

Schlussbericht

Überprüfung und Anpassung der Richtwerte der «Flugschrift 113» für torffreie Substrate im Zier- pflanzenbau

Christoph Carlen¹, Maria Hogrebe², Josef Poffet³

¹Agroscope, ²RICOTER Erdaufbereitung AG, ³JardinSuisse

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

06.11.2020

j.poffet@jardinsuisse.ch

Projekt- Nummer: 17.0001.PJ/S133-0513

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Abt. Ökonomie und Innovation CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: Jardin Suisse
CH-5000 Aarau

Autoren: Christoph Carlen, Agroscope
Maria Hogrebe, RICOTER Erdaufbereitung AG
Josef Poffet, JardinSuisse

Begleitung BAFU: Laura Tschümperlin, Sektion Konsum und Produkte

Hinweis: Dieser Bericht wurde mit Unterstützung des BAFU verfasst. Für den Inhalt sind die Autoren verantwortlich.

Zusammenfassung

Der Bundesrat hat 2012 ein Torfausstiegskonzept für die Schweiz verabschiedet. In diesem Zusammenhang haben torffreie Substrate an Bedeutung gewonnen. Das Ziel dieser Arbeit war, Richtwerte für die Beurteilung von Nährstoffgehalten in torffreien Substraten zu erarbeiten, um eine angepasste Nährstoffversorgung von Topfpflanzen zu sichern.

Im Jahr 2019 wurden Balkonpflanzen, Kräuter, Weihnachtssterne und Tagetes in torfhaltigen und torffreien Substraten angezogen und gemäss den Düngungsrichtlinien regelmässig mit Düngern ernährt. Die Resultate zeigten, dass gewisse Alternativen zu Torf ungünstig, andere jedoch geeignet waren für eine Produktion von Topfpflanzen. Die interessantesten Torfsubstitute führten weder zu Mindererträgen noch zu geringerer Qualität der Produkte insbesondere bei Berücksichtigung der Anpassung der Bewässerung und der Düngung. Einige torffreie Substrate waren zum Teil sogar besser als Substrate mit Torf bezüglich Wachstum und Qualität. Interessante Substratkomponenten bezüglich Pflanzenwachstum und -qualität sind unter anderem Rindenkompost, Rindenumus, Holzfasern, Cocopeat, Pflanzenkomposte und Landerde.

Die Daten betreffend Pflanzenwachstum und Qualität der untersuchten Topfpflanzen, sowie der entsprechenden Nährstoffgehalte in den verschiedenen Substraten zeigten, dass die Nährstoffgehalte in torffreien Substraten meist höher waren als in torfhaltigen Substraten (wenn ein ähnliches Wachstum und eine analoge Qualität der Pflanzen erreicht werden sollte). Dementsprechend wurden die Richtwerte für die Beurteilung der Nährstoffgehalte in torffreien Substraten angepasst. Dies heisst aber nicht, dass die Pflanzen in torffreien Substraten mehr Nährstoffe benötigen. In torffreien Substraten ist im allgemeinen die Wassermenge pro Topf aufgrund des geringeren Wasserrückhaltevermögens geringer im Vergleich zu torfhaltigen Substraten. Bei höheren Nährstoffgehalten und weniger Wasser im Substrat ist die für die Pflanze verfügbare Nährstoffmenge vergleichbar mit Torfsubstraten. Ein weiterer Aspekt ist die Mineralisierung von Nährstoffen aus den Substratkomponenten, insbesondere Stickstoff, die dazu führen kann, dass in torffreien Substraten die Nährstoffgehalte höher sein können als in torfhaltigen Substraten.

Weiter haben die Versuche gezeigt, dass insbesondere bei torffreien Substraten die Nährstoffgehalte bei Kulturbeginn aufgrund der Mineralisation der organischen Substanz vor dem Absacken oder im Sack sehr hoch waren. Diese hohen Nährstoffgehalte sanken dann aufgrund der Auswaschung aus dem Topf relativ schnell ab. Aus diesem Grund sind Substratanalysen frühestens eine Woche nach der Pflanzung durchzuführen, um aussagkräftige Resultate zu erhalten, die für die Beurteilung der Nährstoffversorgung der Pflanzen in torffreien Substraten dienlich sind.

Résumé

Le Conseil fédéral a adopté un plan d'abandon de la tourbe pour la Suisse en 2012. Dans ce contexte les substrats sans tourbe ont pris beaucoup d'importance. L'objectif de ce travail était de développer des valeurs indicatives pour l'évaluation des teneurs en éléments fertilisants dans les substrats sans tourbe afin de garantir une fumure appropriée pour les plantes en pot.

Des plantes de balcon, des herbes aromatiques, des poinsettias et des soucis ont été cultivés dans des substrats avec et sans tourbe en 2019, et ont reçue régulièrement des engrais selon les principes de la fertilisation. Les résultats ont montré que certaines alternatives à la tourbe étaient défavorables, mais que d'autres étaient adaptées à la production de plantes en pot. Les substituts de tourbe les plus intéressants n'ont pas entraîné de baisse de rendement ni de qualité des produits, surtout si l'on considère l'adaptation de l'irrigation et de la fertilisation. Certains substrats sans tourbe étaient en partie encore meilleurs que les substrats avec tourbe en termes de croissance et de qualité. Parmi les composants intéressants du substrat, pour obtenir l'optimisation du rendement et de la qualité, citons le compost d'écorce, l'humus d'écorce, les fibres de bois, la tourbe de coco, le compost végétal et la terre.

Les données concernant la croissance et la qualité des plantes en pot étudiées ainsi que les teneurs en nutriments des différents substrats ont montré qu'en général, avec une fumure identique les teneurs en éléments fertilisants étaient plus élevées dans les substrats sans tourbe que dans les substrats contenant de la tourbe afin d'obtenir une croissance et une qualité similaires des plantes. En conséquence, les valeurs de référence pour l'évaluation de la teneur en éléments fertilisants des substrats sans tourbe ont été ajustées. Cela ne signifie pas pour autant que les plantes des substrats sans tourbe ont besoin de plus d'éléments fertilisants. Dans les substrats sans tourbe, la quantité d'eau par pot est généralement plus faible que dans les substrats tourbeux en raison de la plus faible capacité de rétention d'eau. Avec des teneurs en éléments fertilisants plus élevées et moins d'eau dans le substrat, la quantité de nutriments disponibles pour la plante est comparable à celle des substrats de tourbe. Un autre aspect est la minéralisation des éléments fertilisants, en particulier de l'azote, qui peut entraîner des teneurs en nutriments plus élevées dans les substrats sans tourbe que dans les substrats avec tourbe.

En outre, les expériences ont montré que, surtout dans les substrats sans tourbe, la teneur en éléments fertilisants au début de la culture était très élevée en raison de la minéralisation de la matière organique avant l'ensachage ou dans le sac. Ces teneurs élevées en éléments fertilisants ont ensuite diminué relativement rapidement en raison du lessivage du pot. C'est pourquoi les analyses de substrat doivent être effectuées au plus tôt une semaine après la plantation afin d'obtenir des résultats significatifs qui soient utiles pour évaluer l'apport en éléments fertilisants des plantes dans les substrats sans tourbe.

Glossar

Salzgehalt, EC-Wert (Electrical Conductivity, elektrische Leitfähigkeit)	<p>Der Salzgehalt der Lösung im Substrat ist ein wichtiger Parameter für die Wachstumsbedingungen im Wurzelraum. Der Salzgehalt wird mittels dem EC-Wert (electric conductivity), welcher der elektrischen Leitfähigkeit des Wassers entspricht, gemessen und stellt ein Mass für die Konzentration der gelösten Salze (Ionen) in der Nährlösung dar. Gemessen wird er in Siemens pro Meter (S/m) oder bei Messgeräten oftmals in mS/cm.</p> <p>Der EC-Wert ist für das Bewässerungswasser aber auch die Drainage zu bestimmen.</p>
pH	<p>Der pH-Wert gibt den sauren oder basischen Charakter einer Lösung an und ist zentraler Kennwert für die Wachstumsbedingungen im Wurzelraum. Ist der pH-Wert zu tief oder zu hoch sind bestimmte Nährstoffe nicht pflanzenverfügbar.</p>
Hauptnährstoffe: Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg), Calcium (Ca)	<p>Die Analyse der Hauptnährstoffe ist Voraussetzung für weitere Düngemassnahmen.</p> <p>Stickstoff (N): Nitrat- und Ammoniumstickstoff bilden den Hauptanteil an verfügbarem Stickstoff. In biologisch aktiven Substraten (torffrei) findet eine Nachlieferung aus der organischen Reserve (Mineralisierung) statt. In biologisch wenig aktiven Torfsubstraten wird wenig Stickstoff nachgeliefert</p>
Wasserlösliche Nährstoffe	<p>Als Extraktionslösung wird zur Bestimmung der sofort pflanzenverfügbaren Nährstoffe Wasser verwendet. Der pH-Wert der Extraktion mit Wasser, wird vom pH des Substrats bestimmt.</p>
Reservenährstoffe	<p>Stärker gebundene Nährstoffe, die sogenannten Reserve-Nährstoffe, werden im Ammoniumacetat-EDTA Extrakt (0.5 mol Ammoniumacetat plus 0.02 mol. EDTA pH 4.6, Schweiz. Referenzmethoden) extrahiert. Die Verfügbarkeit von Phosphor kann, insbesondere bei hohen pH-Werten, im Ammoniumacetat-EDTA Extrakt besser beurteilt werden, als im Wasserextrakt.</p>

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage und Ziele	7
2. Ausgeführte Arbeiten und Versuche	8
2.1. Teilprojekt 1	8
2.2. Teilprojekt 2	9
2.3. Analysen der Nährstoffgehalte im Substrat für Teilprojekt 1 und 2	11
3. Ergebnisse.....	12
3.1. Teilprojekt 1: Balkonpflanzen	12
3.1.1. Beurteilung des Wachstums und der visuellen Qualität von Balkonpflanzen	12
3.1.2. Beurteilung der Leitfähigkeit, des pH-Wertes und der Nährstoffe	13
3.2. Anzucht von Basilikum, Petersilie und Viola	16
3.2.1. Beurteilung des Pflanzenwachstums	16
3.2.2. Beurteilung der Leitfähigkeit, des pH-Wertes und der Nährstoffe	17
3.3. Teilprojekt 2: Weihnachtssterne und Tagetes	20
3.3.1. Wachstum und Einfluss der Substrate auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen	20
3.3.2. Nährstoffgehalte von Substraten bei Versuchsbeginn.....	23
3.3.3. Beurteilung der Leitfähigkeit, des pH-Wertes und der Nährstoffe	24
4. Anpassung der Richtwerte zur Beurteilung der Nährstoffgehalte in torffreien Substraten.	26
5. Flugschrift: Richtwerte für die Beurteilung der Nährstoffgehalte in torffreien Substraten ..	28
5.1. Ziel.....	28
5.2. Anwendungsbereich	28
5.3. Aussagekraft / Genauigkeit	28
5.4. Methoden und Messverfahren.....	29
5.4.1. Extraktion im 1:1.5 Volumenextrakt.....	29
5.4.2. Wasserlösliche Nährstoffe und Reservenährstoffe.....	29
5.4.3. Chemische Analysen	29
5.5. Beurteilung der Nährstoffgehalte in torffreien Substraten	30
6. Literatur	32
7. Anhang	33
7.1. Anhang 1: Balkonpflanzen	33
7.2. Anhang 2: Anzuchtversuche	37
7.3. Anhang 3: Versuch mit Weihnachtssternen und Tagetes	47

1. Ausgangslage und Ziele

Der Bundesrat hat 2012 ein Torfausstiegskonzept für die Schweiz verabschiedet. Wichtigste Erfolgsfaktoren in diesem Konzept für eine kontinuierliche Reduktion des Torfverbrauches sind die Sensibilisierung der relevanten Marktteilnehmer, die Formulierung von freiwilligen Massnahmen, die Forschung über Alternativen zu Torf sowie die Förderung der Verfügbarkeit von angepassten und nachhaltigen Torfsubstituten. Die freiwilligen Massnahmen werden in sogenannten Absichtserklärungen zur Torfreduktion definiert, welche von Unternehmen und Branchenverbänden, die mit der Verwendung oder dem Vertrieb von Torf zu tun haben, unterzeichnet werden. Im Sommer 2017 wurde eine erste Absichtserklärung von den Marktteilnehmern unterschrieben, um den Torfeinsatz in der Herstellung, im Angebot und im Verbrauch von Sackerden für Endverbraucher in der Schweiz bis 2020 freiwillig auf maximal fünf Prozent zu vermindern.

Im Sommer 2019 wurde eine weitere Absichtserklärung unterschrieben, um die Torfverwendung im produzierenden Gartenbau und Gartenhandel zu reduzieren. Unterzeichnet haben bis heute mit dem Unternehmerverband JardinSuisse, seine rund 1'700 Mitglieder, die Detailhändler Coop und Migros, sowie die zwei Erden-Produzenten RICOTER Erdaufbereitung AG und ökohum GmbH. Diese zweite Absichtserklärung fordert von den Unterzeichnenden, den Torfanteil in der Produktion und im Angebot von Zierpflanzen (Beet- und Balkonpflanzen), Zimmerpflanzen, Stauden und Zierhölzer in Containern oder Töpfen bis 2025 auf maximal 50 Prozent und bis 2030 auf maximal fünf Prozent zu vermindern.

Die Forschung und Entwicklung ist ein wesentlicher Treiber für die Erweiterung des Angebots mit qualitativ vergleichbaren Torfsubstituten. Verschiedene Studien zu Torfsubstituten wurden von verschiedenen Forschungsorganisation in der Schweiz in Zusammenarbeit mit den Behörden, Unternehmen und Branchenverbänden durchgeführt. Die Versuche in den letzten Jahren zeigten, dass gewisse Alternativen zu Torf ungünstig, andere jedoch geeignet waren für eine Produktion von Pflanzen (Klawitter, 2020; Carlen *et al.*, 2020; Huber *et al.*, 2019, Ançay *et al.*, 2010; Göhler und Molitor, 2002). Die interessantesten Torfsubstitute führten weder zu Mindererträgen noch zu geringerer Qualität der Produkte insbesondere bei Berücksichtigung der Anpassung der Bewässerung und der Nährstoffversorgung.

Die Substratanalyse mit den entsprechenden Richtwerten zur Beurteilung der Nährstoffversorgung ist ein unentbehrliches Hilfsmittel für die Düngungsberatung. Die im Jahre 1995 verfasste Flugschrift und die darin ausgewiesenen Richtwerte zur Beurteilung der Nährstoffversorgung für Topfpflanzen mittels Substratanalysen sind auf Torfsubstrate abgestimmt. Für torffreie Substrate mit Rindenkompost, Rindenhumus, Holzfasern, Cocopeat, Pflanzenkomposte, Landerde und anderen Komponenten liegen diese Richtwerte zur Beurteilung der Nährstoffgehalte im Substrat nicht vor.

Das Ziel dieser Arbeit war, für torffreie Substrate angepasste Richtwerte zur Beurteilung der Nährstoffversorgung zu erarbeiten. Dabei wurde mit verschiedenen Substraten, Topfpflanzen und Anbausystemen das Pflanzenwachstum und die Pflanzenqualität untersucht. Diese Beobachtungen wurden dann mit den im Labor gemessenen Werten der Substratanalysen verglichen, was erlauben sollte, die Richtwerte für die Beurteilung der Nährstoffgehalte in torffreien Substraten zu definieren.

2. Ausgeführte Arbeiten und Versuche

Um für torffreie Substrate angepasste Richtwerte zur Beurteilung der Nährstoffversorgung zu erarbeiten, wurde mit verschiedenen Substraten, Pflanzenarten und Anbausystemen das Pflanzenwachstum und die Pflanzenqualität untersucht. Diese Beobachtungen wurden dann mit den im Labor von JardinSuisse gemessenen Nährstoffgehalten verglichen.

Zwei Teilprojekte wurden durchgeführt: Teilprojekt 1 mit Balkonpflanzen während eines Sommers und Jungpflanzenanzucht, die von Hand gegossen wurden, sowie Teilprojekt 2 mit Weihnachtssternen und Tagetes, die mittels Ebbe-Flut-Verfahren bewässert wurden. Beim Ebbe-Flut-Verfahren werden die im Staubecken stehenden Pflanzen in gewissen Zeitabständen angestaut oder geflutet. Beide Teilprojekte wurden gemäss Düngungsrichtlinien (Carlen et al., 2017) gedüngt.

2.1. Teilprojekt 1

Im Teilprojekt 1 wurden ein Versuch mit Balkonpflanzen und ein Versuch mit Petersilie, Basilikum und Viola in Aarberg im Sommer 2019 durchgeführt.

Für den Versuch mit typischen Balkonpflanzen für den Sommer wurden Geranien, Petunien, Impatiens und Bidens verwendet, die bereits verkaufsfähig im Endtopf waren. Mit diesem Versuch sollte die Situation beim Endkunden auf dem Balkon oder der Terrasse während eines Sommers simuliert werden. Die Pflanzen sind in grossen Containern (50 Liter Volumen) in Gruppen (je eine Pflanze pro Art pro Topf, also vier Pflanzen pro Topf) getopft worden. Insgesamt gab es zehn Verfahren (fünf Substrate und zwei Düngungsvarianten) mit je vier Wiederholungen. Der Versuch mit den Balkonpflanzen stand etwa drei Monate.

Folgende fünf Substrate von Ricoter wurden getestet:

S1 = Substrat 144: Weisstorf (50 %), Rindenkompost, Perlit, Cocopeat

S2 = Substrat 105: Landerde, Rindenkompost, Holzfasern

S3 = Substrat 175: Cocopeat, Rindenkompost, Holzfasern, Holzhäcksel fein, Landerde

S4 = Substrat 256: Landerde, Bims, Holzfasern, Rindenkompost, Cocopeat

S5 = Substrat 129: Holzfasern, Rindenkompost, Gartenkompost, Landerde

Weiter gab es ein Verfahren ohne Düngung und ein Verfahren mit Düngung. Beim Verfahren mit Düngung erfolgte eine erste Düngung bei der Substratherstellung. Vier Wochen nach dem Pflanzen wurde mit der Nachdüngung (2x pro Woche, Flüssigdünger Azal 312 (NPK 18-6-12) von Hauert, Konzentration pro Gabe 0.1 %) bei den Verfahren mit Düngung begonnen, um die Situation bei den Endkunden zu simulieren. Beim Verfahren bio torffrei (S3) wurden Hornspäne als Dünger benutzt.

Die Balkonpflanzen wurden während des Versuchs nach den Parametern «Farbe», «Blütenentwicklung», «Ausgeglichenheit» und «Gesamteindruck» bonitiert.

Für den Anzuchtversuch sind drei häufig als Jungpflanzen gekaufte Arten (Petersilie, Basilikum und Viola) mit unterschiedlichem Nährstoffbedarf ausgesät worden. Insgesamt wurden drei Substrate mit und ohne Düngung mit drei Wiederholungen (Aussaatschalen) bei Viola und mit zehn Wiederholungen (Töpfe) bei den Kräutern Petersilie und Basilikum verglichen.

Folgende drei Substrate von Ricoter wurden getestet:

S1 = Gartenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Sand

S2 = Rindenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Sand

S3 = Torf (70 %), Rindenkompost, Sand

Die Dauer der Anzuchtversuche belief sich auf 7- 8 Wochen. Zum Ende des Versuches waren die Viola bereit für das Topfen in den Endtopf und die Kräuter waren verkaufsfertig. Bei dem Anzuchtversuch erfolgte die Bonitur nach den Parametern «Keimung», «Farbe», «Wüchsigkeit», «Ausgeglichenheit» und «Gesamteindruck». Gezeigt werden im Resultatteil des Kapitels '3.2. Anzucht von Basilikum, Petersilie und Viola' nur die Verfahren mit Düngung, da ohne Düngung die Resultate aufgrund von Problemen bei der Keimung oder schlechtem Wachstum nicht aussagekräftig waren.

Zu Beginn der beiden Versuche und danach in definierten Abständen wurden bei den Substraten beider Versuche die Leitfähigkeit, der pH-Wert und die Nährstoffe Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) und Calcium (Ca) untersucht (siehe Kapitel 2.3).

2.2. Teilprojekt 2

Die Anbauversuche mit Weihnachtssternen und Tagetes wurden an der Forschungsstation Agroscope Conthey im Sommer 2019 durchgeführt. Weihnachtssterne weisen eine längere Kulturdauer mit hohem Nährstoffbedarf und Tagetes eine kurze Kulturdauer mit geringerem Nährstoffbedarf auf. Diese Pflanzen wurden gewählt, um Richtwerte für Pflanzenarten mit unterschiedlichem Nährstoffbedarf zu erhalten.

Die Bonituren stellten die Mitarbeitenden der Forschungsstation sicher. In regelmässigen Abständen wurden die Pflanzen geerntet, bei 40°C während 48 Stunden getrocknet und anschliessend gewogen. Weiter wurden Substratproben entnommen, die gekühlt und später im Labor von JardinSuisse auf die Nährstoffgehalte analysiert wurden.

Folgende zehn Substrate wurden in den Versuchen mit Tagetes und Weihnachtssternen getestet:

B0	Brill:	Weisstorf, Schwarztorf (100 % Torf)
R1	Ricoter:	Weisstorf (50 % Torf), Rindenkompost, Cocopeat, Perlit
R2	Ricoter	Rindenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Perlit
R3	Ricoter:	Rindenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Landerde
R4	Ricoter:	Rindenkompost, Holzfasern, Cocopeat,
Q5	ökohum:	Rindenhumus, Rindenkompost, Holzfaser, Reisspelzen, Cocopeat, Perlite
Q6	ökohum:	Rindenhumus, Holzfasern, Reisspelzen, Chinaschilf, Schafwolle, Dinkelwürfel
Q7	ökohum:	Rindenhumus, Holzfasern, Reisspelzen, Holzhäcksel, Schafwolle
Q8	ökohum:	Rindenhumus, Rindenkompost, Cocopeat, Holzfaser FS, Reisspelzen, Quarzsand, Perlite
Q9	ökohum:	Rindenhumus, Holzfaser FS, Reisspelzen, Cocopeat, Schafwolle, Maisspindel

Tagetes (Sorte Golden Boy)

- 12. August 2019: Saat in Saatschalen mit dem Substrat Brill n°3 (torfhaltiges Substrat)
- 22. August 2019: Pikieren der Sämlinge in Erdballen aus dem Substrat Brill n°3
- 30. August 2019: Pflanzen der Setzlinge in 9 cm Töpfe mit 10 verschiedenen Substraten

Die Düngung erfolgte in zwei halben Gaben (2 x 50 ml Nährlösung pro Topf) pro Woche (Dienstag und Freitag während acht Wochen). Die Nährlösung betrug 0.131 % Kristalon blau (19 % N, 6 % P₂O₅, 20 % K₂O, 1.6 % Mg). Die Bewässerung erfolgte mittels Ebbe-Flut-Verfahren, bei dem die Kulturtische mit Wasser zeitweise geflutet werden.

Ab dem 13.09. wurde jede Woche (13.09.; 20.09.; 27.09.; 4.10.; 11.10.) das Pflanzenwachstum mittels der Messung der Trockensubstanzproduktion der oberirdischen Pflanzenteile bestimmt.

Weihnachtssterne (Sorte Bella Italia Red)

- 14. August 2019: Pflanzen der Setzlinge in 9 cm Töpfe mit verschiedenen Substraten (10)
- 26. August 2019: Rückschnitt
- 20. Oktober 2019: Beginn der Verfärbung der Brakteen (Hochblätter, die oberhalb der normalen Laubblätter stehen und von diesen in Form und Farbe abweichen)

Die Düngung erfolgte in einer Gabe (100 ml Nährlösung pro Topf) pro Woche (Freitag während 16 Wochen). Die Nährlösung betrug 0.214 % Kristalon blau (19 % N, 6 % P₂O₅, 20 % K₂O, 1.6 % Mg). Die Bewässerung erfolgte mittels Ebbe-Flut-Verfahren.

Ab dem 13.09. wurde alle zwei Wochen (13.09.; 4.10.; 25.10.; 15.11.; 6.12.) das Pflanzenwachstum mittels der Messung der Trockensubstanzproduktion der oberirdischen Pflanzenteile bestimmt.

2.3. Analysen der Nährstoffgehalte im Substrat für Teilprojekt 1 und 2

Im Labor von JardinSuisse wurden die Nährstoffgehalte der Substrate gemäss Gysi *et al.* (1995) durchgeführt. Analysiert wurden pH, Salzgehalt (EC-Wert), Nitrat- ($\text{NO}_3\text{-N}$) und Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$), P, K, Mg und Ca je im Wasserextrakt (wasserlösliche Nährstoffe) und im Ammoniumacetat-EDTA-Extrakt. Der Salzgehalt wird mittels dem EC-Wert (electric conductivity) bestimmt, welcher der elektrischen Leitfähigkeit des Wassers entspricht. Der EC-Wert stellt ein Mass für die Konzentration der gelösten Salze (Ionen) in der Nährlösung dar. Gemessen wird er in Siemens pro Meter (S/m) oder bei Messgeräten oftmals in mS/cm.

Mit den Daten betreffend Pflanzenwachstum, visueller Qualität der Pflanzen und Nährstoffgehalte im Substrat konnten Richtwerte für die Beurteilung der Nährstoffversorgung von Topfpflanzen in torffreien Substraten erarbeitet werden. Dabei wurden Untergrenzen (Mangelbereich), Optimalbereich für Pflanzen mit unterschiedlichen Nährstoffbedarf (3 Kategorien) und Obergrenzen (Überschuss, eventuell phytotoxischer Bereich) bestimmt.

3. Ergebnisse

3.1. Teilprojekt 1: Balkonpflanzen

3.1.1. Beurteilung des Wachstums und der visuellen Qualität von Balkonpflanzen

Der Vergleich der fünf verschiedenen Substrate, vier torffreie Substrate (S2, S3, S4, S5) und ein torfhaltiges Substrat (S1 mit 50 % Weisstorf), zeigte, dass ohne Düngung die torffreien und torfhaltigen Substrate ähnlich hohe Erträge und vergleichbare visuelle Beurteilungen ergaben (Tab. 1). Eine Ausnahme bildet hier das Substrat 3, welches die schlechtesten Resultate lieferte. Vermutlich führte der hohe Anteil an Holzfasern und Holzhäcksel in diesem Substrat zu einem ungünstigen C-N Verhältnis. Es kann angenommen werden, dass dies insbesondere die Stickstoffnachlieferung für die Balkonpflanzen limitierte (Tab. 2).

Die gedüngten Verfahren ergaben bei allen Substraten ein viel höheres Wachstum der Balkonpflanzen und bessere Qualitäten als die ungedüngten Verfahren. Am besten schnitt hier das torfhaltige Substrat 1 ab, gefolgt vom Verfahren mit dem Substrat 4. Mit einer Düngung hat auch das Substrat 3, das mit einem biologischen Dünger (Hornspäne) gedüngt wurde, ansprechende Resultate erzielt.

Die Resultate zeigen, dass mit den Substraten ohne Torf das Wachstum und die visuelle Qualität der Pflanzen je nach Zusammensetzung der Substrate variierte. Das beste torffreie Substrat (S4) wurde bei diesem Versuch ohne Düngung leicht besser und mit Düngung etwas schlechter beurteilt als das torfhaltige Substrat (S1).

Tab. 1. Einfluss von fünf Substraten mit und ohne Düngung auf den Frischmasseertrag (FM-Ertrag) pro Topf und auf die visuelle Beurteilung (Farbe, Blütenentwicklung, Ausgeglichenheit, sowie Gesamtpunktzahl mit maximal 20 Punkten) von vier Arten von Balkonpflanzen (Geranien, Petunien, Impatiens, Bidens) in einem Topf. Die Werte entsprechen dem Median von vier Wiederholungen.

Substrat	Zusammensetzung des Substrats	Düngung	FM-Ertrag kg pro Topf	Farbe	Blütenentwicklung	Ausgeglichenheit	Gesamteindruck	Gesamtpunktzahl
S1	Weisstorf (50 %), Rindenkompost, Perlit, Cocopeat	nein	0.7	4	2	1.5	2	10
		ja	2.4	5	5	5	5	20
S2	Landerde, Rindenkompost, Holzfasern	nein	0.7	3.5	2.5	1.5	2	9.5
		ja	1.4	5	4	3.5	4	16.5
S3	Cocopeat, Rindenkompost, Holzfasern, Holzhäcksel fein, Landerde	nein	0.4	3	2	1	1.5	7.5
		ja	1.7	4.5	4	3.5	3.5	15.5
S4	Landerde, Bims, Holzfasern, Rindenkompost, Cocopeat	nein	0.9	3.5	3	2	2.5	11
		ja	1.9	5	4	5	4	18
S5	Holzfasern, Rindenkompost, Gartenkompost, Landerde	nein	0.7	3	2	1	2	8
		ja	1.4	4	3.5	4	2.5	15

3.1.2. Beurteilung der Leitfähigkeit, des pH-Wertes und der Nährstoffe

Leitfähigkeit

Die Nährstoffe in den Substraten waren ohne Düngung in sehr geringen Mengen verfügbar. Dies zeigten auch die geringen Leitfähigkeiten von 0.16 bis 0.29 mS cm⁻¹ der Substratextrakte (Tab. 2). Die optimalen Werte für Pflanzen mit mittlerem Nährstoffbedarf von 0.6-1.2 mS cm⁻¹ wurden bei weitem nicht erreicht.

Mit der Düngung waren die Salzgehalte bei allen Substraten höher. Dieser Anstieg war sehr bedeutend beim torfhaltigen Substrat (S1) von 0.18 auf 0.7 mS cm⁻¹. Im Torfsubstrat mit mineralischer Düngung waren somit die Werte der Leitfähigkeit im optimalen Bereich für diese Kulturen. Dies erklärt auch das gute Wachstum und die gute Qualität der vier Balkonpflanzen in diesem Verfahren.

Bei den torffreien Substraten war mit der Düngung der Anstieg der Leitfähigkeit von 0.22 auf 0.35 mS cm⁻¹ im Durchschnitt geringer. Dies wirkte sich auf das Wachstum aus, das beim besten torffreien Substrat (S4) rund 20 % geringer war als das torfhaltige Substrat (S1). Die Gründe für die tiefere Leitfähigkeit im torffreien Substrat sind vermutlich, dass Nährstoffe zum einen aufgrund des geringeren Wasserrückhaltevermögen ausgewaschen werden und zum anderen von den Mikroorganismen aufgrund des ungünstigen C-N Verhältnisse fixiert worden sind, sowie die restlichen Nährstoffe von der Pflanze zum grössten Teil aufgenommen wurden. Im Vergleich zum torfhaltigen Substrat (S1) gibt die tiefere Leitfähigkeit in den torffreien Substraten (z.B. S4) Hinweise, dass die Düngung nicht angepasst war.

pH-Wert

Der pH-Wert war im torfhaltigen Substrat 1 generell tiefer als in den torffreien Substraten (2, 3, 4, 5). Die torffreien Varianten waren zumeist ausserhalb des Optimalbereichs von 6-7. Aber auf die Pflanzenentwicklung hatte dies keine sichtbaren negativen Auswirkungen. Im Torfsubstrat ohne Düngung stieg der pH-Wert im Kulturverlauf auf 7.3. Das heisst ohne pH-senkende Wirkung der Düngung und ev. Einsatz von hartem Giesswasser konnte der pH-Wert trotz Torfanteil nicht tief, das heisst bei 6.0 gehalten werden.

Bei den torffreien Substraten zeigten sich zwei Phänomene bezüglich der pH-Wertentwicklung:

- die pH-Werte waren während der Kulturdauer immer hoch. Das heisst zum grössten Teil bewegten sich die pH-Werte im Bereich zwischen 7.2 – 7.8 (Substrate 2, 4, 5).
- die pH-Werte wurden während der Kultur reduziert aufgrund der org. Düngung (Substrat 3) mit Hornspänen und der Umwandlung von Ammonium zu Nitrat, was den pH-Wert senkt.

Stickstoffgehalt

Bei den ungedüngten Substraten war der Stickstoffgehalt während der Kulturzeit sehr niedrig und somit auch der limitierende Wachstumsfaktor. Das wurde durch das schlechte Wachstum der Balkonpflanzen und die schlechten Boniturdaten bestätigt (Tab.1, 2).

Bei den torffreien Substraten waren die Werte zu Beginn vielfach schon im Optimalbereich für Kulturen mit hohem Nährstoffbedarf, resp. bereits darüber (Tab. im Anhang). Diese Werte sanken dann schnell ab und über die Kulturdauer gesehen war der Stickstoffgehalt in den torffreien Substraten (2, 4, 5) trotz stetiger Düngung sehr tief. Es erlaubte keine optimale Versorgung mit Stickstoff. Auf das visuelle Erscheinungsbild der Pflanzen hatte dies aber keine bedeutenden negativen Auswirkungen, wohl aber auf das Pflanzenwachstum. Offensichtlich hat die Flüssigdüngung bei den torffreien Substraten aufgrund von Wasserrückhaltevermögen, Auswaschung und eventuell durch Fixierung durch Mikroorganismen nicht ausgereicht, um den Nährstoffbedarf der Pflanzen optimal zu decken. Eine höher konzentrierte Flüssigdüngung

verbunden mit kleineren, aber häufigeren Wassergaben wären vermutlich von Vorteil gewesen.

Das Substrat S3 mit dem biologischen Dünger zeigte über den Versuchsverlauf ähnliche Stickstoffgehalte wie die anderen torffreien Substrate (Tab. 2). Die Stickstoffgehalte waren zu Beginn der Kultur tief (Anhang). Dies ist zum einen auf die Rohstoffzusammensetzung zurückzuführen. Zum anderen können Nährstoffe aus der organischen Düngung zu Beginn nicht nachgewiesen werden, da sie noch organisch gebunden und nicht pflanzenverfügbar sind. Erst in einer späteren Phase der Kulturdauer wurden sie mineralisiert und für die Pflanzen verfügbar, was ein ansprechendes Wachstum erlaubte.

Das gedüngte torfhaltige Substrat 1 wies die höchsten Stickstoffgehalte auf. Die Werte lagen im Optimum für Kulturen mit mittlerem Nährstoffbedarf. Die Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff konnte sichergestellt werden. Das gaben das gute Wachstum und die ausgezeichneten Boniturdaten zu erkennen.

Tab. 2. Im Labor von JardinSuisse wurden gemäss Beschreibung in der Flugschrift 133 (Gysi et al., 1995) verschiedene Parameter der Substratextrakte (pH, Leitfähigkeit, Nährstoffe im Wasser und Ammoniumacetat-Extrakt) gemessen. Die Werte entsprechen dem Median von sechs Messungen (Woche 22, 26, 29, 32, 35, 38) bei Balkonpflanzen in fünf verschiedenen Substraten, jeweils ohne (D0) und mit Düngung (D+).

Substrat	pH	Leitfähigkeit mS	N in NO ₃ µmol/l	N in NH ₄ µmol/l	P (H ₂ O) µmol/l	K (H ₂ O) µmol/l	Mg (H ₂ O) µmol/l	Ca (H ₂ O) µmol/l	P (EDTA) µmol/l	K (EDTA) µmol/l	Mg (EDTA) µmol/l	Ca (EDTA) µmol/l
S1 D0	6.8	0.18	47	12	91	368	116	558	571	1090	3021	31400
S1 D+	6.0	0.73	3493	68	456	1679	519	2070	1145	2875	3256	28375
S2 D0	7.4	0.22	49	25	70	612	137	670	1427	2707	4757	96388
S2 D+	7.4	0.27	73	24	95	979	163	740	1664	3647	5072	90788
S3 D0	7.3	0.16	32	26	92	497	98	397	1254	1566	3256	26513
S3 D+	7.0	0.40	1061	34	202	1680	288	820	3146	5487	5819	63413
S4 D0	7.5	0.21	45	18	55	588	125	629	1350	2885	4424	95213
S4 D+	7.2	0.38	965	25	181	1325	241	786	1751	4150	5115	74400
S5 D0	7.6	0.29	33	35	133	1316	152	584	3104	6220	6792	98950
S5 D+	7.5	0.36	936	38	184	1758	213	630	3305	7092	7025	98263

Phosphor-, Kalium-, Magnesium- und Calciumgehalte

Messungen im Wasserextrakt:

Die Gehalte an P, K, Mg und Ca waren bedeutend tiefer in den ungedüngten Substraten als in den gedüngten Substraten. Die Gehalte an diesen Nährstoffen waren bei allen Substraten weit unter den Optimalwerten, was auch das schlechte Wachstum der Pflanzen erklärt.

Am höchsten waren die Gehalte im torfhaltigen Substrat mit Düngung, wo sie in etwa dem Optimum für Kulturen mit mittlerem Nährstoffbedarf entsprachen.

In den torffreien Substraten waren die Gehalte für P, Mg und Ca während der Kulturdauer tiefer als beim torfhaltigen Substrat, was auf eine eher zu geringe Düngungsgaben hinweist. Dagegen war der Gehalt an Kalium in etwa gleich hoch, was vermutlich auf die Landerde und den Kompost zurückzuführen ist.

Messungen im EDTA-Extrakt:

Die Gehalte an P, K, Mg und Ca entsprachen bei der gedüngten Variante des torfhaltigen Substrats dem Optimum für Kulturen mit mittlerem Nährstoffbedarf. Die Gehalte im EDTA-Extrakt sind stark abhängig von den Substratkomponenten, aus denen sich die torffreien Substrate zusammensetzen. Bei den getesteten torffreien Substraten wiesen die Substratmischungen mit Landerde und Gartenkompost sehr hohe Gehalte an P, K, Mg und Ca im EDTA-Extrakt auf.

3.2. Teilprojekt 1: Basilikum, Petersilie und Viola

3.2.1. Beurteilung des Pflanzenwachstums

Das Wachstum von Basilikum, Petersilie und Viola wurde mittels visueller Bonitierung beurteilt (Tab.3). Dabei wurden Keimung, Farbe, Wüchsigkeit, Ausgeglichenheit, Gesamteindruck und Gesamtpunktzahl der Pflanzen in drei Substraten mit Düngung beurteilt.

Die Keimung der Samen aller drei Pflanzenarten in Substrat 1 mit Gartenkompost, Holzfasern, Cocopeat und Sand war mangelhaft, da dieses Substrat schneller austrocknete und dadurch die Keimungsrate reduzierte. Dies führte zu einer schlechten visuellen Beurteilung.

Substrat S2 und S3 konnten betreffend Keimung besser beurteilt werden als Substrat S1. Substrat S2 mit Rindenkompost, Holzfasern, Cocopeat und Sand war ähnlich gut wie Substrat S3 mit Torf (70 %), Rindenkompost und Sand.

Der Gesamteindruck und die Gesamtpunktzahl waren bei allen drei Pflanzenarten im torffreien Substrat S1 bei weitem am schlechtesten. Das torffreie Substrat S2 war nahe am torfhaltigen Substrat S3, aber alle drei Pflanzenarten waren im Substrat S2 weniger gut entwickelt als im Substrat S3. Das torfhaltige Substrat S3 erzielte die besten Resultate.

Tab. 3: Boniturergebnisse (dargestellt als Median) der Parameter «Keimung», «Farbe», «Wüchsigkeit», «Ausgeglichenheit» und «Gesamteindruck» bei den gedüngten Varianten des Anzuchtversuchs mit Basilikum, Petersilie und Viola.

Pflanzenart (Wochen im 2019)	Substrat	Zusammensetzung des Substrats	Keimung	Farbe	Wüchsigkeit	Ausgeglichenheit	Gesamteindruck	Gesamtpunktzahl
Basilikum (38-45)	S1	Gartenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Sand	2	3.5	1.5	1.5	1.0	9.5
	S2	Rindenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Sand	5	3.5	4	5	5	22.5
	S3	Torf (70 %), Rindenkompost, Sand	5	4	5	5	5	24
Petersilie (38-45)	S1	Gartenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Sand	1	0	1	1	1	4
	S2	Rindenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Sand	3.5	4	3.5	3.5	3.5	18
	S3	Torf (70 %), Rindenkompost, Sand	4.5	4.0	4.5	4.5	4.5	22
Viola (14-22)	S1	Gartenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Sand	1	1.5	0.5	0	0	3
	S2	Rindenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Sand	3	4	3	3	3	16
	S3	Torf (70 %), Rindenkompost, Sand	5	4	5	4.5	5	23.5

3.2.2. Beurteilung der Leitfähigkeit, des pH-Wertes und der Nährstoffe

Leitfähigkeit

Die Werte für die Leitfähigkeit waren in den gedüngten torffreien Substraten (S1 und S2) grundsätzlich höher als im gedüngten torfhaltigen Substrat (S3). Substrat S1 hatte aufgrund der Beimischung von Gartenkompost Werte ($1.5\text{-}2.4\text{ mS cm}^{-1}$), die wesentlich höher waren als das Optimum ($0.4\text{-}0.6\text{ mS cm}^{-1}$) für Anzuchtsubstrate. Die hohen Werte für die Leitfähigkeit lassen sich auch durch die geringe Wüchsigkeit der Pflanzen in diesem Substrat erklären, da die Pflanzen dem Substrat dadurch wenig Nährstoffe entnommen haben. Weiter sind sie auch erklärbar durch die sehr hohen Kalium-Werte, die vermutlich vom Gartenkompost stammen. Substrat S2 mit Rindenkompost und einer organischen Düngung wies eine viel tiefere Leitfähigkeit als Substrat S1 auf, da Rindenkompost salzärmer als Gartenkompost ist. Im Vergleich zum torfhaltigen Substrat S3 hatte das Substrat S2 aber höhere Leitfähigkeiten. Das torfhaltige Substrat S3 war mit $0.62\text{ bis }0.80\text{ mS cm}^{-1}$ nahe am Optimum. Das Pflanzenwachstum in Substrat S2 und Substrat S3 war jedoch ähnlich. Daraus lässt sich schliessen, dass höhere Salzgehalte von $0.75\text{ -}1.16\text{ mS cm}^{-1}$ als das vorgegebene Optimum ($0.4\text{-}0.6\text{ mS cm}^{-1}$) nötig sind, um gute Ergebnisse zu erzielen. Diese Resultate zeigen, dass in torffreien Substraten eine höhere Leitfähigkeit erreicht wird und mit gutem Wachstum gerechnet werden kann. Es scheint, dass bei torffreien Substraten der optimale Bereich der Leitfähigkeit nach oben anzupassen ist.

Tab. 4: Im Labor von JardinSuisse wurden gemäss Beschreibung in der Flugschrift 133 (Gysi *et al.*, 1995) verschiedene Parameter der Substratextrakte (pH, Leitfähigkeit, Nährstoffe im Wasser und Ammoniumacetat-Extrakt) gemessen. Die Werte entsprechen dem Median von 5 Messungen während einer Wachstumsphase von 7-8 Wochen bei Basilikum (B), Petersilie (P) und Viola (V) in drei verschiedenen Substraten (S1, S2, S3) mit Düngung.

Substrat	pH	Leitfähigkeit mS	N in NO ₃ µmol/l	N in NH ₄ µmol/l	P (H ₂ O) µmol/l	K (H ₂ O) µmol/l	Mg (H ₂ O) µmol/l	Ca (H ₂ O) µmol/l	P (EDTA) µmol/l	K (EDTA) µmol/l	Mg (EDTA) µmol/l	Ca (EDTA) µmol/l
B-S1	7.8	1.52	1264	66	237	8079	177	535	2392	17504	5226	79125
B-S2	7.6	0.75	652	44	285	4801	100	436	1109	13435	5449	67200
B-S3	6	0.62	2993	40	160	906	350	1999	513	1639	3052	57775
P-S1	7.9	1.62	2543	79	225	11529	269	621	2415	18887	5885	81175
P-S2	7.4	1.16	4679	35	319	6246	251	673	1191	13905	5449	75625
P-S3	6.1	0.62	2993	76	198	906	411	2101	513	1639	3260	58375
V-S1	7.5	2.40	8000	80	118	14785	971	1888	3135	21708	6399	76525
V-S2	7.8	1.12	3886	47	53	6767	379	1249	1280	13010	5979	84250
V-S3	5.8	0.80	2529	133	255	1010	374	1742	572	1536	3024	45050

pH-Werte

Die pH-Werte lagen in den torffreien Substraten mit 7.4-7.9 grundsätzlich über dem Optimum von 6-7, während das torfhaltige Substrat sich im optimalen pH-Bereich befand. Die Resultate zeigen, dass ein gutes Wachstum auch in torffreien Substraten mit einem pH-Wert über 7 möglich ist.

Stickstoffgehalt

Die N-Gehalte waren in den torfhaltigen Substraten mit rund 3000 µmol/l im optimalen Bereich und ermöglichten ein gutes Wachstum für Basilikum, Petersilie und Viola. Im torffreien Substrat mit Petersilie und Viola waren die Stickstoffgehalte in der Regel höher. Das torffreie Substrat S2 hatte bei Basilikum tiefere Werte als das torfhaltige Substrat S3. Dies hat vermutlich mit der höheren Aufnahme von Stickstoff durch das stärkere Wachstum von Basilikum zu tun im Vergleich zu Petersilie und Viola. Beim torffreien Substrat S2 haben aus verschiedenen Gründen die Stickstoffmengen im Substrat nicht ausgereicht. Vermutlich war in torffreien Substraten das Wasserrückhaltevermögen geringer. Das könnte zu mehr Auswaschung von Stickstoff im Vergleich zu torfhaltigen Substraten geführt haben. Weiter könnte aber auch die Fixierung von Stickstoff durch die Mikroorganismen im Topf eine Rolle gespielt haben. Dies könnten Gründe sein, dass bei torffreien Substraten der Optimalbereich für Nährstoffe höher liegt als bei torfhaltigen Substraten.

Im torffreien Substrat S1 nahm der Stickstoffgehalt während der Kulturzeit stetig zu und lag dann viel höher als das Optimum. Vermutlich ist die Nachlieferung aus dem Gartenkompost der Grund dafür. Aufgrund des schwachen Wachstums der Pflanzen im Substrat S1 war die Stickstoffaufnahme geringer, was ebenfalls den hohen Wert der Leitfähigkeit erklärt.

Phosphor-, Kalium-, Magnesium- und Calciumgehalt

Messungen im Wasserextrakt:

Die P und K-Gehalte waren in den torffreien Substraten in der Regel höher als bei den torfhaltigen Substraten. Eine Ausnahme zeigte Viola mit einem P-Gehalt, der sehr hoch war für ein torfhaltiges Substrat, was schwierig zu erklären ist. Die P- und K-Gehalte in den Wasserextrakten lagen bei den torfhaltigen Substraten nahezu im optimalen Bereich. Die höheren Gehalte für die torffreien Substrate zeigten wiederum, dass die Richtwerte für torffreie Substrate angepasst werden müssen, um eine angepasste Nährstoffbeurteilung dieser Substrate machen zu können. Auch bei höheren Gehalten wurden keine Salzschäden registriert.

Beim Vergleich der Magnesium- und Calciumgehalte von den torffreien, gedüngten Varianten S1 und S2 mit dem Torfsubstrat S3 waren die Werte in einem ähnlichen Schwankungsbereich. Tendenziell waren die Gehalte im torfhaltigen Substrat höher.

Messungen im EDTA-Extrakt:

Die P- und K-Gehalte waren aufgrund der Substratkomponenten bei den bei den torffreien Substraten S1 und S2 hoch und lagen weit über dem Optimum. Beim Vergleich der torffreien Substrate insbesondere bei den P- und K-Gehalte ist zu beobachten, dass die Wahl der Torfersatzstoffe wie Gartenkompost und Rindenkompost für die Höhe der Gehalte entscheidend ist. Beim torfhaltigen Substrat mit Düngung liegen die P- und K-Gehalte im Optimum für Anzuchterden (Pflanzen mit geringem Nährstoffbedarf).

Die Mg-Gehalte der torffreien Varianten wie auch des torfhaltigen Substrats waren höher als das Optimum für Anzuchtsubstrate. Ebenfalls lagen die Ca-Gehalte aller Varianten über dem

Optimalbereich. Sowohl für Mg als auch für Ca waren die Gehalte in torffreien Substraten bedeutend höher als in torfhaltigen Substraten. Auch hier sind die Richtwerte für die Interpretation von Substratanalysen zu überarbeiten.

3.3. Teilprojekt 2: Weihnachtssterne und Tagetes

3.3.1. Wachstum und Einfluss der Substrate auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen

Die Zusammensetzung der zehn untersuchten Substrate war sehr unterschiedlich (Tab. 5). Die Substrate mit Torf ergaben durchschnittliche Erträge, mit etwas höheren Erträgen für B0 und etwas tieferen Erträgen für R1. Von allen untersuchten Substraten wurde das beste Wachstum für beide Zierpflanzenarten mit dem torffreien Verfahren Q8 erzielt. Bei Weihnachtssternen gaben noch das Verfahren Q5 und bei Tagetes das Substrat Q7, beides torffreie Substrate, sehr gute Resultate.

Tab. 5: Zusammensetzung der zehn Substrate, Ertrag von Weihnachtssternen nach 114 Wachstumstagen und Tagetes nach 43 Wachstumstagen. Unterschiedliche Buchstaben geben signifikante Unterschiede gemäss Tukey-Test an. Die %-Angaben entsprechen der Abweichung zum Mittelwert der zehn Substrate.

Substrat-Nummer	Zusammensetzung des Substrats	Weihnachtssterne TS pro Topf (mg)	Tagetes TS pro Topf (mg)
B0	Weisstorf, Schwarztorf	23.4 ab (115 %)	4.3 b (107%)
R1	Weisstorf, Rindenkompost, Cocopeat, Perlit	18.4 b (90%)	3.7 b (92%)
R2	Rindenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Perlit	19.0 b (93 %)	3.5 b (87%)
R3	Rindenkompost, Holzfasern, Cocopeat, Landerde	18.4 b (90%)	4.1 b (102%)
R4	Rindenkompost, Holzfasern, Cocopeat	15.8 bc (77 %)	3.3 b (82 %)
Q5	Rindenumus, Rindenkompost, Holzfaser, Reisspelzen, Cocopeat, Perlite	25.3 a (123 %)	3.8 b (95 %)
Q6	Rindenumus, Holzfasern, Reisspelzen, Chinaschilf, Schafwolle, Dinkelwürfel	14.6 c (71 %)	1.9 c (47 %)
Q7	Rindenumus, Holzfasern, Reisspelzen, Holzhäcksel, Schafwolle	22.4 ab (110 %)	5.1 a (125 %)
Q8	Rindenumus, Rindenkompost, Cocopeat, Holzfaser FS, Reisspelzen, Quarzsand, Perlite	27.7 a (136 %)	5.7 a (142%)
Q9	Rindenumus, Holzfaser FS, Reisspelzen, Cocopeat, Schafwolle, Maisspindel	19.1 b (93 %)	4.5 ab (112%)

Das stärkste Wachstum von Tagetes und Weihnachtssternen im torffreien Substrat Q8 lässt sich durch die hohen Gehalte an Nährstoffen, insbesondere an Stickstoff erklären (Tab. 6, 7). Das Substrat Q5 wies über die ganze Vegetationsperiode ebenfalls hohe Nährstoffwerte auf, was zu starkem Wachstum bei Weihnachtssternen führte. Bei Tagetes war diese hohe Nährstofffreisetzung des Substrats Q5 nicht so ausgeprägt.

Bei Tagetes hatte vor allem das torffreie Substrat Q7 positive Effekte auf das Wachstum. Dieses Substrat erlaubte es, schnell viele Nährstoffe verfügbar zu machen, was sich bei Kulturen mit kurzer Vegetationsdauer positiv auswirkt. Dagegen war bei Weihnachtssternen mit einer längeren Vegetationsdauer die Verfügbarkeit von Nährstoffen gegen Ende der Kultur geringer, was zu einer Abnahme des Wachstums führte.

Die torfhaltigen Substrate hatten sowohl bei Tagetes als auch bei Weihnachtssternen die geringsten Nährstoffgehalte und waren tiefer als alle torffreien Substrate (Ausnahme Substrat R4). Trotz dieser tiefen Gehalte war das Wachstum ansprechend, insbesondere im Substrat B0. Der Vorteil der torfhaltigen Substrate, insbesondere von Substrat B0, ist die hohe, gespeicherte Wassermenge im Substrat, die eine hohe Nährstoffmenge im Topf zurückhält. Dies wird der Grund sein, weshalb bei relativ tiefen Nährstoffgehalten ein ansprechendes Wachstum der Pflanzen gesichert werden konnte.

Tab. 6: Im Labor von JardinSuisse wurden gemäss Beschreibung in der Flugschrift 133 (Gysi *et al.*, 1995) verschiedene Parameter der Substratextrakte (pH, Salzgehalt, Nährstoffe im Wasser und NH₄-Extrakt) gemessen. Die Werte entsprechen dem Durchschnitt von fünf Messungen (13.09.; 20.09.; 27.09.; 4.10.; 11.10.) bei **Tagetes**.

Substrat	pH	Leitfähigkeit mS	N in NO ₃ µmol/l	N in NH ₄ µmol/l	P (H ₂ O) µmol/l	K (H ₂ O) µmol/l	Mg (H ₂ O) µmol/l	Ca (H ₂ O) µmol/l	P (EDTA) µmol/l	K (EDTA) µmol/l	Mg (EDTA) µmol/l	Ca (EDTA) µmol/l
B0	7.0	0.39	216	66	22	903	169	1044	368	2129	3435	38440
R1	7.2	0.25	52	47	139	839	112	575	820	2304	3277	31645
R2	6.8	0.75	519	55	279	2151	629	1886	1282	3461	4349	29795
R3	7.4	0.35	834	81	101	1265	185	821	1275	4490	4916	78660
R4	7.6	0.33	478	66	146	1801	95	458	738	5089	3623	29425
Q5	5.3	0.99	290	156	754	1554	1019	3500	1023	2116	2612	19472
Q6	6.1	1.00	1418	687	272	4327	657	1688	425	7039	3042	14917
Q7	5.4	1.13	3443	581	221	3495	776	2565	267	4560	2387	15186
Q8	5.8	1.47	6741	465	334	5256	1003	3098	899	7462	4055	25678
Q9	5.5	1.23	2719	1543	201	3069	986	2761	369	4754	2871	14873

Tab. 7: Im Labor von JardinSuisse wurden gemäss Beschreibung in der Flugschrift 133 (Gysi *et al.*, 1995) verschiedene Parameter (pH, Salzgehalt, Nährstoffe im Wasser und NH₄-Extrakt) gemessen. Die Werte entsprechen dem Durchschnitt von fünf Messungen (13.09.; 4.10.; 25.10.; 15.11.; 6.12.) bei **Weihnachtssternen**.

Substrat	pH	Leitfähigkeit mS	N in NO ₃ µmol/l	N in NH ₄ µmol/l	P (H ₂ O) µmol/l	K (H ₂ O) µmol/l	Mg (H ₂ O) µmol/l	Ca (H ₂ O) µmol/l	P (EDTA) µmol/l	K (EDTA) µmol/l	Mg (EDTA) µmol/l	Ca (EDTA) µmol/l
B0	6.8	0.87	1892	27	92	2235	460	2643	350	4101	3846	40910
R1	7.2	0.42	765	32	172	1736	158	997	980	4139	3672	33860
R2	6.4	1.54	4000	38	533	5859	1210	3407	1663	8749	5179	30875
R3	7.1	1.04	6957	36	81	4507	446	1790	1349	10043	5785	84565
R4	7.1	0.80	2560	41	230	4298	277	1096	1147	8811	4414	32670
Q5	5.2	1.56	4390	103	1145	4472	1586	4513	1370	5422	3414	19596
Q6	6.0	1.30	3787	2080	647	5789	593	1237	812	9450	3327	14788
Q7	5.0	1.19	4361	1102	270	4019	680	2239	317	5735	2002	13367
Q8	5.4	1.61	8137	236	420	5908	1114	3874	788	8322	3458	24682
Q9	5.1	1.48	3163	1598	405	5634	972	2539	488	7708	2653	13936

3.3.2. Nährstoffgehalte von Substraten bei Versuchsbeginn

Die verschiedenen Substrate zeigten grosse Unterschiede in den Nährstoffgehalten bei Versuchsbeginn. Bei den torffreien Substraten hatten einige Substrate (R3, Q5, Q7, Q8, Q9) mit hohem Anteil an Kompost oder Humus sehr hohe Nährstoffgehalte (Tab. 8). Andere torffreie Substrate hatte bedeutend weniger Nährstoffe verfügbar. Die torfhaltigen Substrate dagegen hatten bei Versuchsbeginn tiefe Nährstoffgehalte.

Tab. 8. Im Labor von JardinSuisse wurden gemäss Beschreibung in der Flugschrift 133 (Gysi *et al.*, 1995) verschiedene Parameter (pH-Wert, Salzgehalt, Nährstoffe im Wasser und NH₄-Extrakt) gemessen. Die Werte zeigen die Situation bei **Versuchsbeginn**.

Substrat	pH	Leitfähigkeit mS	N in NO ₃ µmol/l	N in NH ₄ µmol/l	P (H ₂ O) µmol/l	K (H ₂ O) µmol/l	Mg (H ₂ O) µmol/l	Ca (H ₂ O) µmol/l	P (EDTA) µmol/l	K (EDTA) µmol/l	Mg (EDTA) µmol/l	Ca (EDTA) µmol/l
B0	6.7	0.75	1443	44	4	1827	298	2154	378	3834	3294	41075
R1	6.7	0.28	31	33	299	1403	34	271	1351	4095	3378	36500
R2	6.5	1.32	167	66	548	6143	668	1600	2016	10184	5066	33250
R3	6.5	2.09	18714	60	74	7465	1164	4768	1530	13217	5942	91125
R4	7.4	0.51	43	28	178	2946	24	232	1276	9795	3681	33450
Q5	5.1	2.52	13286	201	2216	7340	2469	6908	3098	9844	4790	24825
Q6	6.9	1.32	166	3179	1884	8604	177	350	2232	20488	3225	11585
Q7	7.1	2.33	201	11115	361	8102	110	333	570	13992	2060	12568
Q8	7.3	4.23	12071	20204	318	14588	449	1264	1699	22841	4407	28425
Q9	6.4	2.38	109	6894	762	11309	384	653	971	18292	2975	12513

3.3.3. Beurteilung der Leitfähigkeit, des pH-Wertes und der Nährstoffe

Elektrische Leitfähigkeit

Generell waren die Werte der elektrischen Leitfähigkeit in den torffreien Substraten viel höher als in den torfhaltigen Substraten. Dies konnte sowohl bei Versuchsbeginn, als auch während dem Wachstum der Pflanzen, die regelmässig gedüngt wurden, festgestellt werden (Tab. 5, 6, 7). Die Werte für die Leitfähigkeit in den torffreien Substraten waren im Allgemeinen am Anfang der Kultur hoch, fielen dann trotz stetiger Nachdüngung nach einigen Monaten ab.

Im reinen Torfsubstrat (B0) sind die Werte der Leitfähigkeit mit Düngung in etwa im optimalen Bereich für Pflanzen mit geringem Bedarf (Tagetes mit 0.8 mS cm^{-1}) und für Pflanzen mit mittlerem Bedarf (kleine mehrtriebige Weihnachtssterne mit Optimalbereich bei 0.8 mS cm^{-1}). In den torffreien Substraten, die ein gutes Wachstum der Pflanzen ermöglichten, waren die Werte um die 1.5 mS cm^{-1} . Je höher die elektrische Leitfähigkeit im Substrat bei den torffreien Substraten, desto höher war der Ertrag. Salzschäden konnten keine vermerkt werden. In diesen Versuchen konnte somit keine Obergrenze für die Leitfähigkeit festgelegt werden.

Die Resultate zeigen, dass eine Anpassung der Richtwerte für Nährstoffgehalte in torffreien Substraten nach oben nötig ist, damit genügend Nährstoffe in torffreien Substraten für die Pflanzen zur Verfügung stehen.

pH-Wert

Zu Beginn waren alle Substrate ungefähr bei einem pH-Wert von 7 angesiedelt (Tab. 7). Während der Wachstumsphase der Pflanzen blieb der pH-Wert in den torfhaltigen und bei den torffreien R-Substraten in etwa bei pH-Wert 7 (Tab. 5, 6). Die torffreien Q-Substrate wiesen dagegen viel tiefere pH-Werte auf (5.0 bis 6.1). Bei den torffreien Substraten war bei einem pH-Wert von 5.0 gutes Wachstum möglich. Die Resultate zeigen, dass eine Anpassung der Richtwerte für den pH-Bereich in torffreien Substrate nicht nötig ist. Der optimale Bereich bleibt weiterhin bei pH-Wert 5-7.

Stickstoffgehalt

Im Torfsubstrat (B0) waren die Gehalte bei Tagetes etwas unter den Richtwerten und bei Weihnachtssternen im optimalen Bereich (Tab. 5, 6). Bei den torffreien Substraten hatten einige davon sehr hohe Stickstoffwerte während der Wachstumsphase aufgrund der Stickstoffmineralisierung. Der organisch gebundene Stickstoff wird durch Mikroorganismen mineralisiert. Höhere Stickstoffgehalte im Substrat führte bei den torffreien Substraten im Allgemeinen zu höherem Wachstum.

Bei den torffreien Substraten war die Bedeutung von N-NH_4 und N-NO_3 sehr unterschiedlich. Die Q-Substrate hatten viel N-NH_4 und auch viel N-NO_3 . Währenddessen die torffreien R-Substrate fast nur N-NO_3 aufwiesen. Die hohen N-NH_4 -Gehalte der Q-Substrate waren auch der Grund für den tieferen pH-Werte dieser Substrate. Für torffreie Substrate sind Richtwerte für N-NH_4 und für N-NO_3 schwierig zu bestimmen. Wichtig ist hier der Gesamtstickstoff.

Die Resultate zeigen, dass eine Erhöhung der Richtwerte für den Stickstoff in torffreien Substraten nötig ist, insbesondere für N-NO_3 und für den Gesamtstickstoff ($\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$). In gewissen Substraten kann der N-NH_4 -Gehalt sehr hoch werden mit bis $2000 \mu\text{mol/l}$. Beim N-NH_4 braucht es aber keine Anpassungen.

Phosphor-, Kalium-, Magnesium- und Calciumgehalt

Messungen im Wasserextrakt:

In reinem Torfsubstrat (B0) entsprachen die gemessenen Gehalte an K, Mg, Ca bei Weihnachtssternen und bei Tagetes in etwa den Normen für den mittleren, respektive für den tiefen Nährstoffbedarf. Dagegen war der P-Gehalt bei beiden Kulturen etwas tiefer als die Norm. Die Gehalte an P, K, Mg und Ca in den torffreien Substraten waren in der Regel höher als in reinem Torf. Dies weist daraufhin, dass eine leichte Anpassung der Richtwerte nach oben nötig ist.

Messungen im EDTA-Extrakt:

In reinem Torfsubstrat (B0) entsprachen die gemessenen Gehalte an P, K, Mg, Ca in etwa den Normen. Die Gehalte an P, K, Mg und Ca in den torffreien Substraten war in der Regel höher als in reinem Torf. Dies bedingt ebenfalls Anpassungen der Richtwerte nach oben.

4. Anpassung der Richtwerte zur Beurteilung der Nährstoffgehalte in torffreien Substraten

Die Daten betreffend Pflanzenwachstum und Qualität der untersuchten Topfpflanzen, sowie der entsprechenden Nährstoffgehalte in den verschiedenen Substraten zeigten, dass die Nährstoffgehalte in torffreien Substraten meist höher waren als in torfhaltigen Substraten (wenn ein ähnliches Wachstum und eine analoge Qualität der Pflanzen erreicht werden sollte). Dementsprechend wurden die Richtwerte für die Beurteilung der Nährstoffgehalte in torffreien Substraten angepasst (Tab. 9 und 10).

Tab. 9: Beurteilung der Nährstoffgehalte in torfhaltigen und torffreien Substraten nach der 1:1.5 Volumenextraktion mit Wasser in μmol Nährstoffen pro Liter Extraktionslösung, sowie der elektrischen Leitfähigkeit und dem pH-Wert.

Nährstoffe	Substrat	Optimalbereich für Kulturen (μmol Nährstoffe L^{-1})		
		mit tiefem Nährstoffbedarf	mit mittlerem Nährstoffbedarf	mit hohem Nährstoffbedarf
N-NH ₄	mit Torf	300-600	600-1200	1200-1800
	torffrei	300-600	600-1200	1200-1800
N-NO ₃	mit Torf	1500-3000	3000-6000	6000-10000
	torffrei	1500-4000	4000-8000	8000-12000
N-Summe	mit Torf	1500-3000	3000-6000	6000-10000
	torffrei	1500-4000	4000-8000	8000-12000
P	mit Torf	100-200	200-400	400-800
	torffrei	50-150	150-350	350-550
K	mit Torf	1000-2000	2000-3000	3000-4000
	torffrei	1500-3000	3000-4500	4500-6000
Mg	mit Torf	250-500	500-1000	1000-1500
	torffrei	200-600	600-1000	1000-1400
Ca	mit Torf	500-1500	1500-2500	2500-4000
	torffrei	1000-2000	2000-3000	3000-4000
Salzgehalt ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	mit Torf	400-600	600-1200	1200-1800
	torffrei	800-1200	1200-1800	1800-2400
pH-Wert	mit Torf	5.0-7.0		
	torffrei	5.0-7.5		

Tab. 10. Beurteilung der Nährstoffgehalte in torfhaltigen und torffreien Substraten nach der 1:1.5 Ammoniumacetat-EDTA-Extraktion in μmol Nährstoffen pro Liter Extraktionslösung.

Nährstoffe	Substrat	Optimalbereich für Kulturen (μmol Nährstoffe L^{-1})		
		mit tiefem Nährstoffbedarf	mit mittlerem Nährstoffbedarf	mit hohem Nährstoffbedarf
P	mit Torf	300-600	600-1200	1200-2400
	torffrei	500-1000	1000-1500	1500-2000
K	mit Torf	1250-2500	2500-5000	5000-10000
	torffrei	2000-6000	6000-10000	10000-14000
Mg	mit Torf	600-1200	1200-2500	2500-5000
	torffrei	2000-4000	4000-6000	6000-8000
Ca	mit Torf	3000-6000	6000-12000	12000-24000
	torffrei	10000-35000	35000-60000	60000-85000

5. Flugschrift: Richtwerte für die Beurteilung der Nährstoffgehalte in torffreien Substraten

5.1. Ziel

Die Substratanalyse ist ein unentbehrliches Hilfsmittel bei der Beratung der Gärtner und zur Qualitätsüberwachung bei der Substratherstellung. Die im Jahre 1995 verfasste Flugschrift und die darin ausgewiesenen Richtwerte sind auf Torfsubstrate abgestimmt. Durch die Beimischung von Ersatzstoffen wie Kompost, Rinde oder mineralischen Komponenten liegen die idealen Nährstoffwerte in anderen Bereichen, als in den wenig gepufferten Weisstorfsubstraten der Neunzigerjahre.

Das Ziel ist, für stark torfreduzierte oder torffreie Substrate neue Richtwerte für die Beurteilung der Nährstoffgehalte für die gärtnerische Praxis und die Labors zur Verfügung zu stellen.

5.2. Anwendungsbereich

Die Untersuchungen sind geeignet zur Beurteilung gärtnerischer Erden und Substrate, die vor allem im Zierpflanzenbau (Anzucht bis Fertigpflanzen) verwendet werden. Für Bodenverbesserungsmittel und Komposte sind allenfalls zusätzliche Untersuchungen bezüglich Pflanzenverträglichkeit, N-Fixierung, Strukturstabilität, Schwermetallgehalt, biologische Aktivität, Reifegrad usw., erforderlich.

Die Nährstoffbeurteilung gilt nicht für Substrate, die bei Kulturbeginn mit langsam fliessenden Düngern (organische Dünger, umhüllte Langzeitdünger) aufgedüngt wurden. Während der Kultur liefert die Nährstoffanalyse jedoch auch aussagekräftige Ergebnisse bei Substraten, die mit Langzeitdüngern versorgt sind.

Die umfangreichen Versuche haben gezeigt, dass sich eine Woche nach Kulturbeginn oder Mischzeitpunkt die Nährstoffverhältnisse eingependelt haben. Dies ist der ideale Zeitpunkt, um die Nährstoffe zu analysieren und die aussagekräftigsten Messresultate zu erhalten, welche für die Kulturführung dienlich sind.

5.3. Aussagekraft / Genauigkeit

Die Ernährung der Pflanzen ist ein äusserst komplizierter Vorgang, der von den umgebenden Bedingungen wie Feuchtigkeit, Durchlüftung, Jahreszeit usw. wesentlich beeinflusst wird. Eine Substratuntersuchung kann nur den momentanen Zustand zum Zeitpunkt der Probenahme erfassen. Es darf dabei keine übertriebene Genauigkeit erwartet werden. Abweichungen zwischen Wiederholungen einer Substratuntersuchung sind vor allem auf die Probenahme zurückzuführen. Die Untersuchung erlaubt aber, nährstoffarme Substrate von mässig und stark aufgedüngten Substraten zu unterscheiden (Nährstoffversorgungsklassen).

Die Analysen sind gerade bei der Umstellung der Produktion mit Torfsubstraten zur «torffreien» Produktion ein unentbehrliches Hilfsmittel.

5.4. Methoden und Messverfahren

Das Messverfahren richtet sich nach den Referenzmethoden der Forschungsanstalt Agroscope. Kurzbeschreibung:

5.4.1. Extraktion im 1:1.5 Volumenextrakt

133 cm³ des feuchten Substrats werden standardisiert verdichtet. Feuchtes Substrat wird in zwei aufeinandergesetzte Zylinderringe locker eingefüllt und mit einem Kolben (2.66 kg; 0.1 kg pro cm²) gepresst. Nach dem Entfernen des oberen Ringes wird der untere, 133 cm³ Substrat fassende Ring (Höhe:50 - mm, Durchmesser:58 mm) mit einem Messer abgestrichen. Dieses Substratvolumen (133 cm³ = 1 Teil) wird mit 200 ml (=1.5 Teile) Extraktionslösung versetzt, eine Stunde über Kopf geschüttelt und danach abfiltriert.

5.4.2. Wasserlösliche Nährstoffe und Reservenährstoffe

Als Extraktionslösung wird zur Bestimmung der sofort pflanzenverfügbaren Nährstoffe Wasser verwendet. Der pH-Wert der Extraktion mit Wasser, wird vom pH des Substrats bestimmt. Stärker gebundene Nährstoffe, die sogenannten Reserve-Nährstoffe, werden im Ammoniumacetat-EDTA Extrakt (0.5 mol Ammoniumacetat plus 0.02 mol. EDTA pH 4.6, Schweiz. Referenzmethoden) extrahiert. Die Verfügbarkeit von Phosphor kann, insbesondere bei hohen pH-Werten, im Ammoniumacetat-EDTA Extrakt besser beurteilt werden, als im Wasserextrakt.

5.4.3. Chemische Analysen

Der pH-Wert wird direkt im Substrat-Wassergemisch 1:1,5 gemessen. Der Totsalzgehalt wird als Leitfähigkeit des gefilterten Extraktes in MicroSiemens angegeben (800 mg KCl pro Liter Extraktionslösung entsprechen bei 20 °C etwa 1400 Micro-Siemens). Die Nährstoffgehalte im Wasser - und Ammoniumacetat-EDTA Extrakt werden als Konzentrationsangabe in der filtrierten Extraktionslösung angegeben (Micromol Nährstoff in Elementarform pro Liter Extraktionslösung).

5.5. Beurteilung der Nährstoffgehalte in torffreien Substraten

Tab. 11. Beurteilung der Nährstoffgehalte in torffreien Substraten nach der **1:1.5 Volumenextraktion mit Wasser** in μmol Nährstoffen pro Liter Extraktionslösung, nach der elektrischen Leitfähigkeit und dem pH.

Nährstoffe	Optimalbereich für Kulturen (μmol Nährstoffe L^{-1})		
	mit tiefem Nährstoffbedarf	mit mittlerem Nährstoffbedarf	mit hohem Nährstoffbedarf
N-NH ₄	300-600	600-1200	1200-1800
N-NO ₃	1500-4000	4000-8000	8000-12000
N-Summe	1500-4000	4000-8000	8000-12000
P	50-150	150-350	350-550
K	1500-3000	3000-4500	4500-6000
Mg	200-600	600-1000	1000-1400
Ca	1000-2000	2000-3000	3000-4000
Salzgehalt ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	800-1200	1200-1800	1800-2400
pH-Wert	5.0-7.5		

Tab. 12. Beurteilung der Nährstoffgehalte von Substraten nach der **1:1.5 Ammoniumacetat-EDTA-Extraktion** in μmol Nährstoffen pro Liter Extraktionslösung.

Nährstoffe	Optimalbereich für Kulturen (μmol Nährstoffe L^{-1})		
	mit tiefem Nährstoffbedarf	mit mittlerem Nährstoffbedarf	mit hohem Nährstoffbedarf
P	500-1000	1000-1500	1500-2000
K	2000-6000	6000-10000	10000-14000
Mg	2000-4000	4000-6000	6000-8000
Ca	10000-35000	35000-60000	60000-85000

Erläuterungen:

Es ist zu erwarten, dass bei den torffreien Substraten in den nächsten Jahren neue Komponenten auf den Markt kommen. Deshalb ist eine periodische Überprüfung und Anpassung der Richtwerte empfehlenswert:

- Allgemein: Während der Kultur können bei entsprechender Nährstoffversorgung des Substrats (insbesondere bei Anwesenheit von organischen und mineralischen Langzeitdüngern) die Nährstoffgehalte in die nächst höhere Nährstoffversorgungsklasse fallen. Hier muss unter Einbeziehung der Faktoren Kulturentwicklung, Nährstoffbedarf der Kultur, Kulturdauer und Art der Düngung geprüft werden, ob der Kulturerfolg dadurch beeinträchtigt ist.
- pH-Wert: Die im Wasserextrakt gemessenen pH-Werte liegen grundsätzlich 0.5-0.9 höher als die im CaCl₂-Extrakt ermittelten pH-Werte.
- Leitfähigkeit: Die in allen drei Beurteilungsstufen höheren Werte für die Leitfähigkeit resultieren aus den höheren Nährstoffgehalten mit Torfersatzstoffen, insbesondere bei Komposten. Dies hat aber auf den Kulturerfolg keine wesentlichen negativen Auswirkungen.
- Stickstoff: Bei der Nährstoffversorgung ist auf eine regelmässige und ausreichende Versorgung mit Stickstoff zu achten. Neigt eine Substratkomponente wie Holzfasern zur «Stickstoffbindung», sind die Defizite mit regelmässigen Nachdüngungen mittels Flüssigdünger oder Aufstreuen von N-haltigen festen Düngern auszugleichen.
- Phosphor: In kompostreichen Substraten sind die im Wasser gemessenen Werte relativ tief. Jedoch findet man im Reserveextrakt (NH₄- EDTA) hohe bis sehr hohe Werte.
- Kalium/Magnesium: In Substraten mit viel Kompost/Rindenkompost findet man zum Teil hohe bis sehr hohe Kalium- und Magnesiumgehalte, welche keine nennenswerten, negativen Einflüsse auf den Kulturerfolg haben.

6. Literatur

- Ançay A., Fremin F., Sigg P., 2010. Fraisiers sur substrat: quelles alternatives à la tourbe ?
Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture, 42 (2), 106-113.
- Carlen C., Christ B., Ançay A., 2020. Optimization of the root environment for raspberry production on substrate. Acta Horticulturae, 1277, 283-286.
- Carlen C., Gilli C., Poffet J., Wegmüller H.-P., 2017. Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz, Spezialpublikation 16, Düngung von Zierpflanzen und Gehölzen. Agrarforschung Schweiz, 8 (6), 1-12.
- Göhler F., Molitor H.D., 2002. Erdlose Kulturverfahren im Gartenbau. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, S. 267.
- Gysi C., Von Allmen F., Heller W., Poffet J., Wegmüller H.P., 1995. Substratuntersuchungen für den Zierpflanzenbau. Methode Flugschrift FAW Nr. 113, S. 12.
- Huber K., Ruprecht T., Forster I., Koller M., 2019. Schlussbericht: Praxiseinführung von torfreduzierten Substraten im Zierpflanzenbau. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), S. 47.
- Klawitter Katrin, 2020. Torf ... kann der Gartenbau ohne? Taspo Dossier I/20, 17-32.

7. Anhang

7.1. Anhang 1: Balkonpflanzen

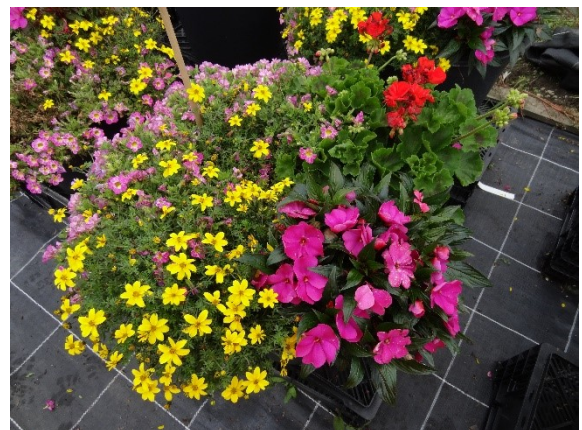
Bilder Balkonpflanzen und Anzuchtversuche



Versuche mit Balkonerde-Substraten / Mai 2019



Variante ohne Dünger / Juli 2019



Variante mit Dünger / Juli 2019

Bonituren Balkonpflanzen

Um die Situation bei den Endkunden zu simulieren, wurde beim Balkonpflanzenversuch vier Wochen nach dem Pflanzen mit der Nachdüngung bei bereits aufgedüngten Varianten begonnen. Von jeder aufgedüngten Variante gab es auch eine unaufgedüngte Variante als Kontrolle. Die Kontrollvarianten sind nicht nachgedüngt worden (V1 und V2 entsprechen Substrat S1; V3 und V4 entsprechen Substrat S2; V5 und V6 entsprechen Substrat S3; V7 und V8 entsprechen Substrat S4; V9 und V10 entsprechen Substrat S5 im Kapitel 3 zu den Resultaten).

Parameter	Farbe	
Datum	16.08.2019	19.09.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	1	2
V2	5	5
V3 (ohne Dünger)	1	2
V4	3	4
V5 (ohne Dünger)	1	1
V6	3	4
V7 (ohne Dünger)	2	2
V8	5	5
V9 (ohne Dünger)	1	1
V10	4	4

Parameter	Blütenentwicklung	
Datum	16.08.2019	19.09.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	2	2
V2	5	5
V3 (ohne Dünger)	2	2
V4	4	4
V5 (ohne Dünger)	2	1
V6	4	3
V7 (ohne Dünger)	3	2
V8	4	4
V9 (ohne Dünger)	2	2
V10	3	4

Parameter	Ausgeglichenheit	
Datum	16.08.2019	19.09.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	4	4
V2	5	5
V3 (ohne Dünger)	3	4
V4	5	5
V5 (ohne Dünger)	3	3
V6	4	5
V7 (ohne Dünger)	4	3
V8	5	5
V9 (ohne Dünger)	3	3
V10	4	4

Parameter	Gesamteindruck	
Datum	16.08.2019	19.09.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	2	2
V2	5	5
V3 (ohne Dünger)	2	3
V4	4	4
V5 (ohne Dünger)	2	2
V6	4	4
V7 (ohne Dünger)	3	3
V8	4	4
V9 (ohne Dünger)	2	2
V10	3	4

Substratanalysen Balkonpflanzen: 5 Substrate ohne und mit Düngung

Verfahren (Substrat, Düngung)	Woche/Jahr	Probe-name	PH	Leitfähigkeit [mS]	N in NO3 [milimol/L]	N in NH4 [milimol/L]	P (H2O) [milimol/L]	K (H2O) [milimol/L]	Mg (H2O) [milimol/L]	Ca (H2O) [milimol/L]	P (EDTA) [milimol/L]	K (EDTA) [milimol/L]	Mg (EDTA) [milimol/L]	Ca (EDTA) [milimol/L]	
S1 D0	22/19	V01	6.1	0.81	4.9786	0.0636	0.4243	2.3910	0.3981	19.51	148.50	171.14	407.25	160.43	
	26/19	V01	6.7	0.12	0.0604	0.0100	0.1194	0.3512	0.0703	3.44	33.00	85.20	110.68	139.62	
	29/19	V01	6.8	0.18	0.0986	0.0207	0.0735	0.2808	0.1124	5.51	40.20	77.02	78.88	152.30	
	32/19	V01	6.8	0.22	0.0335	0.0014	0.0816	0.3847	0.1191	5.84	49.12	86.30	110.04	167.12	
	35/19	V01	7.0	0.14	0.0309	0.0021	0.0670	0.2882	0.0479	2.35	28.02	75.04	94.87	143.79	
	38/19	V01	7.3	0.17	0.0321	0.0143	0.1006	0.4299	0.1191	5.84	51.66	77.02	90.32	130.59	
	arith. Mittel (ohne Ausreisser)			0.17	0.05	0.01	0.09	0.35	0.09	4.59	40.40	80.12	96.96	146.69	
	arith. Mittel (mit Ausreisser)			6.8	0.27	0.87	0.02	0.14	0.69	0.14	7.08	58.42	95.29	148.67	148.98
	Median			6.8	0.18	0.05	0.01	0.09	0.37	0.12	5.67	44.66	81.11	102.45	148.05
	S1 D+	22/19	V02	6.1	0.99	3.9500	1.2307	0.5269	2.5332	0.6337	31.05	160.78	268.65	493.80	165.81
26/19		V02	6.4	0.26	0.8857	0.0314	0.1880	0.6660	0.1314	6.44	59.28	113.88	142.54	127.18	
29/19		V02	6.1	1.11	6.8857	0.2086	0.6932	2.7059	0.7428	36.40	256.40	173.98	359.65	188.26	
32/19		V02	5.9	0.68	3.2714	0.0671	0.3793	1.6936	0.4198	20.57	145.30	151.24	300.51	177.09	
35/19		V02	5.8	0.72	2.4929	0.0336	0.3848	1.6634	0.5091	24.94	170.46	131.38	239.95	153.31	
38/19		V02	5.8	0.74	3.7143	0.0679	0.5547	1.2581	0.5296	25.95	180.42	174.17	182.57	143.63	
arith. Mittel (ohne Ausreisser)			0.70	3.45	0.08	0.44	1.60	0.47	22.86	162.37	148.93	245.04	157.89		
arith. Mittel (mit Ausreisser)			6.0	0.75	3.53	0.27	0.45	1.75	0.49	24.23	162.11	168.88	286.50	159.21	
Median			6.0	0.73	3.49	0.07	0.46	1.68	0.52	25.45	165.62	162.61	270.23	159.56	
S2 D0		22/19	V03	7.1	1.29	6.1071	0.8407	0.0647	4.2072	0.6593	32.30	208.60	238.00	777.24	242.38
	26/19	V03	7.6	0.18	0.0386	0.0221	0.0515	0.5010	0.1080	5.29	46.46	227.34	286.33	224.84	
	29/19	V03	7.5	0.27	0.1907	0.0457	0.0751	0.8171	0.1733	8.49	62.70	205.28	262.77	235.72	
	32/19	V03	7.4	0.23	0.0321	0.0221	0.0974	0.7235	0.1426	6.99	56.48	199.95	246.18	270.61	
	35/19	V03	7.3	0.20	0.0594	0.0029	0.0573	0.4463	0.0904	4.43	36.62	196.27	225.46	225.24	
	38/19	V03	7.4	0.18	0.0335	0.0279	0.0799	0.4870	0.1313	6.43	50.76	189.79	183.10	230.48	
	arith. Mittel (ohne Ausreisser)			0.21	0.07	0.02	0.07	0.59	0.13	6.33	50.60	203.73	240.77	237.38	
	arith. Mittel (mit Ausreisser)			7.4	0.39	1.08	0.16	0.07	1.20	0.22	10.66	76.94	209.44	330.18	238.21
	Median			7.4	0.22	0.05	0.03	0.07	0.61	0.14	6.71	53.62	202.61	254.47	233.10
	S2 D+	22/19	V04	7.4	1.34	1.2357	4.0814	0.0767	4.2097	0.4354	21.33	112.62	262.45	823.40	257.70
26/19		V04	7.6	0.21	0.0305	0.0193	0.0511	0.6913	0.1296	6.35	53.64	225.55	277.91	239.76	
29/19		V04	7.5	0.39	0.9500	0.0393	0.0757	1.3905	0.2237	10.96	70.80	218.84	382.97	233.91	
32/19		V04	7.1	0.27	0.0349	0.0114	0.1188	1.0274	0.1522	7.46	56.18	247.10	380.33	247.02	
35/19		V04	7.4	0.20	0.0347	0.0136	0.1142	0.8164	0.1103	5.40	33.90	258.22	305.32	250.04	
38/19		V04	7.3	0.26	0.1107	0.0279	0.1282	0.9309	0.1748	8.56	62.24	223.85	277.67	255.28	
arith. Mittel (ohne Ausreisser)			0.27	0.23	0.02	0.10	0.97	0.16	7.75	55.35	234.71	324.84	245.20		
arith. Mittel (mit Ausreisser)			7.4	0.45	0.40	0.70	0.09	1.51	0.20	10.01	64.90	239.33	407.93	247.29	
Median			7.4	0.27	0.07	0.02	0.10	0.98	0.16	8.01	59.21	236.32	342.82	248.53	
S3 D0		22/19	V05	7.5	0.70	0.4636	0.8836	0.1641	4.1483	0.1105	5.41	37.46	268.38	982.07	169.50
	26/19	V05	7.3	0.15	0.0362	0.0214	0.0744	0.5384	0.0794	3.89	30.38	197.10	191.03	173.13	
	29/19	V05	7.3	0.17	0.0440	0.0271	0.0641	0.4271	0.0997	4.89	31.32	159.05	130.93	167.61	
	32/19	V05	7.0	0.18	0.0274	0.0250	0.1188	0.5499	0.1099	5.39	41.00	202.80	163.57	132.38	
	35/19	V05	7.2	0.13	0.0251	0.0100	0.0748	0.3509	0.0674	3.30	20.10	150.59	128.74	151.46	
	38/19	V05	7.2	0.14	0.0287	0.0264	0.1087	0.4563	0.0962	4.71	32.20	146.18	112.37	140.61	
	arith. Mittel (ohne Ausreisser)			0.15	0.03	0.02	0.09	0.46	0.09	4.44	31.00	171.14	145.33	153.04	
	arith. Mittel (mit Ausreisser)			7.3	0.25	0.10	0.17	0.10	1.08	0.09	4.60	32.08	187.35	284.78	155.78
	Median			7.3	0.16	0.03	0.03	0.09	0.50	0.10	4.80	31.76	178.07	147.25	159.53
	S3 D+	22/19	V06	7.9	1.89	1.3571	1.0029	0.3650	13.3325	0.2821	13.82	64.00	690.42	3257.54	324.85
26/19		V06	7.8	0.30	0.0585	0.0364	0.1288	1.7990	0.1217	5.96	37.20	471.04	687.33	317.39	
29/19		V06	7.1	0.60	2.4786	0.0629	0.1537	2.6138	0.3349	16.41	74.94	436.29	601.74	272.83	
32/19		V06	6.9	0.38	0.7643	0.0307	0.2081	1.5619	0.2581	12.65	60.58	457.25	429.85	254.28	
35/19		V06	6.9	0.35	0.7357	0.0236	0.1961	1.2309	0.3011	14.75	67.12	391.12	316.86	258.91	
38/19		V06	6.8	0.42	1.9429	0.0221	0.2278	1.3322	0.2944	14.43	82.40	419.57	296.42	297.43	
arith. Mittel (ohne Ausreisser)			0.41	1.20	0.04	0.18	1.71	0.26	12.84	64.45	435.05	466.44	280.17		
arith. Mittel (mit Ausreisser)			7.2	0.66	1.22	0.20	0.21	3.65	0.27	13.00	64.37	477.61	931.63	287.61	
Median			7.0	0.40	1.06	0.03	0.20	1.68	0.29	14.13	65.56	446.77	515.80	285.13	

Verfahren (Substrat, Düngung)	Woche/Jahr	Probe- name	PH	Leitfähig- keit [mS]	N in NO3 [milimol/L]	N in NH4 [milimol/L]	P (H2O) milimol/L	K (H2O) milimol/L	Mg (H2O) milimol/L	Ca (H2O) milimol/L	P (EDTA) milimol/L	K (EDTA) milimol/L	Mg (EDTA) milimol/L	Ca (EDTA) milimol/L	
S4 D0	22/19	V07	7.1	1.71	10.2143	1.2043	0.0589	5.8875	0.8152	39.95	219.00	241.54	1223.44	281.50	
	26/19	V07	7.7	0.21	0.1393	0.0214	0.0482	0.6847	0.1117	5.47	46.40	210.52	357.25	239.35	
	29/19	V07	7.8	0.23	0.0511	0.0721	0.0482	0.6207	0.1230	6.03	58.96	192.87	278.63	210.92	
	32/19	V07	7.5	0.21	0.0322	0.0136	0.0553	0.5563	0.1271	6.23	50.26	189.38	263.73	208.50	
	35/19	V07	7.5	0.17	0.0308	0.0100	0.0540	0.3887	0.1041	5.10	36.98	190.62	227.74	213.34	
	38/19	V07	7.4	0.19	0.0391	0.0107	0.0841	0.5258	0.1317	6.45	50.38	187.54	218.92	220.20	
			arith. Mittel (ohne Ausreisser)		0.20	0.06	0.03	0.06	0.56	0.12	5.86	48.60	194.19	269.25	218.46
			arith. Mittel (mit Ausreisser)	7.5	0.45	1.75	0.22	0.06	1.44	0.24	11.54	77.00	202.08	428.28	228.97
			Median	7.5	0.21	0.05	0.02	0.05	0.59	0.13	6.13	50.32	191.75	271.18	216.77
	S4 D+	22/19	V08	7.0	1.36	5.3000	0.1000	0.2214	5.7647	0.6473	31.72	138.06	326.05	1057.32	289.97
26/19		V08	7.3	0.26	0.0316	0.0207	0.0812	0.9951	0.1479	7.25	45.04	231.34	361.58	237.54	
29/19		V08	7.3	0.50	2.0429	0.0393	0.1324	1.7949	0.2783	13.64	71.84	232.21	443.80	269.40	
32/19		V08	7.2	0.34	0.0349	0.0279	0.1744	1.3964	0.2039	9.99	53.88	244.98	418.55	245.20	
35/19		V08	7.2	0.25	0.2371	0.0214	0.1883	0.9831	0.1545	7.57	38.84	258.91	350.52	227.46	
38/19		V08	6.9	0.42	1.6929	0.0171	0.2307	1.2529	0.2971	14.56	84.72	252.43	292.82	256.09	
			arith. Mittel (ohne Ausreisser)		0.35	0.81	0.03	0.16	1.28	0.22	10.60	58.86	243.97	373.45	247.14
			arith. Mittel (mit Ausreisser)	7.2	0.52	1.56	0.04	0.17	2.03	0.29	14.12	72.06	257.65	487.43	254.28
			Median	7.2	0.38	0.97	0.02	0.18	1.32	0.24	11.81	62.86	248.71	390.06	250.65
S5 D0		22/19	V09	7.6	2.19	4.5143	3.0057	0.1796	12.6419	0.3436	16.84	87.68	573.93	2569.97	340.78
	26/19	V09	7.6	0.32	0.0242	0.0207	0.1333	1.9724	0.1326	6.50	47.14	457.25	817.39	324.85	
	29/19	V09	7.8	0.28	0.0743	0.0550	0.1117	1.2673	0.1440	7.06	42.12	424.16	562.80	314.97	
	32/19	V09	7.5	0.30	0.0281	0.0500	0.1333	1.3639	0.1923	9.42	54.54	485.83	606.55	402.28	
	35/19	V09	7.6	0.25	0.0279	0.0136	0.1304	1.1798	0.1381	6.77	38.06	401.23	526.02	345.42	
	38/19	V09	7.5	0.22	0.0385	0.0171	0.1366	0.9494	0.1591	7.79	46.28	399.85	371.91	317.79	
			arith. Mittel (ohne Ausreisser)		0.27	0.04	0.03	0.13	1.35	0.15	7.51	45.63	433.67	576.93	341.06
			arith. Mittel (mit Ausreisser)	7.6	0.59	0.78	0.53	0.14	3.23	0.18	9.06	52.64	457.04	909.11	341.02
			Median	7.6	0.29	0.03	0.04	0.13	1.32	0.15	7.42	46.71	440.71	584.68	332.82
	S5 D+	22/19	V10	7.8	2.29	2.3071	4.8371	0.1909	12.2481	0.3447	16.89	80.18	570.62	2298.31	319.00
26/19		V10	7.7	0.30	0.0245	0.0236	0.1126	1.8542	0.1237	6.06	37.76	471.08	744.55	333.12	
29/19		V10	7.7	0.39	0.7286	0.0450	0.1443	1.7601	0.2002	9.81	46.80	467.45	641.89	323.24	
32/19		V10	7.3	0.36	0.0779	0.0486	0.2327	1.7552	0.2326	11.40	60.68	524.21	691.42	390.19	
35/19		V10	7.3	0.37	1.1429	0.0300	0.1780	1.5806	0.2167	10.62	47.40	432.57	557.03	355.30	
38/19		V10	7.3	0.35	1.1500	0.0214	0.2010	1.1729	0.2099	10.28	53.34	434.92	469.76	368.81	
			arith. Mittel (ohne Ausreisser)		0.35	0.62	0.03	0.17	1.62	0.20	9.63	49.20	466.04	620.93	354.13
			arith. Mittel (mit Ausreisser)	7.5	0.68	0.91	0.83	0.18	3.40	0.22	10.84	54.36	483.47	900.49	348.28
			Median	7.5	0.36	0.94	0.04	0.18	1.76	0.21	10.45	50.37	469.27	666.65	344.21

7.2. Anhang 2: Anzuchtversuche

Bilder Anzuchtversuche



Basilikum / September 2019



Aussaaten Petersilie und Stiefmütterchen / September 2019

Anzuchtversuch 1

Basilikum

Parameter	Farbe				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	0	4	4	3	2
V2	0	4	4	4	3
V3 (ohne Dünger)	0	4	4	2	1
V4	0	4	4	3	2
V5 (ohne Dünger)	0	4	4	3	1
V6	0	4	4	5	3

Parameter	Keimung				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	2	3	3	4	4
V2	2	2	2	4	4
V3 (ohne Dünger)	3	4	4	5	5
V4	2	3	3	4	4
V5 (ohne Dünger)	4	5	5	5	5
V6	5	5	5	5	5

Parameter	Wüchsigkeit				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	0	3	3	3	3
V2	0	2	2	3	4
V3 (ohne Dünger)	0	4	4	3	2
V4	0	3	3	3	3
V5 (ohne Dünger)	0	5	4	4	3
V6	0	5	5	5	4

Parameter	Ausgeglichenheit				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	2	2	2	3	3
V2	2	2	2	3	3
V3 (ohne Dünger)	3	4	4	4	4
V4	2	3	3	3	3
V5 (ohne Dünger)	4	5	5	4	4
V6	5	5	5	5	5

Parameter	Gesamteindruck				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	2	3	3	3	3
V2	2	2	2	2	3
V3 (ohne Dünger)	3	4	4	3	3
V4	2	3	3	3	3
V5 (ohne Dünger)	3	5	4	4	4
V6	5	5	5	5	4

Petersilie

Parameter	Keimung				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	0	0	0	0	0
V2	0	0	0	0	0
V3 (ohne Dünger)	0	3	3	3	3
V4	0	2	2	2	2
V5 (ohne Dünger)	0	3	3	4	4
V6	0	5	5	5	5

Parameter	Wüchsigkeit				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	0	0	0	0	0
V2	0	0	0	0	0
V3 (ohne Dünger)	0	3	3	3	2
V4	0	2	2	2	2
V5 (ohne Dünger)	0	3	4	4	3
V6	0	5	5	5	4

Parameter	Ausgeglichenheit				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	0	0	0	0	0
V2	0	0	0	0	0
V3 (ohne Dünger)	0	3	2	2	1
V4	0	0	0	0	1
V5 (ohne Dünger)	0	3	3	4	4
V6	0	5	5	5	5

Parameter	Gesamteindruck				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	0	0	0	0	0
V2	0	0	0	0	0
V3 (ohne Dünger)	0	3	2	2	1
V4	0	2	0	0	1
V5 (ohne Dünger)	0	3	3	4	3
V6	0	5	5	5	4

Viola

Parameter	Keimung				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	0	0	1	2	2
V2	0	0	1	1	1
V3 (ohne Dünger)	0	3	3	3	3
V4	0	3	3	3	3
V5 (ohne Dünger)	0	5	5	4	4
V6	0	5	5	5	5

Parameter	Wüchsigkeit				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	0	0	0	2	2
V2	0	0	0	1	2
V3 (ohne Dünger)	0	3	3	3	3
V4	0	3	3	3	4
V5 (ohne Dünger)	0	5	5	5	3
V6	0	5	5	5	5

Parameter	Ausgeglichenheit				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	0	0	0	0	0
V2	0	0	0	0	0
V3 (ohne Dünger)	0	3	3	4	3
V4	0	3	3	3	4
V5 (ohne Dünger)	0	4	4	4	4
V6	0	4	4	5	5

Parameter	Gesamteindruck				
	Datum	17.04.2019	Zwischen- bonitur 26.04.19	01.05.2019	15.05.2019
Anzahl Messungen	1	2	3	4	5
V1 (ohne Dünger)	0	0	0	0	0
V2	0	0	0	0	0
V3 (ohne Dünger)	0	3	3	3	3
V4	0	3	3	3	4
V5 (ohne Dünger)	0	5	5	4	3
V6	0	5	5	5	5

Anzuchtversuch 2

Basilikum

Parameter	Keimung	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	3	3
V2	2	2
V3 (ohne Dünger)	5	5
V4	5	5
V5 (ohne Dünger)	5	5
V6	5	5

Parameter	Wüchsigkeit	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	2	3
V2	1	2
V3 (ohne Dünger)	3	2
V4	4	4
V5 (ohne Dünger)	5	5
V6	5	5

Parameter	Farbe	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	4	3
V2	4	3
V3 (ohne Dünger)	4	2
V4	5	2
V5 (ohne Dünger)	5	2
V6	5	3

Parameter	Ausgeglichenheit	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	3	3
V2	1	2
V3 (ohne Dünger)	4	4
V4	5	5
V5 (ohne Dünger)	5	5
V6	5	5

Parameter	Gesamteindruck	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	2	2
V2	1	1
V3 (ohne Dünger)	3	2
V4	5	5
V5 (ohne Dünger)	5	5
V6	5	5

Petersilie

Parameter	Keimung	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	1	1
V2	1	1
V3 (ohne Dünger)	3	3
V4	3	4
V5 (ohne Dünger)	5	5
V6	4	5

Parameter	Wüchsigkeit	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	1	1
V2	1	1
V3 (ohne Dünger)	3	3
V4	3	4
V5 (ohne Dünger)	5	5
V6	4	5

Parameter	Farbe	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	0	0
V2	0	0
V3 (ohne Dünger)	4	2
V4	4	4
V5 (ohne Dünger)	4	4
V6	4	4

Parameter	Ausgeglichenheit	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	1	1
V2	1	1
V3 (ohne Dünger)	3	3
V4	3	4
V5 (ohne Dünger)	5	5
V6	4	5

Parameter	Gesamteindruck	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	1	1
V2	1	1
V3 (ohne Dünger)	3	2
V4	3	4
V5 (ohne Dünger)	5	5
V6	4	5

Viola

Parameter	Keimung	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	0	0
V2	0	0
V3 (ohne Dünger)	0	0
V4	0	0
V5 (ohne Dünger)	0	4
V6	0	4

Parameter	Wüchsigkeit	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	0	0
V2	0	0
V3 (ohne Dünger)	0	0
V4	0	0
V5 (ohne Dünger)	0	4
V6	0	4

Parameter	Farbe	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	0	0
V2	0	0
V3 (ohne Dünger)	0	0
V4	0	0
V5 (ohne Dünger)	0	5
V6	0	5

Parameter	Ausgeglichenheit	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	0	0
V2	0	0
V3 (ohne Dünger)	0	0
V4	0	0
V5 (ohne Dünger)	0	5
V6	0	4

Parameter	Gesamteindruck	
	Datum	16.10.2019
Anzahl Messungen	1	2
V1 (ohne Dünger)	0	0
V2	0	0
V3 (ohne Dünger)	0	0
V4	0	0
V5 (ohne Dünger)	0	5
V6	0	4

Substratanalysen Anzuchtversuche mit Basilikum

Verfahren (Substrat, Düngung)	Woche/Jahr	Zusammensetz- ung	PH	Leitfähig- keit [mS]	N in NO3 [milimol/]	N in NH4 [milimol/]	P (H2O) [milimol/]	K (H2O) [milimol/]	Mg (H2O) [milimol/]	Ca (H2O) [milimol/]	P (EDTA) [milimol/]	K (EDTA) [milimol/]	Mg (EDTA) [milimol/]	Ca (EDTA) [milimol/]
S1 D0	14/19	Sand	8.0	1.62	2.1000	0.1157			0.2713	0.8865	3.0890	23.0665		
	16/19	Coco-Peat	7.9	1.81	4.9286	0.0971	0.1935	11.0512	0.2346	0.4525	2.8100	19.3760		
	18/19	Gartenkompost	7.9	2.07	5.5143	0.0521	0.1269	14.1816	0.3308	0.7290	2.4385	22.3708		
	20/19	Holzfasern	8.3	1.10	0.9429	0.0671	0.1511	7.0205	0.1923	0.6435	2.4055	21.8670		
	22/19		8.0	0.94	0.0482	0.0657	0.2097	6.2711	0.2277	0.8233	2.5974	15.8133	5.5720	75.9750
		arith. Mittel	8.0	1.51	2.71	0.08	0.17	9.63	0.25	0.71	2.67	20.50		
		Median	8.0	1.6	2.1	0.1	0.2	9.0	0.2	0.7	2.6	21.9		
S1 D+	14/19	Sand	7.8	2.40	2.1214	4.0686			0.3835	1.0085	3.6906	22.5729		
	16/19	Coco-Peat	7.1	2.89	10.8571	0.0764	0.1641	17.2148	1.2066	2.3803	3.0485	23.2813		
	18/19	Gartenkompost	7.2	2.79	11.9286	0.0557	0.1366	16.0895	1.3527	2.8925	2.9094	34.0153		
	20/19	Holzfasern	7.7	1.77	6.3143	0.0450	0.0955	9.5908	0.5519	1.2645	2.3861	21.4578		
	22/19	Düngung (min.)	7.7	0.90	0.3021	0.0479	0.1184	4.7315	0.2941	0.9300	2.6440	11.6266	5.7778	79.6750
		arith. Mittel	7.5	2.15	6.30	0.86	0.13	11.91	0.76	1.70	2.94	22.59		
		Median	7.7	2.4	6.3	0.1	0.1	12.8	0.6	1.3	2.9	22.6		
S2 D0	14/19	Rindenkompost	7.8	0.88	3.1357	0.0771			0.1926	0.7640	1.2861	10.1637		
	16/19	Coco-Peat	7.6	1.04	5.4429	0.0414	0.1278	5.5780	0.2245	0.5013	1.2210	11.7826		
	18/19	Holzfasern	7.5	1.75	5.9000	0.0436	0.0939	10.0691	0.6305	1.6533	1.9816	14.6701		
	20/19	Sand	8.2	0.39	0.0360	0.0357	0.0832	2.1499	0.0853	0.2895	0.9858	6.7724		
	22/19		7.8	0.43	0.0417	0.0157	0.0722	2.1857	0.1160	0.5643	0.9320	7.4987	3.7667	65.3750
		arith. Mittel	7.8	0.90	2.91	0.04	0.09	5.00	0.25	0.75	1.28	10.18		
		Median	7.8	0.9	3.1	0.0	0.1	3.9	0.2	0.6	1.2	10.2		
S2 D+	14/19	Rindenkompost	8.1	1.09	1.7786	0.0743			0.2561	0.9100	1.6078	13.0102		
	16/19	Coco-Peat	7.7	1.62	8.1429	0.1129	0.0838	8.0665	0.5091	1.6008	1.6003	13.0128		
	18/19	Holzfasern	7.6	1.44	6.7786	0.0393	0.0502	6.8772	0.6663	2.1775	1.5861	12.3043		
	20/19	Sand	7.6	1.65	6.2429	0.0329	0.0372	6.9437	0.7737	2.7825	1.2265	10.1944		
	22/19	Düngung (org.)	7.7	1.02	1.0286	0.0186	0.0395	4.4578	0.3736	1.5130	1.0971	9.9795	5.1934	77.4500
		arith. Mittel	7.7	1.37	4.79	0.06	0.05	6.59	0.52	1.80	1.42	11.70		
		Median	7.7	1.4	6.2	0.0	0.0	6.9	0.5	1.6	1.6	12.3		
S3 D0	14/19	Torf	5.5	0.33	1.0571	0.2250			0.1558	0.8435	0.5812	1.8422		
	16/19	Sand	5.8	0.57	3.4071	0.3293	0.3563	1.2361	0.2904	1.3083	0.6848	2.9693		
	18/19	Rindenkompost	6.4	0.44	1.8714	0.0521	0.1330	0.9841	0.2595	1.2920	0.3929	1.6440		
	20/19		6.8	0.22	0.0341	0.0636	0.0372	0.3427	0.1465	0.8193	0.2540	0.5343		
	22/19		7.0	0.29	0.1679	0.0264	0.0265	0.2614	0.1047	1.1348	0.2405	0.3445	2.0494	36.5000
		arith. Mittel	6.3	0.37	1.31	0.14	0.14	0.71	0.19	1.08	0.43	1.47		
		Median	6.4	0.3	1.1	0.1	0.1	0.7	0.2	1.1	0.4	1.6		
S3 D+	14/19	Torf	5.5	0.94	1.2143	3.5807			0.3077	1.4995	1.0926	2.2174		
	16/19	Sand	5.7	1.31	4.5357	4.0929	0.7113	1.4281	0.6333	2.9025	1.0074	2.6957		
	18/19	Rindenkompost	5.8	0.99	4.7571	0.1421	0.2411	0.8066	0.7502	3.9550	0.4812	1.4555		
	20/19	Düngung (min.)	6.6	0.46	0.1879	0.0621	0.0534	0.2772	0.2835	1.8653	0.2515	0.5928		
	22/19		6.5	0.46	0.0340	0.0429	0.0401	0.2218	0.2255	2.1115	0.2175	0.7611	1.9235	37.4250
		arith. Mittel	6.0	0.83	2.15	1.58	0.26	0.68	0.44	2.47	0.61	1.54		
		Median	5.8	0.9	1.2	0.1	0.1	0.5	0.3	2.1	0.5	1.5		
Basilikum 2. Versuch														
S1 D0	38/19	Coco-Peat, GaKo,	7.7	1.55	2.0429	1.2164	0.2469	8.9233	0.2077	0.6308	2.7638	19.5192	6.2634	86.9000
	41/19	Holzfasern, Sand	7.3	1.49	5.7643	0.0521	0.1217	9.3785	0.2656	0.8340	2.0343	18.5320	5.3951	87.8250
	45/19		7.8	1.14	0.2000	0.0464		7.9412	0.1735	0.5460	2.3239	19.0895	6.0658	80.8000
		arith. Mittel	7.6	1.39	2.67	0.44	0.18	8.75	0.22	0.67	2.37	19.05	5.91	85.18
		Median	7.7	1.5	2.0	0.1	0.2	8.9	0.2	0.6	2.3	19.1	6.1	86.9
S1 D+	38/19	Coco-Peat, GaKo,	8.1	1.53	1.2643	2.5807	0.3039	8.0793	0.1775	0.5348	2.8395	18.8875	6.3498	85.5500
	41/19	Holzfasern, Sand	7.2	1.65	6.5786	0.0664	0.1696	10.4527	0.4391	1.2105	2.3916	17.5038	5.2263	79.1250
	45/19	Düngung (min.)	7.8	1.15	0.3157	0.0514		7.7801	0.1565	0.3430	2.0586	16.8568	5.1934	66.2750
		arith. Mittel	7.7	1.44	2.72	0.90	0.24	8.77	0.26	0.70	2.43	17.75	5.59	76.98
		Median	7.8	1.5	1.3	0.1	0.2	8.1	0.2	0.5	2.392	17.504	5.226	79.125
S2 D0	38/19	RIKO, Coco-Peat,	7.6	0.49	0.0473	0.0307	0.4822	2.8824	0.0663	0.2705	1.3430	10.2123	4.8519	93.3750
	41/19	Holzfasern, Sand	7.7	0.44	0.0543	0.0286	0.2621	2.8977	0.0701	0.3953	1.1061	10.2072	4.0247	61.5250
	45/19		7.9	0.56	0.0344	0.0100		3.4834	0.0450	0.1893	1.1447	10.6087	4.7819	62.1500
		arith. Mittel	7.7	0.50	0.05	0.02	0.37	3.09	0.06	0.29	1.20	10.34	4.55	72.35
		Median	7.7	0.5	0.0	0.0	0.4	2.9	0.1	0.3	1.1	10.2	4.8	62.2
S2 D+	38/19	RIKO, Coco-Peat,	7.4	0.89	0.6521	0.2407	0.4003	4.8005	0.1556	0.4828	1.4667	13.9309	5.4486	67.2000
	41/19	Holzfasern, Sand	7.6	0.76	1.0643	0.0400	0.1706	5.0230	0.1000	0.4358	1.1029	9.8005	4.2798	60.3750
	45/19	Düngung (org.)	7.8	0.69	0.0604	0.0436		4.0460	0.0777	0.3068	1.1091	13.4348	6.0206	94.6500
		arith. Mittel	7.6	0.78	0.59	0.11	0.29	4.62	0.11	0.41	1.23	12.39	5.25	74.08
		Median	7.6	0.8	0.7	0.0	0.3	4.8	0.1	0.4	1.109	13.435	5.449	67.200
S3 D0	38/19	Torf, RIKO,	5.8	0.30	0.9429	0.4886	0.3722	0.8056	0.1122	0.5680	0.6712	1.7113	2.6095	39.9750
	41/19	Sand	5.8	0.39	1.5786	0.0921	0.2139	0.9967	0.1631	1.0375	0.6049	2.1197	3.2700	60.3000
	45/19		6.7	0.28	0.2429	0.0243		0.2091	0.1359	0.8030	0.3346	0.9980	3.3457	52.6750
		arith. Mittel	6.1	0.32	0.92	0.20	0.29	0.67	0.14	0.80	0.54	1.61	3.08	50.98
		Median	5.8	0.3	0.9	0.1	0.3	0.8	0.1	0.8	0.6	1.7	3.3	52.7
S3 D+	38/19	Torf, RIKO,	6.0	0.62	2.9929	0.2929	0.1728	0.9061	0.3502	1.9993	0.5126	1.6389	2.5704	41.4000
	41/19	Sand	5.9	0.64	3.4429	0.0400	0.1469	1.1128	0.3781	2.1840	0.5343	2.0923	3.0519	57.7750
	45/19	Düngung (min.)	6.7	0.37	0.0498	0.0001		0.0725	0.2481	1.6588	0.3104	0.8455	3.2037	58.3750
		arith. Mittel	6.2	0.55	2.16	0.11	0.16	0.70	0.33	1.95	0.45	1.53	2.94	52.52
		Median	6.0	0.6	3.0	0.0	0.2	0.9	0.4	2.0	0.513	1.639	3.052	57.775

Substratanalysen Anzuchtversuche mit Viola

Verfahren (Substrat, Woche/Jahr)	Zusammensetzung	PH	Leitfähigkeit [mS]	N in NO3 [milimol/L]	N in NH4 [milimol/L]	P (H2O) [milimol/L]	K (H2O) [milimol/L]	Mg (H2O) [milimol/L]	Ca (H2O) [milimol/L]	P (EDTA) [milimol/L]	K (EDTA) [milimol/L]	Mg (EDTA) [milimol/L]	Ca (EDTA) [milimol/L]
Viola 1. Versuch													
S1 D0	14/19 Sand	8.0	1.62	2.1000	0.1157			0.2713	0.8865	3.0890	23.0665		
	16/19 Coco-Peat	8.1	1.45	3.0357	0.0493	0.1634	9.6266	0.2070	0.3700	3.0728	22.2430		
	18/19 Gartenkompost	8.4	1.16	2.2286	0.0664	0.1447	8.0205	0.1313	0.3478	2.7181	19.3120		
	20/19 Holzfasern	8.5	1.17	1.1714	0.0771	0.1595	10.8798	0.3467	0.8933	2.4055	20.5473		
	22/19	8.3	1.30	0.3400	0.1086	0.1806	8.9233	0.1986	0.7538	2.5521	20.3657	6.1111	77.9500
	arith. Mittel (mit Median)	8.3	1.34	1.78	0.08	0.16	9.36	0.23	0.65	2.77	21.11		
S1 D+	14/19 Sand	7.8	2.40	2.1214	4.0686			0.3835	1.0085	3.6906	22.5729		
	16/19 Coco-Peat	7.3	2.23	8.0000	0.0600	0.1557	14.0026	0.9712	1.8883	3.1350	18.0946		
	18/19 Gartenkompost	7.3	2.61	9.2857	0.0800	0.1113	15.6957	1.0066	2.1303	3.4398	24.3427		
	20/19 Holzfasern	7.6	1.17	6.1714	0.0664	0.1129	9.0537	0.5420	1.2378	2.9233	19.0077		
	22/19 Düngung (min.)	7.5	2.75	10.1429	0.0943	0.1239	15.5678	1.3309	2.0285	2.9385	21.7084	6.3992	76.5250
	arith. Mittel (mit Median)	7.5	2.23	7.14	0.87	0.13	13.58	0.85	1.66	3.23	21.15		
S2 D0	14/19 Rindenkompost	7.8	0.88	3.1357	0.0771			0.1926	0.7640	1.2861	10.1637		
	16/19 Coco-Peat	7.8	1.37	6.4857	0.0357	0.0838	7.4041	0.5519	1.5123	1.5553	11.7366		
	18/19 Holzfasern	8.1	0.69	1.9643	0.0386	0.0686	4.2711	0.1010	0.3723	1.1074	10.7161		
	20/19 Sand	8.3	0.49	0.0559	0.0379	0.1327	4.3146	0.1501	0.4498	1.0537	8.2813		
	22/19	8.2	0.50	0.2343	0.0707	0.0841	3.0972	0.1175	0.6915	0.9738	9.6905	4.5144	64.7000
	arith. Mittel (mit Median)	8.0	0.79	2.38	0.05	0.09	4.77	0.22	0.76	1.20	10.12		
S2 D+	14/19 Rindenkompost	8.1	1.09	1.7786	0.0743			0.2561	0.9100	1.6078	13.0102		
	16/19 Coco-Peat	7.9	0.72	2.5857	0.0221	0.1214	3.9156	0.1602	0.3360	1.2139	7.8721		
	18/19 Holzfasern	7.8	1.12	4.4000	0.0471	0.0550	6.2199	0.3789	1.2493	1.5437	10.0409		
	20/19 Sand	7.8	1.63	6.2929	0.0350	0.0220	7.7212	0.5835	1.9923	1.2803	13.1202		
	22/19 Düngung (org.)	7.7	1.51	3.8857	0.0486	0.0502	7.3146	0.5045	1.9085	1.2511	13.1637	5.9794	84.2500
	arith. Mittel (mit Median)	7.9	1.22	3.79	0.05	0.06	6.29	0.38	1.28	1.38	11.44		
S3 D0	14/19 Torf	5.5	0.33	1.0571	0.2250			0.1558	0.8435	0.5812	1.8422		
	16/19 Sand	5.9	0.36	1.8000	0.1179	0.2375	1.0563	0.1930	0.8163	0.5000	1.4811		
	18/19 Rindenkompost	6.1	0.58	2.7214	0.0957	0.1887	1.2852	0.2909	1.4435	0.5045	1.9529		
	20/19	6.7	0.26	0.4571	0.0429	0.0861	0.8811	0.1543	0.7203	0.3680	1.4578		
	22/19	6.8	0.28	0.1300	0.0386	0.0761	0.8737	0.1293	0.8713	0.4311	1.6982	3.0115	44.7500
	arith. Mittel (mit Median)	6.2	0.36	1.23	0.10	0.15	1.02	0.18	0.94	0.48	1.69		
S3 D+	14/19 Torf	5.5	0.94	1.2143	3.5807			0.3077	1.4995	1.0926	2.2174		
	16/19 Sand	5.8	0.68	2.5286	1.9764	0.3573	1.0783	0.3745	1.7420	0.5722	1.2934		
	18/19 Rindenkompost	5.6	1.12	6.4643	0.1329	0.4010	1.4238	0.8062	4.0625	0.6239	1.9031		
	20/19 Düngung (min.)	6.0	0.80	4.0643	0.0450	0.1518	0.9419	0.5309	2.6575	0.4123	1.5363		
	22/19	6.6	0.35	0.1571	0.0721	0.0984	0.3350	0.2281	1.3270	0.4362	1.1003	3.0263	45.0500
	arith. Mittel (mit Median)	5.9	0.78	2.89	1.16	0.25	0.94	0.45	2.26	0.63	1.61		
Viola 2. Versuch													
S1 D0	38/19 Coco-Peat, GaKo, Holzfasern, Sand	7.7	1.55	2.0429	1.2164	0.2469	8.9233	0.2077	0.6308	2.7638	19.5192	6.2634	86.9000
	41/19	7.2	1.37	4.8143	0.0407	0.1359	9.0844	0.2099	0.6128	2.5385	16.1918	5.4733	85.1250
	45/19	8.1	1.21	1.8429	0.0371		8.7136	0.1958	0.4978	2.3867	17.5601	5.7819	77.5750
	arith. Mittel (mit Median)	7.7	1.38	2.90	0.43	0.19	8.91	0.20	0.58	2.56	17.76	5.84	83.20
S1 D+	38/19 Coco-Peat, GaKo, Holzfasern, Sand	8.1	1.53	1.2643	2.5807	0.3039	8.0793	0.1775	0.5348	2.8395	18.8875	6.3498	85.5500
	41/19	7.2	1.58	5.7857	0.0486	0.1440	10.4680	0.3144	0.8148	2.4204	16.2481	5.7119	85.8750
	45/19 Düngung (min.)	7.9	1.15	1.6429	0.0500		8.2097	0.2051	0.5170	2.5463	19.1432	5.8601	83.1250
	arith. Mittel (mit Median)	7.7	1.42	2.90	0.89	0.22	8.92	0.23	0.62	2.60	18.09	5.97	84.85
S2 D0	38/19 RIKO, Coco-Peat, Holzfasern, Sand	7.6	0.49	0.0473	0.0307	0.4822	2.8824	0.0663	0.2705	1.3430	10.2123	4.8519	93.3750
	41/19	7.7	0.41	0.0669	0.0307	0.2466	3.4041	0.0476	0.3233	1.0223	9.7136	4.7984	67.5500
	45/19	7.7	0.83	1.5571	0.0336		5.3529	0.0959	0.1731	1.2052	16.8670	5.4321	81.3000
	arith. Mittel (mit Median)	7.7	0.58	0.56	0.03	0.36	3.88	0.07	0.26	1.19	12.26	5.03	80.74
S2 D+	38/19 RIKO, Coco-Peat, Holzfasern, Sand	7.4	0.89	0.6521	0.2407	0.4003	4.8005	0.1556	0.4828	1.4667	13.9309	5.4486	67.2000
	41/19	7.1	1.08	4.1214	0.0650	0.2184	6.2609	0.2314	0.8580	1.1757	12.4092	5.3374	78.0000
	45/19 Düngung (org.)	7.2	1.64	8.5000	0.0764		9.0153	0.5095	1.4548	1.2773	15.1841	6.1358	78.3500
	arith. Mittel (mit Median)	7.2	1.20	4.42	0.13	0.31	6.69	0.30	0.93	1.31	13.84	5.64	74.52
S3 D0	38/19 Torf, RIKO, Sand	5.8	0.30	0.9429	0.4886	0.3722	0.8056	0.1122	0.5680	0.6712	1.7113	2.6095	39.9750
	41/19	6.2	0.58	3.0357	0.0586	0.2997	1.5033	0.3056	1.7058	0.6819	2.4708	3.2296	58.5000
	45/19	6.5	0.51	2.2286	0.1229		1.4243	0.2501	1.4113	0.7139	2.8389	3.5383	52.6750
	arith. Mittel (mit Median)	6.2	0.46	2.07	0.22	0.34	1.24	0.22	1.23	0.69	2.34	3.13	50.38
S3 D+	38/19 Torf, RIKO, Sand	6.0	0.62	2.9929	0.2929	0.1728	0.9061	0.3502	1.9993	0.5126	1.6389	2.5704	41.4000
	41/19	6.1	0.97	5.5143	0.0957	0.2398	1.6294	0.5671	3.1325	0.5880	2.2279	3.4416	61.9750
	45/19 Düngung (min.)	6.5	0.70	3.5214	0.0121		1.4391	0.4218	2.2613	0.5068	2.3660	3.6309	58.7500
	arith. Mittel (mit Median)	6.2	0.76	4.01	0.13	0.21	1.32	0.45	2.46	0.54	2.08	3.21	54.04
Median	6.1	0.7	3.5	0.1	0.2	1.4	0.4	2.3	0.5	2.2	3.4	58.8	

7.3. Anhang 3: Versuch mit Weihnachtssternen und Tagetes

Bilder Tagetes und Weihnachtssterne



Tagetes / 27. September 2019, Conthey



Poinsettien / 27. September 2019, Conthey

Erträge Tagetes (g Trockensubstanz pro Pflanze)

	Tagetes: Récoltes au 13.09.; 20.09.; 27.09.; 4.10.; 11.10.	Répé- tition	1 Poids sec	2 Poids sec	3 Poids sec	4 Poids sec	5 Poids sec
1	Ricoter 144 - Kontrolle mit einem Torfsubstrat	1	0.24	0.82	1.52	2.45	3.39
1	Ricoter 144 - Kontrolle mit einem Torfsubstrat	2	0.22	0.81	1.44	1.98	3.52
1	Ricoter 144 - Kontrolle mit einem Torfsubstrat	3	0.24	0.71	1.58	2.42	3.91
1	Ricoter 144 - Kontrolle mit einem Torfsubstrat	4	0.16	0.74	1.42	2.37	3.82
2	Ricoter 158 (ohne Torf) – mittlerer Nährstoffgehalt	1	0.17	0.90	1.61	1.79	3.00
2	Ricoter 158 (ohne Torf) – mittlerer Nährstoffgehalt	2	0.14	0.57	1.19	2.53	2.91
2	Ricoter 158 (ohne Torf) – mittlerer Nährstoffgehalt	3	0.29	0.66	1.65	2.89	4.17
2	Ricoter 158 (ohne Torf) – mittlerer Nährstoffgehalt	4	0.18	0.62	1.41	2.93	3.74
3	Ricoter 127 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	1	0.45	1.15	1.81	2.34	3.99
3	Ricoter 127 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	2	0.45	1.18	1.86	2.26	3.38
3	Ricoter 127 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	3	0.57	1.07	1.69	3.16	4.63
3	Ricoter 127 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	4	0.63	1.42	2.25	3.29	4.50
4	Ricoter 217 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	1	0.19	0.51	1.20	2.51	2.83
4	Ricoter 217 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	2	0.30	0.53	0.87	1.34	2.29
4	Ricoter 217 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	3	0.27	0.95	1.37	2.46	3.84
4	Ricoter 217 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	4	0.35	0.79	1.09	2.37	4.29
5	Beerensubstrat ohne Torf (Standard) (Oekohum)	1	0.37	0.99	1.18	2.48	3.34
5	Beerensubstrat ohne Torf (Standard) (Oekohum)	2	0.43	0.96	1.80	3.22	3.71
5	Beerensubstrat ohne Torf (Standard) (Oekohum)	3	0.48	1.33	2.06	3.33	3.80
5	Beerensubstrat ohne Torf (Standard) (Oekohum)	4	0.48	1.34	2.11	3.21	4.17
6	19.11. Oekohum	1	0.21	0.40	0.57	1.15	2.41
6	19.11. Oekohum	2	0.17	0.48	0.74	1.23	1.57
6	19.11. Oekohum	3	0.16	0.40	0.87	1.07	1.76
6	19.11. Oekohum	4	0.23	0.56	0.73	1.77	1.83
7	340 Oekohum (Variation 60 l)	1	0.47	1.31	2.41	3.47	5.22
7	340 Oekohum (Variation 60 l)	2	0.58	1.37	2.62	3.53	4.52
7	340 Oekohum (Variation 60 l)	3	0.65	1.55	2.30	3.48	4.92
7	340 Oekohum (Variation 60 l)	4	0.64	1.44	2.23	3.95	5.64
8	440 Oekohum (Variation 100 l)	1	0.40	1.19	2.35	3.40	4.68
8	440 Oekohum (Variation 100 l)	2	0.45	1.25	2.39	3.68	5.38
8	440 Oekohum (Variation 100 l)	3	0.43	1.56	2.24	4.19	6.33
8	440 Oekohum (Variation 100 l)	4	0.67	1.73	2.78	4.58	6.43
9	Maisspindel Oekohum, Variation Maisspindel	1	0.34	1.32	2.09	3.71	4.23
9	Maisspindel Oekohum, Variation Maisspindel	2	0.35	1.09	1.87	3.05	4.58
9	Maisspindel Oekohum, Variation Maisspindel	3	0.37	1.21	1.82	3.03	4.13
9	Maisspindel Oekohum, Variation Maisspindel	4	0.58	1.35	2.42	2.86	5.11
10	Brill mit Tonerde und Torf	1	0.55	1.34	1.90	3.53	3.94
10	Brill mit Tonerde und Torf	2	0.34	1.09	1.87	3.03	4.16
10	Brill mit Tonerde und Torf	3	0.83	1.19	1.79	2.24	4.52
10	Brill mit Tonerde und Torf	4	0.55	1.47	2.14	3.34	4.69

Erträge Weihnachtssterne (g Trockensubstanz pro Pflanze)

	Poinsettia: Récoltes au 13.09.; 4.10.; 25.10.; 15.11.; 6.12.;	Répé- tition	1 Poids sec	2 Poids sec	3 Poids sec	4 Poids sec	5 Poids sec
1	Ricoter 144 - Kontrolle mit einem Torfsubstrat	1	1.59	4.13	7.53	11.03	18.08
1	Ricoter 144 - Kontrolle mit einem Torfsubstrat	2	1.49	3.88	8.32	12.18	19.42
1	Ricoter 144 - Kontrolle mit einem Torfsubstrat	3	1.50	4.00	8.78	9.93	17.51
1	Ricoter 144 - Kontrolle mit einem Torfsubstrat	4	1.22	4.00	8.74	12.53	18.57
2	Ricoter 158 (ohne Torf) – mittlerer Nährstoffgehalt	1	1.12	3.35	5.83	13.77	16.34
2	Ricoter 158 (ohne Torf) – mittlerer Nährstoffgehalt	2	1.10	4.40	9.10	11.7	19.09
2	Ricoter 158 (ohne Torf) – mittlerer Nährstoffgehalt	3	1.58	4.85	9.06	16.76	20.62
2	Ricoter 158 (ohne Torf) – mittlerer Nährstoffgehalt	4	1.25	3.39	7.60	13.85	20.13
3	Ricoter 127 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	1	1.58	4.06	8.88	12.64	14.27
3	Ricoter 127 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	2	2.01	4.27	9.88	16.34	17.79
3	Ricoter 127 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	3	1.51	5.38	9.58	16.12	19.41
3	Ricoter 127 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	4	2.29	6.25	9.87	15.08	22.26
4	Ricoter 217 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	1	1.55	2.46	9.26	12.64	16.26
4	Ricoter 217 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	2	1.31	2.25	6.99	10.96	15.36
4	Ricoter 217 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	3	1.59	3.86	8.05	14.29	16.25
4	Ricoter 217 (ohne Torf) – hoher Nährstoffgehalt	4	1.49	3.83	6.92	10.73	15.35
5	Beerensubstrat ohne Torf (Standard) (Oekohum)	1	1.63	4.77	10.03	17.73	24.06
5	Beerensubstrat ohne Torf (Standard) (Oekohum)	2	2.07	6.86	13.19	20.74	27.9
5	Beerensubstrat ohne Torf (Standard) (Oekohum)	3	2.56	6.71	13.25	19.45	24.4
5	Beerensubstrat ohne Torf (Standard) (Oekohum)	4	1.75	7.91	12.86	20.27	24.81
6	19.11. Oekohum	1	1.05	4.17	6.34	9.7	14.77
6	19.11. Oekohum	2	0.91	2.73	6.12	9.21	14.84
6	19.11. Oekohum	3	1.11	3.04	6.64	9.6	13.93
6	19.11. Oekohum	4	1.12	2.70	6.85	9.65	14.86
7	340 Oekohum (Variation 60 l)	1	1.76	5.73	11.11	17.19	23.93
7	340 Oekohum (Variation 60 l)	2	2.02	6.17	12.36	19.33	25.09
7	340 Oekohum (Variation 60 l)	3	1.37	6.17	11.45	18.29	20.51
7	340 Oekohum (Variation 60 l)	4	2.89	6.25	11.69	14.86	20.25
8	440 Oekohum (Variation 100 l)	1	1.78	7.49	14.04	19.31	32.15
8	440 Oekohum (Variation 100 l)	2	3.59	5.59	12.50	24.28	29.35
8	440 Oekohum (Variation 100 l)	3	1.18	6.84	12.53	20.31	23.46
8	440 Oekohum (Variation 100 l)	4	2.47	7.49	14.45	20.88	25.72
9	Maisspindel Oekohum, Variation Maisspindel	1	1.99	4.96	10.54	14.73	21.66
9	Maisspindel Oekohum, Variation Maisspindel	2	1.78	5.48	11.39	14.61	16.34
9	Maisspindel Oekohum, Variation Maisspindel	3	1.27	5.24	11.01	14.87	19.86
9	Maisspindel Oekohum, Variation Maisspindel	4	1.65	6.65	13.01	19.53	18.61
10	Brill mit Tonerde und Torf	1	2.05	4.14	11.63	16.95	23.77
10	Brill mit Tonerde und Torf	2	2.41	6.47	13.42	19.08	26.05
10	Brill mit Tonerde und Torf	3	1.70	5.91	9.72	14.66	19.07
10	Brill mit Tonerde und Torf	4	1.90	6.92	12.02	17.86	24.59

Substratanalysen Tagetes

Tagetes		Probenname	PH	Leitfähigkeit [mS]	mg N (NO3-N+NH4)/Substrat	mg P/l Substrat	mg K/l Substrat	mg Mg/l Substrat	mg Ca/l Substrat	mg P/l Substrat	mg K/l Substrat	mg Mg/l Substrat	mg Ca/l Substrat	Date
50/19		19.11.Oekohum	6.9	1.32	93.06	267.59	808.74	8.66	28.02	316.90	1925.92	158.03	926.80	12.09.2019
49/19		19.11.Oekohum	6.7	0.50	2.27	40.53	347.87	6.23	27.88	60.66	807.29	129.11	1330.20	13.09.2019
49/19		19.11.Oekohum	5.2	1.52	187.58	28.40	378.16	62.11	284.40	34.60	465.67	153.65	1235.40	20.09.2019
51/19		19.11.Oekohum	6.3	0.77	4.42	35.39	396.19	15.69	57.28	66.77	730.84	151.70	1198.00	27.09.2019
03/20		19.11.Oekohum	6.0	1.07	6.77	56.11	462.79	43.35	166.14	79.92	657.28	166.30	1164.80	04.10.2019
03/20		19.11.Oekohum	6.3	1.12	93.68	32.44	448.60	33.65	139.44	59.60	647.18	144.46	1038.40	11.10.2019
arithh. Mittel (mit Ausreisser)		19.11.Oekohum	6.2	1.05	64.73	76.74	473.73	28.28	117.19	103.08	872.36	150.54	1148.93	24.04.2020
Median		19.11.Oekohum	6.3	1.10	50.21	37.96	422.40	24.67	98.36	63.72	694.06	152.68	1181.40	24.04.2020
50/19		340 Oekohum Variation 60L	7.1	2.33	316.86	51.19	761.62	5.37	26.60	80.88	1315.28	100.96	1005.40	12.09.2019
49/19		340 Oekohum Variation 60L	5.2	1.71	207.00	25.73	534.19	50.31	285.00	37.09	664.97	112.68	1300.00	13.09.2019
49/19		340 Oekohum Variation 60L	5.1	1.40	168.54	42.97	396.68	44.68	282.40	42.51	463.03	115.12	1203.60	20.09.2019
51/19		340 Oekohum Variation 60L	5.4	0.96	72.22	36.17	230.26	36.13	181.32	46.28	353.16	117.80	1189.60	27.09.2019
03/20		340 Oekohum Variation 60L	5.4	0.83	53.10	32.77	243.77	32.12	152.70	37.32	341.14	116.17	1152.20	04.10.2019
03/20		340 Oekohum Variation 60L	5.8	0.75	62.52	19.62	237.62	26.78	124.72	26.61	320.95	123.02	1229.00	11.10.2019
arithh. Mittel (mit Ausreisser)		340 Oekohum Variation 60L	5.67	1.33	146.71	34.74	400.69	32.57	175.46	45.11	576.42	114.29	1179.97	24.04.2020
Median		340 Oekohum Variation 60L	5.40	1.18	120.38	34.47	320.23	34.13	167.01	39.91	408.09	115.64	1196.60	24.04.2020
50/19		440 Oekohum Variation 100L	7.3	4.23	903.70	45.13	1371.29	21.98	101.12	241.31	2147.09	215.96	2274.00	12.09.2019
49/19		440 Oekohum Variation 100L	5.3	2.74	485.80	75.60	931.83	89.71	483.80	188.51	1156.13	228.06	2362.00	13.09.2019
49/19		440 Oekohum Variation 100L	5.3	1.80	274.76	65.26	611.36	56.88	283.00	158.45	937.36	216.37	2272.00	20.09.2019
51/19		440 Oekohum Variation 100L	5.6	1.22	131.92	45.68	383.93	39.72	195.82	129.91	600.06	188.42	1980.80	27.09.2019
03/20		440 Oekohum Variation 100L	6.2	0.94	75.80	33.04	319.74	36.16	168.84	78.08	426.01	167.69	1663.80	04.10.2019
03/20		440 Oekohum Variation 100L	6.5	0.67	40.60	17.78	223.60	23.37	107.86	83.09	387.78	193.06	1992.40	11.10.2019
arithh. Mittel (mit Ausreisser)		440 Oekohum Variation 100L	6.03	1.93	318.76	47.08	640.29	44.64	223.41	146.56	942.40	201.59	2090.83	24.04.2020
Median		440 Oekohum Variation 100L	5.90	1.51	203.34	45.40	497.65	37.94	182.33	144.18	768.71	204.51	2132.20	24.04.2020
50/19		Beerensubstrat o.Torf - Standard Oekohum	5.1	2.52	377.62	314.61	689.97	120.97	552.60	439.92	925.34	234.72	1986.00	12.09.2019
49/19		Beerensubstrat o.Torf - Standard Oekohum	5.1	1.22	7.50	133.03	185.60	64.69	368.40	175.32	230.50	141.66	1680.20	13.09.2019
49/19		Beerensubstrat o.Torf - Standard Oekohum	5.4	1.14	10.34	130.70	152.76	57.37	348.20	138.37	206.32	126.94	1660.20	20.09.2019
51/19		Beerensubstrat o.Torf - Standard Oekohum	5.2	0.87	8.80	91.73	120.37	40.89	209.00	125.92	152.44	113.10	1319.00	27.09.2019
03/20		Beerensubstrat o.Torf - Standard Oekohum	5.5	1.04	15.80	102.48	154.41	56.02	306.80	112.91	192.88	133.83	1481.20	04.10.2019
03/20		Beerensubstrat o.Torf - Standard Oekohum	5.5	0.67	20.02	57.40	117.13	30.69	167.74	173.89	212.23	124.52	1648.20	11.10.2019
arithh. Mittel (mit Ausreisser)		Beerensubstrat o.Torf - Standard Oekohum	5.30	1.24	73.35	141.66	236.71	61.77	325.46	194.39	319.95	145.79	1629.13	24.04.2020
Median		Beerensubstrat o.Torf - Standard Oekohum	5.30	1.09	13.07	116.59	153.59	56.69	327.50	156.13	209.28	130.38	1654.20	24.04.2020
50/19		Brill mit Tonerde und Torf	6.7	0.75	41.64	0.51	171.77	14.62	172.34	53.72	360.37	161.42	3286.00	12.09.2019
49/19		Brill mit Tonerde und Torf	6.8	0.36	7.30	3.49	120.20	5.69	67.92	50.64	233.63	166.68	3392.00	13.09.2019
49/19		Brill mit Tonerde und Torf	6.9	0.39	10.64	3.08	98.38	6.24	68.74	50.41	252.43	169.46	3120.00	20.09.2019
51/19		Brill mit Tonerde und Torf	6.8	0.35	2.03	3.45	56.54	7.39	67.86	50.00	162.83	163.56	2948.00	27.09.2019
03/20		Brill mit Tonerde und Torf	7.2	0.37	4.10	2.48	71.14	9.10	87.12	44.21	171.56	168.05	2860.00	04.10.2019
03/20		Brill mit Tonerde und Torf	7.1	0.47	15.40	2.80	77.94	13.05	126.00	66.31	180.33	173.74	3056.00	11.10.2019
arithh. Mittel (mit Ausreisser)		Brill mit Tonerde und Torf	6.92	0.45	13.52	2.63	99.33	9.35	98.33	52.55	226.86	167.15	3110.33	24.04.2020
Median		Brill mit Tonerde und Torf	6.85	0.38	8.97	2.94	88.16	8.25	77.93	50.53	206.98	167.37	3088.00	24.04.2020

Substratanalysen Weihnachtssterne

Poinsettien		PH	Leitfähigkeit [mS]	mg N-NO3/ Substrat	mg N-NH4/ Substrat	mg N (NO3+NH4)/ Substrat	mg P/ Substrat	mg K/ Substrat	mg Mg/ Substrat	mg Ca/ Substrat	mg P/ Substrat	mg K/ Substrat	mg Mg/ Substrat	mg Ca/ Substrat	mg Ca/ Substrat	Culture	Date
50/19	19.11.Oekohum	6.9	1.318	4.64	89.02	93.66	267.59	808.74	8.66	28.02	316.90	1925.92	158.03	926.80	Versuchsanfä	12.09.2019	
48/19	19.11.Oekohum	6.6	0.862	11.22	2.52	13.74	80.05	537.07	11.54	43.66	88.32	1042.17	148.31	1021.20	Poinsettia	13.09.2019	
50/19	19.11.Oekohum	6.0	1.332	116.40	44.82	161.22	84.10	637.08	27.87	82.80	102.26	1074.15	178.21	1163.80	Poinsettia	04.10.2019	
02/20	19.11.Oekohum	5.6	1.288	110.40	16.50	126.90	96.18	581.55	39.00	133.26	115.30	785.90	158.01	1290.60	Poinsettia	25.10.2019	
02/20	19.11.Oekohum	5.9	1.323	139.40	82.76	222.16	90.90	464.23	24.96	85.58	117.32	819.55	154.72	1156.20	Poinsettia	15.11.2019	
02/20	19.11.Oekohum	5.9	1.711	152.80	144.62	297.42	107.95	501.01	41.90	149.36	135.38	719.79	175.82	1283.20	Poinsettia	06.12.2019	
arith. Mittel	(mit 19.11.Oekohum)	6.2	1.306	89.14	63.37	152.52	121.13	588.28	25.66	87.11	148.92	1061.25	162.18	1140.30	Poinsettia	24.04.2020	
Median	19.11.Oekohum	6.0	1.321	113.40	63.79	144.06	93.54	559.31	26.42	84.19	118.79	930.86	158.02	1160.00	Poinsettia	24.04.2020	
50/19	340.Oekohum Variation 60L	7.1	2.330	5.64	311.22	316.86	51.19	761.62	5.37	26.60	80.88	1315.28	100.96	1005.40	Versuchsanfä	12.09.2019	
48/19	340.Oekohum Variation 60L	5.0	1.683	174.60	50.84	225.44	36.67	501.49	48.23	256.20	51.10	659.92	101.59	1017.60	Poinsettia	13.09.2019	
50/19	340.Oekohum Variation 60L	5.1	1.740	150.20	64.10	214.30	55.93	507.26	52.79	302.20	55.51	639.49	113.73	1256.40	Poinsettia	04.10.2019	
02/20	340.Oekohum Variation 60L	4.8	1.182	91.20	13.36	104.56	41.86	409.18	34.12	176.88	52.66	604.39	103.38	1044.80	Poinsettia	25.10.2019	
02/20	340.Oekohum Variation 60L	4.8	0.862	89.80	11.42	101.22	35.48	307.48	21.37	106.20	44.07	535.63	85.54	990.00	Poinsettia	15.11.2019	
02/20	340.Oekohum Variation 60L	5.2	0.500	104.80	14.56	119.36	21.51	169.50	10.07	54.30	22.01	256.04	86.22	1037.80	Poinsettia	06.12.2019	
arith. Mittel	(mit 341.Oekohum Variation 60L)	5.3	1.383	102.71	77.58	180.29	40.44	441.76	28.66	153.73	51.04	668.46	98.57	1058.67	Poinsettia	24.04.2020	
Median	342.Oekohum Variation 60L	5.1	1.433	98.00	32.70	166.83	39.27	455.34	27.75	141.54	51.88	621.94	101.28	1027.70	Poinsettia	24.04.2020	
50/19	440.Oekohum Variation 100L	7.3	4.230	338.00	565.70	903.70	45.13	1371.29	21.98	101.12	241.31	2147.09	215.96	2274.00	Versuchsanfä	12.09.2019	
48/19	440.Oekohum Variation 100L	4.9	2.850	496.00	8.32	504.32	117.74	1023.66	109.17	612.80	170.03	1319.37	201.61	1882.20	Poinsettia	13.09.2019	
50/19	440.Oekohum Variation 100L	5.3	1.977	332.00	17.14	349.14	62.27	645.98	66.44	370.60	141.17	1058.28	205.07	2202.00	Poinsettia	04.10.2019	
02/20	440.Oekohum Variation 100L	5.6	1.258	150.40	1.30	151.70	45.36	442.59	36.80	211.40	110.48	598.86	147.16	1758.60	Poinsettia	25.10.2019	
02/20	440.Oekohum Variation 100L	5.6	1.102	119.60	1.90	121.50	42.74	364.94	31.62	176.50	80.01	577.27	134.54	1907.80	Poinsettia	15.11.2019	
02/20	440.Oekohum Variation 100L	5.6	0.883	41.20	4.40	45.60	29.92	299.79	28.80	178.18	57.58	377.44	158.78	2122.00	Poinsettia	06.12.2019	
arith. Mittel	(mit 441.Oekohum Variation 100L)	5.7	2.050	246.20	99.79	347.78	57.19	691.38	49.13	275.10	133.43	1009.72	177.19	2024.43	Poinsettia	24.04.2020	
Median	442.Oekohum Variation 100L	5.6	1.618	241.20	6.36	250.42	45.24	544.29	34.21	194.79	125.82	828.57	180.19	2014.90	Poinsettia	24.04.2020	
50/19	Beerensubstrat o. Torf - Standard Oekohum	5.1	2.520	372.00	5.62	377.62	314.61	689.97	120.97	552.60	439.92	925.34	234.72	1986.00	Versuchsanfä	12.09.2019	
48/19	Beerensubstrat o. Torf - Standard Oekohum	4.9	2.440	280.00	1.84	281.84	322.88	660.64	154.40	717.20	397.51	639.25	187.37	1632.80	Poinsettia	13.09.2019	
50/19	Beerensubstrat o. Torf - Standard Oekohum	5.4	1.624	144.20	2.12	146.32	180.83	457.98	75.90	350.40	165.12	552.70	167.71	1741.80	Poinsettia	04.10.2019	
02/20	Beerensubstrat o. Torf - Standard Oekohum	5.2	1.405	75.20	2.00	77.20	141.95	333.21	62.89	314.40	192.14	470.00	173.76	1514.80	Poinsettia	25.10.2019	
02/20	Beerensubstrat o. Torf - Standard Oekohum	5.1	1.459	85.60	3.48	89.08	124.08	403.17	67.65	299.80	140.16	490.68	147.10	1278.60	Poinsettia	15.11.2019	
02/20	Beerensubstrat o. Torf - Standard Oekohum	5.4	0.872	29.60	5.04	34.64	43.06	246.66	27.83	123.34	77.80	395.71	160.49	1670.20	Poinsettia	06.12.2019	
arith. Mittel	(mit Beerensubstrat o. Torf - Standard Oekohum)	5.2	1.720	164.43	3.35	167.78	187.90	465.27	84.94	392.96	235.44	578.95	178.52	1637.37	Poinsettia	24.04.2020	
Median	Beerensubstrat o. Torf - Standard Oekohum	5.2	1.542	114.90	2.80	117.70	161.39	430.57	71.78	332.40	178.63	521.69	170.73	1651.50	Poinsettia	24.04.2020	
50/19	Brill mit Tonerde und Torf	6.7	0.751	40.40	1.24	41.64	0.51	171.77	14.62	172.34	53.72	360.37	161.42	3286.00	Versuchsanfä	12.09.2019	
48/19	Brill mit Tonerde und Torf	6.8	0.423	2.62	1.66	4.28	5.93	158.07	9.20	86.28	29.73	414.71	172.10	3386.00	Poinsettia	13.09.2019	
50/19	Brill mit Tonerde und Torf	6.8	0.609	6.26	0.70	6.96	5.24	156.07	10.54	118.22	31.66	387.06	174.42	3288.00	Poinsettia	04.10.2019	
02/20	Brill mit Tonerde und Torf	7.2	0.754	1.61	0.36	1.97	8.00	152.49	17.70	188.98	41.54	292.10	167.79	2968.00	Poinsettia	25.10.2019	
02/20	Brill mit Tonerde und Torf	6.6	1.396	171.60	0.76	172.36	24.63	342.82	38.80	351.40	66.96	405.65	176.66	2908.00	Poinsettia	15.11.2019	
02/20	Brill mit Tonerde und Torf	6.6	1.192	82.80	0.30	83.10	21.87	240.89	36.54	312.20	78.26	429.85	251.25	3814.00	Poinsettia	06.12.2019	
arith. Mittel	(mit Brill mit Tonerde und Torf)	6.8	0.854	50.88	0.84	51.72	11.03	203.69	21.23	204.90	50.31	381.29	183.94	3275.00	Poinsettia	24.04.2020	
Median	Brill mit Tonerde und Torf	6.8	0.753	23.33	0.73	24.30	6.96	164.92	16.16	180.66	47.63	395.35	173.26	3287.00	Poinsettia	24.04.2020	

Poinsettien																
Woche/Jahr	Probenname	PH	Leitfähigkeit leit [mS]	mg N-NO3/ Substrat	mg N-NH4/ Substrat	mg N (NO3+NH4)/ Substrat	mg P/ Substrat	mg K/ Substrat	mg Mg/ Substrat	mg Ca/ Substrat	mg P/ Substrat	mg K/ Substrat	mg Mg/ Substrat	mg Ca/ Substrat	Culture	Date
50/19	Maisspindel OekoHum Var. Maisspindel	6.4	2.380	3.04	193.04	196.08	108.27	1063.09	18.83	52.26	137.82	1719.41	145.77	1001.00	Versuchsanfã	12.09.2019
48/19	Maisspindel OekoHum Var. Maisspindel	4.9	2.030	113.60	28.22	141.82	86.07	835.42	76.99	315.40	86.99	946.97	129.03	967.20	Poinsettia	13.09.2019
50/19	Maisspindel OekoHum Var. Maisspindel	5.2	1.925	136.80	88.12	224.92	59.10	639.01	61.04	241.20	85.89	1002.51	153.05	1167.20	Poinsettia	04.10.2019
02/20	Maisspindel OekoHum Var. Maisspindel	5.0	1.455	67.60	37.84	105.44	61.44	494.76	46.94	221.80	80.51	686.37	132.78	1227.80	Poinsettia	25.10.2019
02/20	Maisspindel OekoHum Var. Maisspindel	5.1	1.103	68.40	38.40	106.80	45.77	388.98	27.89	118.32	48.48	527.22	106.55	1030.40	Poinsettia	15.11.2019
02/20	Maisspindel OekoHum Var. Maisspindel	5.2	0.896	56.40	31.12	87.52	35.39	289.93	25.17	118.98	44.76	459.90	128.57	1181.60	Poinsettia	06.12.2019
arith. Mittel (mit)	Maisspindel OekoHum Var. Maisspindel	5.3	1.632	74.31	69.46	143.76	66.01	618.53	42.81	177.99	80.74	890.40	132.63	1095.87	Poinsettia	24.04.2020
Median	Maisspindel OekoHum Var. Maisspindel	5.2	1.690	68.00	38.12	124.31	60.27	566.88	37.42	170.39	83.20	816.67	130.91	1098.80	Poinsettia	24.04.2020
50/19	Ricoter 127 ohne Torf - hoher NSGehalt	6.5	2.090	524.00	1.68	525.68	10.57	701.75	57.05	381.40	217.27	1242.43	291.18	7290.00	Versuchsanfã	12.09.2019
48/19	Ricoter 127 ohne Torf - hoher NSGehalt	7.0	1.207	252.00	0.62	252.62	6.94	486.11	24.42	153.96	182.58	1107.08	281.50	6856.00	Poinsettia	13.09.2019
50/19	Ricoter 127 ohne Torf - hoher NSGehalt	7.0	0.979	193.00	1.70	194.70	6.80	419.51	18.13	118.60	186.07	1033.04	284.52	6276.00	Poinsettia	04.10.2019
02/20	Ricoter 127 ohne Torf - hoher NSGehalt	7.3	0.814	128.20	0.42	128.62	11.72	343.30	14.98	108.88	179.09	837.83	259.52	6768.00	Poinsettia	25.10.2019
02/20	Ricoter 127 ohne Torf - hoher NSGehalt	7.1	1.236	238.00	0.82	238.82	15.85	476.97	29.24	184.28	194.48	930.62	265.77	6016.00	Poinsettia	15.11.2019
02/20	Ricoter 127 ohne Torf - hoher NSGehalt	7.1	0.962	162.80	1.52	164.32	16.54	392.59	22.52	150.36	215.57	811.86	326.06	7910.00	Poinsettia	06.12.2019
arith. Mittel (mit)	Ricoter 127 ohne Torf - hoher NSGehalt	7.0	1.215	249.67	1.13	250.79	11.40	470.04	27.72	182.91	195.84	993.81	284.76	6852.67	Poinsettia	24.04.2020
Median	Ricoter 127 ohne Torf - hoher NSGehalt	7.1	1.093	215.50	1.17	216.76	11.14	448.24	23.47	152.16	190.28	981.83	283.01	6812.00	Poinsettia	24.04.2020
50/19	Ricoter 144 - Kontrolle mit Torfsubstrat	6.7	0.281	0.86	0.92	1.78	42.42	131.91	1.65	21.64	191.91	384.90	165.51	2920.00	Versuchsanfã	12.09.2019
48/19	Ricoter 144 - Kontrolle mit Torfsubstrat	7.6	0.306	1.57	0.72	2.29	20.77	143.21	5.32	88.96	173.85	487.55	182.45	2962.00	Poinsettia	13.09.2019
50/19	Ricoter 144 - Kontrolle mit Torfsubstrat	7.1	0.446	17.44	0.60	18.04	24.86	195.07	6.87	64.32	150.09	416.39	172.61	2776.00	Poinsettia	04.10.2019
02/20	Ricoter 144 - Kontrolle mit Torfsubstrat	7.3	0.358	11.32	0.92	12.24	19.07	133.21	4.52	56.26	110.38	314.21	153.25	2364.00	Poinsettia	25.10.2019
02/20	Ricoter 144 - Kontrolle mit Torfsubstrat	7.0	0.576	53.80	1.02	54.82	34.47	210.36	11.78	97.32	139.75	415.19	177.67	2496.00	Poinsettia	15.11.2019
02/20	Ricoter 144 - Kontrolle mit Torfsubstrat	6.9	0.424	23.00	1.28	24.28	22.61	133.94	10.33	91.76	122.01	311.81	213.74	2946.00	Poinsettia	06.12.2019
arith. Mittel (mit)	Ricoter 144 - Kontrolle mit Torfsubstrat	7.1	0.399	18.00	0.91	18.91	27.37	157.95	6.74	70.04	148.00	388.34	177.54	2744.00	Poinsettia	24.04.2020
Median	Ricoter 144 - Kontrolle mit Torfsubstrat	7.1	0.391	14.38	0.92	15.14	23.74	138.58	6.10	76.64	144.92	400.04	175.14	2848.00	Poinsettia	24.04.2020
50/19	Ricoter 158 ohne Torf - mittl. NS-Gehalt	6.5	1.315	4.68	0.86	6.54	77.80	577.46	32.75	128.00	286.21	957.31	248.23	2660.00	Versuchsanfã	12.09.2019
48/19	Ricoter 158 ohne Torf - mittl. NS-Gehalt	6.6	1.526	54.00	0.56	54.56	84.05	568.09	55.76	265.20	265.99	961.40	255.89	2642.00	Poinsettia	13.09.2019
50/19	Ricoter 158 ohne Torf - mittl. NS-Gehalt	6.5	1.570	84.60	1.50	86.10	85.98	616.89	58.88	268.00	291.03	861.39	250.65	2446.00	Poinsettia	04.10.2019
02/20	Ricoter 158 ohne Torf - mittl. NS-Gehalt	6.5	1.207	52.80	0.60	53.40	59.51	396.68	42.18	201.60	205.56	626.03	232.50	2286.00	Poinsettia	25.10.2019
02/20	Ricoter 158 ohne Torf - mittl. NS-Gehalt	6.1	1.978	232.00	1.14	233.14	95.86	650.55	87.29	391.60	229.18	859.22	250.85	2328.00	Poinsettia	15.11.2019
02/20	Ricoter 158 ohne Torf - mittl. NS-Gehalt	6.3	1.429	136.60	1.54	138.14	49.08	521.45	53.43	236.20	189.10	804.17	279.08	2648.00	Poinsettia	06.12.2019
arith. Mittel (mit)	Ricoter 158 ohne Torf - mittl. NS-Gehalt	6.4	1.504	94.11	1.20	95.31	76.05	555.18	54.88	248.43	244.51	844.92	252.86	2501.67	Poinsettia	24.04.2020
Median	Ricoter 158 ohne Torf - mittl. NS-Gehalt	6.5	1.478	69.30	1.32	70.33	80.93	572.77	54.09	250.70	247.58	860.30	250.75	2544.00	Poinsettia	24.04.2020
50/19	Ricoter 217 o. Torf - mittl. NSGeh	7.4	0.510	1.20	0.78	1.98	25.23	276.95	1.18	18.53	181.20	920.77	180.35	2676.00	Versuchsanfã	12.09.2019
48/19	Ricoter 217 o. Torf - mittl. NSGeh	7.5	0.545	11.68	0.98	12.66	28.40	332.01	6.94	55.14	160.47	824.84	188.86	2558.00	Poinsettia	13.09.2019
50/19	Ricoter 217 o. Torf - mittl. NSGeh	7.4	0.632	10.18	1.12	11.30	26.47	366.14	7.18	58.66	177.48	876.29	203.86	2666.00	Poinsettia	04.10.2019
02/20	Ricoter 217 o. Torf - mittl. NSGeh	7.2	0.668	43.20	1.14	44.34	29.50	331.04	9.45	72.56	145.49	688.77	205.48	2440.00	Poinsettia	25.10.2019
02/20	Ricoter 217 o. Torf - mittl. NSGeh	6.7	1.230	192.60	1.10	193.70	51.88	559.19	28.01	153.84	173.11	875.81	203.86	2376.00	Poinsettia	15.11.2019
02/20	Ricoter 217 o. Torf - mittl. NSGeh	6.8	0.930	100.80	1.44	102.24	27.16	431.53	16.22	98.16	157.58	875.57	279.48	3028.00	Poinsettia	06.12.2019
arith. Mittel (mit)	Ricoter 217 o. Torf - mittl. NSGeh	7.2	0.753	59.94	1.09	61.04	31.44	382.81	11.49	76.15	165.89	843.68	210.32	2624.00	Poinsettia	24.04.2020
Median	Ricoter 217 o. Torf - mittl. NSGeh	7.3	0.650	27.44	1.11	28.50	27.78	349.07	8.31	65.61	166.79	875.69	203.86	2612.00	Poinsettia	24.04.2020