohe Verdunstung auftreten können, sind Wochenportionen einer Bewässerungsdüngung vorzuziehen.

Tabelle 13: Versuchsergebnisse Sommertopf LfULG Dresden-Pillnitz 2010

Art	Merkmal	konstante Wochenportionen	ansteigende Wochenportionen	Bewässerungsdüngung
<i>Angelonia</i> Cv.	Höhe in cm	36,2 ^a	37,7 ^a	37,2 ^a
	Breite in cm	40,3 ^a	42,1 ^a	41,6 ^a
	Frischmasse in g	109 ^a	118 ^b	106 ^a
	Gesamteindruck*	8 ^b	7,7 ^b	7,2 ^a
	Laubfarbe*	5,6 ^a	5,8 ^a	5,5 ^a
	N _{min} Veränderung in mg/l Substrat	+ 66	- 5,9	+ 248
	Veränderung des Salzgehaltes in g/l	+3,37	+ 2,22	+ 3,72
<i>Coreopsis</i> Cv.	Höhe in cm	36,6 ^c	31,3 ^a	33,8 ^b
	Breite in cm	40 ^a	39,6 ^a	41,5 ^a
	Frischmasse in g	169 ^b	131 ^a	160 ^b
	Gesamteindruck*	6,6 ^a	6,4 ^a	6,6 ^a
	Laubfarbe*	6,4 ^a	6,3 ^a	6,2 ^a
	N _{min} Veränderung in g/l Substrat	- 42	- 87	+ 41
	Veränderung des Salzgehaltes in g/l	+ 1,58	+ 1,25	+ 2,31
<i>Dianthus chinensis</i>	Höhe	30,9 ^a	34,4 ^a	30,7 ^a
	Breite in cm	35,7 ^b	33,3 ^a	35,6 ^b
	Frischmasse in g	136 ^b	121 ^a	145 ^c
	Gesamteindruck*	7,4 ^a	7,5 ^a	7,8 ^a
	Laubfarbe*	5,4 ^a	5,4 ^a	5,4 ^a
	N _{min} Veränderung in g/l Substrat	+ 30,8	+ 12,1	+ 99,8
	Veränderung des Salzgehaltes in g/l	+ 2,57	+ 2,19	+2,64

* Boniturnoten 1-9 (Laubfarbe von 1 = sehr hell bis 9 = sehr dunkel; Gesamteindruck von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

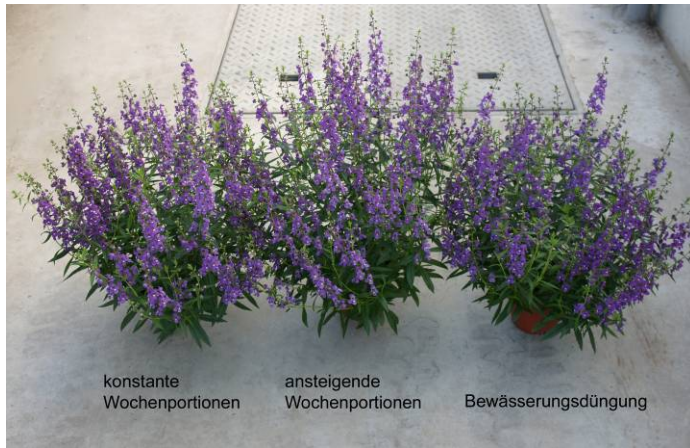


Abbildung 8: Unterschiedliche Düngungsvarianten bei *Angelonia* Cv. 'Serena F1 Purple', LfULG Dresden Pillnitz 2010



Abbildung 9: Unterschiedliche Düngungsvarianten bei *Coreopsis* Cv. 'Presto Yellow', LfULG Dresden Pillnitz 2010

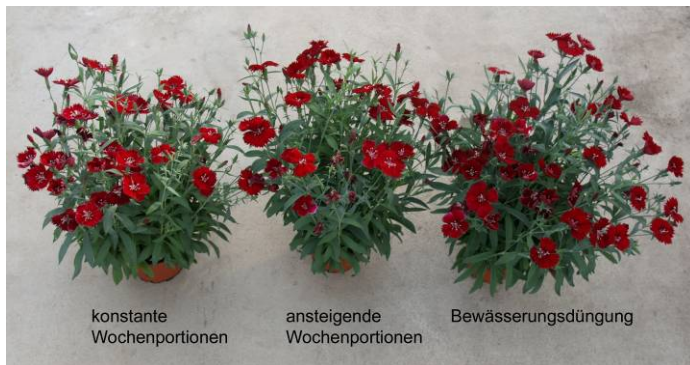


Abbildung 10: Unterschiedliche Düngungsvarianten bei *Dianthus chinensis* 'Aristo F1 Dark Red', LfULG Dresden Pillnitz 2010

2011: *Dahlia* Cv., *Coreopsis* Cv., *Helianthus annuus* mit und ohne chemischer Wachstumsregulierung

Es wurden zwei verschiedene Versuche zur mengenbilanzierten Düngung durchgeführt. Im ersten Versuch ging es um die Umsetzung der mengenbilanzierten Düngung beim Einsatz von Wachstumsregulatoren. Es galt die Frage zu beantworten, ob die Zuverlässigkeit der mengenbilanzierten Düngung auch beim Einsatz von Wachstumsregulatoren gegeben ist oder gesonderte Anforderungen an die Düngung bestehen. Die Kultur erfolgte in 14er-Töpfen. Es wurden bei *Dahlia* und *Coreopsis* drei Sämlinge je Topf pikiert, *Helianthus* wurde direkt in den Topf gesät. Die Wachstumsregulierung erfolgte bei *Coreopsis* und *Dahlia* mit Caramba (0,025 %) und Cycocel (0,1 %) und bei *Helianthus* mit Regalis (0,15 %).

Bei den ausgewählten Pflanzenarten wurden die äußeren Pflanzenparameter durch die Wirkung der Wachstumsregulatoren nur begrenzt beeinflusst. Lediglich bei *Helianthus* waren deutliche Höhenunterschiede zwischen den Versuchsvarianten zu beobachten. Der bilanzierte Stickstoffverbrauch war bei *Helianthus* mit Wachstumsregulierung etwas geringer. Eine Änderung der Planung der Wochenportionen ist bei einem moderaten Einsatz von Wachstumsreglern nicht notwendig.

Tabelle 14: Einsatz von Wachstumsregulator bei Sommertopfkulturen LfULG Dresden-Pillnitz 2011

Art	Merkmal	ohne Wachstumsregulator	einmal Wachstumsregulator	zweimal Wachstumsregulator
<i>Coreopsis</i> Cv.	Höhe in cm	38,1 ^b	35,2 ^a	36,8 ^{ab}
	Breite in cm	40,2 ^a	38,6 ^a	38,5 ^a
	Laubfarbe*	5,6 ^a	6,1 ^b	6,5 ^c
	Gesamteindruck*	7,8 ^a	8,0 ^{ab}	8,2 ^b
	Frischmasse in g	131 ^a	136 ^a	143 ^a
	Kulturdauer in Tagen	53 ^a	54 ^a	55 ^a
	N _{min} Veränderung im Substrat in mg	-40	-78	-74
	Bilanzierter N _{min} -Verbrauch je Topf in mg	777	815	822
<i>Dahlia</i> Cv.	Höhe in cm	38,8 ^a	37,6 ^a	38,7 ^a
	Breite in cm	42,9 ^a	42,5 ^a	42,8 ^a
	Laubfarbe*	5,3 ^a	5,5 ^b	5,6 ^b
	Gesamteindruck*	8,1 ^a	8,2 ^a	7,9 ^a
	Frischmasse in g	228 ^a	230 ^a	228 ^a
	Kulturdauer in Tagen	47 ^a	48 ^a	47 ^a
	N _{min} Veränderung im Substrat in mg	+31	+36	+4
	Bilanzierter N _{min} -Verbrauch je Topf in mg	718	704	754
<i>Helianthus annuus</i>	Höhe in cm	55,5 ^c	50,1 ^b	44,4 ^a
	Breite in cm	40,7 ^a	41,4 ^a	41,5 ^a
	Blütendurchmesser in cm	14,7 ^a	15,4 ^b	15,2 ^b
	Laubfarbe*	6,3 ^a	6,6 ^b	6,8 ^b
	Gesamteindruck*	7,7 ^a	7,8 ^a	8 ^a
	Frischmasse in g	154 ^a	160 ^a	160 ^a
	Kulturdauer in Tagen	61 ^a	61 ^{ab}	62 ^b
	N _{min} Veränderung im Substrat in mg	-1	-32	-30
	Bilanzierter N _{min} -Verbrauch je Topf in mg	1011	958	978

* Boniturnoten 1-9 (Laubfarbe von 1 = sehr hell bis 9 = sehr dunkel; Gesamteindruck, Durchwurzelung und Wurzelqualität von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

2011: Depotdünger und Hornspäne an einem Sortiment

In einem weiteren Versuch im Sommer 2011 wurde der Einsatz von Depotdüngern und Hornspänen bei der Kultur von Sommertopfpflanzen in verschiedenen Varianten mit zehn verschiedenen Pflanzenarten getestet. Es wurden Osmocote Exact 3-4M (16-9-12) und Plantacote Pluss 4M (14-9-15) als Punktdüngung in zwei Aufwandmengen eingesetzt. Bei weiteren zwei Varianten wurden Hornspäne per Hand in das Bohrloch gefüllt. Anschließend wurden drei Sämlinge je 14er-Topf pikiert. Bei *Helianthus* erfolgte eine Direktsaat nach dem Einfüllen des Düngers.

Tabelle 15: Versuchsergebnisse Depotdünger Sommertopf LfULG Dresden-Pillnitz 2011

	Hornspäne 6 g/Topf	Hornspäne 9 g/Topf	Osmocote 4 g/Topf	Osmocote 6 g/Topf	Plantacote 4 g/Topf	Plantacote 6 g/Topf
Stickstoffmenge je Topf aus Vorratsdünger	600 mg	900 mg	640 mg	960 mg	560 mg	840 mg
<i>Angelonia</i> Cv. 'Serena F1 Lavender'						
Gesamteindruck*	7,7 ^{ab}	7,5 ^a	7,8 ^{ab}	8,3 ^b	7,7 ^{ab}	7,4 ^{ab}
Sprossmasse in g	82 ^{ab}	77 ^a	84 ^{ab}	100 ^b	82 ^{ab}	97 ^b
Kulturtage	52 ^a	50 ^a	50 ^a	50 ^a	53 ^a	53 ^a
<i>Catharanthus roseus</i> 'First Kiss Mix'						
Gesamteindruck*	9,0 ^b	9,0 ^b	8,7 ^b	8,7 ^b	7,4 ^a	8,0 ^a
Sprossmasse in g	57 ^b	50 ^{ab}	55 ^{ab}	51 ^{ab}	43 ^a	44 ^a
Kulturtage	45 ^a	43 ^a	45 ^a	45 ^a	47 ^a	44 ^a
<i>Cosmos sulphureus</i> 'Cosmic Orange'						
Gesamteindruck*	7,0 ^a	8,0 ^b	7,4 ^{ab}	7,8 ^{ab}	7,2 ^{ab}	7,7 ^{ab}
Sprossmasse in g	112 ^b	108 ^b	87 ^a	109 ^b	94 ^{ab}	110 ^b
Kulturtage	41 ^a	41 ^a	41 ^a	42 ^a	44 ^a	43 ^a
<i>Delphinium grandiflorum</i> 'Summer Nights'						
Gesamteindruck*	5,3 ^{ab}	4,2 ^a	5,7 ^b	5,4 ^{ab}	5,1 ^{ab}	5,0 ^{ab}
Sprossmasse in g	33 ^{ab}	23 ^a	38 ^b	34 ^{ab}	35 ^{ab}	35 ^{ab}
Kulturtage	57 ^a	59 ^a	61 ^a	61 ^a	61 ^a	61 ^a
<i>Dianthus chinensis</i> 'Super Parfait Raspberry'						
Gesamteindruck*	7,7 ^a	7,0 ^a	7,3 ^a	7,4 ^a	7,6 ^a	7,3 ^a
Sprossmasse in g	51 ^a	43 ^a	47 ^a	53 ^a	51 ^a	51 ^a
Kulturtage	45 ^a	44 ^a	45 ^a	43 ^a	46 ^a	46 ^a
<i>Helianthus annuus</i> 'Merida Bicolor'						
Gesamteindruck*	5,7 ^a	6,6 ^a	6,7 ^a	6,6 ^a	6,4 ^a	6,4 ^a
Sprossmasse in g	114 ^a	119 ^{ab}	120 ^{ab}	142 ^c	121 ^{ab}	134 ^{bc}
Kulturtage	60 ^a	59 ^a	58 ^a	57 ^a	58 ^a	59 ^a
<i>Lychnis x haageana</i> Lumina-Serie						
Gesamteindruck*	7,1 ^a	6,2 ^a	6,6 ^a	6,7 ^a	6,8 ^a	6,3 ^a
Sprossmasse in g	46 ^{ab}	36 ^a	51 ^b	54 ^b	53 ^b	55 ^b
Kulturtage	46 ^a	48 ^a	46 ^a	48 ^a	47 ^a	49 ^a
<i>Rudbeckia hirta</i> 'Toto Rustic'						
Gesamteindruck*	7,3 ^a	7,7 ^{ab}	8,4 ^{ab}	8,8 ^b	8,0 ^{ab}	8,4 ^{ab}
Sprossmasse in g	122 ^a	145 ^{ab}	143 ^{ab}	171 ^b	156 ^b	166 ^b
Kulturtage	57 ^a	56 ^a	55 ^a	56 ^a	57 ^a	58 ^a

	Hornspäne 6 g/Topf	Hornspäne 9 g/Topf	Osmocote 4 g/Topf	Osmocote 6 g/Topf	Plantacote 4 g/Topf	Plantacote 6 g/Topf
<i>Salvia coccinea</i> 'Forest Fire'						
Gesamteindruck*	6,2 ^a	5,4 ^a	5,1 ^a	5,7 ^a	5,0 ^a	5,7 ^a
Sprossmasse in g	102 ^b	104 ^b	83 ^a	101 ^b	83 ^a	88 ^a
Kulturtage	55 ^a	54 ^a	55 ^a	55 ^a	55 ^a	54 ^a
<i>Zinnia elegans</i> 'Zinnita Scharlach'						
Gesamteindruck*	7,9 ^a	7,9 ^a	7,3 ^a	7,0 ^a	6,9 ^a	7,0 ^a
Sprossmasse in g	64 ^a	64 ^a	60 ^a	67 ^a	62 ^a	66 ^a
Kulturtage	39 ^a	38 ^a	39 ^a	38 ^a	37 ^a	37 ^a

* Boniturnoten 1-9 von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

Bei allen Arten war die Anzucht mit Depotdünger problemlos möglich. Entsprechend dem Nährstoffbedarf der Pflanzen führten unterschiedliche Varianten zu den besten Kulturergebnissen.

Zwischen den Varianten gab es kaum signifikante Unterschiede in Bezug auf Pflanzengröße, Sprossmasse und Kulturdauer. Durch den höheren Stickstoffgehalt in Osmocote waren diese Varianten bei stark zehrenden Pflanzenarten wie *Helianthus*, *Rudbeckia* und *Salvia* im Vorteil. Hier ist die höhere Aufwandmenge von 6 g Depotdünger je Topf zu empfehlen. Auch bei *Zinnia* und *Cosmos* führte die höhere Dosierung zu etwas besseren Pflanzen. Bei diesen Arten war die Kulturzeit sehr kurz und zu Blühbeginn noch große Mengen an Nährstoff im Substrat vorhanden.

Catharanthus, *Angelonia*, *Delphinium* und *Lychnis* entwickelten sich bei einer Dosierung von 4 g Osmocote je Topf zu ausreichend großen Pflanzen. Bei 4 g Plantacote waren die Pflanzen durch den geringeren Stickstoffgehalt etwas schwächer. Bei *Dianthus* konnten keine Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden.

Der Hornspäneeinsatz führte zu guten Qualitäten bei *Angelonia*, *Catharanthus*, *Cosmos*, *Delphinium*, *Lychnis* und *Dianthus*. Bei *Helianthus* kam es besonders bei der höheren Aufwandmenge von 9 g Hornspänen zu Ausfällen von Keimlingspflanzen. Durch die Ablage der Hornspäne als Punktdüngung in der Topfmitte sind die Keimlingswurzeln z. T. direkt in die Hornspäne gewachsen und haben die erhöhte Konzentration an Nährstoffen schlecht vertragen.

Bei *Salvia*, *Rudbeckia* und *Helianthus* traten bei Hornspänen in der höheren Konzentration Blattwölbungen und -verbrennungen auf. Bei *Zinnia* hatten die Varianten mit Hornspänen zu Blühbeginn die besten Pflanzen, innerhalb der nächsten Wochen traten auch hier vereinzelt Blattschäden auf. Die Aufwandmenge von 6 g Hornspäne je Topf war für alle Arten ausreichend und sollten in Bezug auf die aufgetretenen Pflanzenschäden bei einer Punktdüngung nicht überschritten werden.

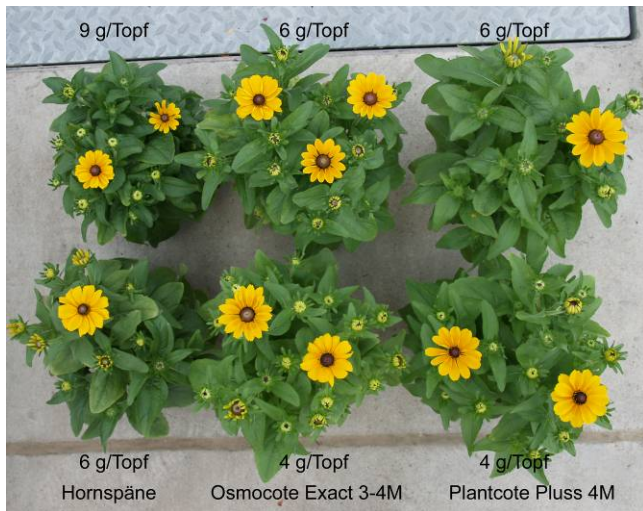


Abbildung 11: Unterschiedliche Düngungsvarianten bei *Rudbeckia hirta* 'Toto Rustic', LfULG Dresden-Pillnitz 2011



Abbildung 12: Unterschiedliche Düngungsvarianten bei *Zinnia elegans* 'Zinnita Scharlach', LfULG Dresden-Pillnitz 2011

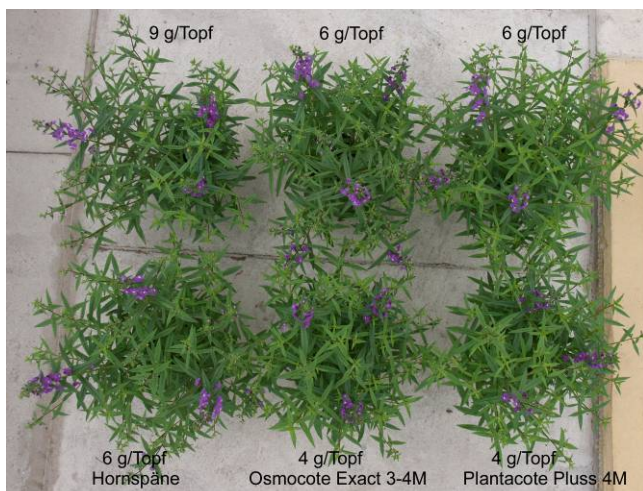


Abbildung 13: Unterschiedliche Düngungsvarianten bei *Angelonia* Cv. 'Serena F1 Lavender', LfULG Dresden-Pillnitz 2011

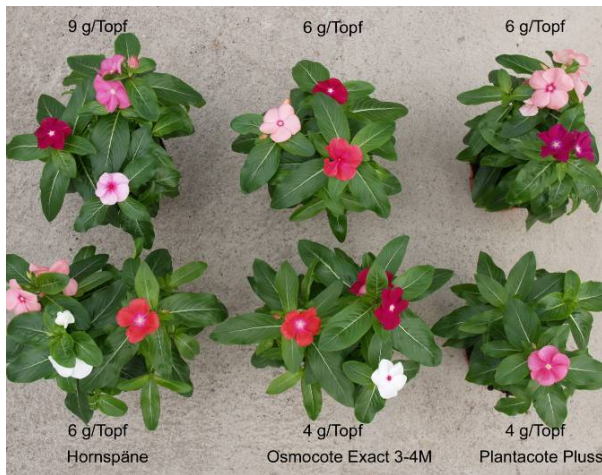


Abbildung 14: Unterschiedliche Düngungsvarianten bei *Catharanthus roseus* 'First Kiss Mix', LfULG Dresden-Pillnitz 2011



Abbildung 15: Blattschäden bei einer Punktdüngung von 9 g Hornspänen je Topf *Helianthus annuus* 'Merida Bicolor', LfULG Dresden-Pillnitz 2011

Zusammenfassung Sommertopfpflanzen

- Bei einer Bewässerungsdüngung kann es durch hohe Verdunstung in den Sommermonaten besonders leicht zu einem Nährstoffüberangebot kommen, deshalb ist eine mengenbilanzierten Düngung über Wochenportionen empfehlenswert.
- Wochenportionen, sowohl kontinuierlich als auch angepasst, führen zu guten pflanzenbaulichen Ergebnissen. Die Anpassung an die Gesamtkulturzeit bei unterschiedlichen Pflanzenarten ist zu beachten.
- Obwohl äußerlich kaum Differenzen in der Pflanzenqualität zu verzeichnen waren, wirkte sich die niedrigere Anfangsdüngung bei den ansteigenden Wochenportionen positiv auf Durchwurzelung und Wurzelqualität aus.
- Eine Vollversorgung über Depotdünger ist bei vielen Arten problemlos möglich und bietet sich besonders an, wenn Pflanzenarten mit unterschiedlichem Bedarf auf einer Bewässerungseinheit kultiviert werden. Gute Erfahrungen wurden bei stark zehrenden Kulturen wie *Helianthus*, *Rudbeckia* und *Salvia* mit 6 g Depotdünger (3-4M) im 14er-Topf als Punktdüngung gemacht.
- Der Einsatz von Hornspänen ist möglich. 6 g Hornspäne im 14er-Topf führten bei den meisten getesteten Pflanzenarten zu guten Ergebnissen. Der Einsatz als Punktdüngung ist schwierig. Die Dosierung muss von Hand erfolgen und es können Pflanzenschäden an Keimlingspflanzen auftreten.

4.3 Poinsettien

Poinsettien sind neben Cyclamen in den meisten Zierpflanzenbaubetrieben die wichtigste Kultur in der zweiten Jahreshälfte. Im LfULG wurden in den letzten Jahren verschiedene Programmbausteine zur optimierten Kultur entwickelt und auch die Düngung konnte im Rahmen der Entwicklung von Kulturprogrammen ausführlich untersucht werden.

Tabelle 16: Übersicht zu Versuchen mit mengenbilanzierter Düngung bei Poinsettien in Dresden-Pillnitz

Versuchsjahr	Pflanzenarten	Klimavarianten	Versuchsvarianten
2007	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Verschiedene dynamische Korrekturprogramme (Kulturbeginn KW 29)	Bewässerungsdüngung 120 mg N/l konstante Wochenportionen 50 mg N/Pfl wechselnde Wochenportionen (gesamt 750 mg N/Pfl)
2008	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Verschiedene dynamische Korrekturprogramme (Kulturbeginn KW 30)	Bewässerungsdüngung 120 mg N/l konstante Wochenportionen 40 mg N/Pfl wechselnde Wochenportionen (gesamt 600 mg N/Pfl)
2009	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Verschiedene dynamische Korrekturprogramme (Kulturbeginn KW 30)	Bewässerungsdüngung 90 mg N/l konstante Wochenportionen 35 mg N/Pfl wechselnde Wochenportionen (gesamt 525 mg N/Pfl) Depotdünger 4 g/Topf
2010	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Verschiedene dynamische Korrekturprogramme Anbau in 2 Sätzen (Kulturbeginn KW 26 und KW 30)	Bewässerungsdüngung 90 mg N/l konstante Wochenportionen 40 mg N/Pfl wechselnde Wochenportionen (gesamt 680 mg N/Pfl)
2010	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Kulturbeginn KW 30	Bewässerungsdüngung 90 mg N/l konstante Wochenportionen 40 mg N/Pfl wechselnde Wochenportionen (in verschiedenen Abstufungen) insgesamt 750 mg N/Pfl
2011	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Verschiedene dynamische Korrekturprogramme Anbau in 2 Sätzen (Kulturbeginn KW 26 und KW 30)	konstante Wochenportionen 40 mg N/Pfl wechselnde Wochenportionen (gesamt 750 mg N/Pfl) Depotdünger Osmocote 3-4M, 4g/Topf (640 mg N) Depotdünger Osmocote 5-6M, 4g/Topf (600 mg N)

Im Projekt wurden Versuche mit unterschiedlichem Kulturbeginn, verschiedenen Klimaeinstellungen und unter unterschiedlichen Witterungsbedingungen durchgeführt. Durch diese verschiedenen Bedingungen konnte ein unterschiedlicher Bedarf an Nährlösungen erfasst werden. Für einen mittelgroßen Mehrtrieber im 12er-Topf lag der Höchstverbrauch in einer Versuchsvariante bei 9 l Nährlösung je Pflanze. Und unter anderen Kulturbedingungen wurde für die gleiche Pflanzengröße nur 4,5 l Nährlösung je Pflanze verbraucht. An diesen Zahlen zeigt sich bereits, wie wichtig eine mengenbilanzierte Düngung für die Entwicklung optimal versorgter Pflanzen sein kann.

2007

Im Jahr 2007 wurde mit den Versuchen zur mengenbilanzierten Düngung bei Poinsettien begonnen. Es wurden fünf verschiedene Sorten in zwei Substraten unter drei verschiedenen Klimastrategien kultiviert. Das Substrat Patzer ED73 enthielt Langzeitdünger und der Ausgangs-N-Gehalt betrug 560 mg/l. Das Substrat D400 mit Xylit der Firma Stender hatte einen N-Gehalt von 100 mg/l und war ohne Langzeitdünger.

Die gesamte Nährstoffversorgung in diesem Versuch lag auf einem sehr hohen Niveau, so kam es zu einer Nährstoffanreicherung im Substrat und zu sehr hohen Salzkonzentrationen. Ungeachtet dessen war eine gute Pflanzenqualität zu verzeichnen, weil die Weihnachtssterne mit gleichmäßig ansteigender Salzkonzentration offensichtlich keine Probleme haben.

Tabelle 17: Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz Poinsettien, LfL Dresden-Pillnitz 2007

Merkmal	Bewässerungs- düngung Substrat ohne LZD	konstante Wo- chenportionen Substrat ohne LZD	wechselnde Wochenportio- nen Substrat ohne LZD	Bewässerungs- düngung Substrat mit LZD	konstante Wo- chenportionen Substrat mit LZD	wechselnde Wochenportio- nen Substrat mit LZD
Pflanzenhöhe in cm	23,85 ^a	25,98 ^b	25,43 ^b	27,76 ^c	28,45 ^c	27,53 ^c
Pflanzenbreite in cm	46,16 ^a	48,87 ^b	47,52 ^{ab}	50,75 ^{de}	50,18 ^{cd}	51,74 ^d
Brakteendurchmesser in cm	22,4 ^a	23,22 ^a	22,92 ^a	25,65 ^b	25,99 ^b	26,35 ^b
Anzahl Triebe	4,7 ^a	5,0 ^a	4,9 ^a	5,0 ^a	4,9 ^a	4,8 ^a
Cyathienzustand*	4,2 ^a	5,0 ^b	5,4 ^b	5,2 ^b	6,1 ^c	6,0 ^c
Gesamteindruck*	6,5 ^a	7,0 ^b	7,2 ^b	8,5 ^c	8,5 ^c	8,5 ^c
Sprossmasse in g	89,7 ^a	103,4 ^b	103,7 ^b	120 ^c	123,5 ^c	124,2 ^c
N _{min} -Gehalt Ausgangssubstrat in mg/Topf	83	83	83	465	465	465
Veränderung im Substrat N _{min} in mg/Topf	+179,28	+146,08	+185,09	+49,8	+221,61	+149,4
Zufuhr über Bewässerung in mg N/Pfl	808	848	901	808	848	901
N-Bilanz in mg N/Pfl	629	702	716	758	626	752

* Boniturnoten 1-9 (Cyathienzustand von 1=2-4 mm Knospen über 5=erste Staubfäden und Nektardrüsen sichtbar bis 9=Cyathien abgefallen; Gesamteindruck von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$



Abbildung 16: Unterschiedliche Düngungsvarianten bei *Euphorbia pucherrima* 'Premium White' im Substrat mit Langzeitdünger, LfL Dresden-Pillnitz 2007

2008

Es wurden wiederum zwei unterschiedliche Substrate eingesetzt. Die Nachdüngung erfolgte als Bewässerungsdüngung mit gleichbleibenden Wochenportionen und mit zeitlich angepassten Wochenportionen. Obwohl der Gehalt an Nährstoffen in den beiden Substraten unterschiedlich war (Stender D400 mit Xylit 44 mg N/l und Patzer GS90 220 mg N/l), spiegelte sich das kaum in den Pflanzenmerkmalen wider. In beiden Substraten kam es durch das reichliche Düngerangebot zu einer starken Erhöhung des Salzgehaltes, im D400 mit Xylit auf bis zu 5 g/l und im GS90 auf bis zu 6 g/l. Dabei waren die höchsten Salzgehalte bei der Bewässerungsdüngung zu verzeichnen.

Tabelle 18: Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz Poinsettien, LfULG Dresden-Pillnitz 2008

Merkmal	Bewässerungs- düngung GS 90	konstante Wochen- portionen GS 90	wechselnde Wochen- portionen GS 90	Bewässerungs- düngung D400 mit Xylit	konstante Wochen- portionen D400 mit Xylit	wechselnde Wochen- portionen D400 mit Xylit
Pflanzenhöhe in cm	22,8 ^a	23,5 ^a	23,6 ^a	22,9 ^a	23,5 ^a	23,1 ^a
Pflanzenbreite in cm	40,5 ^a	40,8 ^a	40,7 ^a	40,1 ^a	40,0 ^a	41,5 ^a
Brakteendurchmesser in cm	23,9 ^a	23,8 ^a	24,3 ^a	23,4 ^a	24,3 ^a	24,3 ^a
Anzahl Triebe	3,4 ^a	3,6 ^a	3,3 ^a	3,4 ^a	3,5 ^a	3,6 ^a
Cyathienzustand*	3,2 ^a	3,3 ^a	3,3 ^a	3,2 ^a	3,4 ^a	3,3 ^a
Gesamteindruck*	7,8 ^a	8,2 ^b	8,3 ^b	7,8 ^a	8,3 ^b	8,3 ^b
Sprossmasse in g	89 ^a	92 ^a	93 ^a	88 ^a	93 ^a	91 ^a
N _{min} -Gehalt Ausgangssubstrat in mg/Topf	220	220	220	44	44	44
Salzgehalt im Substrat zu Kulturende in g/l	6,1	5,1	5,4	4,3	3,7	4,0
Veränderung im Substrat N _{min} in mg/Topf	+490	+271	+305	+400	+244	+322
Zufuhr über Bewässerung in mg N/Pfl	749	689	658	749	689	658
N-Bilanz in mg N/Pfl	259	418	353	349	445	336

* Boniturnoten 1-9 (Cyathienzustand von 1=2-4 mm Knospen über 5=erste Staubfäden und Nektardrüsen sichtbar bis 9=Cyathien abgefallen; Gesamteindruck von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c}Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

In den Kulturjahren 2007 und 2008 erfolgte die Düngung auf einem sehr hohen Niveau, sodass es zu einer Anreicherung von Nährstoffen im Substrat und einer starken Erhöhung des Salzgehaltes kam. Trotzdem konnten sehr gute Pflanzenqualitäten produziert werden. Die Bewässerungsdüngung wies den höchsten Salzgehalt auf und war etwas schlechter im Gesamteindruck. Hier zeigen sich die Vorteile einer mengenbilanzierten Düngung, auch wenn das Gesamtniveau der Nährstoffversorgung zu hoch war.

2009

Das Ziel war eine Zufuhr von 600 mg Stickstoff je Pflanze über die Nachdüngung. Als Substrat wurde wiederum D400 mit Xylit eingesetzt, dessen Ausgangsdaten mit 473 mg N/l, 168 mg P₂O₅/l und 457 mg K₂O/l sehr hoch waren.

In der Endauswertung konnten zwischen Bewässerungsdüngung, konstanten Wochenportionen und angepassten Wochenportionen keine wesentlichen Unterschiede in der Pflanzenqualität festgestellt werden. Bei den angepassten Wochenportionen war

die Wurzelqualität durch einen geringeren Salzgehalt im Substrat etwas besser. Die Wochenportionen führten zu etwas kompakteren Pflanzen gegenüber der Bewässerungsdüngung. Diese Unterschiede sind aber ohne wirtschaftliche Bedeutung.

Die Varianten mit Depotdünger waren dagegen deutlich kleiner und wurden auch im Gesamteindruck schlechter bewertet. Die besten Pflanzenqualitäten der Depotdüngervarianten wurden mit Mannacote 6M erzielt. Hier besteht noch Klärungsbedarf, ob ein 3-4-Monatsdünger dem Bedarf der Poinsettien besser entspricht. Die Wurzelqualität war bei Depotdünger besser als in den Varianten mit Bewässerungsdüngung.

Tabelle 19: Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz Poinsettien, LfULG Dresden-Pillnitz 2009

	Bewässerungs- düngung	konstante Wochen- portionen	wechselnde Wochen- portionen	Osmocote EX.Standard 5- 6M	Basacote Plus 6M	Mannacote 6M
Pflanzenhöhe in cm	24,7 ^d	23,5 ^c	23,8 ^{cd}	22,3 ^b	20,9 ^a	22,3 ^b
Pflanzenbreite in cm	43,1 ^e	39,6 ^{cd}	40,5 ^d	36,9 ^b	33,6 ^a	38,8 ^c
Brakteendurch-messer in cm	23,8 ^a	24,0 ^a	23,6 ^a	24,2 ^a	23,5 ^a	24,3 ^a
Cyathienzustand*	3,4 ^a	4,0 ^b	3,9 ^b	3,8 ^a	3,8 ^b	3,3 ^a
Triebanzahl	4,0 ^b	3,7 ^{ab}	4,0 ^b	3,6 ^a	3,5 ^a	3,7 ^{ab}
Gesamteindruck*	8,4 ^d	8,2 ^{cd}	8,4 ^d	6,9 ^a	7,3 ^b	7,9 ^{bc}
Frischmasse in g	92 ^c	77 ^b	88 ^c	75 ^b	62 ^a	79 ^b
Durchwurzlung*	5,8 ^{ab}	5,6 ^{ab}	6,1 ^b	5,5 ^{ab}	6,0 ^b	5,2 ^a
Wurzelqualität*	6,2 ^a	6,1 ^a	6,7 ^b	7,5 ^c	7,6 ^c	7,6 ^c
bilanzierte N-Zufuhr je Pflan- ze in mg	889	889	969	< 984 ^{**}	< 979 ^{**}	< 917 ^{**}

* Boniturnoten 1-9 (Cyathienzustand von 1=2-4 mm Knospen über 5=erste Staubfäden und Nektardrüsen sichtbar bis 9=Cyathien abgefallen; Gesamteindruck, Durchwurzlung und Wurzelqualität von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

^{**} Restmengen im Depotdünger wurden nicht berücksichtigt



Abbildung 17: *Euphorbia pulcherrima* 'Premium White' und 'Christmas Feelings' in den Düngungsvarianten Bewässerungsdüngung (1), konstante Wochenportionen (2), angepasste Wochenportionen (3), Osmocote Exact Standard 5-6M (4), Basacote Plus 6M (5) und Mannacote 6M (6), LfULG Dresden-Pillnitz 2009

2010

Es konnten zwei unterschiedliche Versuche zur mengenbilanzierten Düngung bei Poinsettien durchgeführt werden. Als Substrat wurde Stender D400 mit Xylit mit einem Anfangsgehalt von 123 mg N/l verwendet. In den Versuchen zur Entwicklung von Kulturprogrammen wurde in zwei Sätzen kultiviert (Topftermine in KW 26 und KW 30). Neben einer Bewässerungsdüngung erfolgte die Nährstoffversorgung über konstante und wechselnde Wochenportionen. Das Ziel war eine Zufuhr von 700 mg Stickstoff je Pflanze über die Nachdüngung.

Tabelle 20: Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz Poinsettien LfULG Dresden-Pillnitz 2010

	Bewässerungs- düngung 1. Satz	konstante Wochen- portionen 1. Satz	angepasste Wochen- portionen 1. Satz	Bewässerungs- düngung 2. Satz	konstante Wochen- portionen 2. Satz	angepasste Wochen- portionen 2. Satz
Pflanzenhöhe in cm	24,2 ^b	24,9 ^{bc}	25,2 ^c	19,6 ^a	20,4 ^a	19,6 ^a
Pflanzenbreite in cm	40,9 ^b	42,1 ^c	45,4 ^d	35,5 ^a	36,5 ^a	36,4 ^c
Brakteendurchmesser in cm	22,9 ^b	22,9 ^b	21,9 ^a	25,1 ^c	24,9 ^c	24,5 ^c
Cyathienzustand*	3,1 ^a	3,1 ^a	3,0 ^a	6,6 ^d	6,0 ^c	4,2 ^b
Triebanzahl	4,4 ^b	4,5 ^b	4,4 ^b	3,4 ^a	3,5 ^a	3,5 ^a
Gesamteindruck*	7,1 ^b	7,1 ^b	6,7 ^a	7,5 ^c	7,7 ^d	7,5 ^{cd}
Frischmasse in g	95 ^c	101 ^d	107 ^e	56 ^a	63 ^b	62 ^b
Durchwurzelung*	5,3 ^c	5,3 ^c	5,1 ^c	3,7 ^b	3,6 ^b	3,2 ^a
Wurzelqualität*	6,8 ^a	6,8 ^{ab}	6,9 ^{ab}	7,0 ^b	7,4 ^c	7,5 ^c
bilanzierte N-Zufuhr je Pflanze in mg	801	759	737	420	349	331

* Boniturnoten 1-9 (Cyathienzustand von 1=2-4 mm Knospen über 5=erste Staubfäden und Nektardrüsen sichtbar bis 9=Cyathien abgefallen; Gesamteindruck, Durchwurzelung und Wurzelqualität von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

Die unterschiedlichen Witterungssituationen ergaben deutliche Unterschiede zwischen den beiden Sätzen in der Pflanzenentwicklung und in der Nährstoffaufnahme. Im 1. Satz konnten die geplanten Düngermengen den Pflanzen zugeführt werden. Im 2. Satz waren die Jungpflanzen schwächer und die witterungsbedingt langsamere Pflanzenentwicklung führte zu einer geringeren Nährstoffaufnahme. Im Laufe der Kultur kam es zu einer Nährstoffanreicherung im Substrat und in der Nährlösung. Zwischen Bewässerungsdüngung, konstanten Wochenportionen und angepassten Wochenportionen konnten keine wesentlichen Unterschiede in der Pflanzenqualität festgestellt werden. Bei den angepassten Wochenportionen war die Wurzelqualität durch einen geringeren Salzgehalt im Substrat etwas besser.



Abbildung 18: Unterschiedliche Düngungsvarianten von *Euphorbia pulcherrima* 'Cortez' aus zwei Sätzen, LfULG Dresden-Pillnitz 2010

In einem weiteren Versuch wurden unter natürlichen Kurztagsbedingungen (Topfen KW 30) verschiedene Möglichkeiten der Gestaltung der Düngerpause getestet. Außer einer Standard-Bewässerungsdüngung wurde mit konstanten Wochenportionen, mit einer Düngungspause in KW 36 bis 41 und mit Düngergaben zum Austrieb und zur Brakteenbildung gearbeitet. Als weitere Varianten erfolgte die Anfangsbefüllung der Nährlösungsbehälter mit Wasser oder mit 0,06%iger Nährlösung.

Tabelle 21: Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz der Poinsettien bei Düngung in unterschiedlichen Zeitabschnitten
LfULG Dresden-Pillnitz 2011

	Bewässerungs- düngung	konstante Wochen- portionen	Nachdüngungs- pause KW 36 bis 41, Start mit Dünger	Nachdüngungs- pause KW 36 bis 41, Start ohne Dünger	Düngung in KW 32 bis 34 und KW 42/43, Start ohne Dünger	Düngung in KW 32 bis 34 und KW 42/43, Start mit Dünger
Pflanzenhöhe in cm	18,6 ^a	19,1 ^{ab}	19,6 ^{bc}	20,0 ^{bc}	20,6 ^c	20,0 ^{bc}
Pflanzenbreite in cm	27,5 ^a	30,0 ^b	31,0 ^{bc}	30,4 ^b	34,1 ^d	32,2 ^c
Brakteendurch-messer in cm	19,5 ^a	20,4 ^{ab}	19,6 ^a	19,7 ^a	21,6 ^c	20,8 ^{bc}
Cyathienzustand*	3,2 ^a	3,9 ^{ab}	3,2 ^a	3,1 ^a	4,8 ^b	4,9 ^b
Triebanzahl	3,1 ^a	3,3 ^a	3,5 ^a	3,5 ^a	3,5 ^a	3,4 ^a
Gesamteindruck*	5,9 ^a	6,8 ^{bc}	6,5 ^b	6,7 ^{bc}	7,0 ^c	6,7 ^{bc}
Frischmasse in g	39 ^a	45 ^b	46 ^b	47 ^b	51 ^c	48 ^{bc}
Durchwurzlung*	3,5 ^a	3,4 ^a	3,2 ^a	3,5 ^a	3,4 ^a	3,6 ^a
Wurzelqualität*	6,3 ^a	6,4 ^a	6,4 ^a	6,0 ^a	6,3 ^a	6,6 ^a
bilanzierte N-Zufuhr je Pflanze in mg	413	309	308	302	191	236

* Boniturnoten 1-9 (Cyathienzustand von 1=2-4 mm Knospen über 5=erste Staubfäden und Nektardrüsen sichtbar bis 9=Cyathien abgefallen; Gesamteindruck, Durchwurzlung und Wurzelqualität von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c}Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

Durch die kühle und lichtarme Witterung im August und September verlief die Pflanzenentwicklung sehr langsam. Die Pflanzen waren in allen Varianten relativ klein und die Frischmasse zum Versuchsende lag weit unter dem Durchschnitt anderer Jahre. Dementsprechend war auch der Nährstoffverbrauch gering. In den Varianten mit kontinuierlicher Versorgung waren in der ersten Kulturhälfte sehr hohe Salz- und Nährstoffgehalte zu verzeichnen. In allen Varianten war eine schlechte Durchwurzlung zu beobachten. Die besten Qualitäten konnten in der Variante mit Wasserbefüllung zu Versuchsbeginn und zwei Düngungsphasen zum Austrieb und zur Brakteenbildung erreicht werden.



Abbildung 19: Unterschiedliche Düngungsvarianten von *Euphorbia pulcherrima* 'Already Red', LfULG Dresden-Pillnitz 2010

2011

Die Versuche zur Entwicklung von Kulturprogrammen wurden in wesentlichen Einstellungen wiederholt. Es erfolgte die Kultur in zwei Sätzen mit konstanten Wochenportionen, wechselnden Wochenportionen und Einsatz von zwei verschiedenen Depotdüngern. Die Pflanzen des 1. Satzes waren wiederum deutlich größer als im 2. Satz. Die Aufwandmenge von 4 g Depotdünger war sowohl bei einem 3-4-Monatsdünger als auch bei dem 5-6-Monatsdünger zu gering. Die Pflanzen hatten helle Blätter und Nährstoffmangelsymptome.

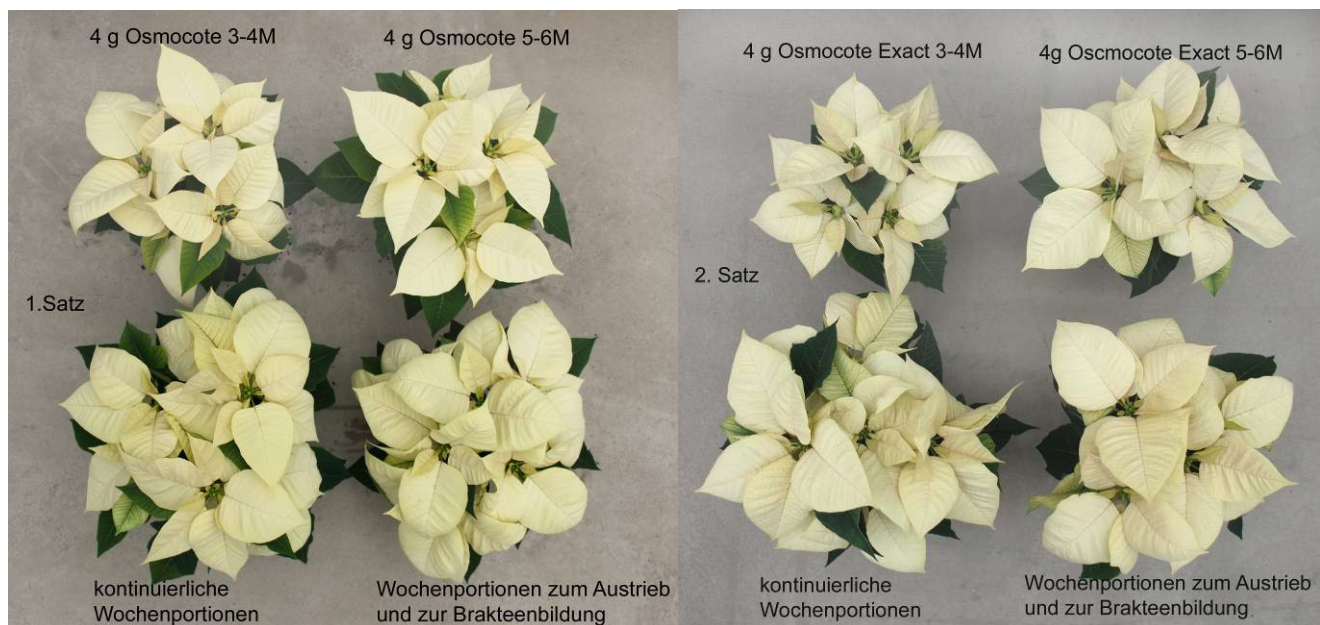


Abbildung 20: Unterschiedliche Düngungsvarianten von *Euphorbia pulcherrima* 'Premium White', LfULG Dresden-Pillnitz 2011

Tabelle 22: Pflanzenmerkmale und Stickstoffbilanz Poinsettien, LfULG Dresden-Pillnitz 2011

	konstante Wochen- portion 1.Satz	wechselnde Wochen- portion 1.Satz	Osmocote Exact Stan- dard 3-4M 1.Satz	Osmocote Exact Stan- dard 5-6M 1.Satz	konstante Wochen- portion 2.Satz	wechselnde Wochen- portion 2.Satz	Osmocote Exact Stan- dard 3-4M 2.Satz	Osmocote Exact Stan- dard 5-6M 2.Satz
Höhe in cm	27,9 ^e	27,3 ^e	24,3 ^d	24,2 ^d	23,8 ^d	23,0 ^c	20,2 ^a	21,5 ^b
Breite in cm	46,6 ^f	46,2 ^f	43,5 ^{de}	41,9 ^c	44,0 ^e	42,3 ^{cd}	36,5 ^a	38,2 ^b
Brakteendurchmes- ser in cm	29,4 ^e	28,9 ^{de}	27,6 ^c	28,0 ^{cd}	26,3 ^b	25,4 ^{ab}	24,8 ^a	26,0 ^b
Cyathienstadium*	3,6c	3,7c	3,2b	3,3b	2,6a	2,6a	2,7a	2,7a
Triebanzahl	4,1 ^{bcd}	4,1 ^{bcd}	4,0 ^{abc}	3,8 ^{ab}	4,4 ^d	4,3 ^{cd}	3,7 ^a	3,9 ^{ab}
Gesamteindruck*	8,5 ^f	8,2 ^{de}	7,8 ^{bc}	8,0 ^{cd}	8,5 ^{ef}	8,3 ^{ef}	7,2 ^a	7,7 ^b
Frischmasse in g	115,2 ^f	112 ^f	99,9 ^e	97,7 ^e	90,2 ^d	83,7 ^c	75,6 ^b	69,0 ^a
Durchwurzlung*	5,2 ^{bc}	5,8 ^d	5,4 ^{cd}	5,8 ^d	4,6 ^a	4,6 ^a	4,9 ^{ab}	5,2 ^{bc}
Wurzelqualität*	7,3 ^b	7,5 ^b	6,9 ^a	7,4 ^b	8,1 ^c	8,0 ^c	7,8 ^c	8,1 ^c
N _{min} Veränderung g/l	-29	-24	-48	-72	-5	74	-43	-40
P ₂ O ₅ Veränderung	27	34	-88	-78	-53	-30	-85	-49
K ₂ OVeränderung	-46	-5	-67	-130	0	58	-55	-57
N-Bilanz	518	408			449	308		
Nlsg-Verbrauch/Pfl	8,1	8,4	8	8	6,4	6	6	6

* Boniturnoten 1-9 (Cyathienzustand von 1=2-4 mm Knospen über 5=erste Staubfäden und Nektardrüsen sichtbar bis 9=Cyathien abgefallen; Gesamteindruck, Durchwurzlung und Wurzelqualität von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

^{a,b,c}Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

Zusammenfassung Poinsettien

- Mit den verschiedenen Düngungsvarianten der mengenbilanzierten Düngung bei Poinsettien konnten sehr gute Pflanzenqualitäten produziert werden.
- Der bereits in anderen Versuchen festgestellte Bedarf von mittelgroßen Mehrtriebern von 600 bis 700 mg Stickstoff je Topf (RÖBER & SCHACHT 2008) wurde bestätigt. Wochenportionen von 40 mg N/Pfl über ca. 17 Wochen können diesen Bedarf abdecken
- In einigen Versuchen wirkte sich eine niedrige Anfangskonzentration der Nährlösung günstig auf die Pflanzenqualität aus. So entwickelten sich die Pflanzen bei einer Anfangsbefüllung der Vorratsbehälter mit Wasser und zwei Düngungsperioden zum Austrieb und zur Brakteenbildung sehr gut.
- Die einstrahlungsreichen Wachstumsbedingungen bei zeitigen Sätzen von Poinsettien können bei Bewässerungsdüngung leicht zu einer Überversorgung führen. Dieses wird durch eine mengenbilanzierte Düngung vermieden.
- Eine Versorgung mit 4 g Depotdünger ist zu gering. Es sollten 5 g Depotdünger je Topf verwendet werden. Ein 5-6-Monatsdünger ist besser geeignet als ein 3-4-Monatsdünger.

4.4 Cyclamen

Eine umfangreiche Testung des Einsatzes verschiedener Depot- und Langzeitdünger bei Cyclamen erfolgte im Jahr 2009 in Dresden-Pillnitz. In einem geschlossenen Bewässerungssystem wurden 19 verschiedene Depotdünger in zwei unterschiedlichen Konzentrationen bei Cyclamen im 11 cm-Topf getestet. Als Substrat wurde E910 von der Firma Stender eingesetzt (135 mg N_{min}/l, 99 mg P₂O₅/l, 215 mg K₂O/l, pH 5,7 und 1,1 g Salz/l). Die Zugabe der unterschiedlichen Depotdünger erfolgte mit dem Dosiersystem an der Topfmaschine als Punktdüngung ins Pflanzloch. Die Dosierung erfolgte in zwei Varianten in Höhe von 450 mg und 600 mg Stickstoff je Topf. In Abhängigkeit von der Stickstoffkonzentration im Dünger bedeutete das 2 bis 5 g Depotdünger je Topf. Die geplante Kulturzeit lag bei vier bis fünf Monaten. Weil der Kulturzeitraum die warmen Sommermonate umfasste und damit mit einem schnelleren Fließen des Düngers zu rechnen war, wurden neben 5-6-Monatsdüngern auch 8-9-Monatsdünger getestet. Des Weiteren kamen Hornspäne, Horngrieß und Schafwollpellets zum Einsatz. Die Erfassung der pflanzenbaulichen Merkmale im Versuch erfolgte bei drei offenen Blüten an den Messpflanzen.

Wichtig für eine gute Pflanzenentwicklung ist die gleichmäßige Bereitstellung der Nährstoffe aus den Depotdüngern. In fast allen Düngervarianten war im August ein sehr starker Anstieg der zur Verfügung stehenden Nährstoffe zu verzeichnen. Die Substrattemperaturen lagen in diesem Zeitraum oft um 25 °C (Maximalwert 32 °C) und führten offensichtlich zu einer zügigen Nährstoffabgabe. Der Anstieg des Nährstoffgehaltes im August erfolgte bei 8-9-Monatsdüngern etwas weniger stark. Bei einer optischen Bewertung der Düngerkugeln zum Versuchsende schien noch relativ viel Dünger enthalten zu sein. Obwohl der Kaliumgehalt im Substrat nicht sehr hoch war, brachte der Einsatz der kaliumbetonten Depotdünger keinen positiven Effekt. Weil die Aufwandmenge entsprechend des Stickstoffgehaltes des Düngers gewählt wurde, war die Salzbelastung im Substrat bei diesen Düngern sehr hoch.

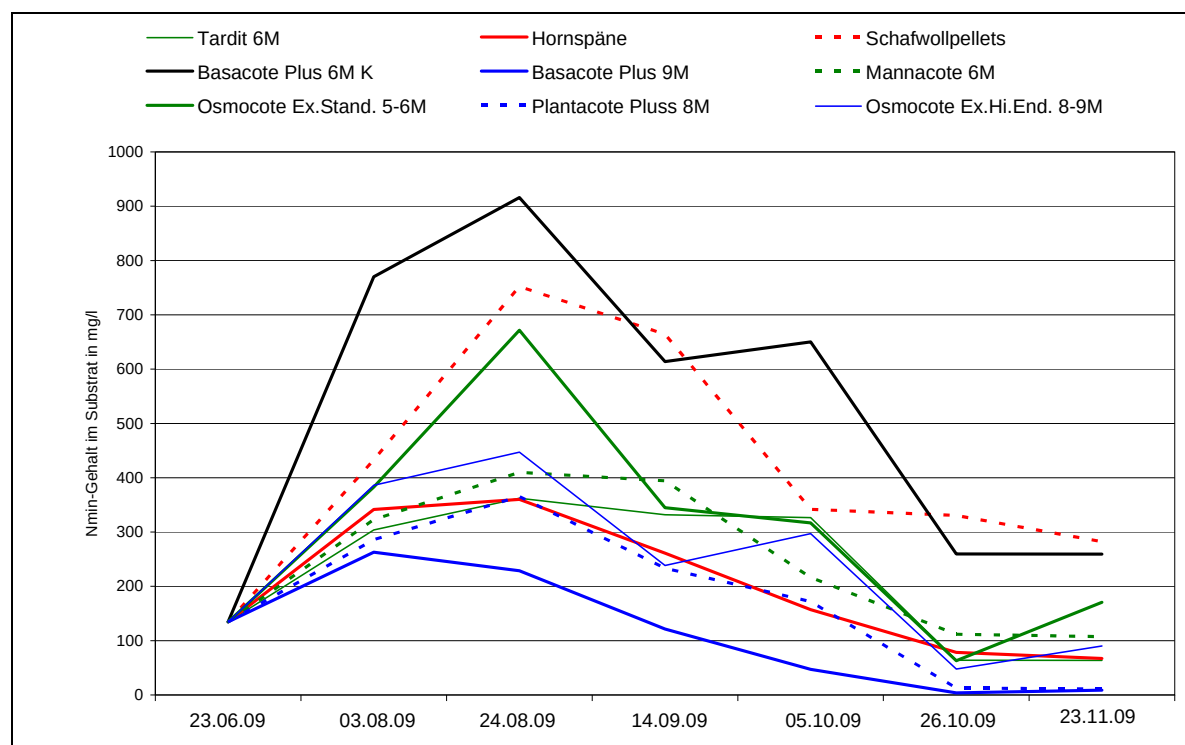


Abbildung 21: Entwicklung des N_{min}-Gehaltes bei Cyclamen mit unterschiedlichen Depotdüngern und einer Aufwandmenge von 600 mg N/Topf, LfULG Dresden-Pillnitz 2009

Insgesamt gute pflanzenbauliche Ergebnisse und eine etwas gleichmäßigere Freigabe des Düngers wurden bei Basacote Plus 9M, Mannacote 6M, Plantacote Pluss 8M, Osmocote Exact Standard 8-9M, Osmocote Exact Hi.End 8-9M, Tardit 6M sowie bei Hornspänen festgestellt. Bei einer Aufwandmenge an Depotdünger von 450 mg N/Topf (bei einem N-Gehalt von 15 % sind das 3 g Depotdünger je 11 cm-Topf) waren die Pflanzen etwas kleiner und leichter als die 600 mg-Variante (4 g/Topf), wurden aber im Gesamteindruck besser bewertet.

Tabelle 23: Ausgewählte Versuchsergebnisse bei der Kultur von Cyclamen im 11 cm-Topf, Aufwandmenge 450 mg N/Topf, LfULG Dresden-Pillnitz 2009

Dünger	Pflanzen- höhe in cm	Laubhöhe in cm	Pflanzen- durchmes- ser in cm	Gesamtein- druck*	Frisch- masse in g	Kulturdauer in Tagen	Ausge- glichen- heit**	N-Veränd. im Substrat in mg/l
Basacote Plus 6M	20,3	10,7	27,6	7,8	110	121	7,1	-105
Basacote Plus 6M K	18,7	11,4	28,5	6,5	106	132	7,6	-29
Basacote Plus 9M	18,1	8,6	23,5	7,7	82	116	7,6	-134
Blühdepot 6M	20,6	10,9	28,5	8,0	118	126	7,2	-49
Horngrieß S1	18,4	9,2	24,4	7,8	86	120	7,0	-38
Hornspäne S2	19,1	9,2	25,0	8,0	85	123	7,2	-68
Mannacote 6M	20,2	10,5	27,7	8,1	118	118	7,4	-100
Mannacote 8M	19,9	10,9	27,7	7,9	113	121	7,2	-65
Osmocote Exact Hi.End 5-6M	20,6	11,2	28,6	7,7	123	124	7,2	-82
Osmocote Exact Hi.End 8-9M	19,8	11,1	29,0	8,0	124	127	6,9	-110
Osmocote Exact Stand.High K 5-6M	20,9	12,2	30,4	7,4	133	127	6,8	-87
Osmocote Exact Stand.High K 8-9M	20,5	12,0	30,6	7,7	141	124	7,0	-126
Osmocote Exact Standard 5-6M	20,2	11,3	28,9	7,9	124	120	7,0	-110
Osmocote Exact Standard 8-9M	20,6	11,2	29,5	8,1	122	126	6,8	-83
Plantacote Pluss 6M	20,5	10,8	28,8	8,1	119	126	7,0	-70
Plantacote Pluss 8M	20,4	10,4	27,9	8,3	112	122	6,8	-112
Tardit 6M	19,4	10,6	27,9	7,8	119	116	7,1	-99
Tardit 9M	19,5	10,4	27,2	8,0	111	118	6,8	-112

* Bonitur (1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut);** Bestandsbonitur



Abbildung 22: *Cyclamen persicum* 'Latinia Premium Rouge Vif' mit 3 g Depotdünger je Topf Basacote 9M, Mannacote 6M, Plantacote Pluss 8M, Osmocote Exact Standard 8-9M, Tardit 6M und 4 g/Topf Hornspäne, LfULG Dresden-Pillnitz 2009

Zusammenfassung Cyclamen

- Eine Vollversorgung mit Depotdünger ist bei Cyclamen sehr gut möglich und kann im 11er-Topf mit 450 mg N/Pflanze realisiert werden. Bei einem Stickstoffgehalt von 15 % sind das 3 g Depotdünger je Topf.
- Bei einem Einsatz von 8-9-Monatsdüngern ist der Anstieg des Stickstoffgehaltes im Substrat an warmen Sommertagen geringer als bei 5-6-Monatsdüngern.
- Ein Einsatz von kaliumbetonten Depotdüngern brachte bei Cyclamen keine Vorteile. Weil die Dosierung entsprechend des N-Gehaltes erfolgte, war die Salzbelastung im Substrat sehr hoch.
- Sehr gute Pflanzenqualitäten wurden auch mit Horngrieß und Hornspänen als Punktdüngung erreicht. Eine Aufwandmenge von 4 g je 11er-Topf ist bei einer Grunddüngung des Substrates mit 1 g Salz/l ausreichend.

5 Kostenvergleich

Eine kostenmäßige Einschätzung der unterschiedlichen Verfahren ist nur schwer möglich und von den betrieblichen Gegebenheiten abhängig. Am Beispiel von Poinsettien soll aber ein Vergleich der Kosten für Dünger in einem geschlossenen System versucht werden.

Zur Berechnung werden folgende Bedingungen festgelegt:

- 1.000 Pflanzen
- 12er-Topf
- Kulturdauer 15 Wochen
- Grunddüngung des Substrates mit 1 kg MND/m³
- MND mit 15 % N
- Preis MND ca. 1,45 €/kg
- Preis Depotdünger 5-6M ca. 3,70 €/kg
- Preis Hornspäne ca. 1,20 €/kg

Varianten:

- | | |
|---|---------|
| a) Bewässerungsdüngung mit 90 mg N/l NL bei Nährlösungsverbrauch von 6 l/Pfl → 540 g N = 3,6 kg MND | 5,22 € |
| b) Bewässerungsdüngung mit 90 mg N/l NL bei Nährlösungsverbrauch von 9 l/Pfl → 810 g N = 5,4 kg MND | 7,83 € |
| c) Wochenportionen insgesamt 680 mg N/Pfl = 4,5 kg MND | 6,52 € |
| d) Depotdünger 5-6M als Punktdüngung 5 g/Topf → 5 kg Depotdünger | 18,50 € |
| e) Hornspäne 7 g/Topf → 7 kg Hornspäne | 8,40 € |

Die Düngerkosten bei der Bewässerungsdüngung schwanken in Abhängigkeit des Nährlösungsverbrauchs. Kosten für den Dünger in der Nährlösung zum Ende der Kultur wurden nicht berücksichtigt.

Bei den Wochenportionen ist eine genauere Kalkulation möglich. Weil der Verbrauch an Nährlösung keinen Einfluss auf den Düngerbedarf hat, können die Düngerkosten genau bestimmt werden.

Beim Einsatz von Depotdüngern beträgt der Kostenaufwand für die Düngemittel das Dreifache gegenüber Nährsalzen. Für 1.000 Pflanzen bedeutet das einen Mehraufwand von ca. 12 €, je Pflanze also 1,2 Cent. Weil die Düngungskosten bei der Produktion von Topfpflanzen einen Anteil von unter 5 % ausmachen, kann hier eine Entscheidung nach betrieblichen und pflanzenbaulichen Gesichtspunkten getroffen werden.

In offenen Bewässerungssystemen und damit verbunden einer diskontinuierlichen flüssigen Nachdüngung sind die Verluste an Dünger bei einer Kalkulation zu berücksichtigen. Weil die Verluste in offenen Systemen im Freiland über 50 % betragen können, ist ein Einsatz von Depotdüngern, auch aus Gründen des Umweltschutzes, von Vorteil.

6 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

In Versuchen konnten verschiedene Verfahren der mengenbilanzierten Düngung in Dresden-Pillnitz getestet werden. Es wurden neben unterschiedlichen Wochenportionen an Dünger auch deren zeitliche Verteilung und der Einsatz von Depotdüngern untersucht. In fast allen Versuchsvarianten konnten sehr gute pflanzenbauliche Ergebnisse erzielt werden. Die Methoden zu einer mengenbilanzierten Düngung lassen sich relativ einfach realisieren.

Für den Einsatz von Wochenportionen sind die betrieblichen Bedingungen zu prüfen. Eine erfolgreiche Umsetzung des Konzeptes mit Wochenportionen kann nur mit einem abgestimmten Verhältnis zwischen Vorratsbehälter und zu bewässernder Tischfläche erfolgen. Dabei sollte die Wassermenge des Vorratsbehälters für die einmalige Bewässerung aller dazugehörigen Tischflächen ausreichen.

Die einfachste Form der Realisierung der Wochenportionen ist die wöchentliche Zugabe der gelösten Dünger per Hand in das System.

Bei einer Düngerzumischung über ein mengenproportionales Mischgerät kann die Wochenportion über die entsprechende Stammlösungsmenge festgelegt werden.

Eine automatische Befüllung mit dem Düngecomputer erfordert ein Computerprogramm zur Erfassung der Nährlösungsmengen und zur Veränderung des Soll-EC-Wertes. Bei einer Einbindung des Düngercomputers in eine RAM-Steuerung ist dies mit einem Access-Programm möglich.

Besonders in Jahren mit untypischer Witterung und bei Sommerkulturen ist eine mengenbilanzierte Düngung von Vorteil. Unterschiedliche Verdunstung und damit Nährlösungsverbrauch der Kulturen wirkt sich durch die Wochenportionen kaum auf den Nährstoff- und Salzgehalt im Substrat aus. Die Gefahr einer Unter- oder Überversorgung ist dadurch begrenzt. Bei einer auf die Kultur exakt abgestimmten Kalkulation und einer genauen Kenntnis des Nährstoffgehaltes im Ausgangssubstrat sind teure Laboranalysen des Substrates im Kulturverlauf nicht notwendig.

Der Einsatz moderner Depotdünger war bei vielen Versuchsvarianten sehr erfolgreich, ist aber mit höheren Kosten verbunden. Bei einer Vollversorgung mit Depotdüngern sind Laufzeit und Dosierung genau auf die geplante Kultur abzustimmen. Die Dosierung der Depotdünger muss mit einer nicht nutzbaren Restmenge an Nährstoffen von bis zu 20 % kalkuliert werden. Mit einer Punktdüngung wurden sehr gute Erfahrungen gemacht. Für eine erfolgreiche Anwachsphase sind eine gleichmäßige Substratfeuchte und kräftige Jungpflanzen wichtig. Substrate mit eingemischtem Depotdünger sind nicht lagerfähig.

Bei Hornspänen wurden teilweise gute Ergebnisse mit einer Punktdüngung erzielt. Weil die Hornspäne manuell in das Pflanzloch gegeben werden, ist der Arbeitsaufwand sehr hoch.

Wenn unterschiedliche Pflanzenarten auf einer Bewässerungseinheit kultiviert werden, bietet die Düngung mit Wochenportionen keine Vorteile gegenüber einer Bewässerungsdüngung. Die beste Anpassung an den Bedarf der einzelnen Pflanzenarten ist in diesem Fall mit Depotdünger möglich.

7 Anhang

Tabelle A1: Programmierungsschritte zur Realisierung von Wochenportionen über den Düngecomputer, eingebunden in einen Klimacomputer CC600 der Firma RAM, Herschingen

Schritt	Operation	Variable	Adresse/Schlüssel	Wert	Ergebnis	Bemerkung
1	Lade Konstante	1,8		1,8	1,8	EC-Wert zur Realisierung der Wochenportion
2	Setze Variable	EC-Dünger		1,8	1,8	
3	Lade Konstante	140		140	140	Festlegung der Nährlösungsmenge mit Dünger
4	Setze Variable	Nlsg-Sollmenge		140	140	
5	Sub CCAдресse	Nlsg-Menge	7275214W1	150	-10	Vergleich der Soll-Nährlösungsmenge mit der realisierten Menge, EC-Wert wird auf Wert von Wasser zurückgesetzt wenn Sollmenge erreicht ist
6	Wenn kleiner Null				-10	
7	Lade Konstante	0,3		0,3	0,3	
8	Setze CC-Adresse	EC-Sollwert	7250370W1	0,3	0,3	
9	Ende Wenn				0,3	
10	Lade CCAдресse	Wochentag	0000002W1	3	3	Festlegung des Wochentages und der Stunde, in der die neue Woche beginnt, d.h. wann Nährlösungsmenge wieder zurückgesetzt wird und der EC-Wert zur Befüllung mit Dünger angehoben wird
11	Mul Konstante	100		100	300	
12	Setze Stapel			300	300	
13	Lade Stunde			11	11	
14	Add Stapel			11	311	
15	Sub Konstante	205		205	106	
16	Wenn IstNull				106	
17	Lade Variable	EC-Dünger		1,8	1,8	Anhebung des EC-Wertes für neue Wochenportion
18	Setze CCAдресse	EC-Sollwert	7250370W1	1,8	1,8	
19	Lade Konstante	1		1	1	Rücksetzen der Nährlösungsmenge
20	Setze CCAдресse	Rückstellung	7275310W1	1	1	
21	Ende Wenn				1	

Nährlösungsmenge
mit Dünger

Microsoft Excel - Mappe2

D35

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	Pelargonien		Pflanzen	N je Pfl	N im MND	N je Becken	MND je Beck	Konz be	EC MND	EC Wasser	EC Gesamt
3			je Becken	mg	%	g	g	150	—Volumen	mS/cm	mS/cm
4	6	topfen	800	0	15	0	0,0	0,00	0,00	0,30	0,30
5	7	stutzen	800	0	15	0	0,0	0,00	0,00	0,30	0,30
6	8		800	50	15	40	266,7	1,78	2,60	0,30	2,90
7	9		800	50	15	40	266,7	1,78	2,60	0,30	2,90
8	10		800	50	15	40	266,7	1,78	2,60	0,30	2,90
9	11		800	50	15	40	266,7	1,78	2,60	0,30	2,90
10	12		800	50	15	40	266,7	1,78	2,60	0,30	2,90
11	13		800	50	15	40	266,7	1,78	2,60	0,30	2,90
12	14		800	50	15	40	266,7	1,78	2,60	0,30	2,90
13	15		800	50	15	40	266,7	1,78	2,60	0,30	2,90
14	16		800	50	15	40	266,7	1,78	2,60	0,30	2,90
15	17		800	50	15	40	266,7	1,78	2,60	0,30	2,90
16			Gesamt-N	500							
17											

$=\text{SUMME}(D5:D25)$ $F9 = C9 \cdot D9 / 1000$ $H9 = G9 / H3$ $K9 = I9 + J9$
 $G9 = F9 / E9 \cdot 100$ $I9 = O9 \cdot 1,46$

Abbildung A1: Kontinuierliche Wochenportionen mit einem Mehrnährstoffdünger bei Pelargonien - Kalkulationsbeispiel mit Excel-Tabelle

Nährlösungsmenge
mit Dünger

Microsoft Excel - Mappe2

E40

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	Helianthus - ansteigende Wochenportionen		Pflanzen	N je Pfl	N im MND	N je Becken	MND je Beck	Konz be	EC MND	EC Wasser	EC Gesamt
3			je Becken	mg	%	g	g	150	—Volumen	mS/cm	mS/cm
4	19	Aussaat		0	15	0	0,0	0,00	0,00	0,30	0,30
5	20			0	15	0	0,0	0,00	0,00	0,30	0,30
6	21	Topfen		0	15	0	0,0	0,00	0,00	0,30	0,30
7	22			0	15	0	0,0	0,00	0,00	0,30	0,30
8	23	Beginn Düngung	180	80	15	14,4	96,0	0,64	0,93	0,30	1,23
9	24		180	80	15	14,4	96,0	0,64	0,93	0,30	1,23
10	25		180	150	15	27	180,0	1,20	1,75	0,30	2,05
11	26		180	180	15	32,4	216,0	1,44	2,10	0,30	2,40
12	27		180	180	15	32,4	216,0	1,44	2,10	0,30	2,40
13	28		180	180	15	32,4	216,0	1,44	2,10	0,30	2,40
14	29		180	150	15	27	180,0	1,20	1,75	0,30	2,05
15			Gesamt-N	1000							
16											

$=\text{SUMME}(D5:D25)$ $F9 = C9 \cdot D9 / 1000$ $H9 = G9 / H3$ $K9 = I9 + J9$
 $G9 = F9 / E9 \cdot 100$ $I9 = O9 \cdot 1,46$

Abbildung A2: Ansteigende Wochenportionen mit Mehrnährstoffdünger bei Helianthus - Kalkulationsbeispiel mit Excel-Tabelle

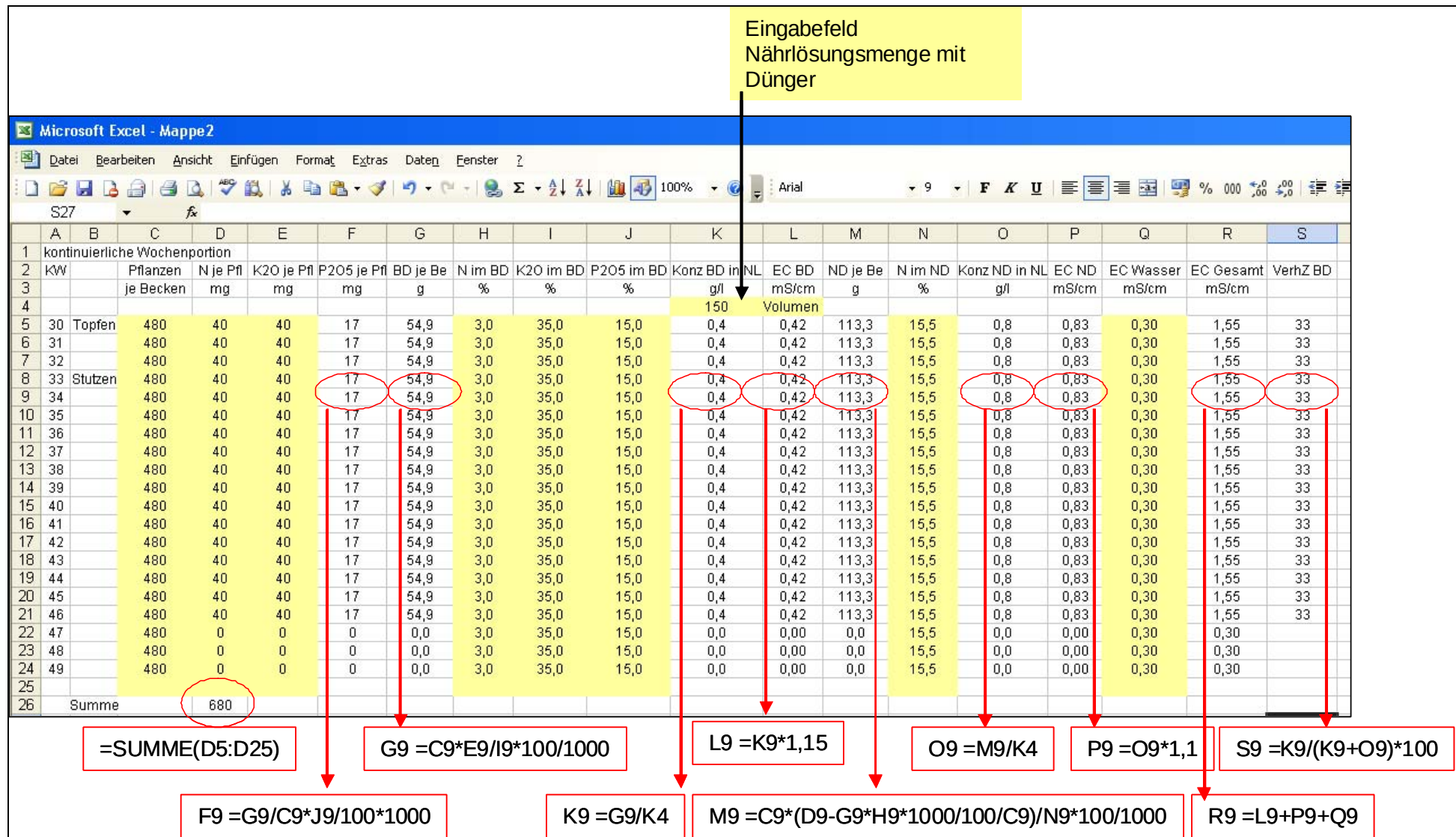


Abbildung A3: Kontinuierliche Wochenportionen mit Basisdünger und Kalksalpeter - Kalkulationsbeispiel mit Excel-Tabelle

Nährlösungsmenge
mit Dünger

Microsoft Excel - Mappe2

File Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Extras Daten Fenster ?

T19

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Düngung zum Austrieb und zur Brakteenbildung	KW	Pflanzen je Becken	N je Pfl mg	K2O je Pfl mg	P2O5 je Pfl mg	BD je Be g	N im BD %	K2O im BD %	P2O5 im BD %	Konz BD in NL g/l	EC BD mS/cm	ND je Be g	N im ND %	Konz ND in NL g/l	EC ND mS/cm	EC Wasser mS/cm	EC Gesamt mS/cm	VerhZ BD
4											150	Volumen							
5	30	Topfen	480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
6	31		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
7	32		480	115	115	49	157,7	3,0	35,0	15,0	1,1	1,21	325,6	15,5	2,2	2,39	0,30	3,90	33
8	33	Stutzen	480	115	115	49	157,7	3,0	35,0	15,0	1,1	1,21	325,6	15,5	2,2	2,39	0,30	3,90	33
9	34		480	115	115	49	157,7	3,0	35,0	15,0	1,1	1,21	325,6	15,5	2,2	2,39	0,30	3,90	33
10	35		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
11	36		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
12	37		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
13	38		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
14	39		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
15	40		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
16	41		480	115	115	49	157,7	3,0	35,0	15,0	1,1	1,21	325,6	15,5	2,2	2,39	0,30	3,90	33
17	42		480	115	115	49	157,7	3,0	35,0	15,0	1,1	1,21	325,6	15,5	2,2	2,39	0,30	3,90	33
18	43		480	115	115	49	157,7	3,0	35,0	15,0	1,1	1,21	325,6	15,5	2,2	2,39	0,30	3,90	33
19	44		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
20	45		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
21	46		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
22	47		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
23	48		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
24	49		480	0	0	0	0,0	3,0	35,0	15,0	0,0	0,00	0,0	15,5	0,0	0,00	0,30	0,30	
25																			
26		Summe		690															
27																			

$=SUMME(D5:D25)$

$G9 = C9 * E9 / I9 * 100 / 1000$

$L9 = K9 * 1,15$

$O9 = M9 / K4$

$P9 = O9 * 1,1$

$S9 = K9 / (K9 + O9) * 100$

$F9 = G9 / C9 * J9 / 100 * 1000$

$K9 = G9 / K4$

$M9 = C9 * (D9 - G9 * H9 * 1000 / 100 / C9) / N9 * 100 / 1000$

$R9 = L9 + P9 + Q9$

Abbildung A4: Wochenportionen zum Austrieb und zur Brakteenbildung mit Basisdünger und Kalksalpeter - Kalkulationsbeispiel mit Excel-Tabelle

Literatur

- ALTMANN, A.; LÖSEKRUG, CH. (2004): Einsatz von Depotdüngern zur vollständigen Ernährung von Freiland-Topfchrysanthemen möglich. In VdtGb Zp (Versuche im deutschen Gartenbau - Zierpflanzenbau, Rheinischer Landwirtschaftsverlag, Bonn) 2004, Nr. 42
- ALTMANN, A.; LÖSEKRUG, CH.; MÜLLER, A. (2004): Düngung beeinflusst Größe, Qualität und Blühtermin von Freiland-Topfchrysanthemen. In VdtGb Zp 2004, Nr. 41
- BELTZ, H. (2009): Depotdünger - Alternative zu Flüssigdünger. In DEGA Produktion & Handel 4(2009), S. 40-41
- DEGEN, B.; KOCH, R. (2004) Der Einsatz von 3 kg/m³ Osmocoe ohne flüssige Nachdüngung führt zu mittelgroßen Primeln in guter Qualität. In VdtGb Zp 2004, Nr. 111
- EVERS, G. (1998) Düngelexikon für den Gartenbau. Thalacker Medien, Braunschweig 1998
- FELDMANN, R. (2009) Poinsettien: Düngungshöhe und Nährstoffverhältnis. In Gb - Das Magazin für Zierpflanzenbau 4/2009, S. 30-32
- HANKE, H. (2004) Neue, verbesserte Frühjahrs-Topfstauden von S&G - unterschiedliche Auswirkung verschiedener Nachdüngung. In VdtGb Zp 2004, Nr 7
- HARM, U. (2004) Düngung von Freilandtopfstauden mit Depotdüngern und geringer Grunddüngung führt zu guten Ergebnissen. In VdtGb Zp 2004, Nr 8
- HARM, U. (2007) Neustadter Heft: Bodenanalyse und Düngung im Zierpflanzenbau. Herausgeber DLR Rheinlandpfalz, Neustadt an der Weinstraße 2007
- KOCH, R.; DEGEN, B. (2005) Organic Plant Feed als organischer Flüssigdünger führte zu ansprechenden Qualitäten. In VdtGb Zp 2005, Nr 4
- KOCH, R.; DEGEN, B. (2009) Poinsettien bedarfsgerecht mit Stickstoff düngen. In Gb - Das Magazin für Zierpflanzenbau 4/2009, S. 33-35
- RÖBER, R.; SCHACHT, H. (2008): Pflanzenernährung im Gartenbau. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 2008
- Scotts Deutschland, GmbH (2009): Professionelle Pflanzenernährung im Gartenbau, Auflage 01-01/2009, Nordhorn
- WARTENBERG, S. (2007): Wochenportionen von bis zu 330 mg Mehrnährstoffdünger 15-10-15 je Pflanze waren für die meisten Sommertopfpflanzen zu wenig. In VdtGb Zp 2007, Nr. 8
- WARTENBERG, S. (2008): Düngungsrichtlinie Zierpflanzenbau. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 20/2008
- WARTENBERG, S. (2008): Luftfeuchte und Zufuhr von Nährstoffen bei Poinsettien. In Gb - Das Magazin für Zierpflanzenbau 4 (2008), S. 26-28
- WARTENBERG, S. (2008): Luftfeuchte: Kleine Ursache - große Wirkung. In Gb - Das Magazin für Zierpflanzenbau 1 (2008), S. 26-28
- WARTENBERG, S. (2009): Luftfeuchte hatte bei Topfcyclamen deutlichen Einfluss auf die Nährstoffzufuhr und die Ausprägung wichtiger Pflanzenmerkmale. In VdtGbZp 2009, Nr. 36

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-0
Telefax: + 49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autorin:

Margret Dallmann
Abteilung Gartenbau/Referat Zierpflanzenbau
Lohmener Str.10, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-8204
Telefax: + 49 351 2612-8099
E-Mail: margret.dallmann@smul.sachsen.de

Redaktion:

s. Autorin

Redaktionsschluss:

28.02.2012

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <http://www.smul.sachsen.de/lfulg/6447.htm> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.