

Schlussbericht: Praxiseinführung von torfreduzierten Substraten im Zierpflanzenbau



Kathrin Huber ¹, Toni Ruprecht ², Inge Forster ³, Martin Koller ¹

¹ FiBL, ² Andermatt Biocontrol, ³ Jardin Suisse

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

16.12.2019

kathrin.huber@fibl.org

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:** Kathrin Huber und Martin Koller, FiBL, Frick
Toni Ruprecht, Andermatt Biocontrol, Grossdietwil
Inge Forster, Jardin Suisse, Aarau
- Begleitung BAFU:** Laura Tschümperlin, Sektion Konsum und Produkte
Frank Hayer, Sektion Konsum und Produkte
- Hinweis:** Dieser Bericht wurde mit Unterstützung des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Zusammenfassung

Während die Branche in der Anwendung im Hobbybereich, im Gartenlandschaftsbau und in der Stauden- und Baumschulproduktion die Verwendung von Torf schon stark reduziert hat, stellt die Produktion von Zierpflanzen und Gemüsejungpflanzen eine grössere Herausforderung dar. Deshalb benötigt es in diesen Produktionsbereichen grössere Anstrengungen, um die chemisch-physikalischen Vorteile von Torf zu ersetzen.

Um die Umsetzung in der Praxis zu fördern, wurde ein dreijähriges Pilotprojekt zur Unterstützung der Einführung von torfgeduzierten ($\leq 40\%$ Torf) und torffreien Substraten bei der Aufzucht von Zierpflanzen in zehn herkömmlichen und biologischen Erwerbsgärtnereien unter fachlicher Begleitung von JardinSuisse und des Forschungsinstituts für biologischen Landbau FiBL durchgeführt.

Die Projektergebnisse und Erfahrungen motivierten die Versuchsbetriebe zu deutlicher Torfreduktion oder zum Umstieg auf torffreie Produktion: Die Zierpflanzenproduzenten haben durchwegs positive Erfahrungen gemacht und waren motiviert, weitere Schritte zur Torfreduktion zu unternehmen. Bereits im zweiten Versuchsjahr fielen die Unterschiede vom betriebseigenen Standard- zum jeweiligen torfgeduzierten oder torffreien Substrat kleiner aus.

Die Substratanalysen bestätigten, dass die zu geringe Stickstoffversorgung in der Hauptwachstumsphase insbesondere in den torffreien Substraten, ein problematischer Flaschenhals ist. Deshalb war es wichtig, die Produzenten in den Anfängen zu unterstützen. Dank intensiver Beratung und engmaschigen Substratanalysen konnte bei Problemen wie hohem Salzgehalt oder sinkendem verfügbarem Stickstoff rascher eingegriffen und die Kulturführung optimiert werden. Torfgeduzierte, jedoch insbesondere torffreie Substrate benötigen nebst einem veränderten Bewässerungsregime ein gutes Düngemanagement.

Der Gehalt an Phosphor und Kalium, den beiden anderen Kernnährelementen nebst Stickstoff, lag häufig deutlich über den Empfehlungen von JardinSuisse (bis zum zweifachen). Hier sind die Zuschlagstoffe der torffreien/torfgeduzierten Testsubstrate die wesentlichen Nährstofflieferanten. Die Testsubstrate sind damit in der Regel besser versorgt als der Standard, ohne dass dies in diesen gut gepufferten Substraten zu Problemen führt. Die Zuschlagstoffe Rindenkompost und Grüngutkompost liefern von beiden Nährstoffen in der Regel genügend hohe Mengen, so dass auf eine Nachdüngung mit diesen Nährstoffen (P, K) verzichtet werden kann.

Die pH-Werte verliefen in allen Gärtnereien im Testsubstrat (torffrei/torfgeduziert) stabil und lagen sogar bei den torffreien Substraten im günstigen Bereich unter pH 7. Das bedeutet, dass die Substratfirmen den pH-Wert besser einstellen konnten als in Vergangenheit, wo ein zu hoher Wert oft ein Problem war.

Allgemein gilt, dass sich die Kulturzeit insbesondere in den torffreien Substraten verlängert, was die Produktionskosten vergrössert. Dafür kann teilweise der Hemmstoffeinsatz verringert oder gar darauf verzichtet werden. Mit wachsender

Erfahrung und dank enger individueller Kulturbegleitung durch den Berater sowie Sensibilisierung für zusätzliche Messungen konnte die Kulturzeit von Jahr zu Jahr reduziert werden. Im dritten Versuchsjahr erreichten alle Versuchsbetriebe eine gute bis sehr gute Verkaufsqualität, auch in schwierigeren Kulturen. Die Betriebe mit den torfreduzierten Testsubstraten bewiesen, dass vergleichbare Qualitäten mit einem Torfanteil von 40 Prozent erreichbar sind.

Abstract

Although the sector has already significantly reduced the use of peat in hobby gardening, landscape gardening and shrub and tree nursery production, the production of ornamental plants and vegetable seedlings presents a bigger challenge. Greater efforts are therefore required in these production areas to replace the chemical and physical benefits of peat.

To promote implementation at local level, a three-year pilot project was undertaken to support the introduction of low-peat ($\leq 40\%$ peat) and peat-free substrates for cultivation of ornamental plants in ten conventional and organic horticultural enterprises, with specialist monitoring by JardinSuisse and the Research Institute of Organic Agriculture (FiBL).

The project results and experiences prompted the businesses taking part in the trial to significantly reduce their use of peat or to switch to peat-free production. The experience was positive throughout for the ornamental plant producers, inspiring them to take further steps to cut their peat use. Already by the second year of the trial, the differences between each grower's standard substrate and the low-peat or peat-free substrate had decreased.

The substrate analyses confirmed that the very low nitrogen supply in the main growth phase, particularly in the peat-free substrates, was a problematic bottleneck. It was therefore important to support the producers in the initial stages. Intensive support and frequent substrate analyses meant that it was possible to intervene more quickly and optimise growing methods in response to problems such as high salt content or declining nitrogen availability. Low-peat, and in particular peat-free, substrates need good fertiliser management along with a modified irrigation regime.

The content of phosphorus and potassium, the two other core nutrient elements apart from nitrogen, was often well above the JardinSuisse recommendations (up to double). Here, the aggregates in the peat-free/low-peat test substrates are the basic nutrient suppliers. Therefore, the test substrates are generally better supplied than the standard, but this does not cause problems in these well-buffered substrates. The bark compost and green waste compost aggregates normally supply sufficient quantities of both nutrients (P, K) to make further feeding unnecessary.

The pH values were stable in the test substrate (peat-free/low-peat) at all the garden centres and were even in the beneficial range below pH 7 in the peat-free substrates. This means that the substrate producers were able to adjust the pH value better than in the past, when too high a value was often a problem.

In general, the growth period is longer, particularly in the peat-free substrates, which increases the production costs. To counter this, inhibitor use can be partially reduced or even eliminated. With greater experience and as a result of close individual monitoring of cultivation by the adviser as well as increasing awareness of the need for additional measurements, the growth period was reduced from year to year. In the third year of

the trial, all the businesses involved achieved good to very good sales quality, even with difficult plant types. The growers trialling low-peat test substrates found that comparable quality levels could be achieved with a peat content of 40%.

Résumé

Si le jardinage de loisirs, l'aménagement paysager, la production de plantes vivaces et les pépinières ont déjà fortement réduit leur utilisation de tourbe, la production de plantes ornementales et de plantons de légumes représente un défi majeur. En effet, ces deux derniers secteurs exigent des efforts accrus en vue de remplacer les avantages physico-chimiques de la tourbe.

Afin d'accélérer la mise en œuvre dans la pratique, un projet a été mené sur trois ans pour soutenir l'introduction de substrats à teneur réduite en tourbe (tourbe $\leq 40\%$) et de substrats sans tourbe destinés à la culture de plantes ornementales dans dix jardinerie commerciales conventionnelles et biologiques, avec le soutien de JardinSuisse et de l'Institut de recherche de l'agriculture biologique.

Les résultats du projet et les enseignements tirés ont incité les entreprises tests à réduire drastiquement leur utilisation de tourbe ou à opérer une transition vers un mode de production sans tourbe.

Les producteurs de plantes ornementales ont fait des expériences positives à toutes les étapes et étaient motivés à poursuivre leurs efforts de réduction. Les différences relevées entre le substrat conventionnel utilisé par les entreprises et les substrats pauvres en tourbe ou sans tourbe s'atténuaient déjà durant la deuxième année.

Les analyses confirment qu'un apport d'azote trop faible durant la principale phase de croissance, en particulier dans les substrats sans tourbe, pose problème. C'est pourquoi il a été important d'assister les producteurs dans la phase initiale. Les analyses détaillées de substrat ainsi que les conseils pointus fournis ont permis de résoudre plus rapidement les difficultés qui se présentaient, comme la forte teneur en sel ou la diminution de l'azote disponible, et d'optimiser la gestion des cultures. Outre un régime d'arrosage modifié, les substrats à teneur réduite en tourbe et les substrats sans tourbe, en particulier, demandent une bonne gestion de l'apport d'engrais.

Les teneurs en phosphore et en potassium, les deux autres éléments clés en plus de l'azote, étaient souvent nettement supérieures (jusqu'à deux fois) aux valeurs recommandées par JardinSuisse. Les adjuvants entrant dans la composition des substrats tests à teneur réduite en tourbe et des substrats sans tourbe constituent les principales sources d'apport de nutriments. Si les substrats tests contiennent en règle générale davantage de nutriments que les produits standard, cela ne pose pas de problèmes étant donné qu'ils présentent un bon effet tampon. Le compost d'écorces et de déchets verts, tous deux des adjuvants, fournissent du phosphore et du potassium en quantités suffisantes si bien qu'il n'est pas nécessaire de renouveler l'apport de ces substances par la suite.

Dans toutes les jardinerie, l'acidité des substrats tests (sans tourbe/à teneur réduite) présentait des valeurs stables, voire même favorables pour les substrats sans tourbe (pH < 7). Il en ressort que les fabricants réussissent désormais à mieux maîtriser la valeur du pH, qui était souvent trop élevée.

De manière générale, la durée de la culture a tendance à s'allonger, en particulier avec les substrats sans tourbe, ce qui accroît les coûts de production. En revanche, il est en partie possible de réduire l'utilisation d'inhibiteurs, voire d'y renoncer. Grâce aux expériences engrangées, à un accompagnement sur mesure par des conseillers et à une sensibilisation en faveur de mesures supplémentaires, il a été possible de réduire la durée de culture d'année en année.

Durant la troisième année d'essai, toutes les entreprises tests ont réalisé de bonnes à très bonnes ventes, même dans le cas de cultures plus difficiles. Les entreprises utilisant des substrats tests à teneur réduite en tourbe ont prouvé qu'il était possible d'obtenir des substrats de qualité comparable à ceux affichant une teneur en tourbe de 40 %.

Riassunto

Se l'impiego di torba è già stato notevolmente ridotto nell'ambito del giardinaggio hobbistico, delle attività di giardinaggio e paesaggismo, della produzione di arbusti e dei vivai, il compito è assai più arduo quando si tratta della produzione di piante ornamentali e piantine di ortaggi. In questo caso serve infatti un maggiore impegno per trovare alternative efficaci alla torba, le cui proprietà chimico-fisiche sono difficilmente sostituibili.

Per promuovere l'applicazione pratica dei risultati, è stato svolto un progetto pilota di tre anni a sostegno dell'introduzione di substrati con un contenuto ridotto di torba ($\leq 40\%$) o privi di torba nella coltivazione di piante ornamentali in dieci imprese di giardinaggio tradizionali e biologiche, con l'assistenza specialistica di JardinSuisse e dell'Istituto di ricerche dell'agricoltura biologica (FiBL).

I risultati del progetto e le esperienze acquisite hanno motivato le aziende coinvolte nelle sperimentazioni a ridurre in misura significativa l'utilizzo di torba o a passare a prodotti privi di torba.

I produttori di piante ornamentali hanno maturato esperienze molto positive che li incentivano a fare ulteriori passi per ridurre l'utilizzo di torba. Già nel secondo anno di sperimentazione, le differenze tra il substrato standard prodotto dall'azienda e quello a ridotto contenuto o privo di torba, si erano ridotte.

Le analisi dei substrati hanno confermato che uno scarso apporto di azoto durante la fase di crescita principale, soprattutto nei substrati privi di torba, costituisce un problema. Per questo motivo è importante assistere i produttori nel periodo iniziale. Consulenze intensive e analisi capillari dei substrati hanno consentito di intervenire rapidamente in caso di problemi come un tenore elevato di sale o una diminuzione dell'azoto disponibile e di ottimizzare la gestione delle colture. I substrati con un contenuto ridotto di torba, e ancor più quelli che ne sono privi, richiedono un regime di irrigazione diverso e una buona gestione della fertilizzazione.

Spesso il tenore di fosforo e potassio, i due elementi nutritivi fondamentali oltre all'azoto, è risultato nettamente superiore (fino a due volte) rispetto ai valori raccomandati da JardinSuisse. In questo caso, ad apportare le sostanze nutritive sono sostanzialmente gli additivi aggiunti ai substrati utilizzati per la sperimentazione privi di torba o con ridotto contenuto di torba. In genere, quindi, questi substrati sono più ricchi di nutrienti rispetto allo standard, senza che per questi substrati ben tamponati ne derivino problemi. Le aggiunte di compost di corteccia e di compostato verde apportano di norma una quantità sufficiente di fosforo e potassio; in tal modo si può evitare di ricorrere a una successiva concimazione con questi nutrienti.

In tutte le ditte di giardinaggio, il pH del substrato utilizzato per la sperimentazione (privo di torba o con un contenuto ridotto di torba) si è mantenuto stabile e persino nei substrati privi di torba è risultato inferiore a 7. Ciò significa che le aziende produttrici di

substrati sono riuscite a regolare meglio il pH rispetto al passato, quando il suo valore troppo elevato era spesso un problema.

In generale, i tempi di coltivazione si allungano in particolare nei substrati privi di torba, causando un aumento dei costi di produzione. In compenso, in alcuni casi si può ridurre o evitare del tutto l'impiego di sostanze inibitrici. Grazie alla maggiore esperienza, a una stretta assistenza personalizzata e alla sensibilizzazione per misurazioni supplementari, di anno in anno si è riusciti a ottimizzare i tempi di coltivazione. Nel terzo anno di sperimentazione, tutte le aziende partecipanti hanno raggiunto una qualità dei prodotti venduti da buona a molto buona, anche nelle colture più difficili. Le aziende con substrati di prova a ridotto contenuto di torba hanno dimostrato che è possibile ottenere qualità comparabili con un contenuto di torba pari al 40 per cento.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	1
Tabellenverzeichnis.....	3
Glossar.....	4
1. Kurzbeschreibung Projekt	5
1.1 Projektziele	5
1.2 Ansprechpersonen	6
2. Einleitung / Problemstellung.....	7
3. Material und Methoden.....	9
4. Resultate und Diskussion	13
4.1 Substratanalysen.....	13
4.2 Messungen direkt im Topf.....	18
4.3 Bonitur zum Verkaufszeitpunkt	20
4.4 Beobachtungen beim Topfen und während der Kultur	26
4.5 Wirtschaftlichkeit	27
4.6 Betriebsanpassungen während des Projektverlaufs.....	28
4.7 Diskussion mit Praxis und Branchenvertretern.....	29
5. Empfehlungen	34
6. Fazit.....	36
Literaturliste	38
Danksagung	40
Anhang	41

Abbildungsverzeichnis

Titelbild: Gärtnerei Fischer, Wangen

Abbildung 1: Versuchsansatz mit Austausch zwischen allen Parteien.....	12
Abbildung 2: Durchschnittlicher pH bei den Testsubstraten von Gramoflor und Ricoter, sowie den entsprechenden Standardsubstraten in den Jahren 2017-2019 (Mittelwert pro Substrat).....	13
Abbildung 3: Durchschnittlicher EC-Wert bei den Testsubstraten von Gramoflor und Ricoter, sowie den entsprechenden Standardsubstraten in den Jahren 2017-2019 (Mittelwert pro Substrat).....	14
Abbildung 4: Beurteilung der Wurzelentwicklung an Viola bei Betrieb 10. Topf links torffrei, Topf in der Mitte torf reduziert (40 Prozent Torf), Topf rechts Standardsubstrat (70 Prozent Torf).....	14
Abbildung 5: Entwicklung von EC und Nmin in Betrieb 4 bei Petunien	15
Abbildung 6: Entwicklung des pH in Betrieb 4 bei Petunien in Standard und Test (torf reduziert)	15
Abbildung 7: Ammonium- und Nitratstickstoff (in mg/L Substrat) in Betrieb 10 bei Begonien für das torf reduzierte Substrat (40 % Torf) und Standardsubstrat.....	16
Abbildung 8: Ammonium- und Nitratstickstoff (in mg/L Substrat) in Betrieb 6 bei Passiflora für das torffreie Substrat	16
Abbildung 9: Hauptnährstoffe in Betrieb 1 bei Petunien in Standard und Test (torf reduziert)	17
Abbildung 10: Geranien, Betrieb 9, Ricoter torffrei. Gegenüberstellung von Messreihe Betrieb zu Labor, für pH und EC	18
Abbildung 11: Gegenüberstellung von Aktivitätsmessung direkt im Topf und EC (Laborwerte) für Passiflora-Ampeln in Betrieb 6 mit torffreiem Testsubstrat. Optimum EC-Wert: 0,5-1,1 (Angaben Jardin Suisse), Optimum AM-Wert: 0,1-0,3 (Angaben für mässig empfindliche Pflanzen)	19
Abbildung 12: Qualitative Rückmeldungen der torffreien/torf reduzierten Substrate im Vergleich zum Standardsubstrat bei der Einschätzung einzelner Pflanzenmerkmale (aus Gespräch zwischen Berater und Produktionsleiter, eingefärbt nach zugehöriger Legende)	20
Abbildung 13: Boniturnoten Pflanzenmerkmale. Vergleich Standard- vs. Testsubstrate für drei Versuchsbetriebe an drei Sommerflorkulturen, davon Betrieb 9 torffrei	21
Abbildung 14: Boniturnoten Pflanzenmerkmale. Vergleich Viola im torf reduzierten oder im Standardsubstrat in Betrieb 1 und 10.....	22
Abbildung 15: Boniturnoten Pflanzenmerkmale im torffreien und torf reduzierten Testsubstrat für fünf Versuchsbetriebe mit verschiedenen Sommerflorkulturen	22

Abbildung 16: Bonitur Note Gesamteindruck Gramoflor: Entwicklung über alle Projektjahre	23
Abbildung 17: Bonitur Note Gesamteindruck Ricoter: Entwicklung über alle Projektjahre (für 2019 zu geringe Datenbasis für Standardsubstrat).....	24
Abbildung 18: Paarweiser Vergleich der Boniturnoten 2019 für den Gesamteindruck sowie die einzelnen Pflanzenmerkmale zwischen dem jeweiligen Standard- und Testsubstrat bei verschiedenen Kulturen, * gepaarter T-Test, zweiseitig, alpha = 0.05	25
Abbildung 19: Gesamteindruck (Note 1 bis 6; 6 = sehr gut) der Pflanzen zum Verkaufszeitpunkt im Versuchsjahr 1, 2017 (Wilcoxon Vorzeichen Rangtest nicht signifikant, alpha = 0.05).....	25
Abbildung 20: Ausschreibungen als Treiber für die Torfreduktion, veranschaulicht nach Beschreibung eines Versuchsteilnehmers	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Versuchsbetriebe, Torfanteil im Standardsubstrat, getestete Substrate	10
Tabelle 2: Kriterien mit Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg einer Kultur in torffreien Substraten	21
Tabelle 3: Unterschiede in der Boniturnote des Gesamteindrucks zwischen Standard und dem jeweiligen Testsubstrat Gramoflor (40 % Torf) oder Ricoter (0 % Torf). Frage: „Um wie viel Prozent schneidet das Standardsubstrat im Gesamteindruck besser ab als das Testsubstrat?“	24
Tabelle 4: Preiskalkulation von Petunien (Kurzkultur) und Geranien bei unterschiedlichen Torfgehalten (in CHF pro 5000 Stück)	27
Tabelle 5: Preisunterschiede des Endproduktes bei Produktion mit unterschiedlichen Torfgehalten (auf Basis des kalkulierten Preises pro Topf) für Petunien und Geranien	28
Tabelle 6: Vergleich von Preisunterschieden bei Substraten mit unterschiedlichem Torfgehalt des gleichen Herstellers	28
Tabelle 7: Fragen an die teilnehmenden Produktions-/Betriebsleiter bei Projektende ..	32
Tabelle 8: Thesen zu Produktionsbedingungen für Torfgehalte von 50-100 Prozent, abgefragt bei den teilnehmenden Betrieben am Schlussworkshop des Projekts vom 15.10.2019.....	33
Tabelle 9: Arbeitsschritte für das 3. Projektjahr 2019	41

Glossar

Salzgehalt	Der Salzgehalt der Bodenlösung ist ein wichtiger Parameter für die Wachstumsbedingungen im Wurzelraum. Die Salzverträglichkeit von Pflanzenarten/-sorten variiert von empfindlich bis tolerant. Besonders empfindlich auf zu hohe Salzgehalte sind Keimlinge, Stecklinge und Jungpflanzen, sie reagieren mit Verbrennungen, v.a. an den Wurzeln.
EC-Wert (Electrical Conductivity)	Der EC-Wert ist die einfachste Messung zur Bestimmung des Salzgehalts. Er ist das Äquivalent zum Salzgehalt und gibt direkte Hinweise zur Nährstoffversorgung. Die leicht verfügbaren Pflanzennährstoffe bestehen aus Salzen (Anionen und Kationen), die in der Bodenlösung gelöst sind. Da diese Elektrolyte Strom in wässrigen Lösungen leiten, geschieht die Bestimmung des EC-Werts mittels Sonde eines Messgerätes, welches die elektrische Leitfähigkeit in mS/cm (Milli-Siemens pro cm) misst. Bei der Schnellmethode im Betrieb wird der EC-Wert entweder mit einem preiswerten Taschenmessgerät in einem aus dem Substrat hergestellten Filtrat oder mittels eines teuren Handgeräts mit Einstechfühler direkt im Substrat gemessen. Der EC-Wert sollte auch für das Bewässerungswasser bestimmt werden.
AM-Wert	Der AM-Wert gibt den Salzgehalt des Substrates an und wird mit einem Einstichgerät bestimmt, als die Konzentration gelöster Feststoffe in g/L (Gramm pro Liter). Die Bewertung der Messwerte erfolgt durch Vergleich mit den definierten Optimalwerten für die jeweilige Kultur.
Aktivitätsmessung	Die Aktivitätsmessung bestimmt den AM-Wert zur schnellen Kontrolle der Nährstoffversorgung von Pflanzen und misst den Salzgehalt mittels Sonden direkt im Substrat/Boden/Topf. Während die gelösten Salze im Boden im Gegensatz zu wässrigen Lösungen nicht frei beweglich sind, müssen moderne Geräte die jeweiligen Bodeneigenschaften, wie Bodenfeuchtigkeit, Temperatur und Bodendichte berücksichtigen. Pflanzen können nur die aktiven, d.h. die jeweils unter den gegebenen Bedingungen gelösten Salze aufnehmen und verwerten.
pH	Der pH gibt den sauren oder basischen Charakter einer Lösung an und ist zentraler Kennwert für die Wachstumsbedingungen im Wurzelraum. Ist der pH zu tief oder zu hoch sind bestimmte Nährstoffe nicht pflanzenverfügbar. Sowohl für die Substratzuschlagstoffe und Substrate als auch für das Bewässerungswasser muss der pH bestimmt werden oder bekannt sein. Dies geschieht je nach Ansprüchen an Messgenauigkeit und Datenspeicherung entweder mittels Teststreifen, Taschen- oder Handmessgeräten oder via Auftrag an ein Labor.
Hauptnährstoffe: Stickstoff (N) Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) Calcium (Ca) Schwefel (S)	Die Analyse der Hauptnährstoffe ist Voraussetzung für weitere Düngemassnahmen. Die Messmethoden reichen vom Indikatorstäbchen bis zu Messgeräten mit Sensoren. Stickstoff: In biologisch wenig aktiven Torfsubstraten bilden Nitrat- und Ammoniumstickstoff den Hauptanteil. In biologisch aktiven Substraten findet die Nachlieferung aus der organischen Reserve (Mineralisierung) statt.

I. Kurzbeschreibung Projekt

I.1 Projektziele

Ziele des Projektes waren einerseits, die zehn am Projekt teilnehmenden Leitbetriebe durch fachliche Beratung und wissenschaftliche Begleituntersuchungen zu befähigen, Torf zu reduzieren, andererseits zwischen Behörden und Branche zu vermitteln, um Hindernisse zu identifizieren. Zu diesem Zweck fand jährlich ein Betriebsbesuch statt. Die relevanten Schritte zur Zielerreichung sind im Zeitplan exemplarisch für das dritte Projektjahr ersichtlich (Anhang). Die beteiligten Organisationen unternahmen grosse Anstrengungen, während der Projektdauer zu informieren, zu sensibilisieren und weitere Meilensteine in der Torfreduktion (wie Definition von Obergrenzen, Branchenvereinbarungen, usw.) zu unterstützen.

Bezogen auf produktionstechnische Herausforderungen soll bis Projektende folgendes erprobt oder erreicht werden:

- Es können mit torffreien bzw. torf reduzierten Substraten Pflanzen produziert werden, die vermarktbar sind.
- Die Praxistauglichkeit der torf reduzierten oder torffreien Substratmischungen im Betriebsablauf wird vom Topfen bis zum Giessen verbessert.
- Die betriebswirtschaftlichen Folgen des Einsatzes von torf reduzierten oder torffreien Substratmischungen werden aufgezeigt.

Aus dem Projektverlauf wurde für die Versuchsplanung im 3. Projektjahr 2019 die fachliche Beratung zu folgenden spezifischen Vorhaben angeboten:

- In ausgewählten Betrieben wurden zusätzlich Versuche mit Frühjahrsblühern durchgeführt.
- Betriebe, die bis jetzt torf reduzierte Mischungen getestet haben, konnten auf Wunsch zusätzlich torffreie Mischungen testen.
- Betriebe, die bereits ganz auf torffreie Substrate wechselten, wurden 2019 in der Sommerflorkultur begleitet.
- Direktmessung des Salzgehalts («Aktivitätsmessung») wurde mit Labormessung verglichen.

1.2 Ansprechpersonen

- **Inge Forster;**
Leiterin Umweltschutz, i.forster@jardinsuisse.ch, Tel. 044 388 53 26
Jardin Suisse, Bahnhofsstrasse 94, 5000 Aarau, www.jardinsuisse.ch
- **Kathrin Huber;**
Beraterin für Zierpflanzenbau, kathrin.huber@fibl.org, Tel. 062 865 04 78
Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse 113, 5070 Frick,
www.fibl.org
- **Toni Ruprecht;**
Berater Zierpflanzen, toni.ruprecht@biocontrol.ch, Tel. 079 827 65 71
Andermatt Biocontrol AG, Stahlermatten 6, 6146 Grossdietwil, www.biocontrol.ch

2. Einleitung / Problemstellung

Der Abbau von Torfvorkommen führt zum Verlust von hochwertigen Lebensräumen, zudem werden beim Trockenlegen sowie beim Abbau Treibhausgase freigesetzt. Aus diesem Grund wird in den nächsten Jahren die Torfreduktion bei der Produktion von Pflanzen weiterverfolgt und massiv vorangetrieben werden müssen.

Mit dem Torfausstiegskonzept des Bundesrates von 2012 sind die Vorgaben klar. In der ersten Phase bis 2022 wird auf freiwillige Massnahmen der Branche gesetzt. Nebst der intrinsischen Motivation von Betrieben und Firmen, sind Massnahmen seitens Politik, Branche und Verbänden notwendig. Hier gilt es, gemeinsam sinnvolle Lösungen für eine etappenweise und kontinuierliche Torfreduktion voranzutreiben. Wichtige Meilensteine in dieser Entwicklung setzte das Bundesamt für Umwelt BAFU mit den entsprechenden Parteien mit der „Absichtserklärung zur Reduktion des Torfeinsatzes in der Herstellung, im Angebot und im Verbrauch von Sackerden für den Endverbraucher in der Schweiz“ vom 29.6.2017, sowie mit der „Absichtserklärung zur Reduktion des Torfeinsatzes im produzierenden Gartenbau und Gartenhandel (Detail- und gärtnerischer Engroshandel) in der Schweiz“ vom 16.4.2019. Weiter formulierte Jardin Suisse am 10.01.2018 eine Torfreduktionsstrategie und Bio Suisse plant eine weitere Senkung der Torf-Obergrenzen in ihren Richtlinien auf 1.1.2021. Die Fachgruppe Zierpflanzen der Jardin Suisse Betriebe hat sich auf folgende Reduktionsziele in der Rezeptur geeinigt: bis 2020 max. 70% Volumenanteile Torf, bis 2025 max. 50% Volumenanteile Torf.¹

Während die Branche in der Anwendung im Hobbybereich, im Gartenlandschaftsbau und in der Stauden- und Baumschulproduktion die Verwendung von Torf schon stark reduziert hat, stellt die Produktion von Gemüsejungpflanzen und Zierpflanzen eine grössere Herausforderung dar. Torfreduzierte Substrate unterscheiden sich im Nährstoffhaushalt, in der Wasserhaltekapazität und im Giessverhalten wesentlich von üblichen Torfsubstraten. Um die chemisch-physikalischen Vorteile von Torf zu ersetzen, benötigt es in diesen Produktionsbereichen weitere Anstrengungen in der Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse, der Erprobung von Substraten und dem Experimentieren von betriebseigenen Abläufen in den Gärtnereien.

Im Zierpflanzenbau wird schon lange an Torfersatzstoffen geforscht und viele Grundlagen sind bekannt (Koller et al. 2005). Für viele Bereiche wurden verschiedene Torfersatzstoffe getestet (Ceglie et al. 2015) und ausführlich beschrieben (Lohr et al. 2007-2010, Eymann et al. 2015). Hingegen gibt es relativ wenige Studien, in denen die Umsetzung von torfreduzierten Substraten bis zur Praxisgärtnerei untersucht wurde (Bsp. für Gemüsejungpflanzen: König 2006). Ein umfassenderer Überblick zu Torfersatzstoffen ist für den Biogemüsebau publiziert worden (Pascual et al. 2018).

¹ Ausgenommen sind Kulturen wie Calluna, Erica, Azaleen und weitere Moorbeetpflanzen sowie die Anzucht in Presstöpfen.

Der Anteil des importierten, reinen Torfs betrug gemäss Schätzung im Jahr 2014 für den Anwendungsbereich Zierpflanzenbau 17 Prozent, was einer Gesamtmenge von 87'000 m³ entspricht (Urech et al. 2016).

Die Gründe dafür sind einerseits im Übertragen von Versuchsgrössen in Produktionsgrössen („Upscaling“) zu suchen, in Unsicherheiten von Gärtnerinnen und Gärtnern, wie mit diesen Substraten umzugehen ist und daraus resultierend das unkalkulierbare unternehmerische Risiko. Dieser Flaschenhals in der Übertragung auf den Grossmassstab und der Umsetzung in die Praxis wurde auch an einem Workshop innerhalb des COST Projektes FA 1105 Biogreenhouse identifiziert (Koller et al. 2014a).

Um das Potential und die Möglichkeiten von torf reduzierten Substraten zu prüfen und die Umsetzung in die gärtnerische Praxis zu erreichen, wird deshalb das „on-farm“ Umsetzungsprojekt ‚Praxiseinführung von torf reduzierten Substraten im Zierpflanzenbau von 2017-2019‘ durchgeführt. Dabei werden die „Aufskalierung“ in den Praxismassstab und die dabei entstehenden Herausforderungen wie Wasser- und Nährstoffversorgung oder qualitative und ökonomische Herausforderungen genauer betrachtet. Es wurde ein Versuchsansatz gewählt, der eine grosse Praxisnähe anstrebt und bei der Umsetzung für die gärtnerische Praxis hilfreich ist. Jeder Betrieb wählte andere Versuchskulturen und verwendete sein betriebsindividuelles „Standard“- Substrat. Die Schmälerung der Datenbasis, welche Einschränkungen bei der wissenschaftlichen Interpretation zur Folge hatte, wurde zugunsten der gewünschten Praxisnähe in Kauf genommen.

Die teilnehmenden Betriebe haben den Beratungsfokus dieses Versuchsansatzes von Beginn weg gutgeheissen und die Chancen darin erkannt.

3. Material und Methoden

Für das dreijährige Projekt zur Erprobung von torf reduzierten Substraten konnten zehn Zierpflanzenbaubetriebe (8 Suisse Garantie Betriebe, 2 Biobetriebe) gewonnen werden. Auswahlkriterien waren ihre Teilnahmebereitschaft, Erfahrungen mit torf reduzierten Substraten, ein repräsentatives Abbild bezüglich Grösse und Betriebsausrichtung sowie ihre „Leuchtturmfunktion“ innerhalb der Branche.

Dabei definierte der jeweilige Betriebsleiter zusammen mit dem zuständigen Berater die Versuchsinfrastruktur und wählte Versuchsgrösse und Kulturen aufbauend auf den bisherigen Erfahrungen jedes Jahr neu. Eine Voraussetzung für gutes Gelingen war die Möglichkeit der separaten Bewässerung der Versuchskulturen, denn ein eigenes, angepasstes Bewässerungsregime ist Voraussetzung in torf reduzierten Substraten.

Während der Kultur wurden die Pflanzen in Abhängigkeit der Kulturdauer in der Regel zweimal zusammen mit dem zuständigen Berater beurteilt, Substratproben entnommen (analysiert nach Gysi et al.) und allfällige Korrekturmaßnahmen besprochen. Eine letzte Substratprobe wurde zum Verkaufszeitpunkt entnommen. Die Pflanzenbeurteilung, nachfolgend Bonitur genannt, wurde durch den Berater in Zusammenarbeit mit dem Betriebsleiter durchgeführt: Dabei wurden an 20 zufällig ausgewählten Pflanzen pro Substrat nach branchenüblichen Qualitätskriterien Pflanzenmerkmale (Pflanzenvolumen, Verzweigung, Blattfarbe, Blütenanzahl und Durchwurzelung) beurteilt, wie das bei ähnlichen Versuchen üblich ist (Koller et al 2014b).

Zusätzlich zur Bestimmung des Salzgehaltes mittels EC-Werten, wurde in Betrieb 6 zu drei verschiedenen Zeitpunkten der Salzgehalt an Passiflora-Ampeln durch Aktivitätsmessung mittels Sonden direkt im Topf erhoben (Kapitel 4.2). Weil diese Messungen abhängig sind von Bodeneigenschaften wurde darauf geachtet, in gut feuchtem bis nassem Substrat zu messen und Randpartien oder Nasstellen auszuschließen. Aus drei plausiblen Werten der Aktivitätsmessung (nicht mehr als 0,1 Abstand zwischen dem Tiefsten und dem Höchsten) wurde jeweils der Durchschnitt berechnet.

Zur besseren Kulturüberwachung führte Betrieb 9 in den Pelargonien zusätzlich eigene Messungen des Salzgehaltes und des pH in filtriertem und unfiltriertem Substrat durch. Diese Messreihen wurden den Laborwerten gegenübergestellt (Abbildung 10).

Verwendete Testsubstrate

Sechs der zehn Betriebe verwendeten ein torffreies Substrat von Ricoter (Nr. 165, www.ricoter.ch). Die Mischung besteht aus Cocopeat, Rindenkompost, Holzfasern und Perlit). Für die Biobetriebe wurde die gleiche Mischung mit organischer Aufdüngung realisiert. Vier Betriebe (1, 4, 8, 10) verwendeten eine kokosfaserfreie Mischung von Gramoflor (www.gramoflor.de) mit 40 % Torf, Holzfasern, Rindenumus, Grüngutkompost und Blähton (ab dem 2. Versuchsjahr wurde der Blähton durch Perlite ersetzt). Es ist wichtig zu betonen, dass die Betriebsgruppen diesbezüglich mit unterschiedlichen Voraussetzungen (Testsubstrat 40 % oder 0 %) in den Versuch

einstiegen. Es geht also nicht darum, die beiden Substrate einander gegenüber zu stellen, sondern diese exemplarisch unter Praxisbedingungen zu erproben und zu dokumentieren, wie die Betriebe im Vergleich mit ihrem betriebsüblichen Standardsubstrat zurechtkamen.

Die vorteilhafte, auf Saison 2018 leicht optimierte Substratzusammensetzung von Gramoflor wurde für den Sommerflor 2019 gleichbehalten.

Für die Sommerflorkulturen wurden die Betriebe mit dem 40 %-Torf-Substrat von Gramoflor ermutigt, Tests mit torffreiem Substrat durchzuführen. Dabei wurden sie begleitet.

Durchschnittlich verwendeten die zehn Versuchsbetriebe bisher Substrate mit 58 % Torf, in den entsprechenden Testsubstraten befand sich durchschnittlich 16 % Torf, dementsprechend resultierte eine absolute Torfreduktion von 44 Prozentpunkten (Tabelle 1).

Bei Projektende haben drei Betriebe (zwei davon Bio) komplett auf torffreie Produktion umgestellt, ein Betrieb (10) hat das Standardsubstrat von 100 Prozent Torf auf 70 Prozent reduziert und macht mittlerweile viele Kulturen erfolgreich torffrei. Der Torfgehalt in den Substraten ist also bei einigen Betrieben auch innerhalb des Versuches reduziert worden. Dies schmälerte zwar die Datenbasis, ist jedoch als solches sehr erfreulich und unter anderem auch dem Projekt als Erfolg zuzuschreiben.

Weiter wurden die Sätze mit dem Testsubstrat grösser angelegt und die Versuche auf weitere Kulturen, vornehmlich Sommerflor, ausgedehnt. Diese Entwicklung war jedoch nur möglich, weil die Betriebsleiter mit fachkundiger Beratung unterstützt wurden.

Tabelle 1: Versuchsbetriebe, Torfanteil im Standardsubstrat, getestete Substrate

Betrieb Nr	Kultur/en	Standard (% Torf)	Test-substrat	Bemerkungen
1	Petunia ^{(2017) (2018)} Viola	2017: 70 % 2018: 70 % 2019: 70 %	Gramoflor 40 %	
2	Calibrachoa ⁽²⁰¹⁷⁾ ⁽²⁰¹⁸⁾ Petunia	2017: 70 % 2018: 70 % 2019: kein	Ricoter torffrei	2019 nur torffreies Verfahren im Test
3	-	2017: 50 % 2018: 50 % 2019: -	Ricoter torffrei	2019 nicht teilgenommen
4	Petunia ^{(2017) (2018)}	2017: 70 % 2018: 70 % 2019: 70 %	Gramoflor 40 %	
5	Sommerflor Pelargonien	2017: 30 % 2018: 30 %	Ricoter torffrei	2019 komplett umgestellt auf torffrei

	Margriten ⁽²⁰¹⁷⁾ ⁽²⁰¹⁸⁾	2019: 0 %		
6	Passiflora	2017: 30 % 2018: 30 % 2019: 0 %	Ricoter torffrei	2019 komplett umgestellt auf torffrei
7	Zinnia ⁽²⁰¹⁷⁾ ⁽²⁰¹⁸⁾ Tabak Petunia	2017: 30 % 2018: 30 % 2019: 0 %	Ricoter torffrei	2019 komplett umgestellt auf torffrei
8	-	2017: 70 % 2018: 100 % 2019: -	Gramoflor 40 %	2019 nicht teilgenommen
9	Hängpelargonien ⁽²⁰¹⁷⁾ ⁽²⁰¹⁸⁾ aufrechte Pelargonien	2017: 60 % 2018: 60 % 2019: 60 %	Ricoter torffrei	
10	Begonia semperflorens ⁽²⁰¹⁷⁾ ⁽²⁰¹⁸⁾ Viola	2017: 100 % 2018: 100 % 2019: 70 %	Gramoflor 40 %	

Legende: ⁽²⁰¹⁷⁾ gleiche Kultur auch 2017 im Test, ⁽²⁰¹⁸⁾ gleiche Kultur auch 2018 im Test

Auswertung und Statistik

Da in diesem Praxisversuch unterschiedliche Zierpflanzenarten verwendet wurden, lassen sich die Substrate nur innerhalb des gleichen Betriebs vergleichen, daher wurden die Boniturergebnisse mit dem Wilcoxon Vorzeichen Rangtest bei einem Signifikanzniveau von 5 % getestet. Die Differenz der beiden Testsubstrate zum jeweiligen Standardsubstrat wurde mit dem paarweisen T-Test auf statistisch gesicherte Unterschiede hin geprüft.

Es ist wichtig zu verstehen, dass die innerbetrieblichen Vergleiche zwischen dem jeweiligen Standard- und dem Testsubstrat einer bestimmten Kultur Grundlage für die Beurteilung des Wirkungserfolgs waren. Die Wahlfreiheit jedes Betriebs bezüglich Substrat und Kultur wurde im Versuchsdesign prioritär behandelt, was die Datenbasis schmälerte und statistische Berechnungen einschränkte.

Projektteilnehmer im Austausch

Der Versuchsansatz zielte auf einen gewinnbringenden Austausch zwischen den vier am Projekt beteiligten Parteien. Information und Diskussion bewegen sich in alle Richtungen und bringen die einzelnen Parteien während der Projektdauer weiter (Abbildung 1). Die Ergebnisse dieses Austausches sind in Kapitel 4.7 beschrieben.

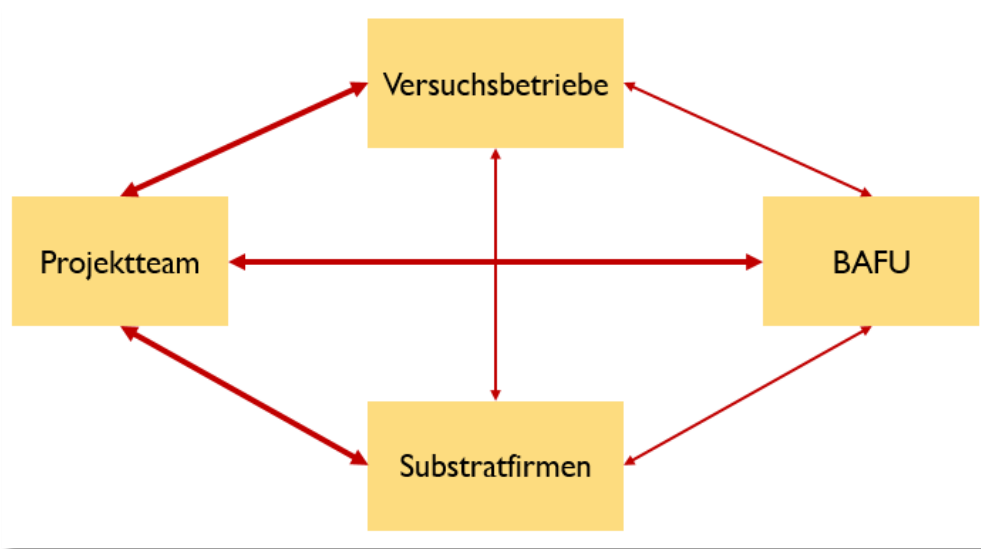


Abbildung 1: Versuchsansatz mit Austausch zwischen allen Parteien

4. Resultate und Diskussion

4.1 Substratanalysen

In Abhängigkeit von der Kulturzeit wurden in allen Jahren pro Betrieb zwei bis vier Substratanalysen entnommen und analysiert. Die Laborwerte gaben Aufschluss über pH, Salzgehalt (EC-Wert), Düngerversorgung und Hauptnährstoffe. Diese Werte spielen in der Kulturführung eine wichtige Rolle und sind im Glossar erklärt. Wie Abbildung 2 illustriert, befand sich der pH für die Standardsubstrate und die torfreduzierten Testsubstrate jeweils deutlich unter dem kritischen Wert von 7. Zwischen dem Standard- und dem Testverfahren gab es keine grossen systematischen Unterschiede. Wie bereits 2017 festgestellt wurde, konnten die Substratfirmen den pH-Wert besser einstellen, als in der Vergangenheit. Bei den Betrieben mit dem torffreien Ricotersubstrat war der pH 2019 höher. Während die pH-Werte in den torffreien Substraten meistens im günstigen Bereich unter pH 7 lagen, stieg der pH in sieben von 24 Proben (torffrei) auf über 7. In keinem der total 44 Proben sank der pH unter 5,5 ab. Zur Senkung des pH kann, falls möglich, auf weiches Giesswasser gewechselt werden. Herkömmlich produzierenden Betrieben steht auch die Wahl der Stickstoffquelle als Mittel zur Beeinflussung des pH zur Verfügung.

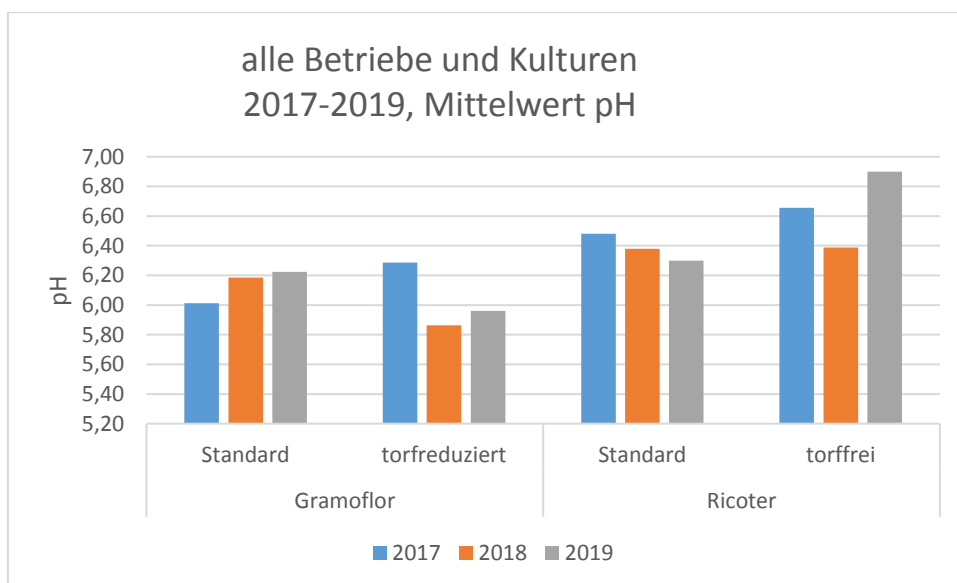


Abbildung 2: Durchschnittlicher pH bei den Testsubstraten von Gramoflor und Ricoter, sowie den entsprechenden Standardsubstraten in den Jahren 2017-2019 (Mittelwert pro Substrat)

Während die EC-Werte 2017 und 2018 bei den torffreien Ricotersubstraten generell höher lagen als bei den Gramoflorsubstraten mit 40 % Torf, wurden 2019 unter allen Verfahren ähnlich tiefe Werte im Bereich von 1mS/cm erreicht (Abbildung 3). Von allen Werten kam keiner nur annähernd an die kritische Schwelle von 2,5 mS/cm.

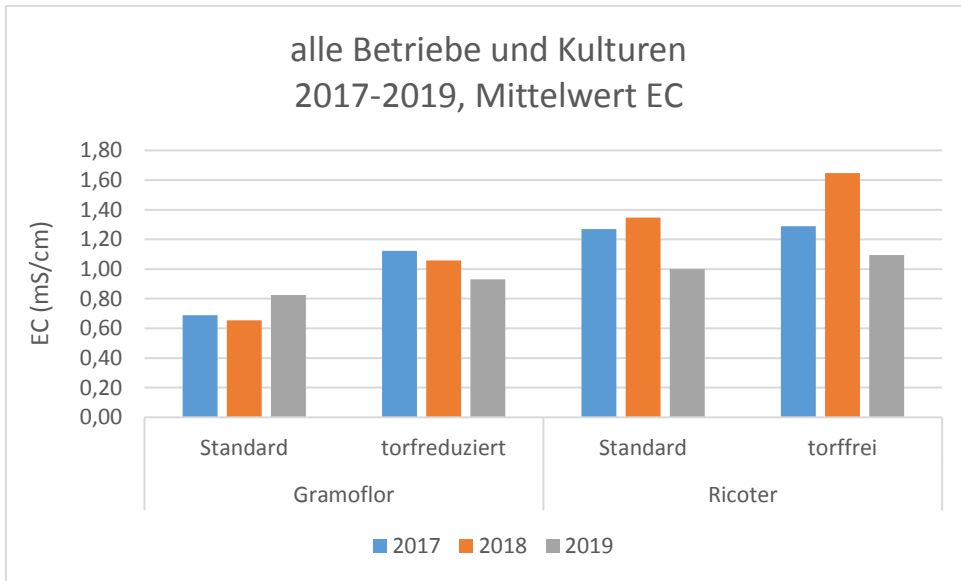


Abbildung 3: Durchschnittlicher EC-Wert bei den Testsubstraten von Gramoflor und Ricoter, sowie den entsprechenden Standardsubstraten in den Jahren 2017-2019 (Mittelwert pro Substrat)



Abbildung 4: Beurteilung der Wurzelentwicklung an Viola bei Betrieb 10. Topf links torffrei, Topf in der Mitte torf reduziert (40 Prozent Torf), Topf rechts Standardsubstrat (70 Prozent Torf).

Nachfolgende Grafiken zeigen Werte aus dem Versuchsjahr 2019 und zeigen exemplarisch Prozesse auf, die relevant sind in torf reduzierten Substraten.

Salzgehalte sind vor allem durch eine starke Stickstofffreisetzung bedingt. Sobald das Nitrat von der Kultur aufgenommen wird, senkt sich der Gehalt rasch wieder, wie im Beispiel von Petunien in Betrieb 4 deutlich wird (Abbildung 5). Die sinkende Tendenz im Kulturverlauf war zu den drei gleichen Messzeitpunkten in der gleichen Kultur auch beim pH zu beobachten (Abbildung 6) da bei der Stickstoffmineralisierung von Eiweissen über Ammonium zu Nitrat Protonen (H⁺) freigesetzt werden.

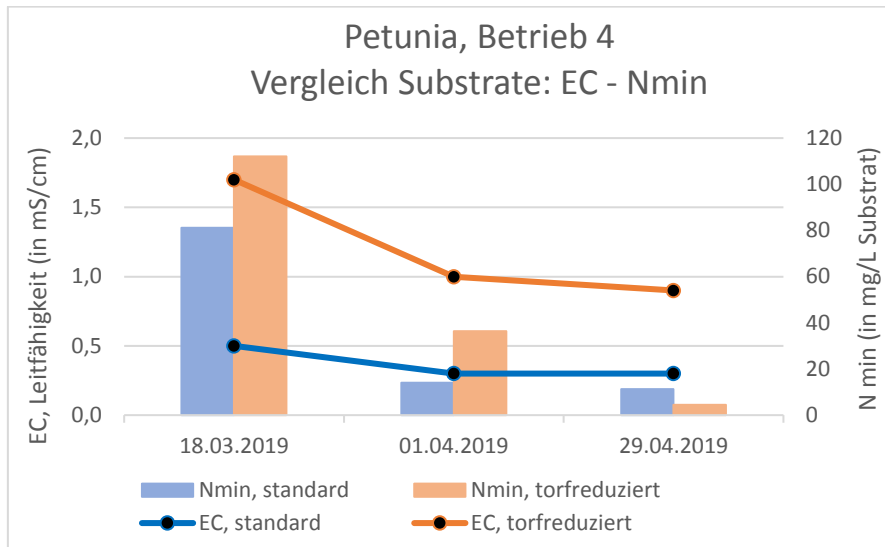


Abbildung 5: Entwicklung von EC und Nmin in Betrieb 4 bei Petunien

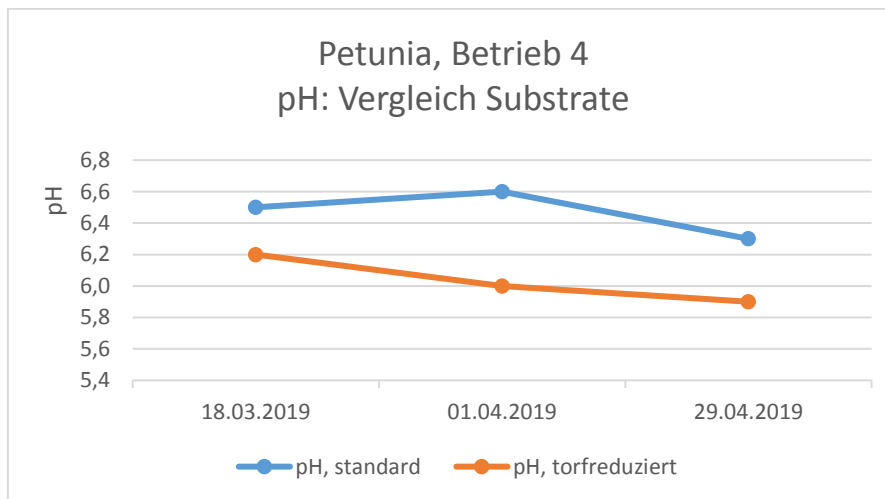


Abbildung 6: Entwicklung des pH in Betrieb 4 bei Petunien in Standard und Test (torf reduziert)

Der mineralisierte und somit pflanzenverfügbare Stickstoff (N_{min}), der entscheidende Nährstoff in der Kultur für das Massenwachstum, wird vor allem durch die Bevorratungsdüngung und die flüssige Nachdüngung zugeführt. Während die Grunddüngung die in den Substrat-Rohstoffen enthaltenen Nährstoffe für den Anfangsbedarf der Kulturen ergänzt, wird dem Substrat mit der Bevorratungsdüngung

ein Langzeitdünger beigemischt. Für das Pflanzenwachstum ist ein gleichzeitiges Angebot von Nitrat- und Ammoniumstickstoff vorteilhaft (Abbildung 7). Ammoniumstickstoff wird im Boden zu Nitratstickstoff umgesetzt und ist schwerer beweglich. Ein kurzzeitig zu hoher Anteil an Ammoniumstickstoff ist kein Problem. In den Passiflora von Betrieb 6 ist diese Umsetzungsdynamik schön zu sehen (Abbildung 8). Sind jedoch über längere Zeit grössere Mengen Ammoniumstickstoff vorhanden, können Fäulnisprozesse in Gang gesetzt werden und so Pflanzenwurzel schädigen.

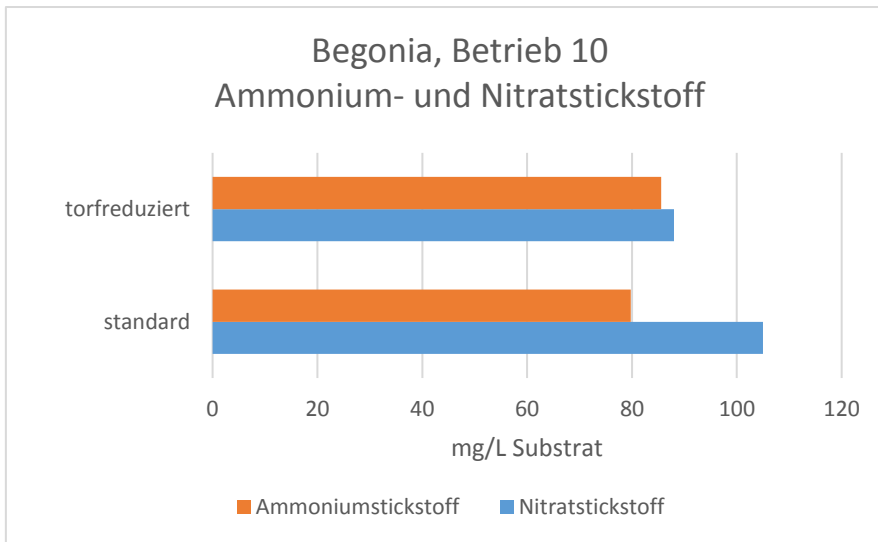


Abbildung 7: Ammonium- und Nitratstickstoff (in mg/L Substrat) in Betrieb 10 bei Begonien für das torfreduzierte Substrat (40 % Torf) und Standardsubstrat

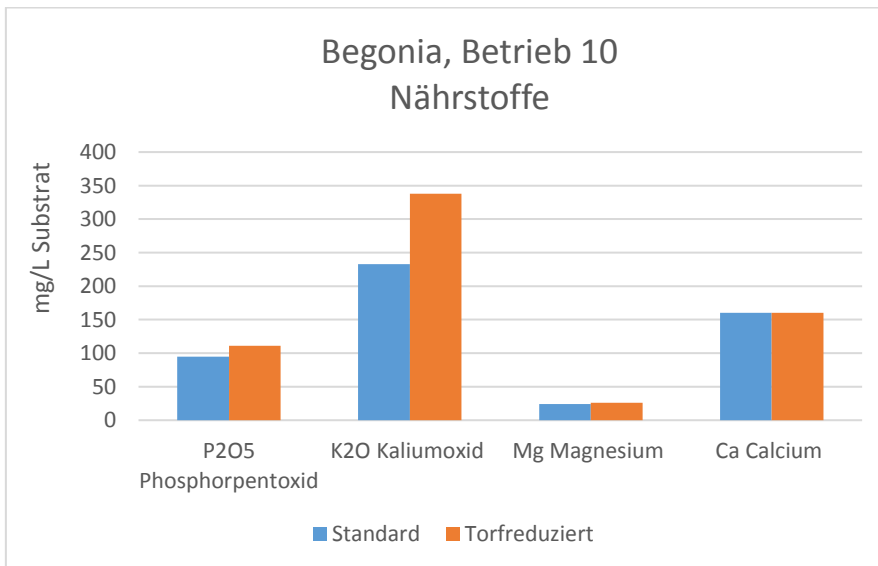


Abbildung 8: Ammonium- und Nitratstickstoff (in mg/L Substrat) in Betrieb 6 bei Passiflora für das torffreie Substrat

Der Phosphor- und Kaliumgehalt lag in allen Projektjahren häufig deutlich über den Empfehlungen von Jardin Suisse (bis zum 2fachen), hier sind die Substratzuschlagsstoffe die wesentlichen Nährstofflieferanten. Die Testsubstrate sind damit in der Regel besser versorgt als der Standard, was in diesen gut gepufferten Substraten jedoch zu keinen Problemen führt. Die Zuschlagstoffe Rindenkompost und Grüngutkompost liefern von

beiden Nährstoffen in der Regel genügend hohe Mengen, so dass auf eine Nachdüngung mit diesen Nährstoffen verzichtet werden kann. Messwerte der Hauptnährstoffe über dem Optimum bei guter Pflanzenentwicklung und -qualität hingegen sind ein klarer Hinweis, dass die Interpretation von torfreduzierten Kompostsubstraten angepasst werden muss, da bei diesen Substraten ein viel grösserer Anteil des Nährstoffbedarfs über die Grunddüngung abgedeckt wird.

Magnesium und Calcium werden insbesondere bei hartem Giesswasser genügend nachgeliefert. Trotzdem sank der Gehalt bei einzelnen Betrieben auch in 2019 auf tiefe Werte (Abbildung 9 und Abbildungen im Anhang). Eine Überwachung ist daher besonders wichtig, so dass bei Bedarf mit Kalkzusatz im Bewässerungswasser Gegensteuer gegeben werden kann.

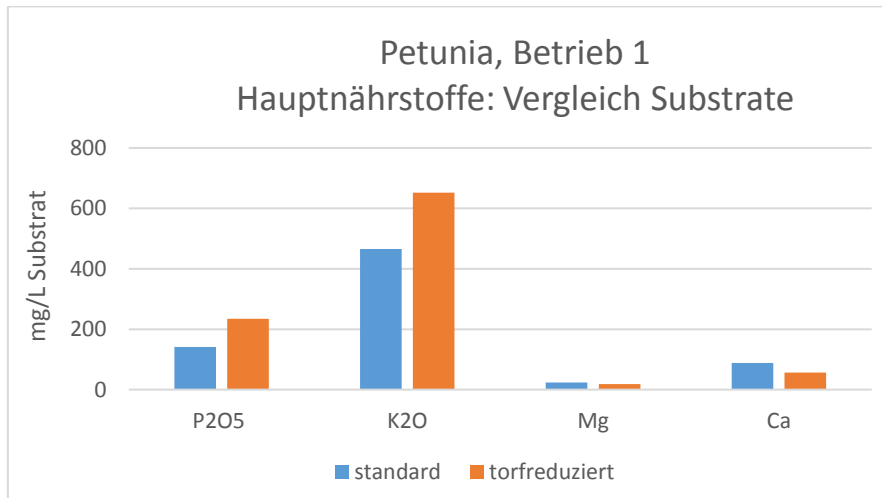


Abbildung 9: Hauptnährstoffe in Betrieb 1 bei Petunien in Standard und Test (torfreduziert)

Gegenüberstellung Messreihen unterschiedlicher Methoden

Die zusätzlichen, eigenen Messungen von Salzgehalt und pH im Jahr 2019 in Betrieb 9 bei Pelargonien im unfiltrierten Substrat werden in Abbildung 10 den Laborwerten gegenübergestellt. Die Übereinstimmung ist gering, einzig die Reaktion in Form von sinkenden EC-Werte nach dem Auswaschen ist plausibel und wird sowohl bei den eigenen Messungen als auch bei denjenigen, welche im Labor ausgewertet wurden, ersichtlich. Beim Auswaschen während einiger Minuten werden die Salze ausgespült. Änderungen des pH hängen stark vom Puffervermögen des Substrats ab. Wir empfehlen eigene Messungen vorzunehmen, insbesondere zum Aufspüren von Extremwerten. Wenn eine Person im Betrieb geschult wird und eigene Messungen regelmässig über längere Zeit macht, ist der Vergleich mit Labormessungen innerhalb einer Kultur sicher gewinnbringend.

Trotz teils sehr hohen Werten entstanden keine Schäden. Die Wurzeln sahen gesund aus, fast alle Pflanzen hatten satte Blattfarben. Allerdings hat es nur knapp gereicht, dass die Pelargonien zu Saisonbeginn die gewünschte Grösse erreichten und genügend Blüten offen hatten. Nebst dem späten Beginn der Düngung aufgrund der hohen EC-Werte, ist dies zu einem grossen Teil dem Wetter zuzuschreiben, denn der Frühling 2019 war

ausgesprochen kalt und nass. Gedüngt wurde ab Woche 10 einmal wöchentlich, zunächst mit 24/6/12 (N/P₂O₅/K₂O), also einem stickstoffbetonten Dünger, vor Verkauf mit 10/20/30. Mit dem Auswaschen bei überhöhten Salzgehalten steht der gärtnerischen Praxis eine Notmassnahme für grössere Kultursicherheit zur Verfügung. Diese Intervention erfolgte an den Testkulturen in Kulturwoche 3 und 7.

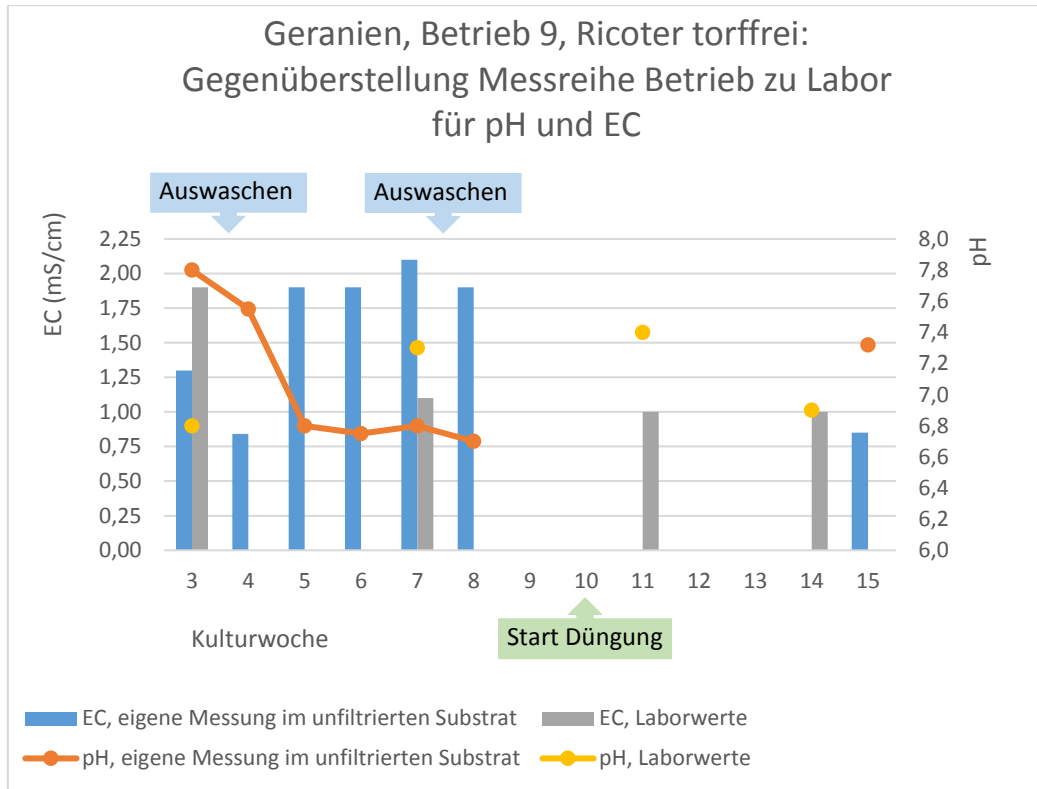


Abbildung 10: Geranien, Betrieb 9, Ricoter torffrei. Gegenüberstellung von Messreihe Betrieb zu Labor, für pH und EC

4.2 Messungen direkt im Topf

Da torfgeduzierte/torffreie Substrate die Produktion vor komplett neue Herausforderungen stellen, sind begleitende Messungen unabdingbar.

Betriebe können zum Aufspüren von Extremwerten mittels Schnellmessmethoden einige für den Kulturerfolg entscheidende Parameter selbstständig an ihren Kulturen erheben. Die wichtigsten Parameter sind der Salzgehalt (EC-Wert oder AM-Wert), der saure oder basische Charakter einer Lösung (pH) sowie Einzel Nährstoffe (insbesondere Stickstoff, Phosphat, Kalium und Magnesium), siehe Glossar. Während diese Messwerte periodisch im Betrieb erhoben oder die Substratproben als Verlaufskontrolle zur Bestimmung an ein Labor geschickt werden sollten, geschieht die Prüfung der Substratfeuchte täglich. Schnelltestmethoden laufen idealerweise parallel zu den bewährten Laboruntersuchungen.

Salzgehaltsmessungen im Substrat und in der wässrigen Lösung

Im Betrieb 6 wurden an Passiflora-Ampeln nebst den EC Laborwerten, mit einem AMS-Einstichgerät auch Daten direkt im Substrat erhoben. Während mit der Bestimmung des EC-Werts die Leitfähigkeit erst im Labor ausgewertet wurde, stellten die Betriebe mit der Aktivitätsmessung den Salzgehalt direkt im Substrat fest. Diese grobe Schnelltestmethode stellt die zeitliche Dynamik gut dar und unterstützt in der Kultursteuerung dank Messwerten, welche direkt via Internet verfolgbar sind.

Die Aktivitätsmessung gibt nur einen ungefähren Eindruck zur Nährstoffversorgung im Substrat. Eine Schwierigkeit der Aktivitätsmessung ist die Abhängigkeit des angezeigten Messwerts zur Substratfeuchte, -dichte und -temperatur. Während bei sehr trockenem Boden keine Aktivität gemessen wird, weil die Ionen nicht frei beweglich sind, stellt sich bei sehr nassem Boden ein Verdünnungseffekt ein. Moderne Geräte sind heute fähig, diese Bodeneigenschaften zu berücksichtigen. Zudem wurde bei der Messung darauf geachtet, die Angaben des Herstellers zu befolgen.

Wie man in Abbildung 11 erkennt, ist die Übereinstimmung der Aktivitätsmessung zum Salzgehalt der Standard-Laboranalyse recht gut. Eine klare Aussage kann jedoch wegen der wenigen Messungen nicht gemacht werden. Die Grafik illustriert, dass unterschiedliche Messmethoden eigene Masseinheiten, Skalen und Optimumbereiche aufweisen. Der Salzgehalt mit EC-Messung steigt gegen Kulturmitte moderat an und befindet sich während der gesamten Kulturdauer im Optimumbereich zwischen 0,5 und 1,1. Der Salzgehalt der Aktivitätsmessung (AM-Wert) zeigt zwar gegenteilige Tendenz und fällt gegen Kulturrende ab, befindet sich jedoch ebenfalls im Optimumbereich.

Passiflora (Passionsblumen) gelten als mässig empfindlich gegen zu hohe Salzgehalte, daher ist eine Kulturüberwachung bei torfreduzierten oder torffreien Substraten besonders wertvoll. Die unterschiedlichen Optimumbereiche verschiedener Kulturen liegen den Packungen der Messgeräte bei.

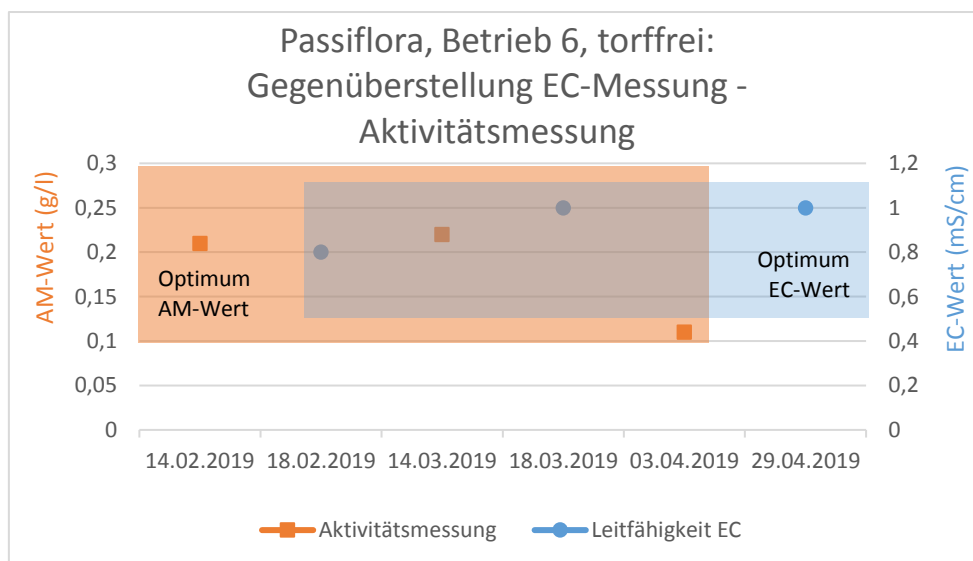


Abbildung 11: Gegenüberstellung von Aktivitätsmessung direkt im Topf und EC (Laborwerte) für Passiflora-Ampeln in Betrieb 6 mit torffreiem Testsubstrat. Optimum EC-Wert: 0,5-1,1 (Angaben Jardin Suisse), Optimum AM-Wert: 0,1-0,3 (Angaben für mässig empfindliche Pflanzen)

4.3 Bonitur zum Verkaufszeitpunkt

Bei Erreichen der Verkaufsgrösse wurden je 20 Pflanzen pro Substrat auf die relevanten Merkmale Gesamteindruck, Verzweigung des Sprosses, Blattfarbe, Durchwurzelung des Substrates und Anzahl Blüten bonitiert (1 = gering bis 6 = sehr ausgeprägt).

Qualitative Einschätzung der Verkaufsqualität

Zur Veranschaulichung wurden die qualitativen Einschätzungen zu diesen Merkmalen in Abbildung 12 gemäss Legende eingefärbt. Grundsätzlich zeigt sich ein zufriedenstellendes Resultat. Offensichtlich wurde bei Petunien (Betriebe 1 und 4, beide torfreduziert GF40) und bei Pelargonien (Betrieb 9, torffrei) eine sehr gute Qualität erreicht. Betrieb 9 erzielte sogar gleiche bis leicht bessere Resultate in der torffreien Testkultur gegenüber dem Standard (60 % Torf). Die Torfreduktion scheint sich in den Merkmalen Blattfarbe (etwas hell) sowie Grösse und Verzweigung am ehesten auszuwirken. Die schlechten Bewertungen in Betrieb 2 sind damit zu erklären, dass der Produzent zusammen mit dem Berater bewusst eine schwierige Versuchskultur (Calibrachoa) ausgesucht hat. Andere Arten, welche in Betrieb 2 auch torffrei produziert wurden, sind sehr schön gediehen.

Code Betrieb	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 4	Betrieb 5	Betrieb 6	Betrieb 7	Betrieb 9	Betrieb 10
Kultur	Petunien	Calibrachoa 10.5	Petunien 13cm in Sätzen	Margriten	Passiflora	Zinnia	Pelargonien 13 verschiedene Sorten	Begonien
Gesamteindruck	gute kompakte Ware	teils nicht verkaufbar aufgrund Blattfarbe	sehr gute Qualität	gut	sehr gut	gut	gut bei allen	Qualität gut
Verzweigung	gut	okay (vorher regnerisch und kalt)	sehr gut	gut	ok	gut (Stiele und Blätter etwas fein)	kein Unterschied	gut
Wurzeln	super	gut	sehr gut	gut	gut	gut	leicht mehr Wurzeln in torffrei	in torffrei weniger gut verteilt
Blattfarbe	super	schlecht (Aufhellung, rötliche Randpartien)	gut	etwas hell	je nach Sorte etwas hell	ganz wenig hell	kein Unterschied	gut
Blüten	sehr gleichmässig	mässig	früh	gut	gut	gut	kein Unterschied	gut
Grösse	kompakte Junge Ware	gut	ideal	etwas eng gestanden	je nach Sorte etwas schwächer wachsend	gut	ideal	Standard 100% Torf etwas grösser als torffrei

Abbildung 12: Qualitative Rückmeldungen der torffreien/torfreduzierten Substrate im Vergleich zum Standardsubstrat bei der Einschätzung einzelner Pflanzenmerkmale (aus Gespräch zwischen Berater und Produktionsleiter, eingefärbt nach zugehöriger Legende)

Legende
etwas besser
sehr gut
gut
mässig
schlecht
etwas schlechter
kein Unterschied

Nebst den Boniturnoten für Verkaufsqualität sind weitere Kriterien wie allfällig zuvor erfolgte Totalausfälle oder eine kurze Kulturdauer für den wirtschaftlichen Erfolg entscheidend (Tabelle 2). Es zeigt sich, dass drei Jahre bis zum Gelingen durchaus nötig sind. An schwierige Kulturen sollte man sich erst wagen, wenn bereits Erfahrungen vorliegen.

Tabelle 2: Kriterien mit Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg einer Kultur in torffreien Substraten

	Totalausfälle	Verkaufsqualität	Kulturdauer
2017	einige	teilweise ungenügend	teilweise massiv zu lange
2018	keine	akzeptabel bis sehr gut	wenige Testpflanzen erreichen Verkaufsfähigkeit verspätet
2019	einzelne Pflanzen bei einer schwierigen Kultur	zufriedenstellend bis sehr gut	im Rahmen

Bonitur Einzelmerkmale (Standard vs. Test)

Ausgewählte Kulturen aus den Bonituren der Einzelmerkmale werden in Abbildung 13 und Abbildung 14 zum Produktionsjahr 2019 grafisch dargestellt. Den Vergleich über alle Projektjahre für die Bonitur des Gesamteindrucks zeigen Abbildung 16 und Abbildung 17 sowie die Tabelle 3.

Von den sechs Betrieben mit Ricotersubstrat konnte 2019 nur auf dem Betrieb 9 Daten für das Standardverfahren bonitiert werden. Ein Betrieb hat nicht teilgenommen, einer hat nur das Testsubstrat bonitiert, drei haben den Torfausstieg gewagt. Abbildung 13 illustriert die hohen Boniturwerte, auch mit den Testsubstraten.

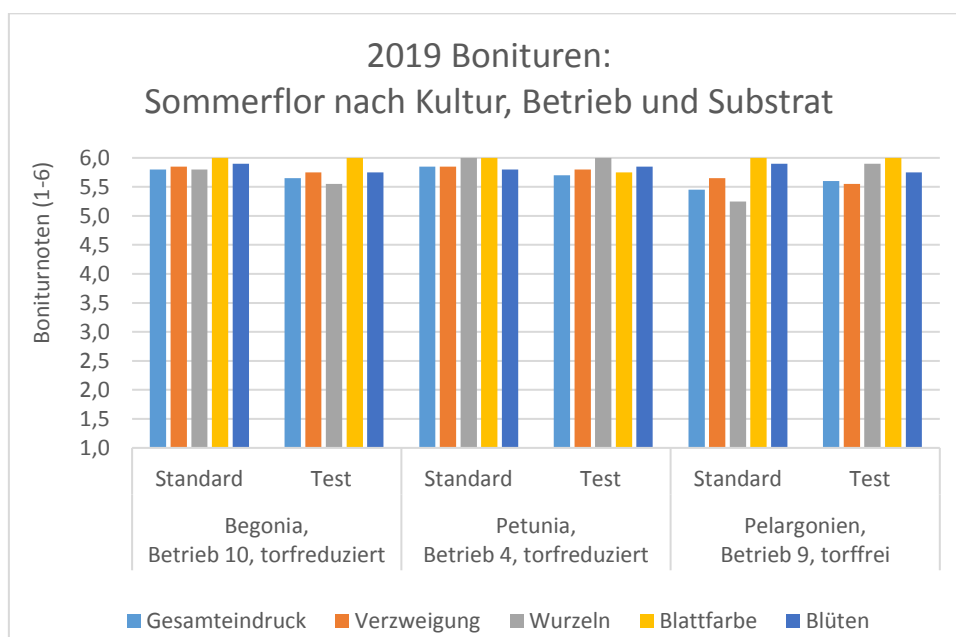


Abbildung 13: Boniturnoten Pflanzenmerkmale. Vergleich Standard- vs. Testsubstrate für drei Versuchsbetriebe an drei Sommerflorkulturen, davon Betrieb 9 torffrei

Im dritten Versuchsjahr 2019 wurden neu Frühjahrsblüher als Versuchskultur ausprobiert, dies in Betrieb 1 und 10. Die Erfolge in den beiden Betrieben waren auch im Testsubstrat gross (Abbildung 14).

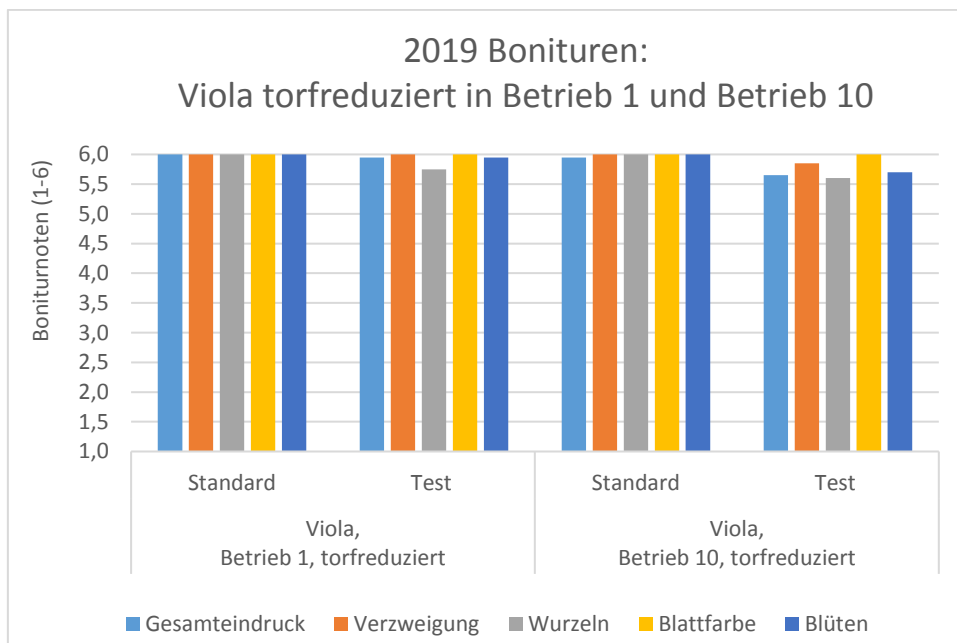


Abbildung 14: Boniturnoten Pflanzenmerkmale. Vergleich Viola im torf reduzierten oder im Standardsubstrat in Betrieb 1 und 10

Bonitur Einzelmerkmale (torffrei vs. torf reduziert)

In Abbildung 15 sind die Noten für Gesamteindruck und Einzelmerkmale (Verzweigung, Wurzeln, Blattfarbe, Blüten) für ausgewählte Kulturen der Produktion 2019 dargestellt und erlauben den Vergleich zwischen torffreien und torf reduzierten Testsubstraten für fünf Versuchsbetriebe mit fünf verschiedenen Kulturen. Es ist anzumerken, dass die Noten für die Einzelmerkmale, insbesondere in den torffreien Substraten höher sind, als die Note für den Gesamteindruck.

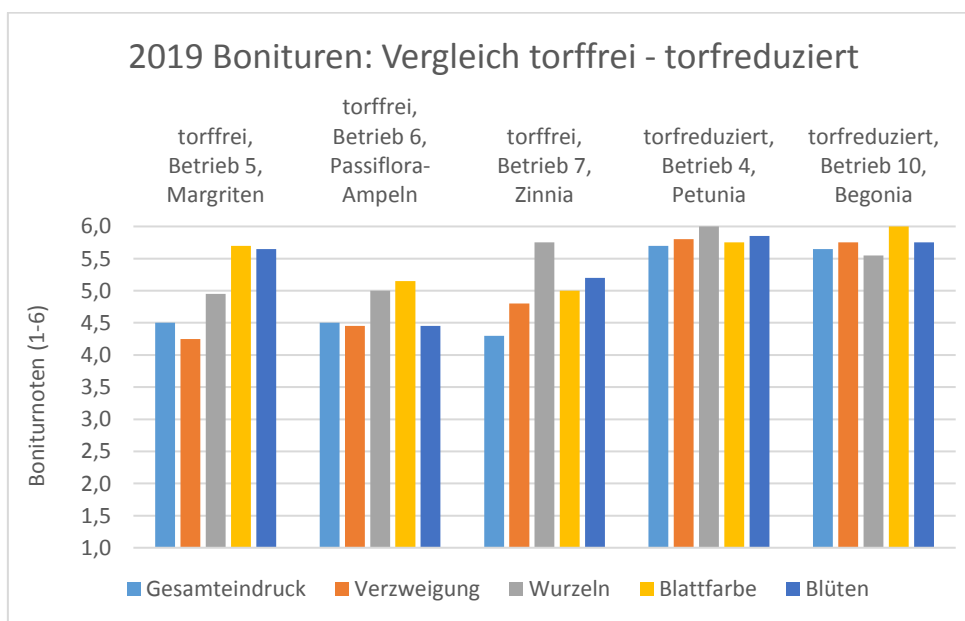


Abbildung 15: Boniturnoten Pflanzenmerkmale im torffreien und torf reduzierten Testsubstrat für fünf Versuchsbetriebe mit verschiedenen Sommerflorkulturen

Bonitur Gesamteindruck

Die vier Betriebe aus der Gruppe mit dem Gramoflor-Testsubstrat bewegten sich in der Boniturnote Gesamteindruck in allen Projektjahren mit dem Testsubstrat zwischen Note 5,5 und 5,8 (Abbildung 16). Diese Noten reichen nahezu an die schon sehr hohen Noten der jeweiligen Standardsubstrate heran.

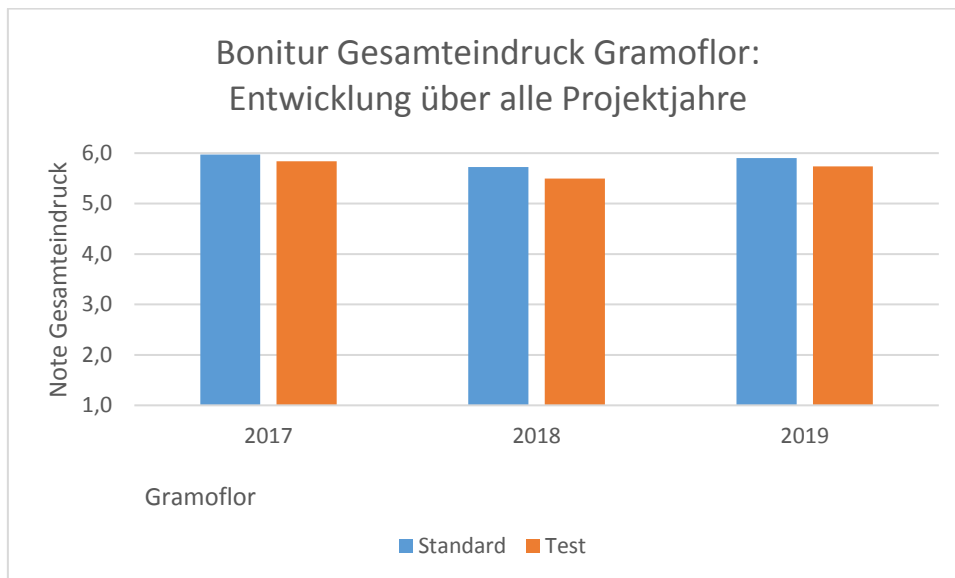


Abbildung 16: Bonitur Note Gesamteindruck Gramoflor: Entwicklung über alle Projektjahre

Die Betriebe aus der Gruppe mit dem Ricoter-Testsubstrat bewegten sich in der Boniturnote Gesamteindruck in allen Projektjahren mit dem Testsubstrat zwischen Note 4,1 und 5 (Abbildung 17). Trotz relativ tiefen Boniturnoten war eine hohe Akzeptanz und Wille zum Weitermachen vorhanden und die Betriebe benötigen weiterhin enge Unterstützung. Bereits im zweiten Projektjahr erreichten die Ricoterbetriebe mit dem Testsubstrat eine höhere Note als im Jahr zuvor mit dem Standardsubstrat, was sehr motivierend war und zu mehr anspornte. In dieser Auswertung zu berücksichtigen ist, dass vor allem kleinere bis mittlere Betriebe mit Ricoter arbeiten. Im 2019 war die Datenbasis im Standardsubstrat zu schmal. Mit dem torffreien Teststusubstrat konnte die Boniturnote Gesamteindruck in diesen Betrieben gegenüber dem ersten Versuchsjahr um 0,8 im 2018 und um knapp 0,5 im 2019 gesteigert werden.

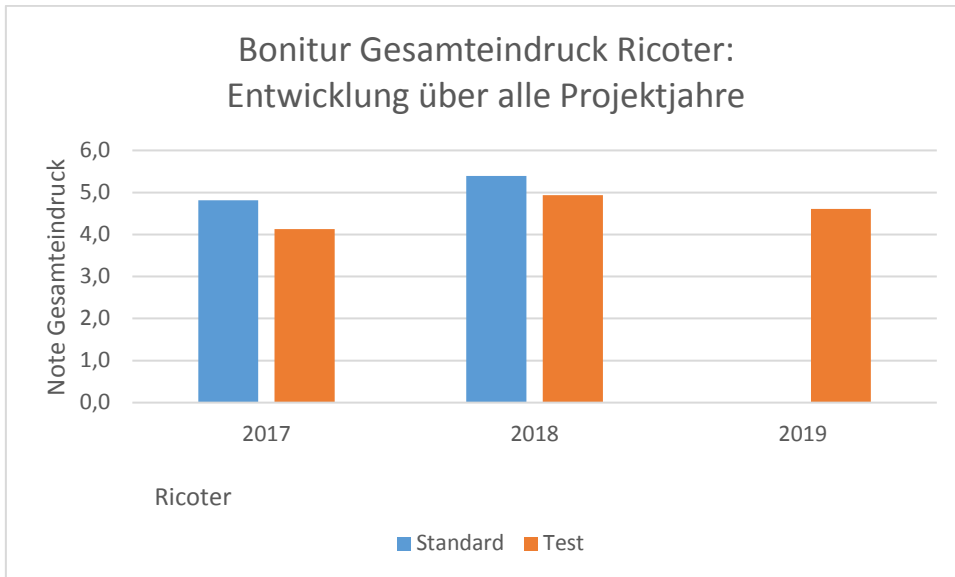


Abbildung 17: Bonitur Note Gesamteindruck Ricoter: Entwicklung über alle Projektjahre (für 2019 zu geringe Datenbasis für Standardsubstrat)

Die Zahlen in Tabelle 3 verdeutlichen, dass der Standard gegenüber den torffreien Substraten deutlich besser abschnitt, sich der Abstand mit der Erfahrung jedoch verringerte. 2017 war der Standard noch um 14,2 Prozent besser als das torffreie Testsubstrat, 2018 nur noch um 8,5 Prozent. Zu beachten ist, dass die Datenbasis für Ricoter für 2019 zu schmal war. Betrieb 9 erzielte 2019 mit torffreiem Substrat sogar eine leicht bessere Bewertung als mit Standardsubstrat.

Tabelle 3: Unterschiede in der Boniturnote des Gesamteindrucks zwischen Standard und dem jeweiligen Testsubstrat Gramoflor (40 % Torf) oder Ricoter (0 % Torf). Frage: „Um wie viel Prozent schneidet das Standardsubstrat im Gesamteindruck besser ab als das Testsubstrat?“

Standard um wie viel besser als Test?	2017	2018	2019
Gramoflor (40 %)	2,3%	4,0%	2,8%
Ricoter (0 %)	14,2% *	8,5% *	(-2,8% **)

*Datenbasis sind sechs Betriebe

**Datenbasis nur Betrieb 9: Standard ist um 2.8% schlechter als Test

Paarweiser Vergleich

Mit dem paarweisen Vergleich wurden für den Gesamteindruck sowie die einzelnen Boniturmerkmale jeweils die Noten des Standard- und Testsubstrats miteinander verglichen. Der gepaarte T-Test für 2019 zeigt, dass nur die Verzweigung signifikant verschieden ist.

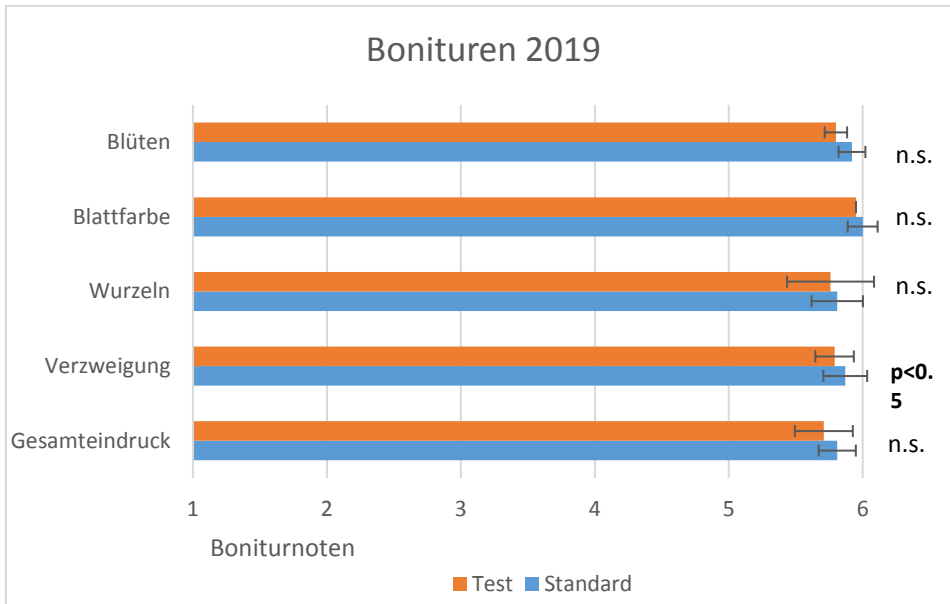


Abbildung 18: Paarweiser Vergleich der Boniturnoten 2019 für den Gesamteindruck sowie die einzelnen Pflanzenmerkmale zwischen dem jeweiligen Standard- und Testsubstrat bei verschiedenen Kulturen, * gepaarter T-Test, zweiseitig, alpha = 0.05

Wilcoxon Rangtest

Beim Gesamteindruck im Jahr 2017 wurden die Pflanzen aus dem Testsubstrat in einem Fall gleich gut, in zwei Fällen leicht besser und in einem Fall besser eingeschätzt. In je drei Fällen war das Standardsubstrat leicht besser oder deutlich besser als das Testsubstrat.

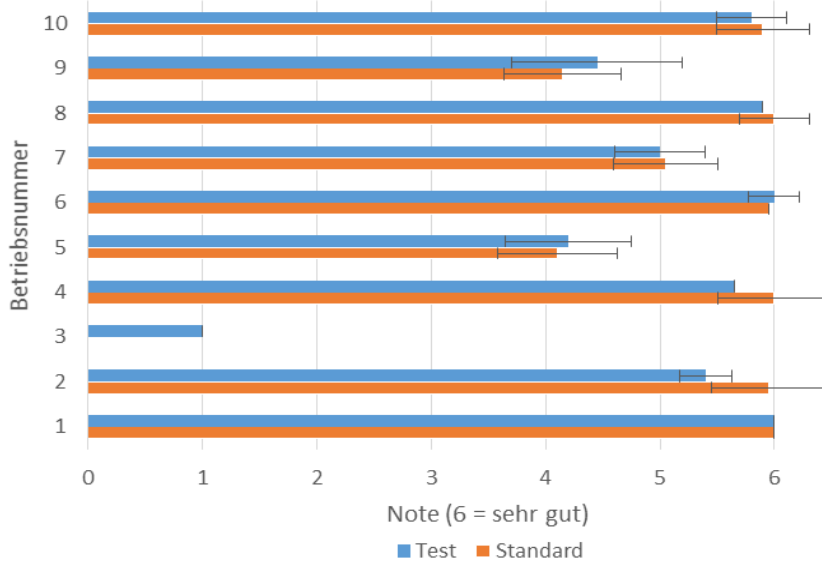


Abbildung 19: Gesamteindruck (Note 1 bis 6; 6 = sehr gut) der Pflanzen zum Verkaufszeitpunkt im Versuchsjahr 1, 2017 (Wilcoxon Vorzeichen Rangtest nicht signifikant, alpha = 0.05)

4.4 Beobachtungen beim Topfen und während der Kultur

Projektjahr 1, 2017

Bei Betrieben mit leistungsfähigen, präzisen Topfmaschinen wurden mit mineralischen Zuschlagstoffen wie Bims oder gebrochenem Blähton Probleme beim Topfen beobachtet. Einerseits wurden die Töpfe mit einigen Maschinen zu wenig regelmässig gefüllt, andererseits werden erhöhte Abnutzungen an empfindlichen Teilen erwartet.

Die regelmässige Wasserversorgung erwies sich in diesem Jahr nicht als grosses Problem, wobei die schlechteren Wurzeln bei einigen Betrieben auf Trocken- oder Vernässungsphasen im Testsubstrat hindeuten. Besonders bei den torffreien Substraten in der Hauptwachstumsphase wurde ein erhöhter Stickstoffbedarf beobachtet.

Einige Betriebe verzeichneten eine leichte bis deutlich längere Kulturzeit. Dies führt einerseits zu direkten höheren Kulturkosten, häufig verstärkten Pflanzenschutzproblemen und Folgekosten, da die Pflanzen nicht zum erwarteten Zeitpunkt verkauft werden können und der Platz für die Folgekultur fehlt.

Projektjahr 2, 2018

Die Anpassungen der Substratmischung, z.B. der Ersatz von Bims durch Perlit, auf die Saison 2018, haben sich bewährt. Die Substrate konnten weitgehend problemlos in der Topfmaschine verarbeitet werden. Perlit beschädigt die Topfmaschinen weniger.

Bei den beiden Biobetrieben wuchsen die Pflanzen im torffreien Substrat etwas feiner, während sie im Substrat mit 30 % Torf etwas kräftiger ausfielen. Beide Betriebe waren mit dem torffreien Substrat so zufrieden, dass bereits vor der Saison ein Wechsel auf dieses Substrat für das Gros der Sommerflorproduktion erfolgte.

Vor allem zwei Betriebe haben im torffreien Substrat kurzzeitig sehr hohe EC-Werte verzeichnet. Im einen Betrieb haben die Pflanzenwurzeln das Substrat schon genügend stark durchdrungen, so dass der kurzzeitig hohe Wert kein Einfluss auf das Wachstum hatte. Der Salzgehalt war vor allem durch eine starke Stickstofffreisetzung bedingt. Da das Nitrat rasch von der Kultur aufgenommen wird, senkt sich der Gehalt auch schnell wieder. Im zweiten Fall wurde das Salz ausgewaschen.

In einem Fall mit Platycodon konnte bei torf reduzierten Substraten der Bedarf an Stauchungsmittel reduziert werden.

Projektjahr 3, 2019

Die Beobachtungen im letzten Versuchsjahr sind an verschiedenen Stellen dieses Berichts eingeflossen und in Vergleich zu den Vorjahren gesetzt worden.

4.5 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde beispielhaft an zwei häufigen Kulturen durchgespielt. Im Unterschied zu den Pelargonien konnten für die Petunien als späte Kurzkultur Kalthauskosten statt Warmhauskosten berechnet werden. Der etwas höhere Substratbedarf im grösseren Topf bei Geranien, aber insbesondere die längere Kulturdauer und die viel höheren Energiekosten machen Geranien dreimal teurer als Petunien.

Die Kosten für Dünger, Pflanzenschutzmittel und Nützlinge unterscheiden sich für die drei Substratvarianten kaum. Wie aus Tabelle 4 ersichtlich wird, fallen die unterschiedlichen Substratkosten leicht ins Gewicht. Bei einer Stückzahl von 5000 erhöhen sich die Substratkosten von Torffrei gegenüber 100% Torf bei Petunien um 1,1 Rappen, bei Geranien um 2 Rappen. Als weitere Kostenfaktoren gelten die etwas längere Kulturdauer sowie das erhöhte Ausfallrisiko bei torfgeduzierten/-freien Substraten (Annahme Ausfallquoten: torffrei → 10%, torfgeduziert → 7%, 100% Torf → 5%). Nicht in die Berechnung mit einbezogen wurden die höheren Transportkosten aufgrund des höheren Gewichts von Torfersatzkomponenten.

Tabelle 4: Preiskalkulation von Petunien (Kurzkultur) und Geranien bei unterschiedlichen Torfgehalten (in CHF pro 5000 Stück)

	Petunie (10,5er Topf Kurzkultur)			Geranie (13er Topf)		
	Petunie Variante 1 (torffrei)	Petunie Variante 2 (torfgeduziert)	Petunie Variante 3 (100% Torf)	Geranie Variante 1 (torffrei)	Geranie Variante 2 (torfgeduziert)	Geranie Variante 3 (100% Torf)
Kulturrkosten: Vollkostensatz Stückzahl: 5000						
Erde (GF), torffrei	230			419		
Erde (GF40), torfgeduziert		195			355	
Erde (100% Torf)			176			320
Jungpflanzen, Steckling	1750	1750	1750	1750	1750	1750
Töpfe	250	250	250	300	300	300
Dünger, N	31	31	40	46	46	60
PSM und Nützlinge	20	20	20	20	20	20
Gewächshaus (Kalt-/Temperierthaus)	633	633	600	4500	4500	4230
Gemeinkostenzuschlag (33%)	209	209	198	1485	1485	1396
Summe Herstellkosten	3123	3088	3034	8520	8456	8076
Verkaufskosten	781	772	759	2130	2114	2019
Produktionskosten	3904	3860	3793	10649	10570	10095
Gewinn Risiko 5%	195	193	190	532	529	505
Kalkulierter Preis	4099	4053	3982	11182	11099	10600
Kalkulierter Preis pro Stück	0,91	0,87	0,84	2,48	2,39	2,23

In der Gesamtrechnung indes zeigt sich, dass beträchtliche Preisunterschiede entstehen. Zwischen den Varianten mit je unterschiedlich hohem Torfanteil wird klar: Je tiefer der Torfanteil, desto höher der Preis (Tabelle 5). So kommt beispielsweise die Produktion eines Geraniums im torffreien 13er Topf um 11 Prozent teurer gegenüber der Variante 100% Torf. Obige Berechnungen wurden von verschiedenen Produzenten anlässlich des Abschlussworkshops als realistisch eingeschätzt. Weitere Punkte hierzu im Kapitel 4.7.

Tabelle 5: Preisunterschiede des Endproduktes bei Produktion mit unterschiedlichen Torfgehalten (auf Basis des kalkulierten Preises pro Topf) für Petunien und Geranien

Kalkulierter Preis pro Stück	Petunie (10,5er Topf Kurzkultur)	Geranie (13er Topf)
Torfreduziert (40% Torf) vs. 100% Torf	plus 4%	plus 7%
Torffrei vs. 100% Torf	plus 8,5%	plus 11%
Torffrei vs. Torfreduziert (40% Torf)	plus 4,5%	plus 4%

Es ist zu beachten, dass sich die Berechnung für die Substratpreise auf Angaben eines einzigen Herstellers bezieht. Wie Tabelle 6 zeigt, ist ein torffreies Substrat um 30 Prozent teurer als eines mit 100% Torf des gleichen Herstellers. Mehrere Betriebsleiter berichten, dass ihr spezifisch auf die Bedürfnisse ihres Betriebs zugeschnittenes, torffreies Biosubstrat bis doppelt so teuer sei, wie das günstigste torfhaltige Standardsubstrat. Das zeigt etwa die Spannbreite auf.

Tabelle 6: Vergleich von Preisunterschieden bei Substraten mit unterschiedlichem Torfgehalt des gleichen Herstellers

Verhältnis von Substratkosten (Angaben der Firma Gramoflor)
Torfreduziert (GF40) ist 11 Prozent teurer als 100% Torf (GF100)
Torffrei (GF0) ist 30 Prozent teurer als 100% Torf (GF100)
Torffrei (GF0) ist 18 Prozent teurer als Torfreduziert (GF40)

Mehrkosten als ein Hindernis in der Torfreduktion

Nebst anbautechnischen Herausforderungen sind die Mehrkosten das grösste Hindernis in der Torfreduktion. Ein entscheidendes Problem für Schweizer Gärtnereien ist der Preisdruck auf dem freien Markt und die Konkurrenz aus dem Ausland. Im Unterschied zur Landwirtschaft und zu Gartenbaubetrieben im Ausland ist der Schweizer Gartenbau nicht gestützt durch Direktzahlungen. (Im Ausland gibt es teilweise sogar Investitionshilfen, Gasverbilligungen etc.) Auch kann der Mehrpreis der Produktion nicht weitergegeben werden und die Marge der Produzenten ist schon sehr tief.

Es ist wichtig zu verstehen, dass Gärtner die Mehrkosten der Produktion nicht alleine schultern können. Die Preisbildung eines Endprodukts spielt sich im Rappenbereich ab, wie aus Gesprächen mit am Versuch teilnehmenden Produzenten klar wurde.

4.6 Betriebsanpassungen während des Projektverlaufs

Im dritten Versuchsjahr haben zwei Betriebe nicht mehr teilgenommen. Gründe waren die Fokussierung auf die Reduktion von Pflanzenschutzmitteln sowie die Weiterverfolgung eigener Torfreduktionsmassnahmen ausserhalb der Versuchsbedingungen.

Demgegenüber standen in Bezug auf Torfreduktionsmassnahmen positive Veränderungen bei 5 (von 10) Betrieben!

- Ein grosser Betrieb (10) hat das Standardsubstrat von 100 Prozent Torf auf 70 Prozent reduziert. Seine Starkkulturen wie Viola gelangen im Standardsubstrat (2019: 70 %) nahezu perfekt. Die Boniturnoten im Testsubstrat (GF 40 %) kamen jedoch sehr nahe an die Bestwerte heran. Mittlerweile produziert der Betrieb, auch aufgrund der Nachfrage, sogar einige Kulturen torffrei.
- Drei kleinere und mittlere Betriebe (5, 6, 7), zwei davon Bio, waren bereits im zweiten Jahr so zufrieden mit der Pflanzenqualität, dass sie mittlerweile definitiv auf torffreie Produktion umgestiegen sind. Nebst Vorgaben ist auch die Eigenmotivation sehr hoch.
- Ein Betrieb (9) hat die torffreie Produktion an einer für ihn sehr wichtigen Kultur (Pelargonien) soweit perfektioniert, dass die Schlussbonitur für die Testkulturen mit Ricoter torffrei sogar um 2,8 Prozent besser ausfiel, als für diese mit Standardsubstrat (60% Torf). Dieser Betrieb überwachte die Kulturen parallel zu den Substratprobenahmen des Beraters mit eigenen Messungen (pH, EC). Ein Torfausstieg wird ins Auge gefasst.

Torfreduktion seit Projektbeginn

Der durchschnittliche Torfgehalt im Standardsubstrat der Betriebe betrug bei Versuchsbeginn 2017 58 Prozent (10 Betriebe). Zwei Betriebe (3, 8) hatten 2019 nicht teilgenommen, ein Betrieb (2) hatte nur das Testsubstrat im Versuch. Unter der Annahme, dass diese drei Betriebe mit den gleichen Standardsubstraten weiterproduzieren, kann über alle Betriebe gesehen folgende Bilanz gezogen werden: Der durchschnittliche Torfgehalt im Standardsubstrat bei Versuchsende 2019 ist 46 Prozent, es erfolgte eine absolute Reduktion von 12 Prozentpunkten und eine relative Reduktion um 26 Prozent!

4.7 Diskussion mit Praxis und Branchenvertretern

2019 fanden wie in den Jahren davor nebst bilateralen Treffen ein Betriebsbesuch und der Workshop mit den Produktionsleitern statt. Weiter wurden Ende 2019 die Projektergebnisse anlässlich eines Erfahrungsaustausches mit Bioterra-Mitgliedern vorgestellt und diskutiert sowie am Kurs „Neu im Biozierpflanzenbau?“ für Knospe-Umstellbetriebe vom 20.11.2019 mit 30 Teilnehmern am FiBL präsentiert.

Schriftliche Disseminationsaktivitäten Projekt

- Projektberichte 2017, 2018, 2019
- g'plus: 1/2018, 24/2018, 09/2019 (3 Artikel), 10/2019, 2020
- bioaktuell 9/2019 und 2020
- Praxis-Leitfaden (Flyer)

Begleitung der Betriebe

Torfreduzierte und torffreie Substrate sind anspruchsvoller in der Kulturführung. Pflanzenbaulicher Erfolg bedingt eine anfänglich engmaschige Kontrolle der Kulturentwicklung, auch mittels Analysen.

Um Probleme wie hoher Salzgehalt oder sinkender verfügbarer Stickstoff frühzeitig zu erkennen, sind eine enge Kulturbegleitung und die Sensibilisierung für zusätzliche Messungen nötig.

Die Betriebe schätzten die enge Begleitung und hätten sich in den „heissen“ Phasen sogar noch etwas mehr Kontakt gewünscht, um die Reaktionszeit zwischen Substratanalysen und der Intervention zu verkürzen, was jedoch aus Kapazitätsgründen nicht möglich war.

Die wichtigsten kulturtechnischen Erfahrungen

- Der komplette Verzicht auf Torf hat einen starken Einfluss auf die Substrateigenschaften.
- Torfreduzierte Substrate bedingen eine Anpassung der Düngerstrategie und der Bewässerung, diese sind teilweise anspruchsvoll im Betrieb umzusetzen.
- Besonders torffreie Substrate in der Hauptwachstumsphase können einen erhöhten Stickstoffbedarf haben.
- Die Stickstoffversorgung ist, insbesondere in den torffreien Substraten, ein kritischer Punkt.
- Der zeitliche Aufwand und die Beanspruchung der Maschine sind beim Topfen tendenziell höher.
- Der Hemmstoffeinsatz kann teilweise reduziert werden.
- Kulturverzögerungen können vorkommen und führen zu beträchtlichen und den höchsten Mehrkosten.

Pflanzenbauliche Erfolgserlebnisse

Die meisten Betriebe erreichten rasch vergleichbare Verkaufsqualitäten mit ihrem Testsubstrat. Mit wachsender Erfahrung glückte die Regulierung in den Testsubstraten auf die gewohnte Kulturdauer. Das Experimentieren mit unbekannter Ausgangslage kann auch Spass machen!

Herausforderungen am Markt

Betriebsleiter realisieren, dass kulturtechnische Probleme lösbar sind. Mehr Sorgen bereiten ihnen die Marktbedingungen. Die wichtigsten Faktoren sind:

- Konkurrenz durch Import, verzerrte Marktbedingungen (Substrat, Pflanzen)
- Nachhaltigkeit in Ausschreibungen zu wenig berücksichtigt
- Mehrpreis Substrat- und Transportkosten
- Niedrige Marge

Als Treiber für die Torfreduktion werden Ausschreibungen von den Teilnehmenden des Abschlussworkshops vom 15.10.2019 als hoch eingeschätzt. Es wird kritisch die Frage in den Raum gestellt, ob Nachhaltigkeit denn bei der Torfreduktion aufhöre? Ein Teilnehmer skizziert den Prozess, der durch Ausschreibungen ausgelöst wird folgendermassen: Eine Ausschreibung führt zu einem Versuch mit einem Satz der gewünschten Kultur, Erfahrung und Mut wachsen, eine Torfreduktion erfolgt, im Idealfall auf Betriebsebene (grafisch dargestellt in Abbildung 20).

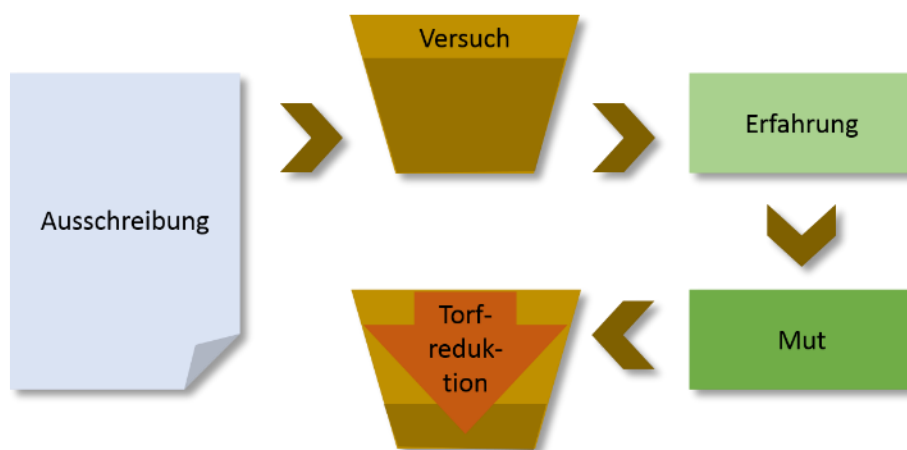


Abbildung 20: Ausschreibungen als Treiber für die Torfreduktion, veranschaulicht nach Beschreibung eines Versuchsteilnehmers

Fragen an die teilnehmenden Produktions- / Betriebsleiter bei Projektende

Folgende drei Fragen wurden anlässlich des Abschlussworkshops mit den Produktionsleitern diskutiert, die Rückmeldungen sind in Tabelle 7 dargestellt.

1. Mit welcher Art von Substraten führen Sie Ihre Produktion weiter?
2. Was braucht es, um weitere Betriebe zu motivieren, Torf zu reduzieren?
3. Wir haben eine Gegenüberstellung der Kosten von Torfsubstrat, torf reduziertem und torffreiem Substrat vorgenommen und würden gerne Ihre Einschätzung dazu hören?

Tabelle 7: Fragen an die teilnehmenden Produktions-/Betriebsleiter bei Projektende

1.	Art des Substrates	<p>Mit 1-2 Rappen Preiserhöhung durch neue torf reduzierte Substrate kann bei uns der Weg weiter gegangen werden.</p> <p>Bei den meisten Kulturen (Frühling, Sommer und Herbst) bleiben wir beim torffreien Substrat. Bei wenigen Ausnahmekulturen wie z.B. Poinsettia bleiben wir noch bei Substraten mit Torf. Im Sommerflor müssen wir für die ganzen Petunia-Kulturen noch ein neues Substrat finden, dort funktioniert torffrei noch zu wenig gut.</p> <p>Wir haben von 2018-2019 den Wechsel von selbstgemischt auf Zukauf gemacht, Kulturen > pH 7 sind heikel; Erdlieferant pH > 7,4 viel zu hoch, jedoch Rohstoff Holz aus Region; Holzfaser mit Netzmittel besser, aber teurer und nicht bio.</p> <p>Preis spielt bei Stadt weniger eine Rolle; das Image ist entscheidend.</p> <p>Wir führen unsere Kulturen ganz klar mit torffreien Substraten weiter! Bei Zimmer- und Kübelpflanzen (lange Kulturzeit) sind wir noch immer auf der Suche nach geeigneten Substraten ganz ohne Torf. Für die Vermehrung (Aussaart) ist wahrscheinlich noch torfhaltiges Substrat vorteilhaft, diese Substrate sind aber im Verhältnis zum gesamt Bedarf sehr klein!</p>
2.	Anreize / Motivation	<p>Bessere Aufklärung was möglich ist und was nicht. Auf die Mehrkosten sollten die Betriebe auch vorbereitet sein, sonst wird es noch schwieriger in der Schweiz zu produzieren.</p> <p>Torffreie Pflanzen auszeichnen, aber Etiketten kosten und Erdenlieferant will dies nicht übernehmen.</p> <p>In Biodiversitätsdiskussion und CO₂-Debatte passt Torfreduktion gut = eigentlich guter Zeitpunkt. Betriebsbesuche sind sehr wichtig, die Ergebnisse werden gerne weitergegeben.</p> <p>Werbung.</p> <p>Aufklärung, warum Moore schützen.</p> <p>Den Betrieben die Möglichkeit geben, sich bei Betrieben die Erfahrung mit torffreien Substraten haben zu informieren! Wir machen das gerne, es müssen nicht alle die gleichen Fehler machen wie wir! Viele Betriebe sind mit langjährig verwendeten Substraten zufrieden und sehen keinen Grund daran etwas zu ändern! Diese benötigen wahrscheinlich mehr Informationen damit sie sich für die Zukunft rüsten können. Vielleicht müsste diesen Betrieben klar aufgezeigt werden, dass sie in naher Zukunft umdenken müssen!</p>
3.	Kosteneinschätzung	<p>Der grösste Unterschied ist aus unserer Sicht die etwas längere Kulturzeit, die Substrate sind zum Teil auch etwas teurer. Bei Kalthaus Kulturen rechnen wir mit etwa 5 % mehr Kosten und bei Warmhaus</p>

	<p>Kulturen ca. 10%. Dies sind jedoch nur Schätzungen, welche wir anhand der Kulturverlängerung gemacht haben.</p> <p>Torfreduziert + 4 % und torrfrei + 11 %. Preise Weitergabe an Grossverteiler.</p> <p>Saatenabhängig, ob Samen aufgeht oder nicht ist oft eine Frage der Sorte – Totalausfall möglich.</p> <p>Für uns ist es schwer, darüber eine Einschätzung zu abzugeben, wir haben eben auch schon schlechte Erfahrungen mit torfhaltigen, günstigen Substraten gemacht! Ich denke, es ist im Endeffekt günstiger in einem Substrat zu produzieren, in welchem die Pflanzen gedeihen. Vielleicht ist Torf als Rohstoff ganz einfach viel zu billig erhältlich!</p>
--	---

Thesen zu Torfgehalten

Die Thesen in Tabelle 8 wurden anlässlich des Abschlussworkshops vom 15.10.2019 mit den Produktionsleitern/Firmeninhabern diskutiert. Die Thesen beziehen sich auf die Reduktionsziele der Fachgruppe Zierpflanzen der Jardin Suisse Betriebe in der Rezeptur: bis 2020 max. 70% Volumenanteile Torf, bis 2025 max. 50% Volumenanteile Torf.

Tabelle 8: Thesen zu Produktionsbedingungen für Torfgehalte von 50-100 Prozent, abgefragt bei den teilnehmenden Betrieben am Schlussworkshop des Projekts vom 15.10.2019

Torfgehalt	These	Einschätzung
100 %	Es macht keinen Sinn, noch mit 100% Torf zu produzieren, auch ökonomisch nicht. *	Allgemeine Zustimmung
70 %	Eine Torfreduktion auf 70% ist im Durchschnitt fast schon gegeben und ökonomisch noch interessant. **	Schwierig abzuschätzen ***
50 %	Mit 50% Torf kann man noch gut produzieren. Das Ausfallrisiko ist noch gering, darunter wird es dann teurer.	Allgemeine Zustimmung

* Begründung: 100 % Torf macht keinen Sinn, da das Kulturrisiko zu hoch ist. Reine Torferde hat keine Pufferwirkung und kleinste Fehler in der Kulturüberwachung können zu einem Ausfall führen; aus diesem Grund macht 100% Torf ökonomisch keinen Sinn.

** Bemerkung: Die Kultivierung mit 70-80 % Torf ist nach Einschätzung des Beraters schon recht verbreitet, aber nicht flächendeckend. Es gibt immer noch Betriebe, die 100% Torf einsetzen. 70% Torf ist als erster Schritt richtig, um alle mitzunehmen.

*** Anmerkung: Der Volumenanteil Torf über die Branche gesehen kann von den Teilnehmern schlecht abgeschätzt werden. Es wird erwähnt, dass je länger je weniger Betriebe selber mischen.

Weitere Statements seitens teilnehmender Betriebe:

- Nachhaltigkeit hört nicht bei Torfreduktion auf. Volumen ist nicht gleich Gewicht bei Substraten. Vom Zulieferer der Pflanzen weiss man nicht wie die Zusammensetzung der Erden ist.
- Bio ist eine besondere Herausforderung. Schweizer wollen nicht bezahlen was sie konsumieren. Mit 40% Torf kann man problemlos produzieren.

5. Empfehlungen

Torf ist eine unbelastete Substratgrundlage mit tiefem pH, welcher keine Salze enthält und den Stickstoff nicht bindet. Daraus ergeben sich folgende Vorteile: Torf hat ein grosses Wasserrückhaltevermögen und erlaubt eine exakte Einstellung der erwünschten Werte für ein optimales Wachstum dank Düngung und Aufkalkung.

Stark torfreduzierte Substrate unterscheiden sich im Nährstoffhaushalt, in der Wasserhaltekapazität und im Giessverhalten wesentlich von üblichen Torfsubstraten. Bei torffreien oder torfreduzierten Substratmischungen ist die Steuerung von Bewässerung und Düngung insgesamt aufwendiger. Zudem ist mit einer verlängerten Kulturzeit und mit Qualitätseinbussen und einer Verteuerung der Produktion zu rechnen.

Generelle kulturtechnische Empfehlungen sind hilfreich, müssen jedoch für jeden Betrieb auf Parameter wie Art des Giesswassers, individuell angepasst werden.

Empfehlungen zur Düngung / zu Substraten

- Viele Torfersatzstoffe weisen ein ungünstiges C:N-Verhältnis auf, es fehlt Stickstoff. In torffreien/torfreduzierten Substraten reine Stickstoffdünger oder stickstoffbetonte Mehrnährstoffdünger wählen, da ausserdem Phosphat (P) und Kalium (K) in holzigen Substratkomponenten (Torfersatz) im Gegensatz zu Stickstoff (N) ausreichend vorhanden sind.
- Die meisten Torfersatzkomponenten haben einen höheren pH, reagieren also im Gegensatz zu Torf alkalisch und enthalten mehr Salze. Insbesondere holzige Stoffe binden Stickstoff, was zusätzliche Stickstoffgaben erforderlich macht.
- Eher schwachgedüngte torfreduzierte/torffreie Pflanzsubstrate verwenden und diese direkt vor Gebrauch mit Hornspänen und/oder Schafwolle aufdüngen.
- Gedüngte Substrate rasch brauchen (bei Lagerung findet aufgrund von Mineralisation und negativer Wasserbilanz eine Versalzung statt) – d.h. eher kleinere Packungen für den kurzfristigen Bedarf kaufen, gelagertes Substrat nur noch für robuste Pflanzen brauchen. Bzw. in Zeiten mit geringem Substratverbrauch (noch) geringere Aufdüngung wählen.
- Substrate mit nicht zu langen Fasern eignen sich besser für die Topfmaschinen. Zur Schonung der Topfmaschinen eher Perlit statt Bims einsetzen, da es weniger abrasiv ist.

Empfehlungen zur Bewässerung

- Torffreie Substrate reagieren hydrophob. Pflanzen in torffreiem Substrat können trockener kultiviert werden.
- Aufgrund der geringen Wasserspeicherkapazität sind häufige, dafür kleine Wassergaben wichtig.

- Torfsubstrat reagiert auf den Wechsel von nass zu trocken viel stärker mit Gewichtsunterschieden. Deshalb, und weil Torfersatzkomponenten generell schwerer sind, funktioniert der „Topfhebetest“ zur Einschätzung der Substratfeuchte nicht. Es muss ausgetopft werden und direkt beobachtet werden.
- Auswaschen wirkt als rasche Intervention bei zu hohem Salzgehalt.

Biologische Produktionsbedingungen

Biologische Produktionsbedingungen sind noch anspruchsvoller, da organische/biologische Dünger träge reagieren und zuerst mineralisiert werden müssen. Diese Aufschlüsselung in pflanzenverfügbare Stoffe wird durch Mikroorganismen übernommen, welche erst ab Temperaturen von 12 Grad aktiv sind. Konventionelle Dünger dagegen sind schon mineralisiert und wirken deshalb unverzüglich. Bei Kopfdüngung mit organischen Flüssigdüngern müssen verzögerte Reaktionen einkalkuliert werden. Von kalt in warm zu kultivieren ist einfacher.

6. Fazit

Die Ziele des Projekts waren, gemeinsam mit ausgewählten Praxisbetrieben die Torfreduktion betriebsindividuell zu erproben und die Betriebsleiter durch begleitende Beratung in ihrem Handeln zu stärken.

Wir erachten die Projektziele als weitgehend erfüllt:

- Wichtige Schritte wurden unternommen. Die Betriebe erzielten dank der engen Beratung und Kulturbegleitung Erfolg und blieben trotz der Herausforderungen motiviert.
- Zusätzlich ist es während der Projektdauer gelungen, die Substratfirmen einzubeziehen, Branchenvertreter rasch an einen Tisch zu bringen, Lösungen zu verabschieden und die Sensibilisierung in verschiedene Richtungen zu lancieren.

Vergleichbare Qualitäten mit torf reduzierten Substraten

Im Vergleich zwischen dem Standardsubstrat und dem Testsubstrat betrug die Notendifferenz (Skala von 1-6) in den Jahren 2017 und 2018 über beide Testsubstrate gesehen jeweils 0,4. Für die Betriebe mit dem torffreien Testsubstrat von Ricoter ist 2019 kein Vergleich der Notendifferenz möglich, da insbesondere aufgrund des vollständigen Torfausstiegs von drei Betrieben keine Datenbasis für das Standardsubstrat vorliegt. Mit dem torffreien Testsubstrat allerdings konnte die Boniturnote Gesamteindruck in diesen Betrieben gegenüber dem ersten Versuchsjahr um 0,8 im 2018 und um knapp 0,5 im 2019 gesteigert werden. Für die Betriebe mit dem Testsubstrat von Gramoflor (40 Prozent Torf) betrug die Notendifferenz zum Standardsubstrat im 2019 nur 0,2 und lag mit Note 5,7 für das Testsubstrat bemerkenswert hoch. Diese Betriebe bewiesen, übrigens über die gesamte Projektdauer hinweg, dass vergleichbare Qualitäten mit einem Torfanteil von 40 Prozent erreichbar sind!

Durchschnittliche Torfgehalte in Versuchsbetrieben deutlich reduziert

Ein weiterer Erfolg des Projektes war die Torfreduktion der Betriebe in ihren betriebsüblichen Standardsubstraten. Die Erfahrungen aus dem Projekt halfen drei Betrieben, den Torfausstieg zu wagen. Durch die Erfolge der zehn Leitbetriebe konnte die Dynamik in der Branche weiter angekurbelt werden. Der durchschnittliche Torfgehalt im Standardsubstrat betrug bei Versuchsstart im Jahr 2017 58 Prozent, bei Versuchsende im Jahr 2019 46 Prozent, was einer absoluten Reduktion von 12 Prozentpunkten entspricht. Die relative Reduktion betrug 26 Prozent!

Beratung der Betriebe garantiert Erfolg

Eine torf reduzierte, sogar torffreie Produktion von Zierpflanzen funktioniert, ist jedoch mit teils erheblichen Kulturrisiken verbunden. Die biologische Produktion mit torf reduzierten oder torffreien Substraten ist aus genannten Gründen eine noch grössere Herausforderung. Knackpunkte sind insbesondere Bewässerung und Düngung. Das

Heraustüfteln einer betriebsspezifischen Mischung oder das Finden des passenden Substrates zusammen mit Berater/in und Substratlieferant für den eigenen Betrieb ist ein langer Prozess, da ein „Standardrezept“ wie bei stark torfhaltigen Substraten nicht funktioniert. Die verschiedenen Substratkomponenten weisen grosse Spannbreiten auf, auf welche das vorhandene Giesswasser, die einsetzbaren Dünger und weitere Faktoren der Kultursteuerung individuell angepasst werden müssen.

Um kontinuierliche Fortschritte in der Torfreduktion zu erzielen, müssen Betriebe weiterhin sensibilisiert und beraten werden. Ein Beratungspaket für Betriebe während den ersten Jahren der Torfreduktion wird dringend empfohlen, um Misserfolge zu verhindern. Der Versuchsansatz wie er in diesem Projekt durchgeführt wurde, ist besonders effektiv.

Literaturliste

- Absichtserklärung zur Reduktion des Torfeinsatzes in der Herstellung, im Angebot und im Verbrauch von Sackerden für den Endverbraucher in der Schweiz. 29. Juni 2017.
Abrufbar unter <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/torfausstieg.html#-1387804117>
- Absichtserklärung zur Reduktion des Torfeinsatzes im produzierenden Gartenbau und Gartenhandel (Detail- und gärtnerischer Engroshandel)* in der Schweiz. 16.04.2019.
Abrufbar unter <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/torfausstieg.html#-1387804117>
- Allianz der Konsumentenschutz-Organisationen (Stiftung für Konsumentenschutz, FRC und ACSI) (2017) Was steckt hinter den Schweizer Regional-Labels? 55 Schweizer Regional-Labels unter der Lupe. Abrufbar unter https://www.frc.ch/wp-content/uploads/2017/06/2017_labelsregionaux_D.pdf
- Altwegg A. 2014. Neue Zahlen und Fakten zu Torf. g'plus 1/2104 S. 12-14
- Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. Qualitätskriterien und Güterrichtlinien-Substratkompost. www.kompost.de (Aufruf 22.3.2016)
- Ceglie FG, Bustamante MA, Ben Amara M, Tittarelli F (2015). The Challenge of Peat Substitution in Organic Seedling Production: Optimization of Growing Media Formulation through Mixture Design and Response Surface Analysis. PLoS ONE 10(6): e0128600. doi:10.1371/journal.pone.0128600
- Dallmann M. 2009. Düngungsschnelltests Zierpflanzenbau. Freistaat Sachsen, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie 1. Schriftenreihe, Heft 10/2009
- Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Ökonomie und Innovation. 2016. Bericht an den Bundesrat. Grüne Wirtschaft. Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz. 20. April 2016
- Eymann, L.; Mathis, A.; Stucki, M. & Amrein, S. 2015: Torf und Torfersatzprodukte im Vergleich: Eigenschaften, Verfügbarkeit, ökologische Nachhaltigkeit und soziale Auswirkungen. Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil
- Fischer-Klüver, G. 2019. Nachhaltig, biologisch und für ein optimales Pflanzenwachstum. In Gemüse 4/2019
- Frankenberg, A. 2008. Torffreie Substrate für Gärtner und Gärten. In Natur & Garten, April 2008
- Gysi Ch. Poffet J. und Wegmüller H.P. 1995. Substratuntersuchung für den Zierpflanzen. Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau Wädenswil: Flugschrift 113. 2. Auflage. 12 Seiten
- Koch R. und Koller M. Substrate für den Endverkauf. Wohin geht der Trend? G'plus 16/2012 S. 2-3
- Koller, M. 2018. Test für torfgeduzierte und torffreie Substrate. G'plus 1/2018.
- Koller M., Fuchs J. und Bruns Ch. 2005. Herstellung und Einsatz komposthaltiger Pflanzsubstrate. Merkblatt 8 Seiten. FiBL Frick. <https://shop.fibl.org/de/artikel/c/allg-gemuese/p/1367-pflanzsubstrate.html>
- Koller, M., Koch, R. and Degen, B. 2014b. Fertilisation Strategies in Organic Ornamental Plants. Acta Hort. 1041, 47-52

- Koller M., Schmutz U. und Tittarelli F. 2014a. Renewable growing media incl. peat and peat alternatives. Workshop at the COST Biogreenhouse (FA 1105) meeting. Vienna 17-19th November 2014.
- König, Uli Johannes (2006) Qualitätsoptimierung von Bio-Substraten für die Jungpflanzenanzucht im ökologischen Gemüseanbau unter besonderer Berücksichtigung der Praxisumsetzung des Torfersatzes durch fermentierte Holzfaser. Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise e.V., D-Darmstadt, Bereich IBDF.
<http://orgprints.org/17062/>
- Lohr D., Jauch M., Neumaier D., Anneser S., Amberger S. und Bucher A. 2007-10. Spezial: Substratkomponenten. Infodienst Weihenstephan. Staatliche Forschungsanstalt für Gartenbau an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.
<http://www.hswt.de/forschung/wissenstransfer/archiv.html> (Aufruf 22.3.2015).
- Pascual, J. A., Ceglie, F., Tuzel, Y., Koller, M., Koren, A., Hitchings R. and Tittarelli, F.. 2018. Organic substrate for transplant production in organic nurseries. A review *Agronomy for Sustainable Development* 38:35. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0508-4>
- Torfreduktionsstrategie von Jardin Suisse, verabschiedet vom Zentralvorstand am 10.01.2018
- Urech P., Rychen N. und Bolz S. (2016) Datenerhebung Torfimport und Torfverwendung in der Schweiz 2014. Puls Umweltberatung Bern. Bericht 26 S.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei den involvierten Geschäftsführern und Betriebsleitern der Produktionsbetriebe sowie den Substratfirmen für die hervorragende Zusammenarbeit. Die Firma Ricoter und Gramoflor stellten das Substrat für die Versuche gratis zur Verfügung. Frau Högge (Ricoter) und Herr Wennheller (Gramoflor) unterstützen die Versuche mit ihren Expertisen.

Das Bundesamt für Umweltschutz BAFU unterstützt das dreijährige Projekt zur Praxiseinführung torfreduzierter Substrate im Zierpflanzenbau finanziell. Bei Frau Tschümperlin und Herrn Hayer sowie Frau Freiermuth Knuchel und Frau Ruppert Schmitt möchten wir uns für die vertrauensvolle Zusammenarbeit bedanken.

Anhang

Anhang I: Zeitplan 3. Projektjahr

Tabelle 9: Arbeitsschritte für das 3. Projektjahr 2019

Arbeitsschritte	Resultat	Zeitpunkt
Versuchsplanung 2019 erstellen, Auswahl und Absprache mit Substratfirmen und Produktionsbetrieben	Versuchsplan	Ende Januar
Besuch eines am Versuchsprojekt teilnehmenden Betriebs mit Ansprechpersonen des BAFU und dem Projektteam	Besichtigung, Diskussion, diverse Artikel im g'plus	März
Erste Versuchsserie in Beet- und Balkonpflanzen abschliessen	Versuchs-Rohdaten liegen vor	Mitte Juni
Austausch mit Substratfirmen	Präsentation, Diskussion der Ergebnisse	Mitte August
Workshop mit Produzenten und Ansprechpersonen des BAFU durchführen	Information, Austausch, Dank	Mitte Oktober
Disseminationsaktivitäten an erweitertes Publikum: a) Substratforum ZHAW Wädenswil b) Erfahrungsaustausch mit Bioterra-Mitgliedsbetrieben c) Kurs „Neu im Biozierpflanzenbau?“ für Knospe-Umstellbetriebe am FiBL	Präsentation, Diskussion der Projektergebnisse	Ende Oktober Mitte November
Zusammenfassung der letzten Saison und Projektfazit	Schlussbericht und Projektflyer	Ende Oktober Mitte November

Anhang II: Entwicklung der Pflanzen bei ausgewählten Betrieben 2019

Betrieb I



Viola: links 100 % Torf, rechts torf reduziert



Viola: links torfhaltig, rechts torf reduziert



Viola: Bestand torf reduziert



Petunia: torf reduziert

Betrieb 2



Calibrachoa: torffrei



Calibrachoa: torffrei



Calibrachoa: torffrei

Betrieb 4



Petunia: Links torf reduziert, rechts 100 % Torf



Petunia: Links torf reduziert, rechts 100 % Torf



Petunia Bestand



Petunia: Links torf-reduziert, rechts 100 % Torf

Betrieb 5



Petunia und Margerite: beide torffrei Bio, kurz vor Verkauf

Betrieb 6



Passiflora: torffrei



Passiflora: torffrei

Betrieb 7



Zinnia: torffrei Bio



Zinnia: torffrei Bio



Zinnia: torffrei Bio



Zinnia: torffrei Bio

Betrieb 9



Pelargonien: links torffrei Ricoter, Mitte torffreuziert, rechts torffrei Ökohum



Pelargonien: links torffreuziert, Mitte torffrei Ökohum, rechts torffrei Ricoter



Pelargonien: links torffreuziert, Mitte torffrei Ricoter, rechts torffrei Ökohum (verschiedene Sorten)



Pelargonien Vordergrund (rot und rosa): torffrei Ökohum, Hintergrund (ab weisser Sorte) torffrei Ricoter

Betrieb 10



Viola Bestand: 100 % Torf



Viola: linke Hälfte torf-reduziert, rechte Hälfte 100 % Torf



Begonia: torf-reduziert