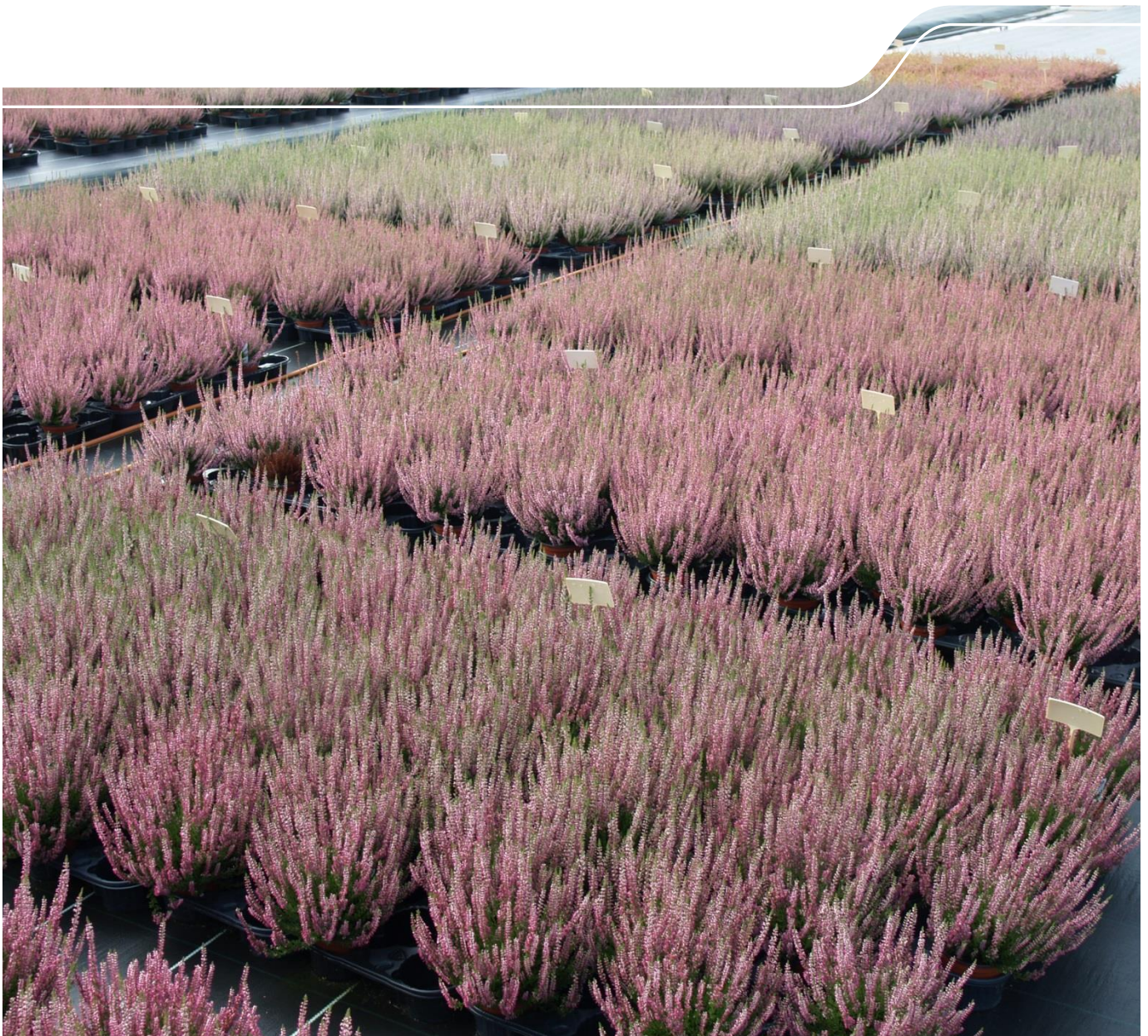


Vorratsdüngung bei Topfzierpflanzen im Freiland

Schriftenreihe, Heft 3/2016



Vollversorgung mit Vorratsdüngern bei Topfkulturen (Zierpflanzen) auf Gießwagenflächen im Freiland

Margret Dallmann

Inhalt

1	Einleitung	7
2	Situation bei der Düngung von Topfkulturen im Freiland	7
2.1.1	Flüssigdüngung	7
2.1.2	Teilbevorratung mit Depotdünger	8
2.1.3	Vollversorgung mit Depotdünger	8
3	Zielstellung des Projektes	9
4	Depotdünger	10
4.1	Eigenschaften	10
4.2	Dosiertechnik	12
4.3	Aufwandmengen	14
5	Versuche	15
5.1	<i>Calluna vulgaris</i>	15
5.1.1	Jahr 2011	16
5.1.2	Jahr 2012	17
5.1.3	Jahr 2013	18
5.1.4	Jahr 2014	20
5.1.5	Zusammenfassung	22
5.2	Sommertopfkulturen	22
5.2.1	Jahr 2012	23
5.2.2	Jahr 2014	24
5.3	Anzucht von Hortensien-Rohware	27
5.4	Substrat und Düngung bei der Staudenproduktion	29
5.5	Anzucht von <i>Rhodohypoxis baurii</i>	32
5.6	<i>Erica darleyensis</i>	34
6	Wirtschaftlichkeit	36
7	Zusammenfassung und Empfehlungen	37
	Literaturverzeichnis	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Dosierung von Depotdünger mit der „Elevator-Methode“ an der Topfmaschine	13
Abbildung 2:	Bei der „Elevator-Methode“ ist die gleichmäßige Verteilung des Depotdüngers im unteren Topfbereich nicht immer gewährleistet.	13
Abbildung 3:	<i>Calluna vulgaris</i> 'Rote Marlen', Punktdüngung mit Osmocote Exact Hi.End 5-6M im Versuchsjahr 2011 in Dresden-Pillnitz.....	17
Abbildung 4:	Gute Pflanzenqualität in allen Versuchsvarianten bei einer Vollversorgung mit Osmocote Exact Hi.End 5-6M bei <i>Calluna vulgaris</i> 'Hilda' in KW 38 im Jahr 2012	18
Abbildung 5:	Nur geringe Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten bei <i>Calluna vulgaris</i> 'Sandy', 2013	19
Abbildung 6:	Teilweise kleinere Pflanzen und Ausfälle in der Variante 8 g/Topf als Punktdüngung bei <i>Calluna vulgaris</i> 'Amethyst', 2013	20
Abbildung 7:	Verkaufsfähige Pflanzen der Sorten 'Aphrodite' und 'Marlies' in allen Düngevarianten im Versuchsjahr 2014	21
Abbildung 8:	<i>Cosmos sulphureus</i> 'Limara Citrin' und <i>Rudbeckia hirta</i> 'Toto Gold' in verschiedenen Versuchsvarianten, 2012.....	23
Abbildung 9:	Versuchsvarianten Sommertopf 2012 auf Freiland-Gießwagenfläche	24
Abbildung 10:	Pflanzenausfälle bei Gaillardien, 2014	25
Abbildung 11:	Auswirkung verschiedener Varianten der Vollversorgung mit Depotdünger auf den Gesamteindruck der blühenden Boniturlpflanzen bei Gaillardien, 2014.....	26
Abbildung 12:	Vollversorgung mit Osmocote Exact Standard High K 3-4M bei Gaillardia 'Rote Töne' in verschiedenen Dosierungen, 2014.....	26
Abbildung 13:	Pflanzen aus verschiedenen Varianten der Düngung bei <i>Hydrangea macrophylla</i> in KW 38	28
Abbildung 14:	Versuchsvarianten von <i>Lavandula angustifolia</i> 'Hidcote Blue' 5 Wochen nach dem Topfen in Dresden-Pillnitz	31
Abbildung 15:	Versuchsvarianten von <i>Festuca glauca</i> in Kalenderwoche 35 (8 Wochen nach dem Topfen) in Dresden-Pillnitz	31
Abbildung 16:	Versuchsvarianten in KW 09 von <i>Rhodohypoxis baurii</i> var. <i>baurii</i> (links) und 'Pictus' nach 5 Treibwochen.....	33
Abbildung 17:	Luft- und Substrattemperaturen in Dresden-Pillnitz bei <i>Erica x darleyensis</i> im 11 cm-Topf.....	35
Abbildung 18:	Die Wurzeln von <i>Erica x darleyensis</i> wachsen problemlos im Bereich der Depotdüngerkörner bei einer Aufwandmenge von 6 g Osmocote Exact Protect je Topf	35
Abbildung 19:	<i>Erica x darleyensis</i> 'Weiß' in KW 41 in unterschiedlichen Varianten der Punktdüngung.....	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Einfluss der Boden- bzw. Substrattemperatur auf die Wirkungsdauer von Depotdüngern (Beispiel nach Herstellerangaben)	10
Tabelle 2:	Vollumhüllte Depotdünger mit Spurennährstoffen (kein Anspruch auf Vollständigkeit).....	11
Tabelle 3:	Zusammenhang von Topfgröße, Substratvolumen und Depotdüngergehalt.....	14
Tabelle 4:	Übersicht der durchgeführten Versuche	15
Tabelle 5:	Auswirkungen verschiedener Varianten der Düngung auf ausgewählte Pflanzenmerkmale bei <i>Calluna vulgaris</i> 2011.....	16
Tabelle 6:	Auswirkungen von verschiedener Varianten der Depotdüngung auf ausgewählte Pflanzenmerkmale bei <i>Calluna vulgaris</i> 2012	18
Tabelle 7:	Auswirkungen verschiedener Varianten der Depotdüngung mit Osmocote Exact Hi.End 5-6M auf ausgewählte Pflanzenmerkmale bei <i>Calluna vulgaris</i> 2013	19
Tabelle 8:	Auswirkungen verschiedener Varianten der Depotdüngung auf ausgewählte Pflanzenmerkmale der verkaufsfähigen Pflanzen bei <i>Calluna vulgaris</i> , 2014.....	20
Tabelle 9:	Gesamteindruck bei verschiedenen Depotdüngervarianten bei Sommertopfkulturen unter dem Freilandgießwagen 2012	24
Tabelle 10:	Übersicht der verwendeten Dünger und der theoretisch verfügbaren Stickstoffmengen bei <i>Gaillardia</i> 2014.....	25
Tabelle 11:	Düngungsvarianten bei der Vorkultur (Freilandphase) von <i>Hydrangea macrophylla</i> , 2011	27
Tabelle 12:	Auswirkungen verschiedener Varianten der Düngung auf ausgewählte Pflanzenmerkmale bei <i>Hydrangea macrophylla</i> ; Einzelmessungen nur an verkaufsfähigen Pflanzen.....	29
Tabelle 13:	Versuchsaufbau Substrat und Düngung bei der Staudenproduktion	30
Tabelle 14:	Tipps zu Substrat und Düngung bei der Staudenproduktion im Standard-Vierecktopf P 0,5	32
Tabelle 15:	Auswirkungen verschiedener Varianten der Depotdüngung in der Vorkultur auf ausgewählte Pflanzenmerkmale zum Blühbeginn bei <i>Rhodohypoxis baurii</i> 2015.....	33
Tabelle 16:	Versuchsvarianten zur Vollversorgung mit Depotdünger bei <i>Erica x darleyensis</i> 2015	34
Tabelle 17:	Drei Düngungsvarianten bei Callunen im Kostenvergleich (nach BELTZ 2010)	37

Abkürzungsverzeichnis

EC	EC-Wert, electric conductivity; Elektrische Leitfähigkeit in mS/cm
DCT	Dual Coating Technology (EVERRIS 2013); Doppelumhüllungstechnologie
KW	Kalenderwoche
Pfl	Pflanze
QP	QuickPot (Anzuchtplatten der Fa. HerkuPlast)

1 Einleitung

In vielen sächsischen Gartenbaubetrieben werden auf Freilandflächen verschiedene Zierpflanzen in Töpfen und Containern produziert. Einen bedeutenden Anteil haben die Azerca-Betriebe, die in den Sommermonaten große Flächen mit Freilandgießwagen nutzen. Die Hauptkulturen sind dabei *Erica gracilis*, *Calluna vulgaris* und andere Heidearten. Aber auch Chrysanthemen, viele Sommertopfkulturen und Staudenpflanzen werden auf Freilandflächen mit Gießwagen kultiviert.

Bei den gängigen Produktionsverfahren erfolgt die Nährstoffversorgung über eine Flüssigdüngung. Durch die Ausbringungsmethoden und Niederschläge sind dabei erhebliche Anteile des Düngers für die Pflanzen nicht nutzbar. Der überschüssige Dünger gelangt in die Umwelt oder kann das Grundwasser belasten.

Ein Lösungsansatz zur umweltschonenden Düngung kann eine Vollversorgung mit Depotdüngern sein. Durch die Bevorratung des Düngers im Topf der Pflanzen ist eine flüssige Nachdüngung nicht mehr nötig. Allerdings müssen geeignete Dünger für die entsprechenden Kulturen gefunden werden, damit sicher qualitativ hochwertige Pflanzen produziert werden können.

Von 2011 bis 2015 wurden am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Gartenbau in Dresden-Pillnitz auf einer Freilandgießwagenfläche Versuche zu einer Vollversorgung mit Vorratsdüngern durchgeführt. Der Schwerpunkt lag dabei auf den Azerca-Kulturen und Sommertopfpflanzen.

2 Situation bei der Düngung von Topfkulturen im Freiland

Im Gegensatz zur Produktion von Topfzierpflanzen im Gewächshaus gibt es bei der Freilandproduktion bisher nur wenige geschlossene Bewässerungssysteme. Im Allgemeinen stehen die Pflanzen auf unterschiedlich intensiv verfestigten Flächen, die zum Schutz vor Unkrautbewuchs und Schmutz an den Töpfen mit Bändchengewebe abgedeckt sind. Zur Verbesserung der Standfestigkeit werden unterschiedliche Topfhalterungssysteme verwendet. Die Bewässerung erfolgt bei kleineren Töpfen meist über Kopf und nur bei größeren Containern wird mit einer Tropfbewässerung gearbeitet. Neben Schlaghebelregnern und Sprührohren werden vor allem Gießwagen für die Bewässerung eingesetzt.

Die Nährstoffversorgung der Pflanzen kann nur zu einem geringen Teil durch die Grunddüngung des Substrates abgesichert werden. Die Grenze bildet hierbei die Salzverträglichkeit der Pflanzen. Bei Moorbeetkulturen muss der Salzgehalt deutlich unter 1 g Salz je Liter Substrat liegen, um Schäden an den Jungpflanzen zu vermeiden. Salzverträgliche Arten wie Chrysanthemen vertragen bis zu 4 g Salz je Liter Substrat als Grunddüngung. Um den Gesamtnährstoffbedarf abzudecken, ist im Kulturverlauf eine weitere Düngerezufuhr notwendig. Diese erfolgt im Allgemeinen über eine flüssige Düngung mit dem Gießwagen und kann aber auch teilweise oder vollständig über eine Bevorratung mit Depot- oder Langzeitdüngern erfolgen.

2.1.1 Flüssigdüngung

Der Einsatz von Gießwagen ermöglicht eine Ausbringung der Nährstoffe über das Bewässerungssystem. Weil die Pflanzen nicht Topf an Topf stehen, kann nur ein Anteil des ausgebrachten Wassers von den Pflanzen

aufgenommen werden. Bei 11er-Töpfen und 27 Pflanzen je Quadratmeter sind das beispielsweise 0,256 m² Topffläche je Flächenquadratmeter. Wenn man annimmt, dass ein Teil des Wassers an den über den Topfand stehenden Pflanzenteilen in das Substrat abläuft und auch von der Stellfläche noch Wasser in die Töpfe gesogen wird, so ist doch nur mit einer höchstens 40%igen Ausnutzung der Wasser- bzw. Nährlösungsmenge zu rechnen. Bei geringeren Standweiten ist die Wassernutzung etwas besser. Bei größeren Töpfen mit größeren Abständen können nur etwa 20 % der ausgebrachten Wassermenge von den Töpfen aufgenommen werden. Bei eigenen Erfassungen der ausgebrachten Wassermengen wurde bei 11er-Töpfen Calluna etwa 30 % des Wassers von den Pflanzen aufgenommen.

Um beispielsweise Callunen im 11er-Topf in den Sommermonaten über eine Flüssigdüngung ausreichend mit Nährstoffen zu versorgen, ist zweimal wöchentlich eine Düngung mit 0,1%iger Nährlösung notwendig (BELTZ & FITTJE 2011). Dabei werden bei jedem Düngungsdurchgang mit einer Wassermenge von 5 Liter 5 Gramm Dünger je Quadratmeter ausgebracht, wovon mindestens 3 Gramm ungenutzt weglaufen.

Ein günstigeres Verhältnis kann durch eine Intervallbewässerung und durch Gießtüllen erreicht werden. Durch Sensoren und gleichmäßige Pflanzabstände wird nur an den Pflanzstellen Wasser gegeben. Der Aufwand für die entsprechende Technik ist sehr hoch.

Der Aufbau von geschlossenen Bewässerungssystemen, bei denen das überschüssige Wasser aufgefangen und wiederverwendet wird, ist im Freiland nicht einfach zu realisieren. Niederschläge können in sehr unterschiedlichen Mengen auftreten und für große Flächen sowie hohe Niederschlagsmengen benötigt man dann sehr große Speicherbecken. Außerdem müssen die Stellflächen großflächig versiegelt werden.

Ein weiteres Problem bei der Kultur im Freiland können lange, feuchte Witterungsperioden oder Starkniederschläge darstellen. Bei starken Regenfällen werden frei bewegliche Nährstoffe aus den Töpfen ausgewaschen. Durch die natürlichen Niederschläge sind die Töpfe dann gut durchfeuchtet und dies führt zu einer noch schlechteren Ausnutzung der ausgebrachten Düngermengen. In solchen Phasen kann es zu einer starken Unterversorgung mit Nährstoffen, Mangelerscheinungen und deutlichen Qualitätseinbußen an den Pflanzen kommen.

2.1.2 Teilbevorratung mit Depotdünger

In einigen Praxisbetrieben wird im Freiland eine Kombination von Depotdünger und Flüssigdüngung eingesetzt. Dabei wird ein Teil des Nährstoffbedarfes durch Depotdünger abgesichert und dann nach Bedarf flüssig nachgedüngt. Der Gärtner hat dadurch eine Grundversorgung mit Nährstoffen in nassen Witterungsperioden abgesichert und die Möglichkeit, auf die aktuellen Bedürfnisse der Pflanzen zu reagieren oder auch eine Düngepause zur Blüteninduktion zu realisieren. Der Anteil an Depotdünger macht dabei in der Praxis oftmals nur ein Drittel des Gesamtbedarfs aus und könnte für einen Schutz der Umwelt in vielen Betrieben weiter erhöht werden. Bei einem höheren Anteil an Depotdünger wird außerdem die Nährstoffversorgung in regenreichen Perioden besser abgesichert.

Außer Depotdünger werden auch andere Vorratsdünger in Kombination mit Flüssigdüngung eingesetzt. Dazu gehören Hornspäne und langsam fließende Stickstoffverbindungen.

2.1.3 Vollversorgung mit Depotdünger

Bisher wird eine Vollversorgung mit Depotdünger in der Praxis selten realisiert. Bei der Vollversorgung mit Depotdünger wird die gesamte Nährstoffmenge über die Grunddüngung des Substrates und den Depotdünger

abgesichert. Alle Nährstoffe für die Kultur sind im Topf enthalten. Es ist keine flüssige Nachdüngung notwendig und damit gelangen kaum Nährstoffe in das Überschusswasser und in die Umwelt.

Je nach Düngerart traten in der Vergangenheit teilweise Probleme mit einer Vollversorgung auf. Bei schnell fließenden Depotdüngern kann es in der Startphase zu hohen Salzbelastungen im Wurzelballen und einem geringen Nährstoffangebot in der Hauptwachstumsphase kommen. Ungenügende Pflanzenqualität und Ausfälle sind dann die Folgen.

3 Zielstellung des Projektes

Ausgehend von der Tatsache, dass in den bestehenden Produktionsverfahren im Freilandzierpflanzenbau ein erheblicher Anteil des eingesetzten Düngers nicht von den Pflanzen genutzt werden kann, sollten im Rahmen des Projektes die Möglichkeiten zur Reduzierung des Düngereinsatzes über eine Vollversorgung mit Depotdünger getestet werden.

Dabei kann auf Versuchsergebnisse aus anderen Bundesländern zurückgegriffen werden. In Nordrhein-Westfalen und in Niedersachsen gibt es seit einigen Jahren Untersuchungen zur Versorgung mit Depotdüngern bei Calluna, Erica und Baumschulgehölzen. In Erfurt fanden umfangreiche Versuche zu einer Depotdüngung bei Chrysanthemen auf Freilandstellflächen statt. Eine Überprüfung der Ergebnisse unter sächsischen Standortbedingungen und eine Testung neuerer Düngergenerationen ist aber notwendig.

Das Risiko bei einer Vollversorgung mit Depotdüngern besteht in einer Freisetzung der Nährstoffe zu Zeitpunkten, in denen die Pflanze diese nicht verwerten kann. Temperatur und Substratfeuchte beeinflussen das Nährstofffreisetzungverhalten der Depotdünger. Hohe Temperaturen nach dem Topfen führen zu einer schnellen Freisetzung und zu einer hohen Salzbelastung für die Pflanzen. Dies kann bei schwachen Jungpflanzen mit kleinen Topfbällen zu einem höheren Ausfallrisiko führen. Bei niedrigen Temperaturen können eventuell nicht ausreichend Nährstoffe für die Pflanzenentwicklung zur Verfügung stehen. Die gleichmäßige Substratfeuchte sollte bei einer Verwendung von Depotdüngern durch die Bewässerung mit dem Gießwagen abgesichert sein. Starkregenfälle können aber die im Substrat frei beweglichen Nährstoffe auswaschen und diese stehen dann nicht mehr für die Pflanzen zur Verfügung.

In den letzten Jahren sind durch die Düngemittelindustrie neue Produkte entwickelt worden, die eine gleichmäßige Freisetzung der Nährstoffe gewährleisten und durch spezielle Umhüllungen auch für einen Einsatz in salzempfindlichen Kulturen geeignet sein sollen.

Durch den Einsatz von Depotdüngern kann der Gesamtdüngereinsatz reduziert und der Nährstoffaustrag von Gießwagenflächen erheblich vermindert werden. Für eine Akzeptanz und Einführung der Vollversorgung mit Depotdünger in die Praxis sind allerdings sichere, sehr gute Pflanzenqualitäten und die Handhabbarkeit der Verfahren von entscheidender Bedeutung.

Bei den Versuchen zu einer Vollversorgung mit Depotdünger im Rahmen dieses Projektes sollte durch unterschiedliche Versuchsvarianten herausgefunden werden, welche Bedingungen einen sicheren Einsatz von Depotdünger ermöglichen und welche Risikofaktoren zu beachten sind. So kann die Positionierung des Düngers im Topf oder die Jungpflanzenqualität einen Einfluss auf die Pflanzenentwicklung haben. Auch der Standort und die betrieblichen Kulturbedingungen können das Freisetzungverhalten der Depotdünger beein-

flussen. In mehreren Versuchsjahren sollte auch die Wirkung der Witterungsbedingungen auf die Zuverlässigkeit des Verfahrens überprüft werden.

Das Ziel sind Empfehlungen für eine Vollversorgung mit Depotdünger bei unterschiedlichen Pflanzenarten und Kulturen für die sächsischen Standorte, es sollen aber auch die Einsatzgrenzen aufgezeigt werden.

4 Depotdünger

4.1 Eigenschaften

Depotdünger sind granuliert Dünger mit einer Harzhülle. Die Nährstofffreisetzung erfolgt über eine Diffusion durch die Harzhülle. Wasser dringt von außen in die Harzhülle ein, löst die Nährsalze, die dann in gelöster Form aus der Hülle austreten. Die meisten Depotdünger enthalten neben den Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphor und Kalium auch Magnesium und viele Spurenelemente. Neben stickstoffbetonten und ausgeglichenen Nährstoffverhältnissen gibt es auch kaliumbetonte Depotdünger. Jedes Korn enthält alle Nährstoffe und damit ist eine gleichmäßige Versorgung in den gewünschten Nährstoffverhältnissen gegeben. Depotdünger können eine „saure“ Wirkung auf den pH-Wert des Substrates haben, weil sie oft einen hohen Ammoniumanteil enthalten.

Die Freisetzung der Nährstoffe ist von den Eigenschaften und der Stärke der Harzhülle, von der Feuchte des Substrates und der Temperatur abhängig. Die verschiedenen Hersteller von Depotdüngern kennzeichnen ihre Produkte mit einer geplanten Laufzeit bzw. Freisetzungsdauer. Diese Laufzeit bezieht sich dabei auf eine Temperatur von 21 °C. Bei hohen oder niedrigen Temperaturen muss mit einem veränderten Freisetzungverhalten gerechnet werden (siehe Tabelle 1). Dabei kann die Substrattemperatur bei hohen Einstrahlungen und geringer Beschattung durch die Pflanzen wesentlich höher sein als die Lufttemperatur. In den Sommermonaten kann mit einer schnelleren Freisetzung als der angegebenen Laufzeit gerechnet werden. In trüben und kühlen Frühjahrsmonaten wird der Depotdünger langsamer fließen.

Tabelle 1: Einfluss der Boden- bzw. Substrattemperatur auf die Wirkungsdauer von Depotdüngern (Beispiel nach Herstellerangaben)

Substrattemperatur	16 °C	21 °C	26 °C
Osmocote Exact 3-4 M	4-5 Monate	3-4 Monate	2-3 Monate
Osmocote Exact 5-6M	6-7 Monate	5-6 Monate	3-4 Monate
Osmocote Exact 8-9M	10-11 Monate	8-9 Monate	6-7 Monate
Osmocote Exact 12-14M	15-18 Monate	12-14 Monate	9-11 Monate

Die Hersteller der Depotdünger entwickelten in der letzten Zeit auch Spezialdünger für salzempfindliche Kulturen. Durch eine teilweise oder vollständige doppelte Umhüllung (DCT-Hülle) erfolgt die Freisetzung zeitverzögert. So ist der Depotdünger mit dem Zusatz „Protect“ vollständig doppelt umhüllt und die Freisetzung beginnt nach Herstellerangaben 6 bis 8 Wochen nach dem Topfen. In dieser Zeit können sich die Jungpflanzen im salzarmen Substrat etablieren und erhalten dann die notwendigen Nährstoffe. Der Zusatz „Hi.End“ bedeutet eine anteilige Doppelumhüllung. Ein Teil des Düngers beginnt sofort zu fließen, während der andere Teil mit einer Verzögerung von 6 Wochen startet.

Eine Überprüfung des Freisetzungsverhaltens erfolgt durch die Hersteller unter Laborbedingungen. Auch in Versuchsanstalten wurden im Labor und in Freilandversuchen die Eigenschaften der verschiedenen Depotdünger getestet (BELTZ 2012; WREDE 2012). Dabei konnte eine gleichmäßige Freisetzung bei den unterschiedlichen Depotdüngern festgestellt werden, auch wenn das Verhalten der Produkte etwas variiert. Die Beweglichkeit der einzelnen Nährstoffe ist unterschiedlich. Stickstoff wurde am schnellsten freigesetzt, Phosphat und Kalium etwas langsamer.

Das tatsächliche Verhalten im Substrat ist während der Kultur sehr schwer zu erfassen. Bei gesunden und vitalen Pflanzen werden die freigesetzten Nährstoffe im Allgemeinen gleich verarbeitet und bei Substratanalysen sind immer nur sehr niedrige Nährstoffgehalte vorzufinden. Bei einer Überprüfung der Nährstoffangebote mit Einstechsonden (z. B. Aktivitätsmessung) ist es möglich, dass Düngerkörner durch das Einstechen zerstört und dann extrem hohe Nährstoffgehalte angezeigt werden. Ein Indikator für die gleichmäßige Freisetzung des Düngers ist also vor allem die gleichmäßige Pflanzenentwicklung.

Bei der Messung des EC-Wertes im Rücklaufbecken der Gießwagenanlage in Dresden-Pillnitz wurden bei einer Vollversorgung mit Depotdünger keine EC-Werte über 0,1 mS/cm gemessen. Das bedeutet, dass bei normalen Bewässerungsdurchläufen keine Nährstoffe aus den Ballen der Pflanzen ausgewaschen werden. Bei Starkniederschlägen werden maximal die bereits aus den Düngerkugeln ausgetretenen Nährstoffe ausgewaschen. Durch die hohen Wassermengen ist aber auch dann keine erhöhte Belastung des Überschusswassers zu messen. Der Versuch, das Dränwasser direkt unter dem Topf aufzufangen, zeigte, dass bei einer gut abgestimmten Bewässerung und gesunden Pflanzen kein Wasser aus den Töpfen austritt. Nur bei abgestorbenen und zurückgebliebenen Pflanzen ist mit einer Auswaschung von Nährstoffen durch das Gießwasser zu rechnen.

Zum Ende der Laufzeit sind die Düngerkörner im Substrat noch vorhanden. Die Harzhülle ist jedoch aufgeweicht und die Körner lassen sich sehr leicht zerdrücken. Im Inneren sind nur noch flüssige Restmengen vorhanden. Diese können nach dem Verkauf noch eine weitere Düngerversorgung beim Endkunden unterstützen. Im weiteren Kulturverlauf oder bei der Kompostierung werden die Harzhüllen dann vollständig abgebaut.

Die Harzhülle der Depotdünger ist elastisch, sodass eine Einmischung in das Substrat im Normalfall ohne Beschädigungen erfolgen kann. Trotzdem ist bei jeder Verarbeitung darauf zu achten, dass die Düngerkörner nicht beschädigt werden. Über ein Dosiergerät an der Topfmaschine kann der Depotdünger portionsweise im Topf abgelegt werden. Dabei ist eine gleichmäßige Form und glatte Oberfläche der Depotdüngerkugeln wichtig. Ansonsten kann es zu Verstopfungen des Dosiergerätes und unregelmäßiger Dosierung kommen. In der Tabelle 2 sind handelsübliche Depotdünger mit ihren wichtigsten Eigenschaften aufgeführt.

Tabelle 2: Vollumhüllte Depotdünger mit Spurennährstoffen (kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Depotdünger	Hersteller	Nährstoffverhältnis	Laufzeit	Besonderheit
Basacote Plus	Compo Expert GmbH	16-8-12	3, 6, 9, 12 Monate	
Basacote Plus K	Compo Expert GmbH	11-11-16	6 Monate	Kaliumbetont
Horticote	Mivena BV, NL	16-6-12	4 Monate	
		16-6-11	6 Monate	
		15-6-12	8 Monate	
		15-6-11	12 Monate	
		14-10-18	6 Monate	Kaliumbetont

Depotdünger	Hersteller	Nährstoffverhältnis	Laufzeit	Besonderheit
Osmocote Exact Standard	ICL Specialty Fertilizers Everris GmbH	16-9-12	3-4 Monate	
		15-9-12	5-6 Monate	
		15-9-11	8-9 Monate	
		15-9-11	12-14 Monate	
Osmocote Exact Standard High K	ICL Specialty Fertilizers Everris GmbH	11-11-18	3-4 Monate	Kaliumbetont
			5-6 Monate	
			8-9 Monate	
Osmocote Exact Hi.End	ICL Specialty Fertilizers Everris GmbH	15-9-12	5-6 Monate 8-9 Monate	25 % doppelt umhüllt
Osmocote Exact Protect	ICL Specialty Fertilizers Everris GmbH	14-8-11	5-6 Monate 8-9 Monate 12-14 Monate	zeitversetzte Freisetzung, doppelt umhüllt
Osmocote Bloom	ICL Specialty Fertilizers Everris GmbH	12-7-18	2-3 Monate	Kaliumbetont
Nutricote	Planta Düngemittel GmbH	15-9-10	3-4 Monate	
			5-6 Monate	
			8-9 Monate	
Nutricote	Planta Düngemittel GmbH	10-10-18	5-6 Monate 8-9 Monate	Kaliumbetont
Plantacote plus	Wilhelm Haug GmbH Co. KG	14-9-15	4, 6, 8, 12 Monate	
Plantacote Top K	Wilhelm Haug GmbH Co. KG	10-10-15	4, 6, 8 Monate	Kaliumbetont
Proficote	Hack-Dünger (HHGmbH)	16-13-13	4, 6, 8 Monate	
		20-10-10	6, 8 Monate	

Neben den vollständig umhüllten Depotdüngern werden auch Produkte im Handel angeboten, die eine nicht umhüllte Startkomponente enthalten. Diese sind für den Einsatz bei Substraten ohne Grunddüngung (Nullsubstrate) gedacht. Sie müssen auf jeden Fall in das Substrat eingemischt werden und sind nicht für eine Punktdüngung geeignet.

4.2 Dosiertechnik

Der Depotdünger kann vor dem Topfen in das Substrat eingemischt werden. Dies kann für große einheitliche Partien beim Substrathersteller oder auch im Betrieb erfolgen. Substrate mit eingemischtem Depotdünger müssen zügig verarbeitet werden. Bei einer Lagerung von Substraten mit eingemischtem Depotdünger beginnt durch die Substratfeuchte bereits die Freisetzung der Nährstoffe. Zu einem späteren Topftermin ist dann eine höhere Salzbelastung im Substrat festzustellen. Bei einem Einmischen in das Substrat ist der Dünger im ganzen Topf verteilt. Es sind keine höheren Salzbelastungen in einzelnen Topfzonen zu erwarten.

Bei Verwendung eines Dosiergerätes an der Topfmaschine gibt es keine Lagerprobleme des Substrates und für jede Kultur kann die Aufwandmenge angepasst werden. Das klassische Verfahren ist die Bohrlochdosierung oder Punktdüngung. Dabei fällt der Dünger an der Topfmaschine direkt ins Bohrloch. Anschließend wird die Jungpflanze eingesetzt. Der Dünger befindet sich damit direkt an den Wurzeln der Jungpflanze. Um Schäden an empfindlichen Pflanzen zu vermeiden, kann beim Topfvorgang etwas Substrat vor der Pflanze ins

Bohrloch auf den Dünger geschoben werden. Auch mit kräftigen Jungpflanzenballen können Probleme bei einer Punktdüngung vermieden werden.

Eine andere Methode der Zudosierung an der Topfmaschine ist die „Elevator-Methode“. Bei diesem Verfahren wird das Dosiergerät oberhalb des Elevators der Topfmaschine befestigt und der Depotdünger fällt gemeinsam mit dem Substrat in den Topf (siehe Abbildung 1). Anschließend wird das Pflanzloch gebohrt. Damit ist der Dünger gleichmäßig in der unteren Substratschicht verteilt. Die Schwierigkeit besteht in einer genauen Abstimmung von Substratzufuhr und Düngerdosierung, damit der Dünger genau dann in den Topf fällt, wenn 1/3 des Substrates im Topf vorhanden sind (siehe Abbildung 2).



Abbildung 1: Dosierung von Depotdünger mit der „Elevator-Methode“ an der Topfmaschine



Abbildung 2: Bei der „Elevator-Methode“ ist die gleichmäßige Verteilung des Depotdüngers im unteren Topfbereich nicht immer gewährleistet.

4.3 Aufwandmengen

Um Depotdünger erfolgreich einzusetzen, ist die genaue Berechnung der erforderlichen Aufwandmenge notwendig. Für alle wichtigen Kulturen gibt es entsprechende Angaben zum Nährstoffbedarf während der Kulturzeit. Richtwerte wurden in Heft 20/2008 der Schriftenreihe des LfULG „Düngungsrichtlinie im Zierpflanzenbau“ (WARTENBERG 2008) zusammengestellt.

Je nach Pflanzenart muss entschieden werden, wie viel der erforderlichen Nährstoffmenge als Grunddüngung im Substrat enthalten sein kann und welche Nährstoffmenge über den Depotdünger realisiert werden soll. Für die Berechnung der erforderlichen Menge an Depotdünger geht man vom Stickstoffbedarf nach Abzug der Grunddüngung aus und führt die anderen Nährstoffe im Verhältnis mit. Zur Berechnung der Aufwandmenge muss beachtet werden, dass etwa 15 bis 20 % des Stickstoffes zum Ende der Laufzeit noch in den Düngerkugeln enthalten sind und erst später langsam freigesetzt werden. Die folgenden Formeln zur Berechnung der Aufwandmenge berücksichtigen dies mit dem Faktor 1,2.

$$\text{Depotdünger je Topf in g} = \frac{\text{Stickstoffbedarf je Pflanze in mg} * 1,2}{\text{Stickstoffgehalt im Dünger in \%} * 10}$$

$$\text{Depotdünger je m}^3 \text{ Substrat in kg} = \frac{\text{Stickstoffbedarf je Pflanze in mg} * 1,2}{\text{Stickstoffgehalt im Dünger in \%} * \text{Topfvolumen in l} * 10}$$

Die Entscheidung, ob die Angabe der Aufwandmenge je Topf oder je Substratvolumen erfolgt, muss ganz bewusst getroffen werden. Durch die unterschiedlichen Topfgrößen stehen bei derselben Düngergabe in kg/m³ Substrat unterschiedliche Nährstoffmengen je Pflanze zur Verfügung.

Tabelle 3: Zusammenhang von Topfgröße, Substratvolumen und Depotdüngergehalt

Topfgröße	9 cm	11 cm	12 cm
Substratvolumen	0,35 l	0,65 l	0,85 l
Depotdünger bei 9,2 kg/m ³ Substrat	3 g/Pflanze	6 g/Pflanze	8 g/Pflanze

Beispiel:
Calluna vulgaris 'Amethyst'



5 Versuche

Um Empfehlungen für wichtige gartenbauliche Kulturen zu einer Vollversorgung mit Depotdünger geben zu können, wurden unterschiedliche Versuchsvarianten realisiert (siehe Tabelle 4). Dabei wurden die Fragestellungen der Praxisbetriebe berücksichtigt.

Tabelle 4: Übersicht der durchgeführten Versuche

Ver-suchsjahr	Thema	Arten
2011	Einsatz von Depotdünger bei Azerca-Kulturen	<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Erica gracilis</i> , <i>Hydrangea macrophylla</i>
2012	Einsatz von Depotdünger	<i>Calluna vulgaris</i>
2012	Einsatz von Depotdünger bei Sommertopf-kulturen	<i>Catharanthus roseus</i> , <i>Cosmos sulphureus</i> , <i>Dahlia variabilis</i> , <i>Helianthus annuus</i> , <i>Petunia</i> , <i>Coleus</i>
2013	Einsatz von Depotdünger	<i>Calluna vulgaris</i>
2013	Torfreduzierte Substrate/Düngung in der Staudenproduktion	<i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Festuca glauca</i> , <i>Epimedium rubrum</i> , <i>Aster novae-angliae</i> , <i>Waldsteinia ternata</i>
2014	Unterschiedliche Depotdünger bei Sommer-topfkulturen	<i>Gaillardia</i> Cv.
2014	Einsatz von Depotdünger	<i>Calluna vulgaris</i>
2014	Depotdünger bei der Anzucht	<i>Rhodohypoxis baurii</i>
2015	Einsatz von Depotdünger	<i>Erica darleyensis</i>

5.1 *Calluna vulgaris*

Weil die Azerca-Kulturen und besonders die Callunen einen großen Anteil an der Zierpflanzenproduktion auf Freiland-Gießwagenflächen haben, wurden diese verstärkt in die Versuche einbezogen. Durch ihre besonderen Ansprüche sind Callunen sehr gut als Modellkultur für derartige Untersuchungen geeignet. Callunen werden meistens im Frühjahr getopft und müssen bis August/September ihre Pflanzengröße um das 20- bis 25-Fache erweitern. Die Hauptwachstumszeit ist dabei von Mai bis Juli. Die Pflanzen sind salzempfindlich, deshalb wird oftmals in Substrate ohne Grunddüngung getopft. Zum Herbst sollte besonders der Stickstoff aufgebraucht sein, um eine Bildung von „grünen Spitzen“ zu vermeiden. Der Stickstoffbedarf einer Callunen-pflanze im 11er-Topf beträgt etwa 750 mg, im 12er-Topf etwa 900 mg.

Eine Vollversorgung wurde in unterschiedlichen Varianten in den Jahren 2011 bis 2014 untersucht. In den Versuchen wurde Calluna-Substrat von Floragard mit einem Salzgehalt von 0,2 bis 0,3 g/l und einem Stickstoffgehalt von unter 30 mg/l N_{min} verwendet. Der pH-Wert lag bei 4,0.

5.1.1 Jahr 2011

Die ersten Versuche in Dresden-Pillnitz wurden im Jahr 2011 mit bis zu 4 g Depotdünger je Pflanze im 11er-Topf durchgeführt. Das entspricht einer Aufwandmenge von 6,6 kg je Liter Substrat. Damit standen den Pflanzen nur etwa 480 mg Stickstoff zur Verfügung (4 g je Topf x 0,15 N-Gehalt x 0,8 Verfügbarkeit). Diese Aufwandmenge war für eine Vollversorgung zu gering. Die Pflanzen blieben zu klein, blühten aber eher und kräftiger als in der Variante mit flüssiger Nachdüngung. Die Variante mit einer Teilbevorratung von 2 g je Topf und flüssiger Nachdüngung erhielten etwa 240 mg Stickstoff aus dem Depotdünger und etwa 600 mg Stickstoff über die Flüssigdüngung (24 Düngungsdurchgänge).

Trotz der geringen Aufwandmenge von 4 g Depotdünger je Topf musste festgestellt werden, dass bei schwachen Jungpflanzen der Sorte 'Marlies'(Ballengröße 1,8 cm) verstärkt „Sitzenbleiber“ auftraten. Die Pflanzen bildeten nach dem letzten Stutzen kaum oder gar keine neuen Triebe aus. Nach dem Topfen im März standen die Pflanzen bis Ende Mai im Folienzelt und durch sonniges Wetter kam es zu sehr hohen Temperaturen, die vermutlich zu einer erhöhten Salzbelastung führten. Bei kräftigen Jungpflanzen mit 3 cm-Ballen (Sorte 'Rote Marleen') wurden keine „Sitzenbleiber“ festgestellt (siehe Tabelle 5).

In einer Versuchsvariante wurden die Pflanzen nur mit 9 g Hornspänen je Liter Substrat (eingemischt) versorgt. Sie entwickelten sich gleichmäßig, aber unzureichend in Pflanzengröße und -qualität.

Tabelle 5: Auswirkungen verschiedener Varianten der Düngung auf ausgewählte Pflanzenmerkmale bei *Calluna vulgaris* 2011

Sorte	'Marlies'				'Rote Marleen'		
	Depot- und Flüssigdüngung	Depotdünger 5 g/l	Depotdünger 6,6 g/l	Hornspäne 9 g/l	Depot- und Flüssigdüngung	Depotdünger 5 g/l	Depotdünger 6,6 g/l
Depotdünger je Topf	2 g	3 g	4 g	5,4 g	2 g	3 g	4 g
Höhe in cm	19,6 ^b	18,2 ^b	13,0 ^a	17,5 ^b	21,6 ^b	16,7 ^a	17,6 ^a
Breite in cm	33,5 ^c	22,9 ^b	18,0 ^a	21,8 ^a	35,8 ^c	25,5 ^a	28,6 ^b
Trieblänge in cm	12,3 ^b	14,4 ^b	8,8 ^a	12,8 ^b	13,0 ^b	10,1 ^a	10,3 ^a
Gesamteindruck*	8,3 ^c	5,6 ^b	4,4 ^a	4,9 ^{ab}	9,0 ^c	4,0 ^a	4,3 ^{ab}
Sprossmasse in g	77 ^c	33 ^b	23 ^a	22 ^a	140 ^d	59 ^a	80 ^c
Gesamteindruck* - Parzelle	7,7	5,0	3,3	4,7	8,3	6,0	7,0
Ausgeglichenheit* - Parzelle	7,0	5,3	3,0	6,0	8,3	7,0	7,3
Anteil „Sitzenbleiber“ in %	0	15	69	0	0	0	0

* Boniturnoten 1 bis 9 (1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

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

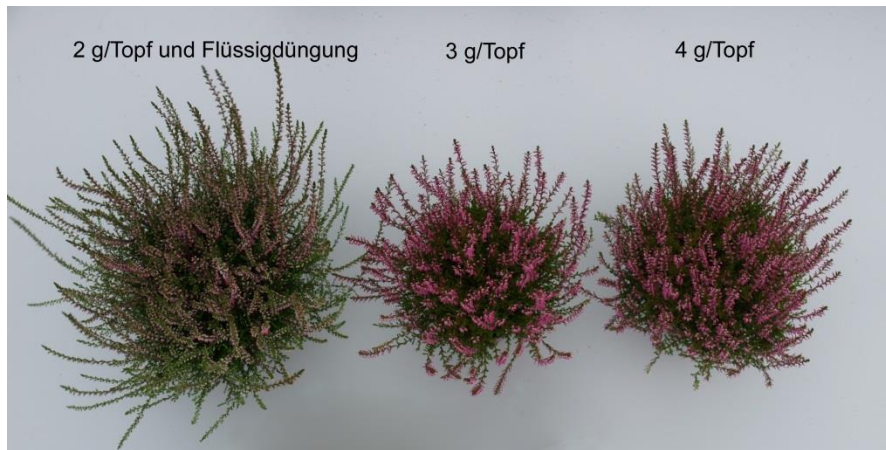


Abbildung 3: *Calluna vulgaris* 'Rote Marlen', Punktdüngung mit Osmocote Exact Hi.End 5-6M im Versuchsjahr 2011 in Dresden-Pillnitz

5.1.2 Jahr 2012

In Absprache mit der Azerca Sachsen wurden im Jahr 2012 weitere Versuche mit Callunen durchgeführt. Es wurden sechs verschiedene Calluna-Sorten ('Aphrodite', 'Juliane', 'Rosita', 'Hera', 'Hilda' und 'Bonita') in unterschiedlichen Düngungsvarianten verglichen. Die Nährstoffversorgung erfolgte nur über Depotdünger. Die unterschiedlichen Aufwandmengen von 5, 6 und 8 g Depotdünger je Pflanze wurden einmal als Punktdüngung beim Topfen ins Pflanzloch gegeben und in anderen Varianten vor dem Topfen ins Substrat eingemischt. Nach dem Topfen in KW 13 wurde ein Teil der Pflanzen direkt im Freiland aufgestellt. Die andere Hälfte wurde bis KW 21 im Folienzelt angezogen. Die Bewässerung erfolgte nach Bedarf über den Gießwagen mit Regenwasser.

Mit kräftigen Jungpflanzen (4 cm-Ballen) konnten in allen Versuchsvarianten sehr gute Pflanzenqualitäten produziert werden (siehe Tabelle 6 und Abbildung 4). Weil es im April 2012 keine extremen Witterungsbedingungen gab, wurden keine entscheidenden Auswirkungen des Anzuchtortes zu Kulturbeginn auf die Pflanzen festgestellt. Nachdem sich die Pflanzen im Folienzelt zunächst schneller entwickelt hatten, war durch das Ausräumen ins Freiland direkt nach dem Stutzen eine Austriebsverzögerung festzustellen. Zum Kulturende gab es keine Unterschiede im Gesamteindruck. Die Pflanzen mit Kulturstart im Folienzelt waren etwas kleiner und blühten ca. eine halbe Woche später.

Auch zwischen Punktdüngung und Einmischen des Depotdüngers ins Substrat gab es nur geringe Unterschiede. Tendenziell waren die Pflanzen bei Punktdüngung etwas kleiner, hatten aber eine höhere Sprossmasse.

Die Versuchsvarianten mit nur 5 g Depotdünger je Pflanze blühten geringfügig früher als die höher gedüngten Varianten und hatten einen schwächeren Pflanzenaufbau. Zum Kulturende wurden einige Pflanzen im Inneren gelb. 6 und 8 g Depotdünger je Pflanze lieferten sehr gute, kräftige Pflanzen. Die Pflanzen mit 8 g Depotdünger hatten allerdings die längsten grünen Spitzen und waren am schnellsten verblüht.

Tabelle 6: Auswirkungen von verschiedener Varianten der Depotdüngung auf ausgewählte Pflanzenmerkmale bei *Calluna vulgaris* 2012

	5 g Osmocote Exact Hi.End 5-6M		6 g Osmocote Exact Hi.End 5-6M		8 g Osmocote Exact Hi.End 5-6M	
verfügbare Stickstoffmenge*	600 mg N/Pflanze		720 mg N/Pflanze		960 mg N/Pflanze	
	Punktdüngung	eingemischt	Punktdüngung	eingemischt	Punktdüngung	eingemischt
Höhe in cm	26,6 ^a	26,7 ^a	27,7 ^a	27,6 ^a	27,5 ^a	28,9 ^b
Breite in cm	30,1 ^{ab}	29,4 ^a	30,7 ^{bc}	30,5 ^{bc}	31,2 ^{bc}	31,6 ^c
Grüne Spitzen (cm)	1,6 ^{ab}	1,5 ^a	1,8 ^{cd}	1,7 ^{bc}	1,9 ^{cd}	2,0 ^d
Gesamteindruck**	8,8 ^{ab}	8,6 ^a	8,9 ^b	8,9 ^b	8,9 ^b	8,9 ^b
Sprossmasse in g	80,6 ^b	74,6 ^a	91,6 ^{cd}	89,8 ^c	96,2 ^{de}	98,9 ^e

* 15 % Stickstoffgehalt im Depotdünger, 20 % Restmenge Stickstoff in Düngerkörnern

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

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

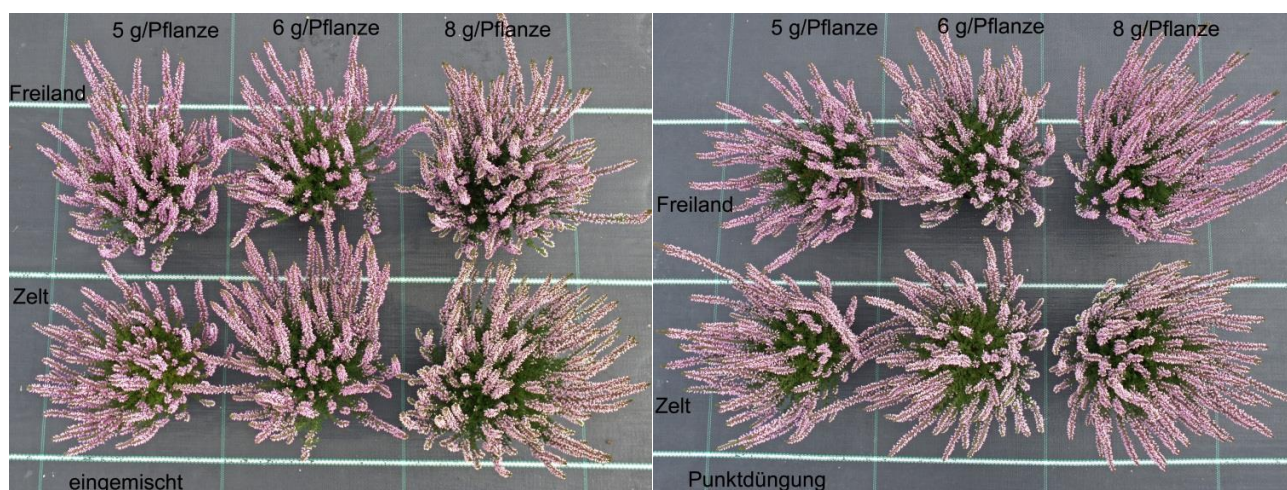


Abbildung 4: Gute Pflanzenqualität in allen Versuchsvarianten bei einer Vollversorgung mit Osmocote Exact Hi.End 5-6M bei *Calluna vulgaris* 'Hilda' in KW 38 im Jahr 2012

5.1.3 Jahr 2013

In Fortsetzung der Versuche vom Vorjahr wurden in Dresden-Pillnitz im Jahr 2013 vier Sorten Calluna ('Aphrodite', 'Amethyst', 'Helena' und 'Sandy') in unterschiedlichen Varianten kultiviert. Die Nährstoffversorgung erfolgte nur über Depotdünger (Osmocote Exact Hi.End 5-6M). Dieser wurde als Punktdüngung mit 6 und 8 g je Pflanze gegeben oder in das Substrat mit 9 und 12 kg/m³ eingemischt. Nach dem Topfen wurde ein Teil der Pflanzen sofort im Freiland ausgestellt, der andere Teil wurde bis zum Stutzen in KW 22 im Folienzelt angezogen.

Insgesamt wurde eine sehr gute Pflanzenqualität erreicht (siehe Tabelle 7 und Abbildung 5). Ausfälle und kleine Pflanzen traten in der Variante 8 g/Topf Punktdüngung auf (siehe Abbildung 6). Diese wurden möglicherweise durch zusätzlichen Trockenstress (Ausfall der Bewässerung im Juni) bedingt. Dabei waren die Ausfälle in der Freilandvariante höher als bei der Anzucht im Folienzelt. Die Sorten reagierten unterschiedlich. Keine Ausfälle gab es bei 'Sandy', empfindlich reagierte 'Helena'.

Tabelle 7: Auswirkungen verschiedener Varianten der Depotdüngung mit Osmocote Exact Hi.End 5-6M auf ausgewählte Pflanzenmerkmale bei *Calluna vulgaris* 2013

	Freiland				Folienzelt			
	Punkt Düngung		eingemischt		Punkt Düngung		eingemischt	
	6 g/Pfl	8 g/Pfl	9 kg/m ³	12 kg/m ³	6 g/Pfl	8 g/Pfl	9 kg/m ³	12 kg/m ³
N-Zufuhr je Topf aus Depotdünger in mg*	720	960	720	960	720	960	720	960
Höhe in cm	23,2 ^a	22,4 ^a	23,8 ^a	23,8 ^a	23,3 ^a	23,8 ^a	23,4 ^a	23,3 ^a
Breite in cm	30,3 ^a	31,3 ^a	31,2 ^a	30,2 ^a	30,1 ^a	30,9 ^a	30,2 ^a	31,6 ^a
Grüne Spitzen in cm	1,4 ^{ab}	1,6 ^b	1,3 ^a	1,5 ^{ab}	1,3 ^a	1,3 ^a	1,3 ^a	1,3 ^a
Gesamteindruck**	8,8 ^{ab}	8,7 ^{ab}	8,8 ^{ab}	8,8 ^b	8,8 ^{ab}	8,9 ^b	8,5 ^a	8,8 ^{ab}
Sprossmasse in g	73,5 ^{abc}	73,4 ^{abc}	69,2 ^{ab}	73,6 ^{abc}	73,6 ^{abc}	80,6 ^c	66,3 ^a	75,7 ^{bc}
Durchwurzelung	7,4 ^{ab}	7,2 ^a	8,0 ^c	7,9 ^c	7,2 ^a	7,6 ^{bc}	7,9 ^c	7,9 ^c

* 15 % Stickstoffgehalt im Depotdünger, 20 % Restmenge Stickstoff in Düngerkörnern

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

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

Die Bonitur erfolgte zur Verkaufsreife Anfang September. Bei einer Beurteilung der Pflanzen Mitte Oktober waren die Varianten mit eingemischtem Dünger heller in der Laubfarbe als die Varianten mit Punkt Düngung. Hinsichtlich des Gesamteindruckes gab es bei den verkaufsfähigen Pflanzen kaum Unterschiede zwischen den Varianten. Die Varianten mit 960 mg Stickstoff je Pflanze wirkten etwas voller und kräftiger.

Im Gegensatz zu der Variante mit 8 g/Pflanze Punkt Düngung waren bei 12 kg/m³ Depotdünger eingemischt keine Schädigungen und kaum Ausfälle zu beobachten.

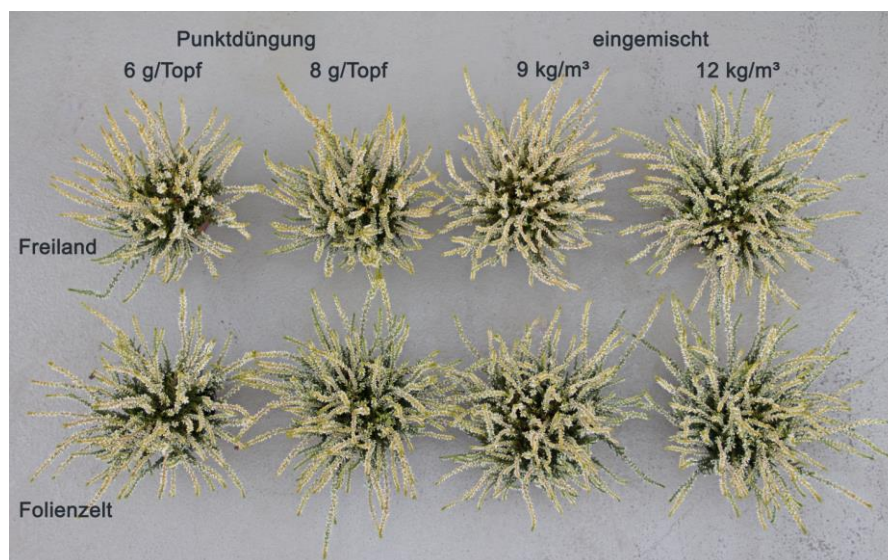


Abbildung 5: Nur geringe Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten bei *Calluna vulgaris* 'Sandy', 2013

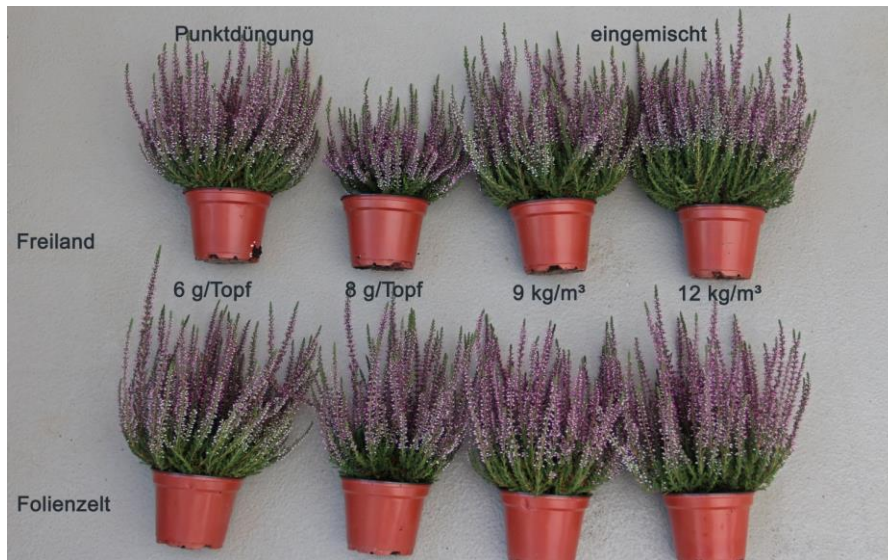


Abbildung 6: Teilweise kleinere Pflanzen und Ausfälle in der Variante 8 g/Topf als Punktdüngung bei *Calluna vulgaris* 'Amethyst', 2013

5.1.4 Jahr 2014

Einen Schwerpunkt in den Versuchen 2014 stellte der neu auf dem Markt befindliche Depotdünger Osmocote Exact Protect 5-6M dar. Dieser Dünger ist vollständig doppelt umhüllt und setzt dadurch seine Nährstoffe verzögert frei. Verglichen wurde er mit Osmocote Exact Hi.End 5-6M mit einem 25%igen Anteil doppelt umhüllter Körner. Die Dünger wurden als Punktdüngung oder als Portion bei der Topfbefüllung am Elevator mit 6 und 9 g je Pflanze zugegeben. In einer weiteren Variante wurden 9 bzw. 14 kg/m³ in das Substrat eingemischt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 8 wiedergegeben.

Tabelle 8: Auswirkungen verschiedener Varianten der Depotdüngung auf ausgewählte Pflanzenmerkmale der verkaufsfähigen Pflanzen bei *Calluna vulgaris*, 2014

	6 g/Topf Osmocote Exact Hi.End 5-6M			6 g/Topf Osmocote Exact Protect 5-6M		
	Punkt-düngung	eingemischt	Elevator-methode	Punkt-düngung	eingemischt	Elevator-methode
Anteil Verkaufsware in %	54,9 ^d	82,4 ^{e,f}	73,5 ^e	91,7 ^f	85,2 ^f	88,9 ^f
Pflanzenhöhe in cm	21,7 ^b	24,1 ^{c,d}	22,9 ^{b,c}	24,5 ^{c,d}	24,6 ^{c,d}	24,6 ^{c,d}
Pflanzenbreite in cm	29,0 ^{b,c}	30,3 ^{c,d}	28,1 ^{a,b}	29,7 ^{b,c,d}	31,2 ^{d,e}	29,8 ^{b,c,d}
Grüne Spitzen in cm	1,1 ^{a,b,c}	1,3 ^{c,d}	1,2 ^{b,c,d}	1,2 ^{b,c,d}	1,3 ^{c,d}	1,2 ^{b,c,d}
Gesamteindruck*	7,9 ^{c,d}	8,3 ^{d,e}	7,5 ^c	8,3 ^{c,d}	8,6 ^{e,f}	8,2 ^{d,e}
Sprossmasse in g	70,3 ^{b,c}	75,9 ^{c,d}	65,4 ^{a,b}	73,3 ^{b,c}	83,9 ^{d,e}	66,6 ^{a,b,c}
Durchwurzlung*	7,4 ^{c,d,e}	7,6 ^{d,e,f}	6,9 ^{b,c}	7,4 ^{c,d,e}	7,9 ^{e,f}	7,6 ^{d,e,f}
	9 g/Topf Osmocote Exact Hi.End 5-6M			9 g/Topf Osmocote Exact Protect 5-6M		
	Punkt-düngung	eingemischt	Elevator-methode	Punkt-düngung	eingemischt	Elevator-methode
Anteil Verkaufsware in %	13,3 ^a	42,9 ^c	27,3 ^b	51,8 ^{c,d}	62,0 ^d	85,8 ^f
Pflanzenhöhe in cm	19,7 ^a	22,2 ^b	19,3 ^a	21,8 ^b	25,6 ^d	23,6 ^{b,c}
Pflanzenbreite in cm	28,2 ^{a,b}	30,4 ^{c,d}	27,1 ^a	28,9 ^{b,c}	32,5 ^e	30,0 ^{b,c,d}
Grüne Spitzen in cm	0,9 ^a	1,3 ^{b,c,d}	1,0 ^{a,b}	1,3 ^{b,c,d}	1,4 ^d	1,3 ^{c,d}

Gesamteindruck*	7,0 ^b	8,1 ^{c,d}	6,4 ^a	7,8 ^{c,d}	8,9 ^f	8,3 ^{d,e}
Sprossmasse in g	58,3 ^a	72,6 ^{b,c}	57,8 ^a	73,9 ^{b,c}	90,4 ^e	73,6 ^{b,c}
Durchwurzlung*	6,4 ^b	7,3 ^{c,d}	5,9 ^a	7,1 ^{b,c}	8,0 ^f	7,4 ^{c,d,e}

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

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

Im Jahr 2014 traten in verschiedenen Versuchsvarianten verstärkt Ausfälle auf. Dabei konnten eindeutige Zusammenhänge mit Düngerart und Dosierung nachgewiesen werden. Eine Dosierung von 9 g/Topf führte mit dem Hi.End-Dünger zu hohen Ausfällen. Auch bei dem doppelt umhüllten Protect-Dünger ist diese Aufwandmenge als Punktdüngung zu hoch. Beim Einmischen des Depotdüngers wurden hier allerdings die größten Pflanzen erreicht.

Die Aufwandmenge von 6 g Depotdünger je Topf (das entspricht 9 kg/m³ eingemischt) führte zu sehr guten Pflanzen. Dabei waren die Ausfälle bei dem doppelt umhüllten Osmocote Protect deutlich geringer.

Im Versuch wurden Jungpflanzen von drei verschiedenen Sorten mit unterschiedlich großen Ballen verwendet. Die meisten Ausfälle traten bei der Sorte 'Marlies' mit kleinen Topfbällen (2,5 cm) und bei der empfindlichen Sorte 'Helena' (3 cm-Ballen) auf. Kräftige Jungpflanzen von 'Marlies' (4 cm-Ballen) und die Sorte 'Aphrodite' (3 cm-Ballen) zeigten sich wesentlich robuster (Abbildung 7).

Im Versuchszeitraum wurden keine Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt. Es kam in den Versuchsvarianten mit hoher Salzbelastung der Pflanzen zu erhöhten Ausfällen durch pilzliche Krankheitserreger.









	'Aphrodite'			'Marlies'		
	Punkt- düngung	eingemischt	Elevator- methode	Punkt- düngung	eingemischt	Elevator- methode
6 g/Topf Osmocote Exact Hi.End 5-6M						
9 g/Topf Osmocote Exact Hi.End 5-6M						
6 g/Topf Osmocote Exact Protect 5-6M						
9 g/Topf Osmocote Exact Protect 5-6M						

Abbildung 7: Verkaufsfähige Pflanzen der Sorten 'Aphrodite' und 'Marlies' in allen Düngevarianten im Versuchsjahr 2014

5.1.5 Zusammenfassung

In den mehrjährigen Versuchen zu *Calluna vulgaris* konnte in Dresden-Pillnitz eine Vollversorgung mit guten Ergebnissen realisiert werden. Weil der Nährstoffbedarf der Pflanzen bei 750 mg Stickstoff für eine ansprechende Pflanze im 11er-Topf liegt, muss mindestens mit einer Aufwandmenge von 6 g Depotdünger je Topf gearbeitet werden, das sind 9 kg je m³ Substrat. Höhere Aufwandmengen führten unter den Pillnitzer Bedingungen zu einem höheren Risiko. Bei schwachen Jungpflanzen, hohen Temperaturen in der Anwuchsphase, Trockenheit und empfindlichen Sorten kann es bei Aufwandmengen von 8 bis 9 g je Pflanze als Punktdüngung zu Ausfällen kommen. Diese höheren Aufwandmengen sind nur für extra große Pflanzenqualitäten notwendig und werden beim Einmischen in das Substrat gut vertragen. Um die Salzbelastung der empfindlichen Pflanzen gering zu halten, ist der Einsatz von teilweise oder vollständig doppelt ummantelten Düngern bei einer Vollversorgung notwendig. In Jahren mit extrem starken und lang anhaltenden Sommerniederschlägen kann eventuell eine flüssige Nachdüngung erforderlich werden. In jedem Fall sollte auf kräftige Jungpflanzen mit etwas größeren Ballen und eine gleichmäßige Substratfeuchte geachtet werden.

Ob man den Dünger einmischt oder als Punktdüngung gibt, kann nach den betrieblichen Möglichkeiten entschieden werden. Es ist zu beachten, dass das Substrat mit eingemischtem Depotdünger schnell verarbeitet werden muss, um eine vorzeitige Freisetzung von Nährstoffen und damit eine Salzanreicherung im Substrat zu vermeiden. Die Dosierung des Düngers am Elevator der Topfmaschine ist für den 11er-Topf etwas schwierig und muss für eine gleichmäßige Verteilung in der untersten Substratschicht aufwendig justiert werden. Bei größeren Töpfen oder anderer Bauweise der Topfmaschine kann es aber eine sinnvolle Alternative zur Punktdüngung sein.

5.2 Sommertopfkulturen

Parallel zu den Calluna-Versuchen wurden auf der Gießwagenfläche in Dresden-Pillnitz auch verschiedene Sommertopf-Pflanzen ohne flüssige Nachdüngung kultiviert. In den Versuchen wurden aus arbeitswirtschaftlichen Gründen vorwiegend Pflanzen mit einer kurzen Produktionszeit verwendet.

Unter dem Begriff „Sommertopfkulturen“ werden viele verschiedene Pflanzenarten zusammengefasst. Es handelt sich meistens um einjährige Beet- und Balkonpflanzen oder um Stauden, die in einer kurzen Kulturzeit zu attraktiven Pflanzen im größeren Topf für die Absatzmonate Juni bis September produziert werden. Dabei reicht die Angebotspalette vom 12er-Topf bis zum 5 l-Container. So vielfältig wie die Topfgrößen können auch die Pflanzenarten sein, von Angelonia bis Zinnia. Aus diesem Grund kann man keine allgemeingültigen Aussagen zum Nährstoffbedarf treffen, sondern muss entsprechend der verwendeten Arten und Topfgrößen die notwendige Düngermenge berechnen.

Neben der Gesamtmenge an Nährstoffen, die von den Pflanzen benötigt werden, sind die zeitliche Verteilung des Bedarfes und die Salzempfindlichkeit der Pflanzen für eine gute Pflanzenentwicklung zu beachten. Weil der Kulturbeginn im Freiland meistens im Mai ist, werden die Nährstoffe in einer relativ kurzen Zeit von 2 bis 4 Monaten benötigt. In dieser Zeit entwickeln die Pflanzen eine große Pflanzenmasse und können auch gerne noch einige Nährstoffe zum Kunden mitbringen. Weil die Jungpflanzen zu Beginn meist recht klein sind, steigt der Nährstoffbedarf im Laufe der Kulturzeit mit dem Pflanzenwachstum. In den warmen Sommermonaten ist mit einer schnellen Freisetzung der umhüllten Nährstoffe bei Depotdüngern zu rechnen.

5.2.1 Jahr 2012

Im Versuch wurden die Depotdünger Osmocote Exact Standard 3-4M und Plantacote Pluss 4M als Punktdüngung mit 5 und 7 g je Topf eingesetzt. Die Kultur erfolgte im 14er-Topf mit verschiedenen samenvermehrten Arten. Bei *Catharanthus*, *Cosmos*, *Dahlia* und *Rudbeckia* wurden 3 Sämlinge je Topf pikiert. *Helianthus* wurde direkt ausgesät. In den Versuch wurden auch Fuseables-Sämlingsgruppen aus QP150-Anzuchtpaletten einbezogen. Das Substrat Stender D400 mit Xylit enthielt eine Grunddüngung von 83 mg N_{min}/l, 121 mg/l P₂O₅ und 218 mg/l K₂O. Der Depotdünger wurde als Punktdüngung ins Pflanzloch gegeben. Kulturbeginn war in KW 25, es erfolgte keine flüssige Düngung.



Abbildung 8: *Cosmos sulphureus* 'Limara Citrin' und *Rudbeckia hirta* 'Toto Gold' in verschiedenen Versuchsvarianten, 2012

Bei fast allen untersuchten Pflanzen konnte ein enger Zusammenhang zwischen Pflanzengröße und Stickstoffzufuhr aus dem Depotdünger festgestellt werden. Der Osmocote-Dünger enthält 16 % Stickstoff, im Gegensatz zu 14 % bei Plantacote. Die Pflanzen der jeweiligen Düngerstufe waren etwas größer und schwerer. Im Gesamteindruck gab es aber kaum signifikante Unterschiede zwischen den beiden Düngerarten (siehe Abbildung 8 und Tabelle 9).

Bei *Catharanthus* ist eine Versorgung mit 5 g Depotdünger ausreichend, in den beiden Varianten mit 7 g Depotdünger je Topf gab es einzelne Pflanzenausfälle. Bei *Rudbeckia* waren beide 7 g-Varianten sehr gut. *Cosmos* und *Dahlia* waren mit 5 g Depotdünger nicht ausreichend versorgt. Sie waren etwas kleiner und hatten helleres Laub. Die *Helianthus* entwickelten sich bei 7 g Osmocote am besten, wirkten aber etwas zu hell. Hier könnte die Depotdüngerkonzentration sicher noch höher sein.

Die Fuseables (*Petunia*, *Coleus* und *Bacopa* in unterschiedlichen Sorten- und Artenkombinationen in einer Saatgutpille) entwickelten sich schnell zu ansprechenden Pflanzen und zeigten zunächst kaum Unterschiede in der Pflanzenqualität. Bereits 38 Tage nach dem Topfen waren sie verkaufsfähig und die unterschiedlichen Düngervarianten spiegelten sich vor allem in der Frischmasse wider. Nach weiteren 3 Wochen Kultur im Topf wirkten alle *Petunien* sehr hungrig. Der Dünger war aufgebraucht oder konnte nicht entsprechend des Pflanzenzuwachses bereitgestellt werden.



Abbildung 9: Versuchsvarianten Sommertopf 2012 auf Freiland-Gießwagenfläche

Tabelle 9: Gesamteindruck bei verschiedenen Depotdüngervarianten bei Sommertopfkulturen unter dem Freilandgießwagen 2012

Dünger	Plantacote Pluss 4M	Osmocote Exact Standard 3-4M	Plantacote Pluss 4M	Osmocote Exact Standard 3-4M
Depotdünger je Topf	5 g	5 g	7 g	7 g
verfügbare Stickstoffmenge je Topf aus Depotdünger	560 mg	640 mg	784 mg	896 mg
<i>Catharanthus roseus</i> 'First Kiss Mix' (wyss)	6,2 ^a	6,8 ^a	6,0 ^a	6,8 ^a
<i>Cosmos sulphureus</i> 'Limara Citrin' (wyss)	8,3 ^a	8,8 ^{ab}	8,8 ^a	9,0 ^b
<i>Dahlia variabilis</i> 'Figaro Mixture' (wyss)	8,0 ^a	7,5 ^a	8,5 ^a	8,2 ^a
<i>Helianthus annuus</i> 'Pacino Cola' (Volmary)	5,3 ^a	5,7 ^{ab}	6,5 ^{bc}	6,8 ^c
<i>Rudbeckia hirta</i> 'Toto Gold' (Benary)	6,5 ^a	6,3 ^a	7,5 ^b	7,8 ^b
Petunia Fuseables Strawberry Wine (PAS)	7,8 ^a	7,7 ^a	8,5 ^a	8,7 ^a
Petunia Fuseables Lime Coral (PAS)	7,7 ^a	8,7 ^b	8,5 ^b	9,0 ^b
Coleus Fuseables Under The Sun (PAS)	8,7 ^a	8,7 ^a	8,8 ^a	9,0 ^a
Multi Species (Petunia und Bacopa) Fuseables Healing Waters (PAS)	8,7 ^a	8,8 ^a	8,8 ^a	9,0 ^a
Multi Species (Petunia und Bacopa) Fuseables Silk N Satin (PAS)		8,0		8,8

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

5.2.2 Jahr 2014

In diesem Jahr erfolgte der Anbau von Gaillardien mit verschiedenen Depotdüngern. Die Anzucht der Jungpflanzen erfolgte über Aussaat in KW 18 in QP-150-Paletten mit zwei Korn je Loch. Das Topfen der Gaillardien erfolgte dann in KW 24 direkt ins Freiland in 14er-Töpfe. Als Substrat kam Stender D400 mit Xylit (130 mg/l N_{min}; 62 mg/l P₂O₅; 213 mg/l K₂O; 1,4 mg Salz/l; pH 5,5) zum Einsatz. Über den Düngerdosierer der Topfmaschine wurden fünf verschiedene Depotdünger in jeweils drei verschiedenen Aufwandmengen ins

Bohrloch gegeben (siehe Tabelle 10). Die Schafwollpellets wurden mit Hand in das Loch gefüllt. Nach dem Topfen gab es einige Tage mit intensiver Einstrahlung und hohen Temperaturen. Die Pflanzen hatten dadurch deutliche Anwachsprobleme. Besonders in den Varianten mit höherer Konzentration an Depotdünger kam es zu einigen Pflanzenausfällen (siehe Abbildung 11).

Tabelle 10: Übersicht der verwendeten Dünger und der theoretisch verfügbaren Stickstoffmengen bei Gaillardia 2014

Dünger	Nährstoffverhältnis	Verfügbarkeit, geschätzt	Stickstoffangebot in mg/Topf		
			Variante 5 g	Variante 8 g	Variante 10 g
Osmocote Exact Standard 3-4M	16-9-12	80 %	640	1024	1280
Osmocote Exact Standard High K 3-4M	11-11-18	80 %	440	704	880
Plantacote Pluss 4M	14-9-15	80 %	560	896	1120
Plantacote TopK 4M	10-9-19	80 %	400	640	800
Osmocote Bloom	12-7-18	80 %	480	768	960
Schafwollpellets	10-0-5	60 %	300	600	900

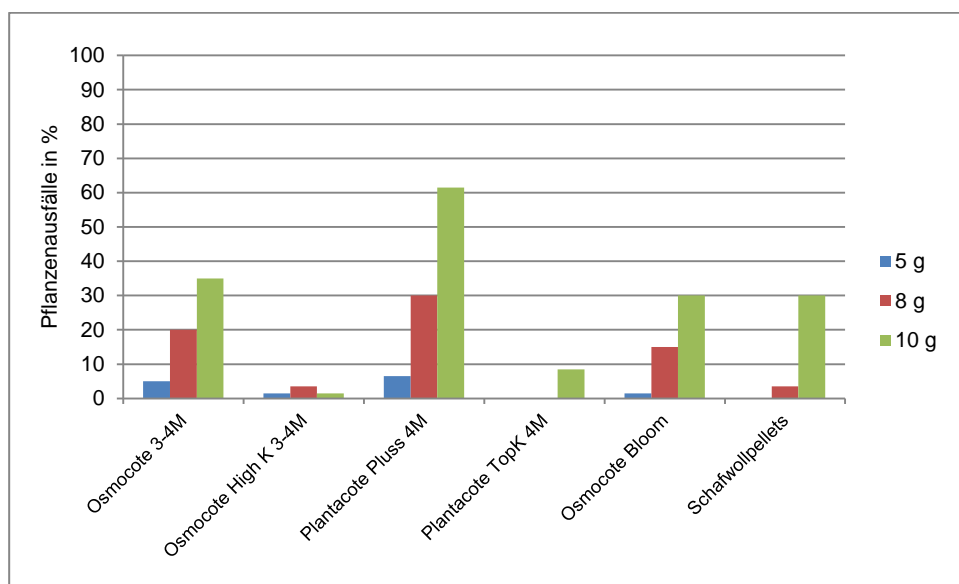


Abbildung 10: Pflanzenausfälle bei Gaillardien, 2014

Bereits in KW 32 waren die ersten Varianten verkaufsfertig. Die samenvermehrten Pflanzen entwickelten sich innerhalb der Parzellen recht unterschiedlich. Die Bonitur erfolgte wenn 50 % der Parzelle blühten.

In den Varianten mit 5 g Depotdünger je Topf gab es die wenigsten Pflanzenausfälle. Die Pflanzenqualität war aber in diesen Varianten meistens nicht ausreichend (siehe Abbildung 12). Es traten zum Kulturrende gehäuft gelbe Blätter im unteren Pflanzenbereich auf und die Pflanzen waren für die Topfgröße zu klein. Dies spiegelt sich auch in der Anzahl von Blüten und Knospen wieder, die geringer war als bei 8 oder 10 g Depotdünger je Topf.

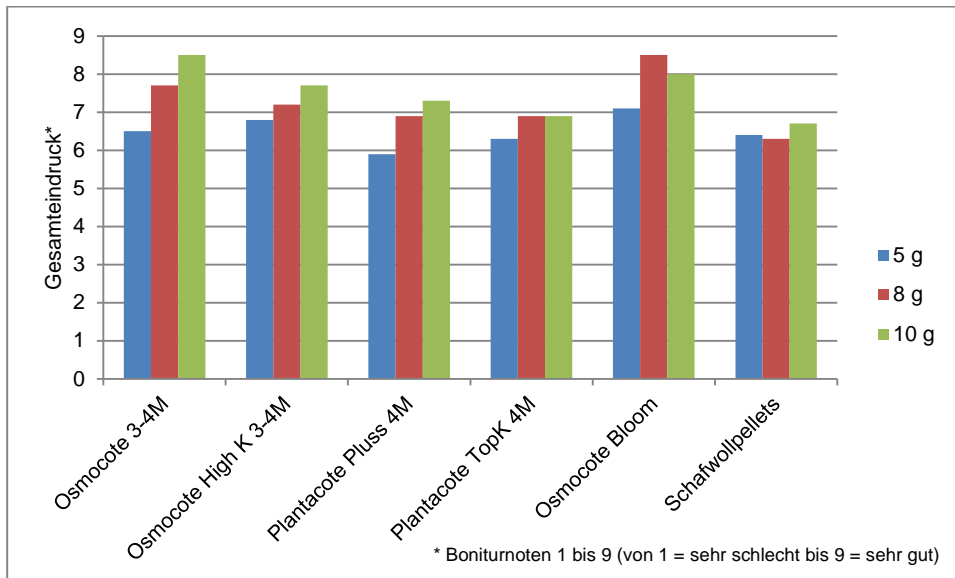


Abbildung 11: Auswirkung verschiedener Varianten der Vollversorgung mit Depotdünger auf den Gesamteindruck der blühenden Boniturlpflanzen bei Gaillardien, 2014

Die kräftigsten Pflanzen mit dem besten Gesamteindruck konnten mit den Osmocote-Düngern erreicht werden. Auch die Anzahl von Blüten und Knospen lag bei den Osmocote-Produkten höher als bei Plantacote und den Schafwollpellets. Ein enger Zusammenhang bestand zwischen der Beurteilung des Gesamteindruckes und der Frischmasse. Pflanzen mit einer hohen Frischmasse wurden auch gut bewertet. Die Farbe des Laubes war in den Osmocote-Varianten kräftiger.

Die Durchwurzelung der Topfballen und die Wurzelqualität waren in den Varianten mit einem hohen Kaliumanteil und auch bei den Schafwollpellets etwas besser.

Die Schafwollpellets sind in der Handhabung aufwendiger als umhüllte Depotdünger. Die Pflanzenqualität lag im Mittelfeld, die Pflanzen hatten helleres Laub. Beim Einsatz der Schafwollpellets blühten die Pflanzen 8 Tage später als im Mittel der anderen Varianten.

Die beste Pflanzenqualität bei wenig Ausfällen wurde mit Osmocote Exact Standard High K 3-4M erreicht. Aber auch Osmocote Bloom ist für Sommertopfkulturen mit kurzer Kulturzeit, wie Gaillardien, geeignet. Die Aufwandmenge sollte für eine Vollversorgung im 14er-Topf etwa 8 g Depotdünger je Topf betragen.



Abbildung 12: Vollversorgung mit Osmocote Exact Standard High K 3-4M bei Gaillardia 'Rote Töne' in verschiedenen Dosierungen, 2014

Eine Vollversorgung mit Depotdüngern bei der Anzucht von Sommertopfpflanzen auf Freiland-Gießwagenflächen ist möglich. Weil die meisten Pflanzenarten nicht so sehr salzempfindliche Wurzeln haben, ist eine Grunddüngung des Substrates für die Anwuchsphase sinnvoll. Der Depotdünger muss dann mit seiner Laufzeit an die Kulturdauer angepasst werden.

5.3 Anzucht von Hortensien-Rohware

Im Jahr 2011 wurden auf der Gießwagenfläche auch Hortensien kultiviert.

Ausgehend von einem Bedarf in der Vorkultur von etwa 800 mg Stickstoff je Pflanze im 14er-Topf wurden im April 2011 die Jungpflanzen der Sorten 'Stolpen', 'Pillnitz' und 'Bastei' in unterschiedlichen Düngungsvarianten getopft. Neben den verschiedenen Varianten einer Vollversorgung wurde als Vergleichsvariante auch eine praxisübliche Kombination aus Depot- und Flüssigdüngung realisiert. Als weitere Düngungsvariante gab es eine Vollversorgung mit Hornspänen. Die Versorgung mit Depotdünger erfolgte als Punktdüngung ins Pflanzloch mit Osmocote Hi.End 5-6M, in der „Mix“-Variante in einer Mischung mit Osmocote 8-9M. Weil bei den Depotdüngern nur etwa 80 % der enthaltenen Nährstoffe für die Pflanzen zur Verfügung stehen, wurden bei der Dosierung entsprechende Aufschläge eingerechnet. Bei Hornspänen wurde mit 60 % Verfügbarkeit gerechnet. Einen Überblick der unterschiedlichen Düngungsvarianten gibt die Tabelle 11.

Tabelle 11: Düngungsvarianten bei der Vorkultur (Freilandphase) von *Hydrangea macrophylla*, 2011

Variante	Düngermenge je Topf	Depotdünger je Liter Substrat	Stickstoffmenge je Topf*
1	3 g Osmocote Exact Hi.End 5-6M und Flüssigdüngung	2,7 g	546 mg + ca. 700 mg aus Flüssigdüngung KW 25 bis 34 (22 x 0,1 g/l Ferty 1 rot)
2	6 g Osmocote Exact Hi.End 5-6M	5,5 g	999 mg
3	7 g Osmocote Exact Hi.End 5-6M	6,4 g	1156 mg
4	7 g Osmocote Exact Hi.End 5-6M und Osmocote Exact 8-9M (je 50 %)	6,4 g	1156 mg
5	9,9 g Hornspäne (eingemischt)	9 g	890 mg

*inklusive Grunddüngung im Substrat (86 mg N_{min}/l)

Bereits in der Anwuchsphase nach dem Topfen traten bei einer hohen Depotdüngerkonzentration von 7 g je Topf Pflanzenschäden auf. Besonders bei den Sorten 'Pillnitz' und 'Bastei' waren Blattverbrennungen und Wachstumsstockungen zu beobachten. Vermutlich traten durch die relativ hohen Temperaturen im Gewächshaus eine schnelle Freisetzung des Düngers und damit eine hohe Salzbelastung auf. Die Sorte 'Stolpen' erwies sich als wesentlich robuster.

Ab KW 23 wurden die Pflanzen im Freiland auf einer Gießwagenfläche weiter kultiviert. In der Variante 1 erfolgte ab Woche 25 eine Flüssigdüngung mit 0,1 g/l Ferty 1 rot (20-7-10). Bis KW 34 wurde 2- bis 3-mal je Woche gedüngt.

Die bereits geschädigten Pflanzen der empfindlicheren Sorten bei einer Düngung von 7 g Depotdünger je Topf zeigten auch im Freiland weiterhin Entwicklungsprobleme. Es traten schwache Pflanzen, „Vorblüher“ und Ausfälle auf. Die Pflanzen der Variante mit eingemischten Hornspänen im Substrat entwickelten sich in allen Sor-

ten sehr gleichmäßig und mit vielen Trieben, blieben aber kleiner als in der Variante mit Flüssigdüngung. Auch die Variante mit 6 g Depotdünger je Pflanze entwickelte sich in allen Sorten mit ausreichender Triebanzahl und etwas schwächerem Wuchs gegenüber den Varianten mit Flüssigdüngung und Hornspänen. In der Abbildung 13 sind typische Pflanzen der unterschiedlichen Düngungsvarianten kurz vor Beginn der Kühllagerung dargestellt.

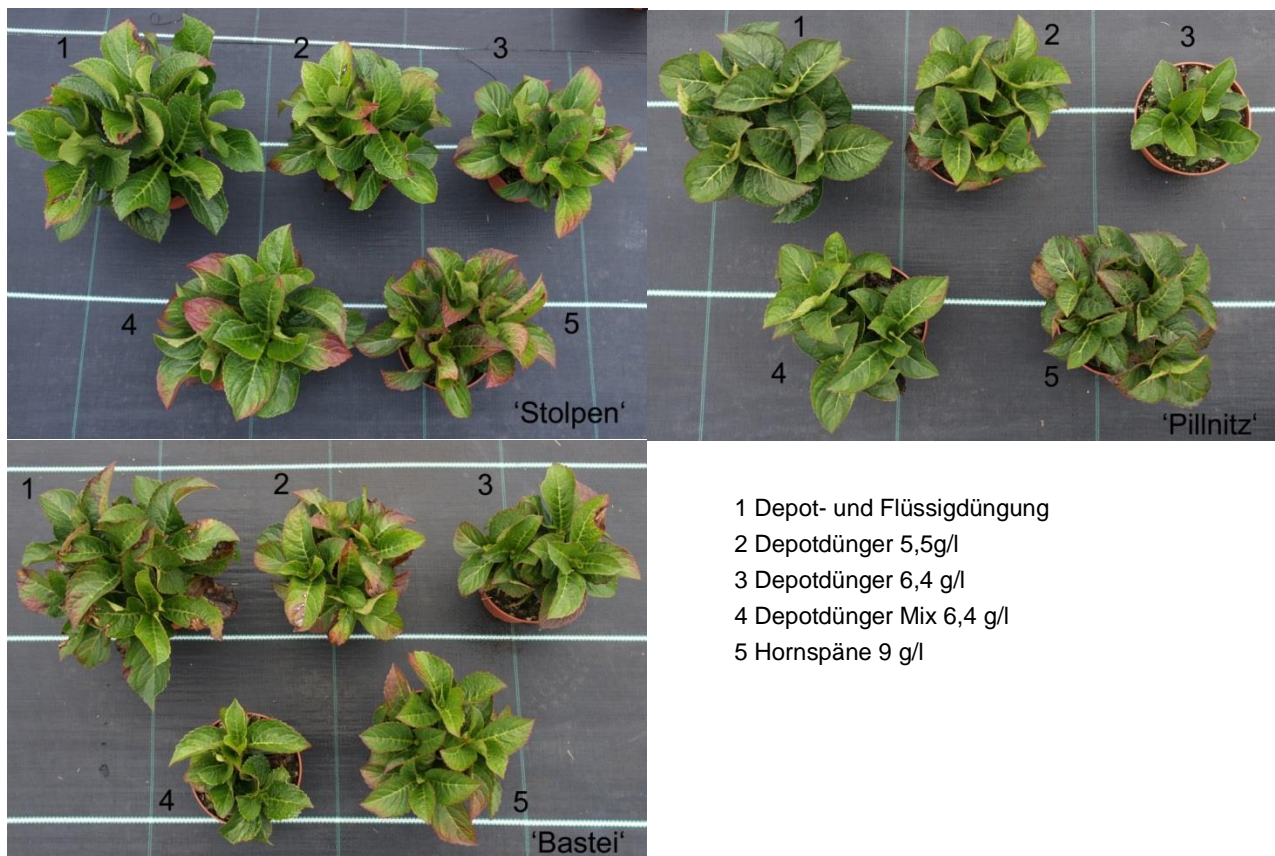


Abbildung 13: Pflanzen aus verschiedenen Varianten der Düngung bei *Hydrangea macrophylla* in KW 38

Nach der Lagerung in der Kühlzelle wurden die Pflanzen ab KW 49 im Gewächshaus getrieben. In der Treiberei erfolgte die Bewässerungsdüngung in drei Konzentrationen. Die unterschiedlichen Konzentrationen hatten keinen Einfluss auf die Treibdauer und die Anzahl der Blütenstände, wirkten sich aber auf den Gesamteindruck, die Laubfarbe und die Pflanzengröße aus. Weil aus dem Depotdünger vermutlich keine Nährstoffe mehr geliefert wurden, war eine Bewässerungsdüngung mit nur 30 mg N/l Nährlösung zu niedrig. Zwischen den Varianten 75 und 120 mg N/l Nährlösung gab es nur geringfügige Unterschiede.

In den Varianten mit 6 g Depotdünger je Topf, mit Hornspänen und in der Kombination von Depot- und Flüssigdünger wurden sehr gute Pflanzenqualitäten erreicht. Als sehr robust zeigte sich die Sorte 'Stolpen'. Hier gab es in allen Düngungsvarianten nur sehr geringe Ausfälle. In den Varianten mit 7 g Depotdünger je Topf konnten bei den Sorten 'Pillnitz' und 'Bastei' nur 20 bis 50 % der Pflanzen eine vermarktungsfähige Qualität erreichen. Der Gesamtanteil der verkaufsfähigen Pflanzen lag dadurch in diesen Düngervarianten auch nur bei 50 % (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Auswirkungen verschiedener Varianten der Düngung auf ausgewählte Pflanzenmerkmale bei *Hydrangea macrophylla*; Einzelmessungen nur an verkaufsfähigen Pflanzen

	Depot- und Flüssigdüngung	Depotdünger 5,5 g/l	Depotdünger 6,4 g/l	Depotdünger Mix 6,4 g/l	Hornspäne 9 g/l
Höhe in cm	23,8 ^b	22,9 ^b	21,4 ^a	21,1 ^a	23,8 ^b
Breite in cm	37,2 ^b	36,4 ^b	34,1 ^a	34,0 ^a	38,0 ^b
Gesamteindruck*	7,9 ^c	7,5 ^b	6,8 ^a	6,7 ^a	7,6 ^b
Anzahl Blütenstände	5,0 ^d	4,5 ^{bc}	4,1 ^{ab}	3,9 ^a	4,8 ^{cd}
Gesamteindruck -Parzelle*	7,2 ^c	6,1 ^b	4,2 ^a	3,9 ^a	6,7 ^{bc}
Laubfarbe -Parzelle*	5,9 ^a	5,6 ^a	5,6 ^a	5,8 ^a	5,3 ^a
Anteil verkaufsfähige Pflanzen in %	96,3	88,9	51,2	53,7	96,3

* Boniturnoten 1 bis 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, $\alpha = 0,05$

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine Vollversorgung mit Depotdünger von 7 g je Pflanze bei empfindlichen Sorten zu Ausfällen, schwachen Pflanzen und „Vorblühern“ führen kann. Sehr gute Pflanzenqualitäten konnten bei den getesteten Sorten mit 6 g Depotdünger je Topf oder mit 9 g Hornspänen je Liter Substrat erreicht werden. Die kräftigsten Pflanzen waren in der Variante mit flüssiger Nachdüngung zu verzeichnen.

Eine Vollversorgung mit Depotdünger in der Freilandphase ist möglich. Bei empfindlichen Sorten sollte man aber mit maximal 6 g Depotdünger je Pflanze im 14er-Topf arbeiten. Bei der Verwendung von Hornspänen ist zu beachten, dass eine ausreichende Grunddüngung an Kalium und Phosphor im Substrat vorhanden sein muss.

5.4 Substrat und Düngung bei der Staudenproduktion

Im Jahr 2013/2014 wurde im Rahmen des bundesweiten Arbeitskreises „Versuchs- und Forschungsfragen in der Staudenproduktion“ auch in Dresden-Pillnitz ein Versuch zu einer Vollversorgung in der Staudenproduktion durchgeführt. Neben dem Einsatz von verschiedenen Substraten mit unterschiedlichen Torfanteilen war ein Schwerpunkt der Untersuchung die Düngungshöhe und die Kombination aus Grund- und Vorratsdüngung. Der Versuchsaufbau setzte sich aus 4 Standorten, 5 verschiedenen Substraten, 2 Düngungsstufen und 5 Pflanzenarten zusammen (Tabelle 13). Dabei war das Ziel, für die vielfältigen Arten in der Staudenproduktion allgemein handhabbare Richtwerte zu entwickeln und die Eignung von torfreduzierten Substraten für die Staudenproduktion aufzuzeigen.

Tabelle 13: Versuchsaufbau Substrat und Düngung bei der Staudenproduktion

A Standort	A 1	Ellerhoop
	A 2	Dresden-Pillnitz
	A 3	Würzburg-Veitshöchheim
	A 4	Freising-Weihenstephan
B Substrate/Düngerform	B 1	torfbasiert, mittelschwer + mineralischer Vorratsdünger Stender D400 mit Xylit
	B 2	torfbasiert, schwer + mineralischer Vorratsdünger Patzter Staudensubstrat CL Stauden
	B 3	torfreduziert, schwer + organischer Vorratsdünger Stender Sondermischung Stauden, schwere Mischung
	B 4	torfreduziert, schwer + organischer Vorratsdünger Patzter Stauden spezial
	B 5	torffrei + organischer Vorratsdünger Kleeschulte Bio Zierpflanzen torffrei
C Düngungsstufen	C 1	niedrig, auf 150 mg N je Pflanze aufgedüngt
	C 2	hoch, auf 300 mg N je Pflanze aufgedüngt unter Berücksichtigung der Herstellerangaben zur Grund- und Vorratsdüngung
D Pflanzenarten/-sorten	D 1	<i>Lavandula angustifolia</i> 'Hidecote Blue'*
	D 2	<i>Festuca glauca</i> *
	D 3	<i>Epimedium rubrum</i> **
	D 4a	<i>Aster novae-angliae</i> 'Abendsonne'***
	D 4b	<i>Aster novae-angliae</i> 'Andenken an P. Gerber'***
D 5	<i>Waldsteinia ternata</i> **	

*Schwachzehrer ** Mittelzehrer ***Starkzehrer

Die Aufdüngung auf 150 bzw. 300 mg N je Pflanze erfolgte nach den Angaben zu den Nährstoffgehalten der Substrathersteller. Weil die Topftermine relativ spät lagen, wurde als mineralischer Depotdünger Osmocote Exact Standard High K 3-4 M (11-11-18) verwendet. Die torfreduzierten und torffreien Substrate wurden mit Hornspänen als Vorratsdünger versorgt, weil durch den Kompostanteil von einer ausreichenden Phosphor- und Kaliumversorgung auszugehen ist. Bei dem Depotdünger wurde eine Verfügbarkeit der Nährstoffe von 80 % angesetzt, bei Hornspänen eine Verfügbarkeit von 60 %. Die Vorratsdünger wurden entsprechend der Versuchsvarianten in das Substrat eingemischt. Die Kultur erfolgte im Standard-Vierecktopf P 0,5.

Während der Vegetationsperiode gab es kaum Ausfälle. Nur bei *Epimedium rubrum* waren auf dem vollsonnigen Standort bald nach dem Topfen starke Verluste zu verzeichnen.

Im Winter wurden die Pflanzen auf der Freilandfläche mit Agrocover abgedeckt. Ausfälle in größerem Umfang gab es bei *Aster novae-angliae* 'Abendsonne'. Dabei konnte kein Zusammenhang zu den verschiedenen Substraten erkannt werden. Aber anders als erwartet waren die Ausfälle bei allen Substraten in den höher gedüngten Varianten (auf 300 mg Stickstoff je Pflanze) niedriger als bei 150 mg Stickstoff je Pflanze, jedoch nicht so gering, um das Problem der unzureichenden Winterhärte dieser Sorte zu lösen.

Der deutliche Einfluss der Düngung auf die Pflanzengröße ist beispielhaft in Abbildung 14 und Abbildung 15 zu erkennen. Bei allen Arten war die Variante mit 300 mg Stickstoff größer und schwerer. Auffallend ist ein frühzeitiger sichtbarer Stickstoffmangel und Minderwuchs bei der Substratvariante "Patzter CL Stauden". Vermutlich funktionierte unter den konkreten Bedingungen der GEPAC-Dünger nicht gut als Langzeitdünger. In der N-Stufe mit 300 mg Stickstoff je Pflanze waren die Unterschiede zwischen den Substraten deutlich geringer.

Die bei der niedrigeren N-Stufe festgestellten geringeren Sprossmassen und Pflanzengrößen stellen hinsichtlich der Verwendung als Staude nicht unbedingt einen Qualitätsnachteil dar. Vermarktungsfähig und gut verwendbar waren alle Pflanzen.

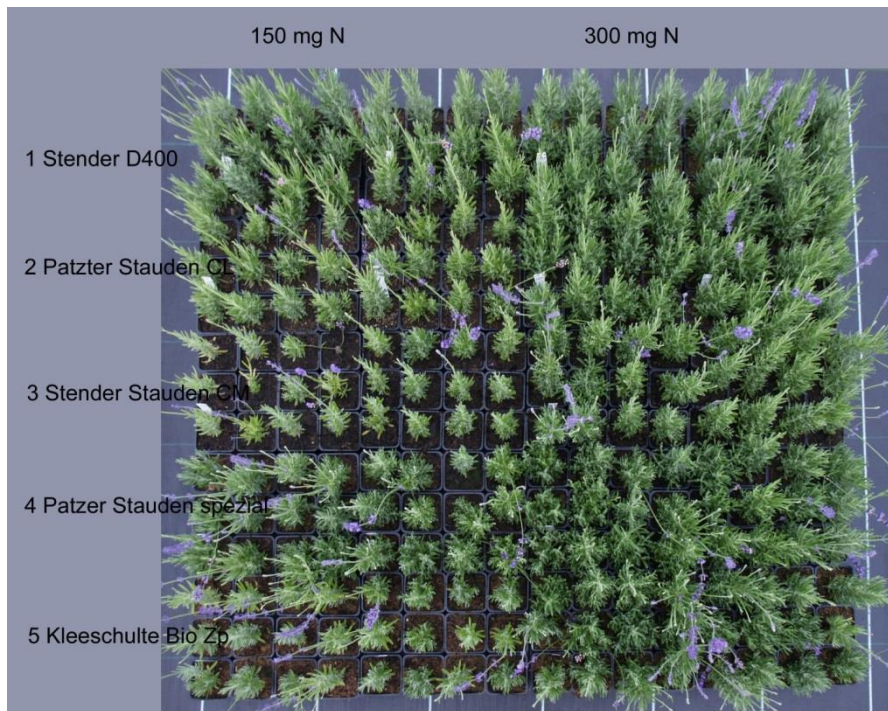


Abbildung 14: Versuchsvarianten von *Lavandula angustifolia* 'Hidcote Blue' 5 Wochen nach dem Topfen in Dresden-Pillnitz

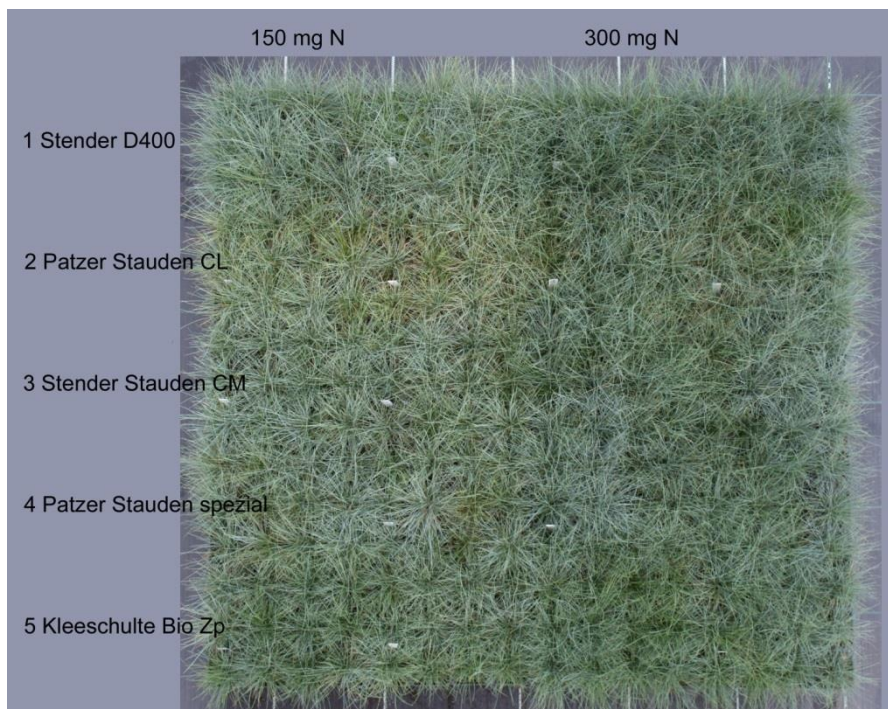


Abbildung 15: Versuchsvarianten von *Festuca glauca* in Kalenderwoche 35 (8 Wochen nach dem Topfen) in Dresden-Pillnitz

In Auswertung der verschiedenen Versuchsvarianten konnte festgestellt werden, dass die Nährstoffversorgung ohne flüssige Nachdüngung in allen Substratvarianten gut zu realisieren war. Es ist der Einsatz von torfbasierten, torf reduzierten und torffreien Substraten möglich. Die Auswahl des Vorratsdüngers sollte sich nach dem Topftermin richten, damit zum Ende der Vegetationsperiode ein Absinken des Stickstoffangebotes für eine gute Ausreife gegeben ist. Die Aufdüngung auf 150 mg N je Pflanze war bei einzelnen Substraten etwas zu gering. Im Ergebnis kann man für Mittel- und Starkzehrer 300 mg N je Pflanze empfehlen und für Schwachzehrer 200 mg N je Pflanze. Die abgeleiteten allgemeinen Empfehlungen für eine Staudenproduktion im P 0,5 sind Tabelle 14 zusammengefasst.

Tabelle 14: Tipps zu Substrat und Düngung bei der Staudenproduktion im Standard-Vierecktopf P 0,5

Torfbasierte Substrate		Torfreduzierte, torffreie Substrate	
0,5 bis 1,0 g/l mineralische Grunddüngung mit sofort pflanzenverfügbaren Nährstoffen (z. B. 14-16-18, 15-10-20)		Phosphor- und Kaliumversorgung über Kompostanteile (gütegesichert, N-stabilisiert) N-Startangebot aus Kompostanteilen mit ca. 50-100 mg N/l Substrat	
Ziel 200 mg N/Pflanze	Ziel 300 mg N/Pflanze	Ziel 200 mg N/Pflanze	Ziel 300 mg N/Pflanze
Schwachzehrer z. B. <i>Festuca glauca</i> , <i>Epimedium rubrum</i>	Mittel- und Starkzehrer z. B. <i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Waldsteinia ternata</i> , <i>Aster novae-angliae</i>	Schwachzehrer z. B. <i>Festuca glauca</i> , <i>Epimedium rubrum</i>	Mittel- und Starkzehrer z. B. <i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Waldsteinia ternata</i> , <i>Aster novae-angliae</i>
Depotdünger 15 % N Nährstoffverfügbarkeit 80 % Topfen April/Mai → Laufzeit 5/6 M Topfen Juni/Juli → Laufzeit 3/4 M		Hornspäne 14 % N Nährstoffverfügbarkeit 60 %	
2,2 bis 2,8 g/l Substrat bzw. 1,1 bis 1,4 g/Pflanze	3,8 bis 4,4 g/l Substrat bzw. 1,9 bis 2,2 g/Pflanze	3,2 bis 4,0 g/l Substrat bzw. 1,6 bis 2,0 g/Pflanze	5,5 bis 6,3 g/l Substrat bzw. 2,8 bis 3,2 g/Pflanze

5.5 Anzucht von *Rhodohypoxis baurii*

Der Grasstern (*Rhodohypoxis baurii*) ist ein interessantes Nischen- oder Ergänzungsprodukt für das Frühjahr. Die Mikro-Knollenpflanze stammt aus Südafrika und kann über Tochterknöllchen vermehrt werden. Die Anzucht erfolgt in den Sommermonaten im Freiland. Weil bisher wenige Angaben zum Nährstoffbedarf in der Anzuchtphase vorliegen, wurde im Jahr 2014 ein Versuch zur Vollversorgung mit Depotdünger durchgeführt. Anfang April wurden jeweils 3 Tochterknöllchen in einen 9 cm-Topf pikiert. In das Substrat wurde der Depotdünger Osmocote Exact Standard mit unterschiedlichen Laufzeiten in verschiedenen Aufwandsmengen eingemischt.

Im Laufe der Kultur erfolgte keine Flüssigdüngung. Außer dem Ziehen vereinzelter Unkräuter waren keine Pflegemaßnahmen notwendig. Ende Oktober wurde die Pflanzenqualität beim Einräumen der Töpfe in die Kühlzelle bewertet. Eine gute Pflanzendichte hatte sich in den Varianten 1,5 und 3 kg/m³ Osmocote Exact Standard 5-6M und auch bei 3 kg Osmocote Exact Standard 8-9M entwickelt. Auf den Töpfen der höher gedüngten Varianten waren ein besonders starker Moosbesatz und eine sehr schwache Pflanzenentwicklung zu verzeichnen.

Ab Ende Januar erfolgte die Treiberei der Pflanzen. Altes Laub und die Moosschicht auf den Töpfen wurden entfernt und die Töpfe mit Splitt abgestreut. Die Pflanzen trieben 37 bis 54 Tage. Die Varianten mit bis zu 3 kg Depotdünger je m³ Substrat entwickelten sich am schnellsten und hatten auch den besten Blütenbesatz. Dabei waren der Gesamteindruck und die Anzahl der Blüten und Knospen beim Dünger mit der längeren Laufzeit (8-9M) besser (siehe Tabelle 15). Bei der niedrigsten Aufwandmenge von 1,5 kg Depotdünger je m³ Substrat war die Pflanzenentwicklung ähnlich der 3 kg-Varianten, die Anzahl an Blüten und Knospen aber etwas geringer. Bei höheren Aufwandmengen gab es viele Ausfälle und eine stark verzögerte Entwicklung in der Treibphase (siehe Abbildung 16).

Tabelle 15: Auswirkungen verschiedener Varianten der Depotdüngung in der Vorkultur auf ausgewählte Pflanzenmerkmale zum Blühbeginn bei *Rhodohypoxis baurii* 2015

Aufwandmenge in kg/m ³	Osmocote Exact Standard 5-6M				Osmocote Exact Standard 8-9M			
	1,5	3,0	6,1	12,1	3,0	6,1	12,1	18,2
Aufwandmenge in g/Topf	0,5	1	2	4	1	2	4	6
Treibdauer in Tagen	37	37	41	52	37	44	53	54
Gesamteindruck*	6,9 ^c	6,5 ^c	6,2 ^c	3,9 ^{a,b}	7,1 ^c	6,3 ^c	4,5 ^b	3,0 ^{a,b}
Anzahl Blüten und Knospen	8,1 ^{c,d}	8,8 ^{c,d}	6,5 ^{b,c}	3,5 ^a	10,7 ^d	8,6 ^{c,d}	5,0 ^{a,b}	2,8 ^a
Anzahl Triebe	36 ^c	31 ^c	23 ^b	8 ^a	38 ^c	22 ^b	15 ^a	8 ^a
Frischmasse in g	7,6 ^c	6,1 ^{b,c}	5,7 ^{b,c}	3,0 ^a	8,1 ^c	6,0 ^{b,c}	4,4 ^{a,b}	2,9 ^a

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

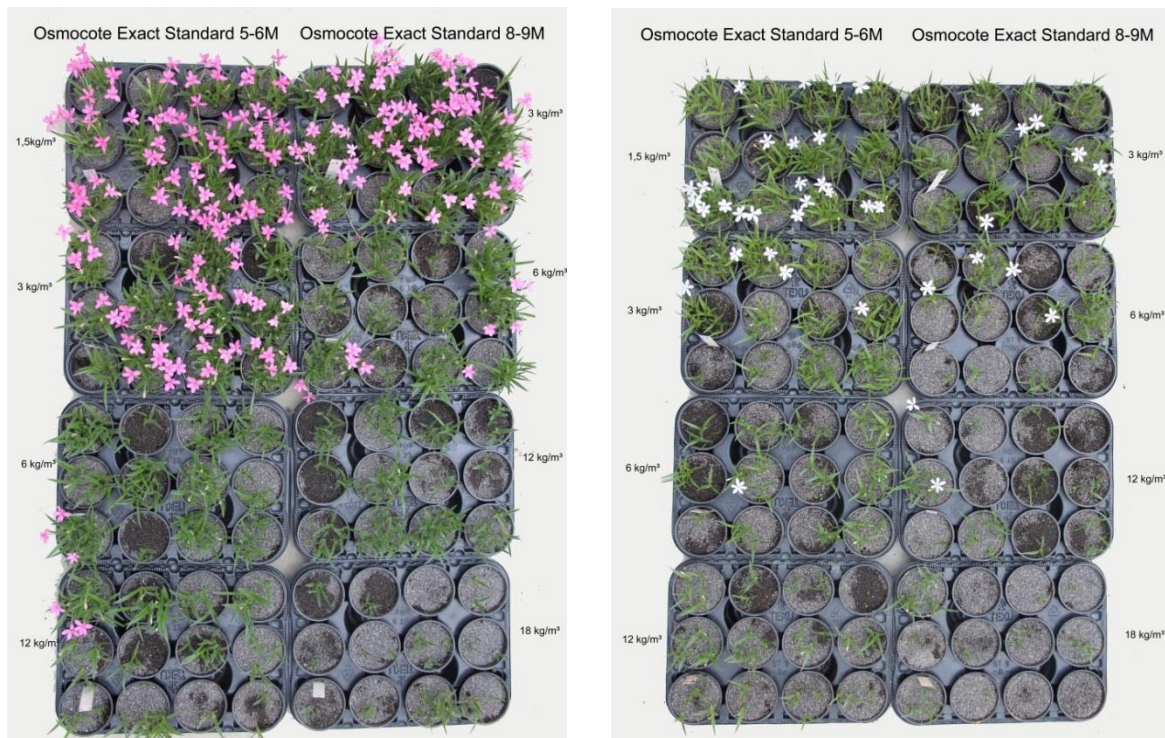


Abbildung 16: Versuchsvarianten in KW 09 von *Rhodohypoxis baurii* var. *baurii* (links) und 'Pictus' nach 5 Treibwochen

5.6 *Erica darleyensis*

Auf Anregung der Azerca Sachsen fanden im Jahr 2015 Versuche zur Vollversorgung mit Depotdünger an *Erica x darleyensis* statt. Bei Untersuchungen in Bad Zwischenahn war ein deutlicher Zusammenhang zwischen der flüssigen Nachdüngung und dem Auftreten von Triebsterben, verursacht von *Pestalotiopsis*, bei Erica-Arten festgestellt worden (BELTZ, WIENBERG, SCHLENZ & POSNER 2011 und 2012). Hier besteht nun ein großes Interesse, durch Umstellung auf die Vollversorgung mit Depotdüngern und den Verzicht auf eine Flüssigdüngung über Kopf das Krankheitsrisiko zu minimieren. Dies ermöglicht dann auch eine Reduzierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln.

Der Anbau von *Erica darleyensis* wird in den sächsischen Gartenbaubetrieben recht unterschiedlich gehandhabt. Mit dem Versuchsaufbau wurde versucht, möglichst viele Varianten des Kulturablaufes in den Versuch einzubeziehen (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Versuchsvarianten zur Vollversorgung mit Depotdünger bei *Erica x darleyensis* 2015

Topftermin Februar			
Sorten	'Kramers Rote' 'White Perfection' 'Darley Dale'		
Konzentration	4 g/Topf Osmocote Exact Protect 8-9M 6 g/Topf Osmocote Exact Protect 8-9M	7 g/l Substrat 10 g/l Substrat	450 mg N/Pflanze 670 mg N/Pflanze
Herkunft	Gartenbau Risse, Coswig Helix-Pflanzen, Leipzig		
Topftermin April			
Sorten	'Kramers Rote' 'White Perfection' 'Darley Dale'		
Konzentration	4 g/Topf Osmocote Exact Protect 5-6M 6 g/Topf Osmocote Exact Protect 5-6M 4 g/Topf Osmocote Exact Hi.End 5-6M	7 g/l Substrat 10 g/l Substrat 7 g/l Substrat	450 mg N/Pflanze 670 mg N/Pflanze 480 mg N/Pflanze
Herkunft/ Stutztermin	Helix-Pflanzen, Stutzen Ende Mai Gartenbau Stahnke, Stutzen Ende Mai Gartenbau Stahnke, Stutzen Ende Juni		
Düngerpositionierung	Punktdüngung Elevator, untere Substratebene		

Kultiviert wurde im 11 cm-Plastetopf in einem Calluna-Substrat ohne Aufdüngung. Während der Sommermonate wurde die Substrattemperatur aufgezeichnet (siehe Abbildung 17). Die Temperaturen im Substrat lagen in den heißen Sommertagen im Durchschnitt nicht über den Lufttemperaturen. Allerdings erfolgte kurzzeitig eine Erwärmung auf 30 bis 35 °C. An kühleren, aber strahlungsreichen Tagen war die durchschnittliche Bodentemperatur oftmals höher als die Lufttemperatur.

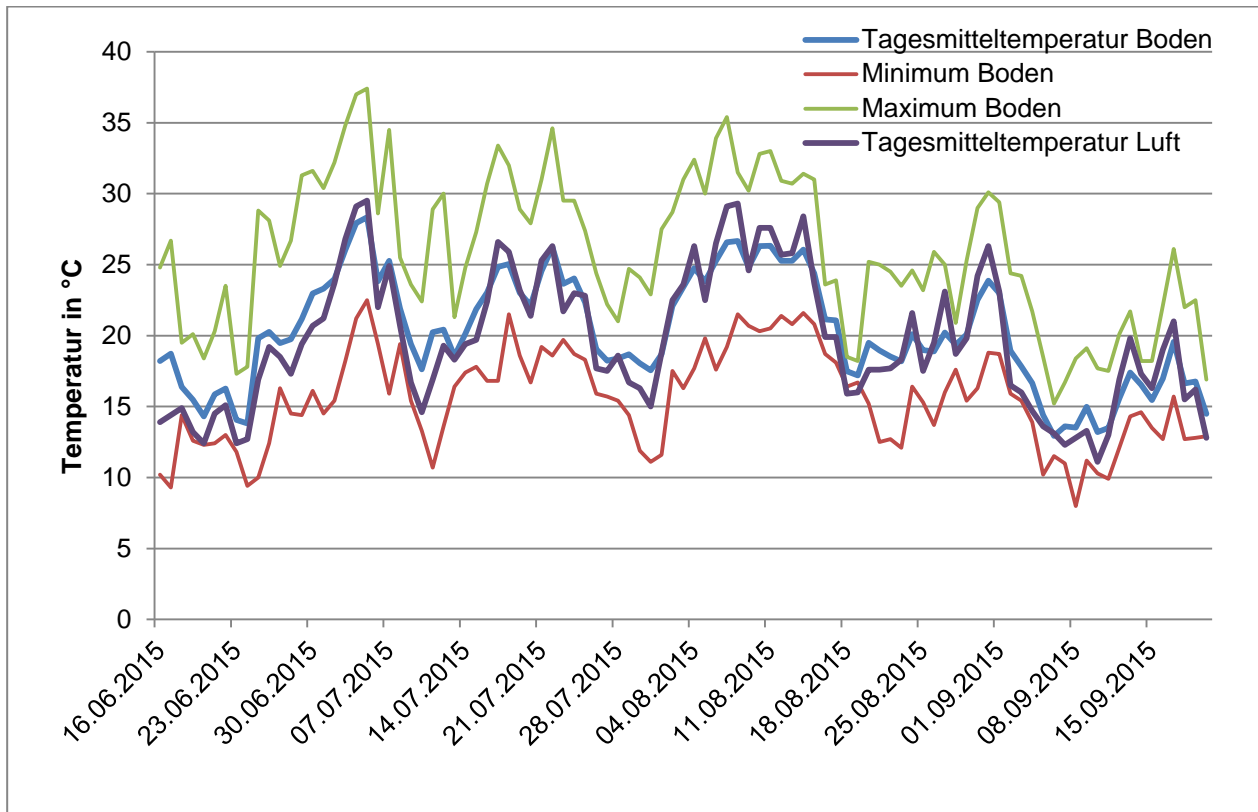


Abbildung 17: Luft- und Substrattemperaturen in Dresden-Pillnitz bei *Erica x darleyensis* im 11 cm-Topf



Abbildung 18: Die Wurzeln von *Erica x darleyensis* wachsen problemlos im Bereich der Depotdüngerkörner bei einer Aufwandmenge von 6 g Osmocote Exact Protect je Topf

Trotz des warmen Sommers 2015 traten an den Pflanzen keine Schäden durch eine erhöhte Salzbelastung auf. Die endgültige Auswertung der einzelnen Versuchsvarianten wird erst im Frühjahr 2016 bei Blühbeginn erfolgen. Erste Aussagen sind aber jetzt bereits möglich. Eine Versorgung mit 4 g Depotdünger je Topf ist für die Kultur im 11er-Topf etwas zu gering. Die 6 g Varianten liefern die bessere Pflanzenqualität (siehe Abbildung 19).

Bei einer Punktdüngung traten keinerlei Schäden durch höhere Salzkonzentrationen auf, weil die Jungpflanzen einen kräftigen Ballen hatten. Bei der „Elevatordosierung“ gab es teilweise Probleme, eine optimale Einstellung der Zudosierung zu finden. Teilweise fielen Depotdüngerkörner vor dem Substrat in den Topf und dann durch die Bodenlöcher hinaus. Somit standen einzelnen Pflanzen weniger Dünger zur Verfügung.



Abbildung 19: *Erica x darleyensis* 'Weiß' in KW 41 in unterschiedlichen Varianten der Punktdüngung

6 Wirtschaftlichkeit

Depotdünger haben einen deutlich höheren Preis je Kilogramm als Dünger in Form von einfachen Nährsalzen. Bei einer Vollversorgung mit Depotdünger werden aber nur die wirklich benötigten Nährstoffe den Pflanzen zur Verfügung gestellt. Dagegen wird bei der Flüssigdüngung die Umwelt oder das Grundwasser mitgedüngt. So relativieren sich die Kosten wieder.

Geht man als Beispiel von einer Aufwandmenge von 6 g Depotdünger aus, so ergeben sich für 1.000 Pflanzen Kosten an Depotdünger von etwa 22 €. Dabei wurde ein Preis von 3,70 € je Kilogramm Depotdünger zu Grunde gelegt. Je nach Abnahmemenge, Laufzeit und eventuelle Doppelumhüllung kann der Preis etwas schwanken.

Rechnet man bei einer Flüssigdüngung mit 60 % Nährlösungsverlust, so ergeben sich Düngerkosten von 18 Euro je 1.000 Pflanzen. Dabei wurde ein Düngerpreis von 1,45 € je Kilogramm zu Grunde gelegt. Zu den reinen Düngerkosten bei der Flüssigdüngung kommt noch die Arbeitsleistung für das Ansetzen und Ausbringen des Düngers. Weil diese Kosten in Abhängigkeit der betrieblichen Gegebenheiten stark schwanken kön-

nen, sollte die Situation kritisch geprüft werden. Kalkulationsbeispiele von der Lehr- und Versuchsanstalt Bad Zwischenahn (BELTZ 2010) können aber als Anhaltspunkt herangezogen werden.

Tabelle 17: Drei Düngungsvarianten bei Callunen im Kostenvergleich (nach BELTZ 2010)

	Düngungskosten je Pflanze	Prozent vom Erlös
Flüssigdüngung	1,13 Cent	3,23
Depotdüngung	0,81 Cent	2,31
Depot- und Flüssigdüngung	0,96 Cent	2,74

Topfgröße 9,5; Standweite 40 Pfl/m²; Erlös 35 Cent pro Pflanze

Die Wirtschaftlichkeit bei einer Vollversorgung mit Depotdünger wird durch ein geringeres phytosanitäres Risiko und damit niedrigere Pflanzenschutzaufwendungen verbessert. Weil die Düngerkosten nur einen geringen Anteil der Gesamtkosten ausmachen, ist die gleichmäßige und gute Pflanzenqualität entscheidend für den Erfolg der Produktion. Mit einer Vollversorgung können bei guter Pflanzenqualität Kosten eingespart werden und vor allem wird der Nährstoffaustrag in die Umwelt verhindert.

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

In mehrjährigen Versuchen konnte der Einsatz von Depotdünger in Topfpflanzenkulturen bei Zierpflanzen im Freiland erfolgreich getestet werden. Eine Vollversorgung der Pflanzen ohne flüssige Nachdüngung ist bei vielen Kulturen möglich. Damit kann eine Düngerbelastung der Umwelt stark reduziert werden. In Abhängigkeit von Topfgröße und Standweite werden bei einer Vollversorgung mit Depotdünger maximal 50 % der Düngermenge gegenüber einer Flüssigdüngung benötigt.

Bei der Vollversorgung mit Depotdünger wurden keine erhöhten Salzgehalte im Überschusswasser gemessen. Bei Starkniederschlägen ist mit einer geringfügigen Auswaschung zu rechnen, die aber durch die großen Wassermengen nicht messbar ist. Callunen und andere Heidepflanzenarten können mit Depotdünger mit einer teilweisen oder vollständigen Doppelumhüllung erfolgreich kultiviert werden. Durch die verzögerte Abgabe der Nährstoffe werden die relativ hohen Aufwandmengen für eine Vollversorgung von den salzempfindlichen Pflanzen gut vertragen. Callunen benötigen für eine kräftige Verkaufsware etwa 9 kg Depotdünger je m³ Substrat, das sind für den 11er-Topf 6 g je Pflanze. Bei *Erica x darleyensis* wurde ein Nährstoffbedarf in der gleichen Größe festgestellt. Die Laufzeit des Düngers muss entsprechend dem Topftermin gewählt werden. Bei Calluna mit Frühjahrstopfung ist ein 5- bis 6-Monatsdünger geeignet. Weil die Nährstoffe zum Ende des Sommers aufgebraucht sind, ist die Gefahr der Bildung von „grünen Spitzen“ geringer als bei längeren Laufzeiten.

Auch bei der Kultur von Stauden sollte die Laufzeit so gewählt werden, dass das Angebot an Nährstoffen zum Herbst absinkt. Bei der Anzucht von Stauden in 0,5 l-Töpfen kann mit Depotdünger ohne flüssige Nachdüngung eine gute Pflanzenqualität erreicht werden.

Bei Sommertopfkulturen ist der Einsatz verschiedener Depotdünger möglich. Für die Auswahl des Düngers müssen die relativ hohen Sommertemperaturen berücksichtigt werden. Die Laufzeit kann dadurch kürzer als angegeben sein. Kritische Phasen entstehen durch Tage mit hoher Einstrahlung direkt nach dem Topfen. Die

Verwendung von Jungpflanzen mit gut durchwurzelten, kräftigen Ballen und eine regelmäßige Wassergabe können Pflanzenausfälle verhindern.

Werden in der Stauden- oder Sommertopfkultur torfreduzierte oder torffreie Substrate eingesetzt, kann durch die ausreichende Versorgung mit Phosphor und Kalium aus den Kompostanteilen eine Vorratsdüngung mit Hornspänen erfolgen.

Die Wahl der Ausbringung des Depotdüngers kann sich nach den betrieblichen Möglichkeiten richten. Wenn in kurzer Zeit große, einheitliche Partien getopft werden, ist eine Zumischung des Depotdüngers vom Substrathersteller oder in einer eigenen Substrataufbereitung möglich. Substrat mit eingemischtem Dünger kann nicht gelagert werden, weil ansonsten die Freisetzung der Nährsalze beginnt und eine erhöhte Salzbelastung entsteht. In den Versuchen wurde festgestellt, dass ein eingemischter Dünger bei hohen Aufwandmengen besser pflanzenverträglich ist.

Die Zudosierung des Depotdüngers an der Topfmaschine ist die flexiblere Methode. Das Substrat kann gelagert werden und erst direkt beim Topfvorgang wird der Depotdünger zugesetzt. Je nach Pflanzenart und Topfgröße kann die Dosierung gut angepasst werden. Für die Kultursicherheit ist die Verwendung von gleichmäßig umhüllten Depotdüngern mit gutem Fließverhalten notwendig, um ein Verstopfen des Dosierers zu vermeiden. Weil bei einer Bohrloch- oder Punktdüngung der Dünger konzentriert an einer Stelle liegt, ist gegebenenfalls auch die Zudosierung am Elevator der Topfmaschine zu prüfen. Hier wurden gute pflanzenbauliche Ergebnisse bei salzempfindlichen Azerca-Kulturen erreicht. Die exakte Einstellung der Topfmaschine ist aber besonders bei kleineren Töpfen schwierig.

Der Einfluss der Witterungsbedingungen in den Versuchsjahren auf das Freisetzungverhalten der Depotdünger war relativ gering. Es zeigte sich, dass die eingesetzten Depotdünger ein stabiles Fließverhalten haben und nur in der Anfangsphase der Pflanzenentwicklung hohe Temperaturen und Einstrahlung zu einer starken Erwärmung des Substrates und damit zu einer schnelleren Freisetzung von Nährstoffen führen können. Bei größeren Pflanzen ist die Substrattemperatur durch die Schattenwirkung der Pflanzen relativ ausgeglichen. Bei jedem Einsatz von Depotdünger ist unbedingt auf eine gleichmäßige Substratfeuchte zu achten, damit der Dünger aus den Depots gleichmäßig abgegeben wird und auch die Verteilung im Topf möglich ist. Kritisch können Störungen in der Bewässerung und damit bei Trockenheit eine höhere Salzbelastung für die Pflanzen sein.

Die Pflanzenqualität ist bei einer Depotdüngerversorgung auch bei niederschlagsreichen Witterungsperioden sehr gut und gleichmäßig, weil alle benötigten Nährstoffe im Wurzelballen vorhanden sind. Nur in Jahren mit extremen Witterungsverläufen kann eine flüssige Nachdüngung nach Starkniederschlägen notwendig werden.

Für den erfolgreichen Einsatz von Depotdüngern sind eine genaue Berechnung der Aufwandmenge, die Auswahl des geeigneten Düngers, eine kräftige Jungpflanzenqualität und eine gleichmäßige Substratfeuchte entscheidende Voraussetzungen.

Literaturverzeichnis

- ALTMANN, A.; LÖSEKRUG, C. (2004): Einsatz von Depotdüngern zur vollständigen Ernährung von Freiland-Topfchrysanthenen möglich. In VdtGb Zp (Versuche im deutschen Gartenbau - Zierpflanzenbau, Rheinischer Landwirtschaftsverlag, Bonn) 2004, Nr. 42
- ALTMANN, A.; LÖSEKRUG, C.; MÜLLER, A. (2004): Düngung beeinflusst Größe, Qualität und Blühtermin von Freiland-Topfchrysanthenen. In VdtGb Zp 2004, Nr. 41
- ALTMANN, A.; MÜLLER, A. (2005): Aufwandmengen sind von Sorte und Düngertyp abhängig. In Gb - Das Magazin für Zierpflanzenbau 7/2005, S. 21-23
- BELTZ, H. (2009): Depotdünger - Alternative zu Flüssigdünger. In DEGA Produktion & Handel 4(2009), S. 40-41
- BELTZ, H. (2010): Drei Düngungsvarianten bei Callunen im Kostenvergleich. In Gärtnerbörse August 2010, S. 50
- BELTZ, H. (2012): Nährstofffreisetzung von Depotdüngern unter Freilandbedingungen. In ePaper: Postersammlung der Lehrschau "Clever Düngen!" IPM Essen 2012. Gartenbau-Informationssystem hortigate, Bonn
- BELTZ, H.; FITTJE, S. (2011): Depotdüngung bei Herbststopfung kann in hohen Aufwandmengen zu Schäden führen. In VdtGB 2011, Nr. 17
- BELTZ, H.; WIENBERG, J.; SCHLENZ, J.; POSNER, M. (2011): Die Düngung hatte einen deutlichen Einfluss auf Triebsterben durch Pestalotiopsis. In VdtGB Zp 2011, Nr. 32
- BELTZ, H.; WIENBERG, J.; SCHLENZ, J.; POSNER, M. (2012): Mit Depotdüngung trat weniger Triebsterben durch Pestalotiopsis auf. In VdtGB Zp 2012, Nr. 50
- DEGEN, B.; KOCH, R. (2004): Der Einsatz von 3 kg/m³ Osmocote ohne flüssige Nachdüngung führt zu mittelgroßen Primeln in guter Qualität. In VdtGb Zp 2004, Nr. 111
- DEGEN, B.; KOCH, R. (2008): Osmocote Hi.End für den Balkonkasten in Gegenden mit hohen Sommertemperaturen. In VdtGb Zp 2008, Nr.
- DEGEN, B.; KOCH, R. (2011): 210 bis 250 mg N/Topf führten zu mittelgroßen Pflanzen in guter Qualität. In VdtGb Zp 2011, Nr. 65
- EVERRIS GMBH (2013): Pflanzenernährung für den Profi, Auflage 02-01/2013, Nordhorn
- 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
- FELDMANN, R. (2011): Bessere Qualität bei höherer Düngung. In VdtGB Zp, Nr 76
- GROßMANN, M.; NEUMAIER, D.; SCHMITT, B.; WARTENBERG, S.; WREDE, A. (2015): Torfreduktion und Vollversorgung mit Vorratsdüngern bei Stauden. In Gärtnerbörse Oktober 2015, S.56 -61
- 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
- SPRAU, G. (2008): Calluna: Depotdünger stabilisiert die Nährstoffversorgung und vermindert die Auswaschungsverluste. In VdtGB 2008, Nr 23
- SPRAU, G. (2009): Calluna: Kultur mit Depotdünger- Je später mit der Nachdüngung begonnen wird, desto größer werden die Pflanzen. In VdtGB 2009, Nr 22

- RÖBER, R.; SCHACHT, H. (2008): Pflanzenernährung im Gartenbau. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 2008
- TIEDE-ARLT, P.; WERGEN, P. (2011): Callunendüngung ausschließlich mit Depotdünger nicht möglich. In VdtGb Zp 2011, Nr.18
- TIEDE-ARLT, P.; WERGEN, P.; NOBIS, C. (2011): Laubfall wird nicht durch Depotdüngeranteil im Substrat beeinflusst. In VdtGB Zp2011, Nr.56
- TIEDE-ARLT, P. (2012): Lassen sich Callunen mit Depotdünger voll versorgen? In Gärtnerbörse Juli 2012, S. 49-51
- TIEDE-ARLT, P.; NOBIS, C.(2012): So wirken verschiedene Depotdüngerstrategien. DEGA P&H 5(2012), S. 38-39
- TIEDE-ARLT, P.; WERGEN, P. (2014): Callunen: Depotdünger aktueller Generationen im Vergleich. VdtGb Zp 2014, S. 78-81
- TIEDE-ARLT, P. (2015): Neue Depotdünger bei Callunen im Praxistest. In Gärtnerbörse Juli 2015, S. 24-26
- UEBER, E. (2011): Depotdünger Osmocote Bloom im Vergleich zu Flüssigdüngung bei Beet- und Balkonpflanzen. In VdtGB Zp 2011, Nr. In Gb - Das Magazin für Zierpflanzenbau 4/2009, S. 30-32
- 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
- WREDE, A. (2012): Bestimmung des Freisetzungsverhaltens umhüllter Dünger im Labor. In ePaper: Postersammlung der Lehrschau "Clever Düngen!" IPM Essen 2012. Gartenbau-Informationssystem hortigate, Bonn

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
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:

siehe Autorin

Redaktionsschluss:

31.01.2016

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> 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 zu Gunsten 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.