

## Schlussbericht: Torfreduzierte Bio-Anzuchtsubstrate für den produzierenden Gemüse- und Beerenanbau



**Guido Kunz, Alex Mathis, Hansrudolf Keller**

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

<b>Titel</b>	<b>Torfreduzierte Bio-Anzuchtsubstrate für den produzierenden Gemüse- und Beerenanbau Schlussbericht Juni 2017 bis Mai 2019</b>
<b>Titelbilder</b>	<b>Guido Kunz © Pflanzung von Salatjungpflanzen (Bild links), Anzucht mit Erdpresstöpfen (Bild rechts)</b>
<b>Projektleitung</b>	<b>Guido Kunz, Forschungsbereich Biologische Landwirtschaft und Hortikultur, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen</b>
<b>Projektteam</b>	<b>Alex Mathis (Forschungsgruppe Hortikultur), Hansrudolf Keller (Forschungsgruppe Hortikultur) Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften</b>
<b>Projektpartner</b>	<b>Maria Hogrebe, RICOTER Erdaufbereitung AG, Radelfingenstrasse, 3270 Aarberg Stefan Grass, Sorba Absorber GmbH, Solothurnstrasse 68, 2504 Biel Reto Neuweiler, Agroscope Wädenswil, Extension Gemüsebau, Schloss 1, 8820 Wädenswil</b>
<b>Auftraggeber</b>	<b>Das Projekt wird vom Bundeamt für Landwirtschaft (BLW) finanziell unterstützt. Die Projektpartener stellen Leistungen, Infrastruktur und Anbauflächen zur Verfügung</b>
<b>Zitierung</b>	<b>Kunz, G (2019). Torfreduzierte Bio-Anzuchtsubstrate für den produzierenden Gemüse- und Beerenanbau: Schlussbericht September 2019, ZHAW LSFM, Wädenswil</b>
<b>Keywords</b>	<b>Gemüsejungpflanzen,— Erdpresstöpfe — Tefa — Torfersatz – Substrat – Substratkomponente.</b>

**Version** 06.01.2020

## **Zusammenfassung**

Bei der Anzucht von Gemüsejungpflanzen für den professionellen Anbau ist Torf ein wichtiger aber umstrittener Bestandteil. In einem vom BLW finanzierten Projekt untersuchte die ZHAW zusammen mit Partnern die Möglichkeiten der Torfreduktion bei Erdpresstöpfen und dem Anbau von Topfkräutern.

Nach den beiden Versuchsjahren ergibt sich ein differenziertes Bild. Erdpresstöpfe können auch mit nur 40% Torfanteil gepresst werden und Topfkräuter sogar torffrei produziert werden. Die verwendeten Ersatzstoffe TEFA (Substrat aus Maisstroh) und Holzfasern erschweren aber den biologischen Anbau durch unterschiedliches Verhalten.

### **Anbau mit Topfkräutern**

In Anbauversuchen mit Topfkräutern an der Agroscope in Wädenswil wurden im Herbst 2017, im Frühjahr 2018 und Frühjahr 2019 Basilikum und Petersilie mit neu entwickelten Substraten getestet. Die Resultate der beiden Jahre 2017 und 2018 zeigten das mit torf reduzierten und torffreien Substraten gute Resultate erzielt werden können. Einige getesteten Varianten konnten aber nicht überzeugen und erzielten fast einen Totalausfall. Es zeigte sich auch, dass die Kulturverfahren und die Pflege an die neuen Substrate angepasst werden müssen (Düngung, Bewässerung).

Beim Anbauversuch 2019 wurde ein weiterer Grossversuch mit optimierten Substraten durchgeführt. Torffreie Substrate erreichten qualitativ gleichwertige Resultate wie torfhaltige Substrate. Torffreie Biosubstrate und TEFA-Substrate sind empfindlicher auf Nährstoffmangel und benötigen eine spezifische Düngung.

### **Versuche mit Erdpresstöpfen**

Bei Erdpresstöpfen sind torffreie Substrate aus technischen Gründen bisher nicht möglich. In einem ersten Versuch an der ZHAW wurden im Herbst 2017 mit Kleinmengen Probepressungen von torf reduzierten Erdpresstöpfen gemacht. In einem grösseren Anzuchtversuch bei der Firma Max Schwarz AG wurden im Frühling 2018 mit den besten Substratvarianten Erdpresstöpfe auf der im Betrieb verwendeten Presstopfmaschine hergestellt und mit Fenchel und Kopfsalat ausgesät. Auch Substrate mit nur 50 % Torfanteil ergaben gute Pressqualität und gute Pflanzenqualität und waren vergleichbar mit dem Standardsubstrat. Weitere Versuche wurden im Sommer 2018 und im Winter 2018/19 ausgesät und ausgepflanzt.

Varianten mit nur 40% Torfanteil ergaben schlechtere Pressqualität der Töpfe und leicht schlechtere Pflanzenqualität. Varianten mit 30 % Torf und Varianten mit TEFA waren nicht praxistauglich. Mit der Pflanzmaschine konnten Varianten mit 50 % Torf sehr gut verarbeitet werden. Varianten mit 40 % mittel und Varianten mit 30 % konnten gar nicht verarbeitet werden.

## Inhalt

1	Einleitung.....	5
1.1	Tefa.....	5
1.2	Holzfasern.....	6
1.3	Grünkompost.....	6
2	Material und Methoden.....	7
2.1	Entwicklung neuer Substratmischungen.....	7
2.2	Durchgeführte Versuche.....	9
2.3	Probepressung Erdpresstöpfе.....	9
2.4	Versuch Erdpresstöpfе Herbst 2017.....	10
2.5	Versuch Topfkräuter Herbst 2017.....	11
2.6	Versuch Topfkräuter Frühjahr 2018.....	13
2.7	Versuch Erdpresstöpfе Frühjahr 2018.....	14
2.8	Versuch Erdpresstöpfе Sommer 2018.....	16
2.9	Versuch Erdpresstöpfе Herbst/Winter 2018/2019.....	17
2.10	Versuch Topfkräuter Frühjahr 2019.....	19
3	Resultate.....	21
3.1	Neue Mischungen.....	21
3.2	Resultate Probepressung Erdpresstöpfе.....	21
3.3	Resultate Versuch Erdpresstöpfе Herbst 2017.....	22
3.4	Resultate Versuch Topfkräuter Herbst 2017.....	23
3.5	Resultate Versuch Topfkräuter Frühjahr 2018.....	24
3.6	Resultate Versuch Erdpresstopf Frühjahr 2018.....	26
3.7	Resultate Versuch Erdpresstopf Sommer 2018.....	28
3.8	Resultate Versuch Erdpresstopf Herbst/Winter 2018/2019.....	31
3.9	Resultate Versuch Topfkräuter Frühjahr 2019.....	33
4	Diskussion.....	41
	Literaturverzeichnis.....	43
	Abbildungsverzeichnis.....	44
	Tabellenverzeichnis.....	46

# 1 Einleitung

In der Schweiz werden jährlich ca. 524 000 m<sup>3</sup> Torf importiert (BAFU; 2015). Davon wird ein relativ grosser Anteil von 28 % im Früchte- Gemüse und Beerenanbau verwendet.

Bei der Anzucht von Gemüsejungpflanzen für den professionellen Anbau ist Torf ein wichtiger Bestandteil. Die verwendeten Erdpresstöpfe bestehen zu einem grossen Teil aus Torf. Torf lässt sich gut pressen und in der Produktion und beim Auspflanzen maschinell verarbeiten. Allerdings ist er als Zusatzstoff umstritten; In der Gesamtumweltbelastung erreicht Torf schlechte Werte (Eymann et al., 2015) Der Bund möchte deshalb kurz- und mittelfristig den in der Schweiz eingesetzten Torf durch unproblematischere Zuschlagstoffe reduzieren oder ganz ersetzen (BAFU, 2012).

Die genannte Studie zeigt, dass im produzierenden Gartenbau der Anteil an Torf gesenkt werden konnte. Ein Ersatz von Torf durch torffreie Substratmischungen ist mit einem erheblichen Potenzial zur Reduktion der Umweltauswirkungen verbunden (Eymann et al., 2015). Trotzdem gilt immer noch ein Mindestanteil an Torf in Anzucht- und Kultursubstraten für Gemüse und viele Topfpflanzen als Voraussetzung für eine rentable Kultur. Auf der einen Seite verursachen die Ersatzsubstrate herstellungs- und anwendungstechnische Probleme, andererseits genügen die Ersatzprodukte nicht bezüglich des Pflegeaufwands der Kultur sowie physiologischer Bedürfnisse der Kulturen.

Neue Mischungspartner bieten eine Chance, in geeigneter Kombination mit bestehenden Ersatzprodukten unter technischer Aufbereitung die Entwicklung eines vollwertigen Torfersatzproduktes zu beschleunigen. Diese Ersatzstoffe sollten vorzugsweise Restprodukte eines organischen Herstellungsprozesses sein und auch den erhöhten Ansprüchen einer biologischen Produktion genügen. Zu diesen neuen Substratkomponenten zählt TEFA, ein Substrat das mit Maisstroh in einem speziellen Herstellungsverfahren produziert wird. Eine andere Ersatzkomponente sind Holzfasern, die aus Holzabfällen hergestellt werden sowie Grünkompost als Substratkomponente.

## 1.1 Tefa

Tefa ist ein gewaschenes, fermentiertes Faserprodukt aus Maisstroh, das laut dem Hersteller Sorba Absorber GmbH in Struktur und Eigenschaften dem Torf sehr ähnlich ist (Grass, 2015). Maisstängel bleiben nach der Ernte von Körnermais auf dem Feld zurück und dienen als Erosionsschutz oder werden mit Mulchgeräten zerkleinert und in den Boden eingearbeitet. wo sie der Humus- und Nährstoffnachlieferung dienen (Brehmer, 2013). Industriell werden Maisstängel bisher kaum verwendet. Maschinelles Ernten lohnt sich vor allem auf grösseren Anbauflächen in Frankreich, Deutschland und Italien, woher die meisten Maisstängel für Tefa stammen. (Kuhnert,

2016). Dies ergibt also kurze Transportwege im Vergleich zu anderen Substratkomponenten, wie z.B. Torf, das aus dem Baltikum stammt oder Kokosfasern aus Asien.

## 1.2 Holzfasern

Holzfasern werden mit Restholz hergestellt das in den Sägereien beim Zusägen von Schnittholz anfällt. Dabei erfolgt eine Zerfaserung bei hohen Temperaturen um 110 °C welche bewirken dass das Wasser in den Zellen explosionsartig verdampft. Dadurch werden die Holzsplitter zu Fasern zerrissen (Eymann u. a., 2015). Viele Substrathersteller haben eigene Herstellungsprozesse für Holzfasern. Je nach Ausgangsmaterial und Parameter bei der Produktion entstehen unterschiedliche Qualitäten mit unterschiedlichen Eigenschaften. Holzfasern haben kulturtechnische Vorteile, können aber auch Probleme verursachen (z.B. Stickstoff-Fixierung).

## 1.3 Grünkompost

Bei der aeroben Behandlung von organischen Garten- und Küchengrünabfällen entsteht Kompost. Bei der mikrobiellen Umsetzung der organischen Substanz werden dabei Humusstoffe aufgebaut. Leicht abbaubare Komponenten werden in einer ersten Phase der Kompostierung innerhalb von einigen Tagen bis wenigen Wochen zu einem Frischkompost abgebaut (Intensivrotte). Anschliessend erfolgt in einer Nachrotte der Abbau der schwerer abbaubaren Verbindungen (Eymann u. a., 2015).

Je nach Herkunft und Zusammensetzung der Ausgangsstoffe kann die Qualität von Grüngutkompost stark variieren.

Ausführliche Informationen zu Tefa, Holzfaser, Grüngutkompost und weiteren Torfersatzstoffen finden sich in : Torf und Torfersatzprodukte im Vergleich Eigenschaften, Verfügbarkeit, ökologische Nachhaltigkeit und soziale Auswirkungen.(Eymann u. a., 2015).

## 2 Material und Methoden

Um torf reduzierte oder torffreie Anzuchtsubstrate zu entwickeln muss der Torfanteil gesenkt und der Anteil alternativer Komponenten erhöht werden.

### 2.1 Entwicklung neuer Substratmischungen

#### **Substratevaluation**

Aufbauend auf Versuchen und Vorarbeiten der letzten Jahre welche an der ZHAW durchgeführt wurden konnten mögliche erfolgversprechende Mischungen zusammengestellt werden. Mit eingeflossen sind auch aktuelle Erfahrungen der beiden Projektpartner Ricoter Erdaufbereitung AG und Sorba Absorber GmbH als professionelle Substrathersteller sowie langjährige Erfahrungen in der Pflanzenproduktion bei Agroscope und ZHAW-Mitarbeitern. Die Substratmischungen mussten aber eine aus gärtnerische Sicht genügend grosse Wahrscheinlichkeit aufweisen, dass Pflanzen in Marktqualität produziert werden können.

#### **Mischungen für Erdpresstöpfe**

Ein Grossteil der Gemüsejungpflanzen wird mit Erdpresstöpfen angezogen. Grundvoraussetzung für die Töpfe ist die Pressbarkeit und maschinelle Produktion der Töpfe. Ein minimaler Torfanteil ist notwendig um Töpfe auf professionellen Maschinen herstellen zu können. Dieser liegt aktuell bei 70 % (Bio-Produktion) bis 100% bei der konventionellen Produktion. Angestrebt wird ein Anteil von max. 50 % Torf ohne die Pressbarkeit zu verlieren.

Verschiedene neue Substratvarianten wurden erstellt und mit marktüblichen Standardsubstraten verglichen. In einer Versuchsreihe über die ganze Projektdauer wurden 5 Anbauversuche mit Erdpresstöpfen durchgeführt. Die Substratvarianten wurden nach jedem Versuch optimiert oder durch neue Varianten ergänzt.

- Anbauversuch in Kleinmengen im Forschungsbetrieb
- Anbauversuch im Produktionsbetrieb in Grossmengen

Für die Bonituren wurden die Faktoren Frühzeitigkeit, Wüchsigkeit, Ausgeglichenheit, und Gesamteindruck erfasst und das Frischgewicht bei Kulturende ausgewertet. Diese Daten wurden wöchentlich erfasst und nach international gebräuchlichen UPOV-Kriterien beurteilt (mit Ausprägung Boniturskala 1 bis 9).

Substratanalysen wurden jeweils bei Versuchsbeginn und Versuchsende durchgeführt. Gemessen wurden pH-Wert und EC-Wert (Leitfähigkeit  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), dazu der Stickstoffgehalt (N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>) sowie Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) und Calcium.

Für die Erhebung des Chlorophyllanteils in den Blättern wurde ein Dualex® 4 Scientific der Firma Force-A verwendet. Der Anteil an Chlorophyll wird in  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  angegeben. Die Messgenauigkeit beträgt  $\pm 5\%$  (Force-A, ohne Datum). Für die Messung wurden jeweils 30 Messpunkte pro Variante und Wiederholung gemessen. Bei durchgeführten Pflanzensaftanalysen wurde eine Nitratmessung mit dem Reflectometer Rqeasy® gemacht. In speziell aufbereiteten Blattproben wurde damit der Nitratgehalt gemessen.

### **Mischungen für Topfkräuter**

Für Topfsubstrate bei Topfpflanzen und Kräutern ist im Bio-Anbau ein Anteil von maximal 50 % erlaubt (FiBL, 2012). Der in den Standardsubstraten verwendete Weisstorf sorgt mit seiner Strukturstabilität für einen guten Luft- und Wasserhaushalt im Wurzelraum (Eymann, 2015). Die verwendeten Ersatzstoffe müssen also diese Eigenschaften des Weisstorfes kompensieren. Bei Substraten für Topfkräuter ist die Pressbarkeit nicht relevant. Der Torfanteil kann also deutlich unter 50 % liegen und sogar bis 0 % sinken.

Verschiedene neue Substratvarianten wurden erstellt und mit marktüblichen Standardsubstraten verglichen. In einer Versuchsreihe über die ganze Projektdauer wurden 3 grosse Anbauversuche mit Topfkräutern durchgeführt. Die Substratvarianten wurden nach jedem Versuch optimiert oder durch neue Varianten ergänzt.

Für die Bonituren wurden die Faktoren Frühzeitigkeit, Wüchsigkeit, Ausgeglichenheit, und Gesamteindruck erfasst und das Frischgewicht bei Kulturende ausgewertet. Diese Daten wurden wöchentlich erfasst und nach international gebräuchlichen UPOV-Kriterien beurteilt (mit Ausprägung Boniturskala 1 bis 9).

Substratanalysen wurden jeweils bei Versuchsbeginn und Versuchsende durchgeführt. Gemessen wurden pH-Wert und EC-Wert (Leitfähigkeit  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), dazu der Stickstoffgehalt (N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>) sowie Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) und Calcium.



## 2.2 Durchgeführte Versuche

Geplant wurden Versuche mit Erdpresstöpfen und mehreren Gemüsearten. Bei der Auswahl der Gemüsearten wurden einerseits wichtige Kulturen ausgewählt und zusätzlich mit schwieriger anzuziehenden Arten ergänzt (Chinakohl). Beim Anbau von Topfkräutern wurden Basilikum als Hauptkultur und Petersilie als schwierige Kultur ausgewählt. Eine Zusammenstellung aller durchgeführten Versuche ist in Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Zusammenstellung aller durchgeführten Versuche 2017-2019

Typ	Beschreibung	Anzahl Substrate	Versuchsstandort	Kulturen
Erdpresstöpfe	Probepressungen EPT Kleinversuch 2017	6	ZHAW Wädenswil	nur Töpfe
Erdpresstöpfe	Versuch Herbst 2017 EPT	8	ZHAW Wädenswil	Chinakohl, Kohlrabi, Nüssler
Erdpresstöpfe	Versuch Frühling 2018	5	Schwarz Villigen	Salat, Fenchel
Erdpresstöpfe	Versuch Sommer 2018	4	Schwarz Villigen	Chinakohl, Nüssler
Erdpresstöpfe	Versuch Herbst/Winter 2018/ 2019	4	Schwarz Villigen ZHAW Wädenswil	Nüssler
Topfkräuter	Versuch Topfkräuter Herbst 2017	14	Agroscope Wädenswil	Basilikum grossblättrig Basilikum feinblättrig Petersilie
Topfkräuter	Versuch Topfkräuter Frühling 2018	7	Agroscope Wädenswil	Basilikum grossblättrig Basilikum feinblättrig Petersilie Rosmarin Lavendel
Topfkräuter	Versuch Topfkräuter Frühling 2019	10	Agroscope Wädenswil ZHAW Wädenswil	Basilikum grossblättrig Basilikum feinblättrig Petersilie

## 2.3 Probepressung Erdpresstöpfe

Mit den 8 Substratvarianten wurden auf einer mobilen Erdpresstopfmaschine Probepressungen gemacht. Damit wurde abgeklärt ob mit den Mischungen die Produktion von Erdpresstöpfen (EPT) überhaupt möglich ist.



Abb. 1: Probepressungen mit der mobilen Erdpresstopfmaschine (linkes Bild) und erzeugte Erdpresstöpfe in guter Qualität (rechtes Bild). Foto: Guido Kunz

## 2.4 Versuch Erdpresstöpfe Herbst 2017

Im Herbst 2017 wurden 6 neue Substratmischungen mit 2 Standardsubstraten verglichen. Der Torfanteil der neuen Mischungen wurde von den im Bioanbau erlaubten 70 % auf 49-56 % reduziert. Ersetzt wurde der Schwarztorf durch Kompost, Holzfasern oder TEFA (Varianten 1-4). Bei der Variante 8 wurde der Torfanteil von 70 % beibehalten und mit 30 % TEFA kombiniert. Variante 7 war ein zusätzliches torfreies Traysubstrat. Bei den Trays werden keine Erdpresstöpfe gepresst, sondern Multizellplatten aus Kunststoff mit Substrat gefüllt und zur Anzucht verwendet. Bei dem Versuch wurden Jungpflanzen von Chinakohl, Kohlrabi und Nüsslisalat bis zur Pflanzgröße angezogen.

Tabelle 2: Zusammenstellung der neuen Substratkomponenten für Erdpresstöpfe und Trays Herbst 2017

Zusammensetzung EPT und Trays Herbst 2017										
	Schwarztorf	Substrat-kompost	Rinden-humus	TEFA*	Holzfasern*	Kokosmehl	Standard	Sand	N-Dünger, wie Horn-mehl <sup>1)</sup>	Bemerkung
Variante 1	50	20		30					+ / - 350 mg/l N	TEFA Absiebung 0-7 mm
Variante 2	50	20			30				+ / - 350 mg/l N	Holzfasern (DF) Fermentiert
Variante 3	56	24		20			(80)		+ / - 350 mg/l N	80 % Standard Florard Block Bio +20 % TEFA Absiebung 0-7 mm
Variante 4	49	21			30		(70)		+ / - 350 mg/l N	70 % Standard Deltaflor +30 % Holzfasern Ricoter fermentiert
Variante 5	70	30					(100)		+ / - 350 mg/l N	<b>Deltaflor Presstopferde (30% torfreduziert), Spezialvariante für Schwarz</b>
Variante 6	70	30					(100)			<b>Florard Block bio</b>
Variante 7			25		40	30		5		Trays
Variante 8	70			30						TEFA Absiebung 0-7 mm

Standardsubstrate (Nr. 5-6):

- Nr. 5: Deltaflor Presstopferde; Erdpresstopferde für den biologischen Anbau mit 70 % Torf
- Nr. 6: Floragard Block bio; Erdpresstopferde für den biologischen Anbau mit 70 % Torf

Versuche Erdpresstöpfe Herbst 2017

- Aussaat 7. September 2017 (W 36)
- 8 Substrate (7 EPT + 1 Tray)
- 3 Kulturen : Chinakohl Enduro F-1, Kohlrabi Cindy F-1, Nüsslisalat Trophy
- Direktsaat von Hand (Chinakohl, Kohlrabi) oder Handsähgerät (Nüssler)
- 4 Wiederholungen
- 4 Bonituren
- Versuchsende 16.10. 2017 (Kulturdauer 6 Wochen)

2.5 Versuch Topfkräuter Herbst 2017

Im ersten Anbauversuch 2017 wurden total 14 Varianten getestet (Tabelle 3). 8 neue Substratvarianten wurden erstellt und mit 6 Standardsubstraten verglichen. Der Anteil von Weisstorf wurde in den neuen Substratvarianten auf 45 -0 % reduziert. Die wichtigste Ersatzkomponente ist das aus Maisstroh hergestellte TEFA. Weitere wichtige Komponenten sind Rindenhumus, Holzfasern, Kompost und Kokopeat. Reisspelzen, Perlit, Landerde und Sand sind weitere verwendete Zuschlagstoffe für die Mischungen.

Tabelle 3: Zusammenstellung der neuen Substratkomponenten für Topfkräuter 1.Versuch Herbst 2017

Varianten Zusammensetzung Substrate														
	Anteile in Volumen-%													
	Weisstorf	Schwarztorf	Kompost	Rindenhumus	TEFA	Holzfasern	Kokopeat	Reisspelzen	Landerde	Perlit	Sand	Standard	Summen	Bemerkung
Variante 1	25		20		40			10		5			100	
Variante 2	25			20	40			10		5			100	
Variante 3				35		35	25		5				100	
Variante 4	30			20		40					10		100	
Variante 5	30			20		30	15		5				100	
Variante 6	28	7	14		30		14		7			(70)	100	Floragard
Variante 7	20	5	10		50		10		5			(50)	100	Floragard
Variante 8	45				55								100	
Variante 9	40	10	20				20		10			(100)	100	Floragard
Variante 10												100	0	Ökohum Aussaterde torffrei
Variante 11				30		30	35		5			(100)	100	Standard 2 Ricoter torffrei konventionell
Variante 12				30		30	35		5			(100)	100	Standard 2 Ricoter torffrei bio
Variante 13												100	0	Ökohum Topferde Torfrei
Variante 14												100	0	Ökohum Topferde Torfrei bio Neubauer

## Standardsubstrate (Nr. 9-14):

- Nr. 9: Floragard Topf bio; Anzucht und Kulturerde für den biologischen Anbau mit 50 % Torf
- Nr.10: Ökohum Aussaaterde torffrei; torffreie Anzuchterde
- Nr.11: Ricoter Anzuchterde konventionell; Anzuchterde torffrei
- Nr.12: Ricoter Anzuchterde bio; Anzuchterde torfrei
- Nr.13: Ökohum Topferde konventionell; torffreie Anzuchterde
- Nr.14: Ökohum Topferde Bio; torffreie Bio Anzuchterde (Variante Neubauer)

## Versuche Substrate Kräuter Herbst 2017

- Aussaat 5./6. September 2017 (W 36)
- 14 Substrate
- 3 Kulturen : Basilikum grossblättrig, Basilikum feinblättrig, Petersilie Grüne Perle
- 4 Wiederholungen
- 5 Bonituren
- Versuchsende 18.10.2017 (W 42)



Abb. 2: Deutliche Unterschiede im Wachstums bei den verschiedenen Substratvarianten.  
Foto: Guido Kunz

Für die Bonituren wurden die Faktoren Frühzeitigkeit, Wüchsigkeit, Ausgeglichenheit, und Gesamteindruck erfasst und das Frischgewicht bei Kulturende ausgewertet.

## 2.6 Versuch Topfkräuter Frühjahr 2018

Im 2.Versuch im Frühling 2018 wurden die Varianten auf 7 reduziert. Die 4 besten Varianten aus dem Versuch 2017 (Variante 3, 4, 5 und 6) wurden mit 3 bisherigen Standards verglichen (Variante 9, 11, 12). Details sind in Tabelle 4 ersichtlich. Zu den bisherigen Kräuterarten Basilikum feinblättrig, Basilikum grossblättrig und Petersilie wurden 2 stecklingsvermehrte Sorten Rosmarin und Lavendel in den Versuch aufgenommen.

Tabelle 4: Zusammenstellung der Substratkomponenten für Topfkräuter 2.Versuch Frühling 2018

Varianten Zusammensetzung Substrate Kräuter 2018													
	Anteile in Volumen-%											Summen	Bemerkung
	Weisstorf	Schwarztorf	Kompost	Rindenhumus	TEFA	Holzfaser	Kokospeat	Landerde	Perlit	Sand	Standard		
Variante 3				35		35	25	5				100	Kräuter
Variante 4	30			20		40				10		100	Kräuter
Variante 5	30			20		30	15	5				100	Kräuter
Variante 6	28	7	14		30		14		7		(70)	100	Floragard
Variante 9	40	10	20				20		10		(100)	100	Floragard Topf bio
Variante 11				30		30	35		5		(100)	100	Standard 2 Ricoter torffrei konventionell
Variante 12				30		30	35		5		(100)	100	Standard 2 Ricoter torffrei bio

Standardsubstrate (Nr. 9, 11--12):

- Nr. 9: Floragard Topf bio; Anzucht und Kulturerde für den biologischen Anbau mit 50 % Torf
- Nr.11: Ricoter Anzuchterde konventionell; Anzuchterde torffrei
- Nr.12: Ricoter Anzuchterde bio; Anzuchterde torffrei

Versuche Substrate Kräuter Frühling 2018

- Aussaat 12. Februar 2018 (W 7)
- 7 Substrate
- 5 Kulturen: Basilikum grossblättrig, Basilikum feinblättrig, Petersilie , Rosmarin, Lavendel
- 4 Wiederholungen
- 5 Bonituren
- Versuchsende 28. März. 2018 (W 13)



Abb. 3: Ansicht Topfkräuter- Versuch am 23.März 2018, knapp 6 Wochen nach der Aussaat. Im Vordergrund am Anfang der 1.Wiederholung steht Petersilie

## 2.7 Versuch Erdpresstöpfe Frühjahr 2018

Im **Frühling 2018** wurden die 3 besten neuen Mischungen von 2017 (eine verbesserte und zwei bisherige) mit 2 Standardsubstraten verglichen. Dabei wurde Variante 1 verändert (Variante 1 a) und 2 Varianten beibehalten (Variante 2 und 4). Bei der Variante 1 wurde der Kompost-Anteil weggelassen und dafür der Anteil der TEFA-Komponente von 30 auf 50 % erhöht. Der Kompost hat einen relativ hohen Salz- und Nährstoffgehalt. Zusammen mit dem hohen Kaliumgehalt des TEFA ergab sich bei der bisherigen Mischung ein zu hoher Gesamtsalzgehalt der Substratvariante. In der neuen Zusammensetzung wurde der Salzgehalt nun deutlich gesenkt. Die Varianten 2 und 4 wurden dank guten Resultaten im Herbst 2017 für weitere Versuche verwendet. Mit allen 5 Substraten wurden Jungpflanzen von Fenchel und Kopfsalat angezogen und bewertet. Der Kopfsalat wurde ausgepflanzt und bis zur Ernte fertig kultiviert und ausgewertet.

Tabelle 5: Zusammenstellung der neuen Substratkomponenten für Erdpresstöpfe Frühjahr 2018

Zusammensetzung EPT Frühjahr 2018							
	Schwarztorf	Substrat-kompost	TEFA	Holzfaser	Standard	N-Dünger, wie Horn-mehl	Bemerkung
Variante 1 a	50		50			+ / - 350 mg/l N	Sorba : Mischung geändert von Stefan Grass, 20% Kompost ersetzt durch zusätzlich 20% TEFA
Variante 2	50	20		30		+ / - 350 mg/l N	Ricoter: Holzfaser (DF) Fermentiert, Mischung Analog Versuch 2017
Variante 4	49	21		30	(70)	+ / - 350 mg/l N	Ricoter: Holzfaser (Ricoter) fermentiert, mit 70 %Deltaflor Presstopferde
Variante 5	70	30			(100)	+ / - 350 mg/l N	Deltaflor Presstopferde (30% torfreduziert), Spezialvariante für Schwarz
Variante 6	70	30			(100)		Floragard Block bio. Lieferung durch ZHAW

Standardsubstrate (Nr. 5-6):

- Nr. 5: Deltaflor Presstopferde; Erdpresstopferde für den biologischen Anbau mit 70 % Torf
- Nr. 6: Floragard Block bio; Erdpresstopferde für den biologischen Anbau mit 70 % Torf

Versuche Erdpresstöpfe Frühling 2018

- Aussaat 23. März 2018
- 5 Substrate
- 2 Kulturen : Kopfsalat, Fenchel
- Maschinelle Aussaat
- 2 Wiederholungen
- Auspflanzung von Kopfsalat
- 4 Bonituren
- Versuchsende 05.06. 2018

Pro Substrat wurde 1 m<sup>3</sup> hergestellt um mit der grossen Produktionsmaschine von Erdpresstöpfen der Firma Schwarz zu arbeiten.



Abb. 4: Maschinelle Produktion von Erdpresstöpfen. Die Töpfe werden automatisch in Kisten gefüllt und mit der angeschlossenen Sählinie mit Saatgut von Kopfsalat und Fenchel belegt



Abb. 5: Qualitätsbeurteilung der hergestellten Töpfe

## 2.8 Versuch Erdpresstöpfe Sommer 2018

Im **Sommer 2018** wurden drei Mischungen (zwei bisherige aus Versuchen Frühling 18 und eine neue Mischung) mit einem Standardsubstrat verglichen. Die Varianten 2 und 4 entsprechen den Varianten im Frühling. Bei der neuen Variante 9 wurde der Holzfaseranteil auf 40 % erhöht und auch die Qualität der Faser verändert. Es wurden längere, wolligere Fasern verwendet welche einen besseren Zusammenhalt des Erdpresstopfes ergeben soll (mündl. Mitteilung Elmar Hartauer, Firma Deltaflor). Der Torfanteil erreicht noch 40 %. Die Variante 1 a schied aus wegen schlechten Resultaten im Frühjahr (siehe Kapitel Resultate und Abb. 14).

Jungpflanzen von Chinakohl und Nüsslisalat wurden angezogen und bewertet. Der Nüsslisalat wurde ausgepflanzt, bis zur Ernte fertig kultiviert und ausgewertet.

Tabelle 6: Zusammenstellung der neuen Substratkomponenten für Erdpresstöpfe Sommer 2018

Zusammensetzung EPT Juli 2018							
	Schwarztorf	Substratkompost	TEFA	Holzfaser	Standard	N-Dünger, wie Hornmehl	Bemerkung
Variante 2	50	20		30		+ / - 350 mg/l N	Ricoter: Holzfaser (DF) Fermentiert, Mischung analog Versuch 2017
Variante 4	49	21		30	(70)	+ / - 350 mg/l N	70% Standard Deltaflor +30% Holzfaser Ricoter fermentiert
Variante 5	70	30			(100)	+ / - 350 mg/l N	Deltaflor Presstopferde (30% torfreduziert), <b>Spezialvariante für Schwarz</b>
Variante 9	40	20		40		+ / - 350 mg/l N	Neue Variante mit 40% Holzfaser spezial



Standardsubstrate (Variante 5):

- Nr. 5: Deltaflor Presstopferde; Erdpresstopferde für den biologischen Anbau mit 70 % Torf

Versuche Erdpresstöpfe Sommer 2018

- ▶ Aussaat 20. Juli 2018
- ▶ 4 Substrate
- ▶ 2 Kulturen: Chinakohl, Nüsslisalat
- ▶ Maschinelle Aussaat
- ▶ 2 Wiederholungen
- ▶ Auspflanzung von Nüsslisalat
- ▶ 4 Bonituren
- ▶ Versuchsende 29.8.2018



Abb. 6: Chlorophyllmessung mit dem Dualex® 4 Scientific an Chinakohl-Jungpflanzen

## 2.9 Versuch Erdpresstöpfe Herbst/Winter 2018/2019

Im Herbst/Winter 2018/2019 wurde ein neuer Versuch mit zwei bisherigen Substraten (Varianten 2 und 9) und einer Extremvariante mit nur noch 30 % Torf durchgeführt (Variante 10) und mit dem Standardsubstrat verglichen. Ausgesät wurde Nüsslisalat. An zwei Versuchsorten (ZHAW und Firma Schwarz) wurde der Nüsslisalat ausgepflanzt, bis zur Ernte fertig kultiviert und ausgewertet. Bei der Firma Schwarz wurde in einem ungeheizten Plastiktunnel mit offenen Seitenwänden gepflanzt (Freilandbedingungen). In Wädenswil wurde in einen geschlossenen Plastiktunnel mit Seitenlüftung gepflanzt.

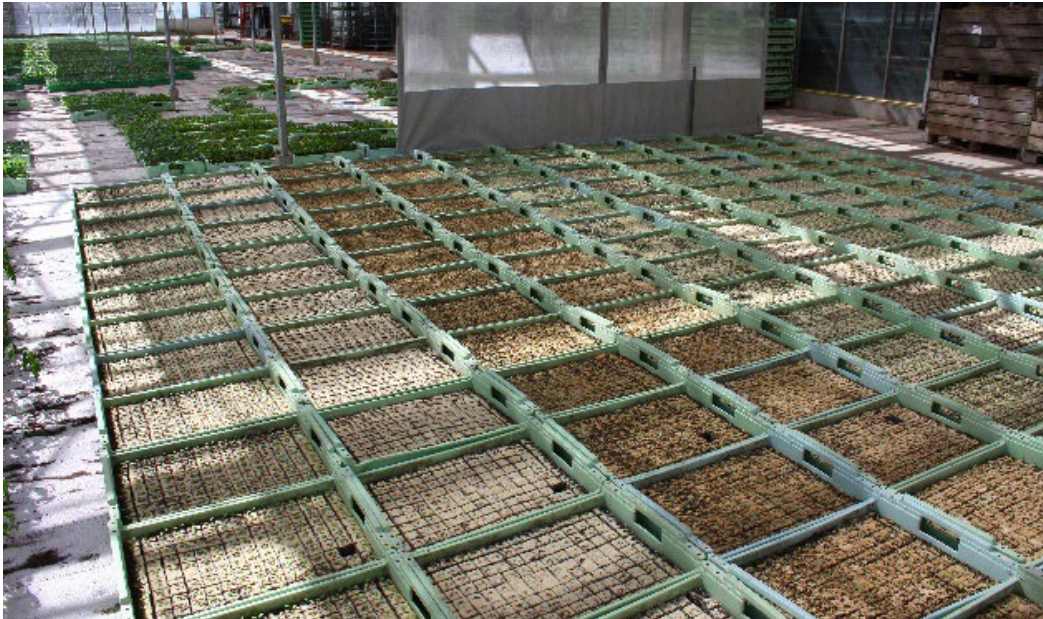


Abb. 7: Die ausgesäten Kisten werden zum Keimen im Gewächshaus aufgestellt. (Aufnahme G. Kunz).

Tabelle 7: Zusammenstellung der neuen Substratkomponenten für Erdpresstöpfe Herbst/Winter 2018/2019

	Schwarztorf	Substratkompost	TEFA	Holzfaser	Standard	N-Dünger, wie Hornmehl	Bemerkung
Variante 2	50	20		30		+ / - 350 mg/l N	Ricoter: Holzfaser (DF) Fermentiert, Mischung analog Versuch 2017
Variante 5	70	30			(100)	+ / - 350 mg/l N	<b>Deltaflor Presstopferde (30% torfreduziert), Spezialvariante für Schwarz</b>
Variante 9	40	20		40		+ / - 350 mg/l N	Neue Variante mit 40 % Holzfaser spezial
Variante 10	30	25		45		+ / - 350 mg/l N	Extremvariante mit nur 30 % Torf

### Standardsubstrate (Variante 5):

- Nr. 5: Deltaflor Presstopferde; Erdpresstopferde für den biologischen Anbau mit 70 % Torf

### Versuche Erdpresstöpfe Herbst /Winter 2018/2019

- Aussaat 23. November 2018
- 4 Varianten
- Kultur Nüsslisalat Sorte Princess
- Maschinelle Aussaat
- 2 Wiederholungen mit 3 Varianten (Feldanbau Firma Schwarz, Villigen)
- 4 Wiederholungen mit 4 Varianten (Anbau Plastiktunnel ZHAW, Wädenswil)
- Auspflanzung von Nüsslisalat
- 3 Bonituren
- Versuchsende 06.03.2019

## 2.10 Versuch Topfkräuter Frühjahr 2019

Im 3. Versuch 2019 wurden 10 Substrate getestet. Davon waren 4 Standardsubstrate, die Varianten 9, 11, und 12 als bisherigen Standards und die neue Variante 14 welche in der Zusammensetzung der Variante 12 entspricht aber höher aufgedüngt ist. Die Variante 3 und 5 entsprechen den bisherigen Varianten aus den Versuchen 2018. Die Variante mit TEFA aus dem Jahr 2018 (Variante 6/2018) wurde durch 3 neue Mischungen mit einem sehr hohen Anteil an TEFA ersetzt. Ergänzt wurde das TEFA durch Kokopeat und Perlit (Variante 15) oder nur durch Perlit (Variante 16 und 17).

Die Varianten 16 und 17 unterscheiden sich durch die Aufdüngung. Bei Variante 17 ist kein Stickstoff (N) in der Grunddüngung vorhanden. Der von den Pflanzen benötigte Stickstoff muss sofort ab Kulturbeginn flüssig nachgedüngt werden. Die neue Variante 13 basiert ebenfalls auf der Standard-bio-Variante von Ricoter, wurde aber noch mit einem Anteil Kompost und Reisspelzen ergänzt. Die exakten Anteile wurden von der Firma Ricoter nicht bekanntgegeben.

Die Substrate wurden auf 2 Teilversuche aufgeteilt. Beim Hauptversuch wurden 9 Substrate verwendet (Variante 3 bis Variante 16). Beim kleinen Teilversuch wurde die Standardvariante 12 mit der TEFA-Variante 17 verglichen. Dieser Teilversuch wurde angelegt um für ein TEFA-Substrat die Düngung und die Wasserzufuhr optimal zu gestalten. Substrate mit einem TEFA-Anteil haben ein reduziertes Wasserhaltevermögen und trocknen schnell aus. In grösseren Versuche mit standardisierten Giess- und Düngegaben kann sich das nachteilig für TEFA-Substrate auswirken.

Tabelle 8: Zusammenstellung der Substratkomponenten für Topfkräuter 3.Versuch Frühling 2019

Varianten Zusammensetzung Substrate Kräuter 2019																
Substrat	Anteile in Volumen-%		Kompost	Rindenhumus	TEFA	Holzfaser	Kokopeat	Reisspelzen	Standard	Landerde	Perlit	Sand	Summen	Dünger	Bemerkung	
	Weisstorf	Schwarztorf														
Variante 3				35		35	25			5			100	350 mg N/L	Ricoter	
Variante 5	30			20		30	15						100	350 mg N/L	Ricoter	
Variante 9	40	10	20				20		(100)		10		100	130 mg N/L	Florigard	
Variante 11				30		30	35		(100)		5		100	350 mg N/L	Ricoter Standard 2 toffrei konventionell	
Variante 12				30		30	35		(100)		5		100	350 mg N/L	Ricoter Standard 2 toffrei bio	
Variante 13			x	x		x	x	x					100	840 mg N/L	Ricoter bio	
Variante 14				30		30	35				5		100	500 mg N/L	Ricoter Standard 2 toffrei bio	
Variante 15					60		20				20		100	Magnesiumsulfid, Spurenelemente, Diammoniumphosphat, Langzeitstickstoff	Sorba, (roter Sack, Variante 1)	
Variante 16					70						30		100	Magnesiumsulfid, Spurenelemente, Diammoniumphosphat, Langzeitstickstoff	Sorba, (blauer Sack, Variante 2)	
Variante 17					70						30		100	Magnesiumsulfid, Spurenelemente Nachdüngung	Sorba	

Standardsubstrate (Nr. 9, 11,12,14):

- Nr. 9: Florigard Topf bio; Anzucht und Kulturerde für den biologischen Anbau mit 50 % Torf

- Nr.11: Ricoter Anzuchterde konventionell; Anzuchterde torffrei
- Nr.12: Ricoter Anzuchterde bio; Anzuchterde torffrei
- Nr.14: Ricoter Anzuchterde bio; Anzuchterde torffrei, höher aufgedüngt

Die Variante 11 und die Tefa-Varianten 15, 16 und 17 wurden konventionell aufgedüngt. Alle anderen Varianten wurden biologisch aufgedüngt. Eine flüssige Nachdüngung erfolgte nur bei den Tefa-Varianten mit mineralischen Nährsalzen (nicht bio-konform). Reine Tefa-Substrate haben zuwenig biologische Aktivität um vorhandenen Stickstoff in Ammoniumform (NH<sub>4</sub>) in pflanzenverfügbaren Nitratstickstoff (NO<sub>3</sub>) umzuwandeln (Aussage Stefan Grass, mündlich). Deswegen muss mineralischer Stickstoff flüssig nachgedüngt werden.

#### Versuche Substrate Kräuter Frühling 2019

- Aussaat 14. Januar 2019 (W 3)
- 10 Substrate
- 3 Kulturen : Basilikum grossblättrig, Basilikum feinblättrig, Petersilie Grüne Perle
- 4 Wiederholungen bei Basilikum
- 6 Wiederholungen bei Petersilie
- 5 Bonituren
- Versuchsende 27. Februar 2019 (W 7)

## 3 Resultate

### 3.1 Neue Mischungen

Neue Mischungen für Erdpresstöpfe und Topfkräuter wurden wie im Kapitel 2.1 beschreiben hergestellt.

#### **Mischungen für Erdpresstöpfe**

Verschiedene neue Substratvarianten wurden erstellt und mit marktüblichen Standardsubstraten verglichen. In einer Versuchsreihe über die ganze Projektdauer wurden 5 Anbauversuche mit Erdpresstöpfen durchgeführt. Die Substratvarianten wurden nach jedem Versuch optimiert oder durch neue Varianten ergänzt.

Die detaillierten Zusammensetzungen sind in Kapitel 2 in Tabelle 2, 5, 6 und 7 zusammengestellt.

#### **Mischungen für Topfkräuter**

Verschiedene neue Substratvarianten wurden erstellt und mit marktüblichen Standardsubstraten verglichen. In einer Versuchsreihe über die ganze Projektdauer wurden 3 grosse Anbauversuche mit Topfkräutern durchgeführt. Die Substratvarianten wurden nach jedem Versuch optimiert oder durch neue Varianten ergänzt.

Die detaillierten Zusammensetzungen sind in Kapitel 2 in Tabelle 3, 4 und 8 zusammengestellt.

### 3.2 Resultate Probepressung Erdpresstöpfe

Für die Probepressungen 2017 standen die Varianten 1-6 zur Verfügung. Mit allen 6 Varianten liessen sich Erdpresstöpfe in mittlerer bis guter Qualität herstellen. Bei den Varianten mit einem hohen Anteil an Holzfasern und TEFA war die Festigkeit und Qualität der Töpfe reduziert (Varianten 1-4) gegenüber den Standardsubstraten (Varianten 5 und 6).

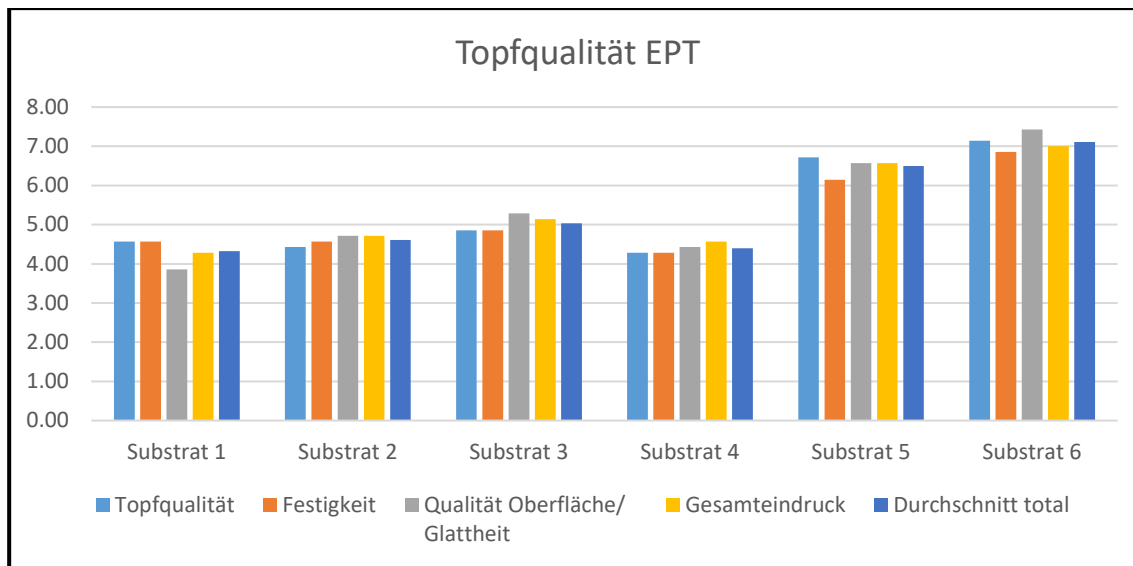


Abb. 8: Beurteilung Topfqualität Probepressungen 20.7.17

### 3.3 Resultate Versuch Erdpresstöpfe Herbst 2017

Die Vorversuche zeigten, dass auch mit einem reduzierten Torfanteil von 50% relativ gute Erdpresstöpfe hergestellt werden können. Je nach Wahl der Ersatzstoffe ergaben sich unterschiedliche Qualitäten bei den Jungpflanzen und beim erntereifen Gemüse. Nach den Probepressungen im Juli 2017 ergab der Versuch im Herbst 2017 mit 8 Substraten (Zusammensetzung Tab.2) und 3 Versuchskulturen unterschiedliche Resultate. Abb. 9 zeigt die Gesamtbewertung der beurteilten Faktoren Keimung, Wüchsigkeit, Ausgeglichenheit, Gesamteindruck und Frischgewicht. Getestet wurden die Kulturen Chinakohl, Kohlrabi und Nüsslissalat.

Der Torfanteil der Substrate lag zwischen 50 und 70 %. Die torfreduzierten Varianten 2 und 4 mit 50 % Torf schnitten fast gleich gut ab wie die Standardsubstrate 5 und 6 mit 70 % Torf. Deutlich schlechter war die Variante 8 mit 30 % Tefa.

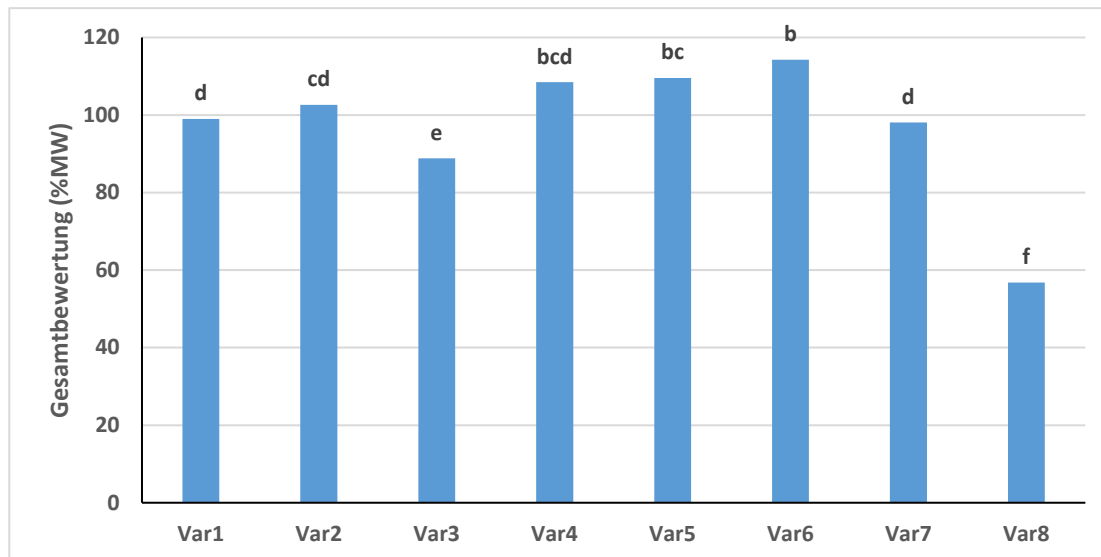


Abb. 9: Gesamtbewertung der 8 getesteten Substrate im Verhältnis zum Mittelwert aller Werte und aller Varianten im Herbst 2017. Unterschiedliche Buchstaben auf den Säulen zeigen statistisch signifikante Unterschiede (Fisher's Least-Significant-Difference Test,  $p$ -Wert 0.05).

### 3.4 Resultate Versuch Topfkräuter Herbst 2017

Bei den Topfkräutern hat die Pressbarkeit der Substrate keinen Einfluss. Aus diesem Grund benötigen die Mischungen keinen minimalen Torfanteil. Im 1. Topfkräuterversuch im Herbst 2017 wurden 14 Substrate getestet. 8 neuentwickelte Varianten (1-8) wurden mit 6 Standardvarianten (9-14) verglichen. Von den neuentwickelten 8 Varianten war eine Variante torffrei (Variante 3), die anderen hatten einen Torfanteil von 25-50%. Bei den Standardsubstraten waren 5 von 6 torffrei (10-14), nur die Variante 9 hatte einen Torfanteil von 50 %.

Für die Bonituren bei allen Topfkräuterversuchen wurden die Faktoren Frühzeitigkeit, Wüchsigkeit, Ausgeglichenheit, und Gesamteindruck erfasst und das Frischgewicht bei Kulturende ausgewertet. Diese Daten wurden wöchentlich erfasst und nach international gebräuchlichen U-POV-Kriterien beurteilt (mit Ausprägung Boniturskala 1 bis 9).

Substratanalysen wurden jeweils bei Versuchsbeginn und Versuchsende durchgeführt. Gemessen wurden pH-Wert und EC-Wert (Leitfähigkeit  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), dazu der Stickstoffgehalt ( $\text{N-NH}_4$ ,  $\text{N-NO}_3$ ) sowie Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) und Calcium.

In Abbildung 10 sind die Auswertung des Faktors «Gesamteindruck» dargestellt.

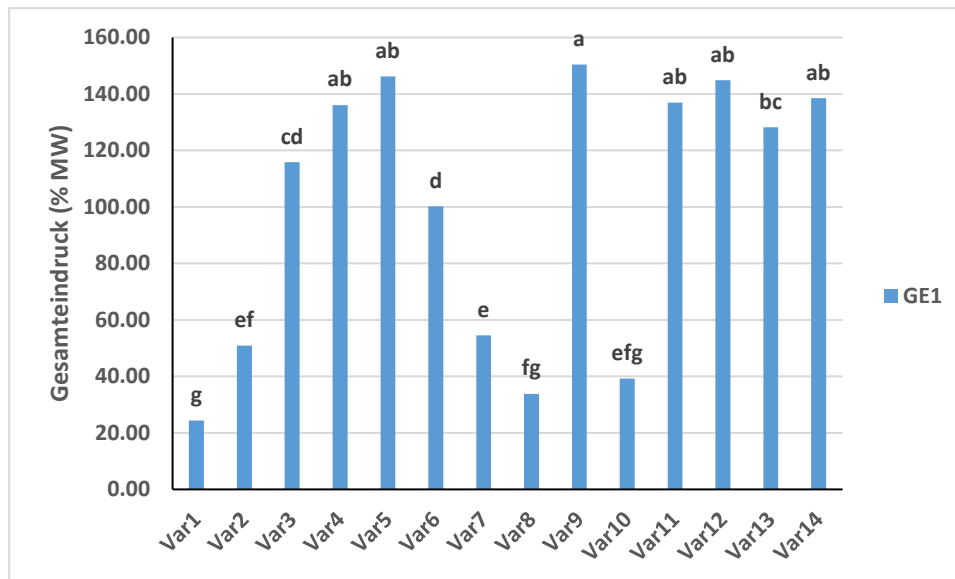


Abb. 10: Gesamteindruck der 14 geprüften Substratvarianten beim 1.Topfkräuterversuch 2017 mit Basilikum grossblättrig, Basilikum feinblättrig und Petersilie. Durchschnittlicher Wert aller 3 Kulturen in % Mittelwert beim Merkmal Gesamteindruck bei allen Bonituren und Wiederholungen. Unterschiedliche Buchstaben auf den Säulen zeigen statistisch signifikante Unterschiede (Fisher's Least-Significant-Difference Test, p-Wert 0.05).

Den besten Gesamtwert erreicht das Standardsubstrat Variante 9 von Floragard mit 50 % Torfanteil (Zusammensetzung in Tabelle 3). Sehr gute Werte erreichten aber auch Substrate mit nur 30 % Torf Variante 4 und 5 sowie die torffreien Standard-Substrate (Variante 11- 14). Bei Substraten mit einem sehr hohen Anteil von 40-55 % TEFA war das Wachstum deutlich reduziert (Variante 1, 2, 7, 8).

Mit kleinerem Anteil von max. 30% TEFA waren ansprechende Qualitäten möglich (Variante 6). Ebenfalls schlecht abgeschnitten hatte die torffreie Standardvariante 10 von Ökohum.

### 3.5 Resultate Versuch Topfkräuter Frühjahr 2018

Im 2. Topfkräuterversuch im Frühjahr 2018 wurde ein Grossversuch mit 7 Substraten und 5 Versuchskulturen an der Agroscope durchgeführt. Die Zusammensetzung der Substrate ist in Tabelle 4 ersichtlich. Erfasst und beurteilt wurden dieselben Merkmale wie beim Versuch 2017.

Substrate mit einem hohen Anteil an Holzfasern (Variante 4) oder Tefa (Variante 6) sind deutlich später und langsamer im Wachstum. Dieser Effekt zeigte sich bei allen 5 Versuchskulturen.



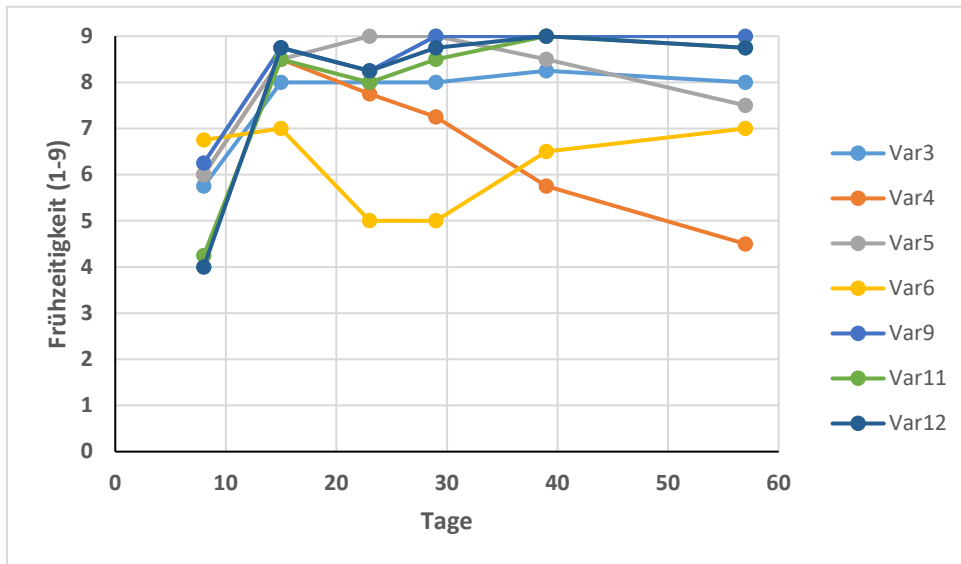


Abb. 11: Frühzeitigkeit der Pflanzen an 6 Terminen im Frühjahr 2018 am Beispiel Basilikum grossblättrig. Die Varianten 4 und 6 sind deutlich später.

Auch die weiteren bewerteten Merkmale (Wuchskraft, Ausgeglichenheit und Gesamteindruck) und das Erntegewicht zeigen denselben Effekt.

Die Varianten 5 (30 % Torf) und die beiden torffreien Standard-Varianten 11 und 12 sind vergleichbar mit der Standardvariante 9 mit 50 % Torf. Die Standard-Varianten 11 und 12 setzen sich aus Coco-Peat, Torfersatz Bio-Linie (Holzfasern), Rindenkompost und Perlit zusammen.

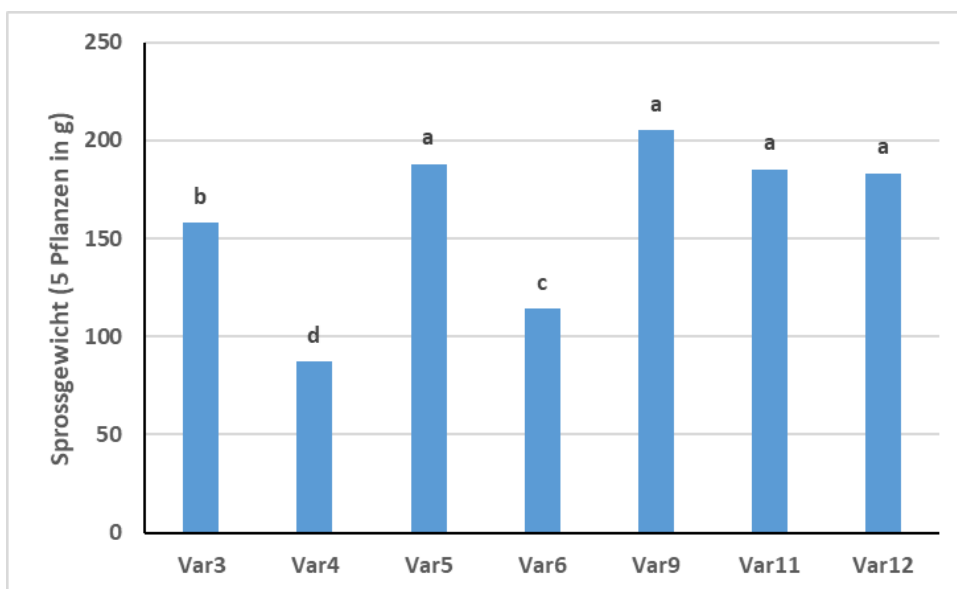


Abb. 12: Erntegewicht der Pflanzen (Durchschnitt von 5 Pflanzen von 4 Wiederholungen) im Frühjahr 2018 am Beispiel Basilikum grossblättrig. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede (Fisher's Least-Significant-Difference Test, p-Wert 0.05). Die Varianten 4 und 6 fallen deutlich ab.

### 3.6 Resultate Versuch Erdpresstopf Frühjahr 2018

Im Frühjahr 2018 wurde ein Grossversuch mit Salat und Fenchel ausgesät. Dabei wurden 3 torfreduzierte Substrate (Substrat 1a, 2 und 4; 50% Anteil Torf) mit den Standardvarianten 5 und 6 verglichen. Die Varianten 2 und 4 entsprechen den Mischungen von 2017. Bei der Variante 1a wurde gegenüber der Variante 1 der Kompost-Anteil weggelassen und dafür der Anteil der TEFA-Komponente von 30 auf 50 % erhöht. Die Bewertung der Topfqualität ist in Abbildung 13 dargestellt. Mit allen 5 Substraten wurden Jungpflanzen von Fenchel und Kopfsalat angezogen und bewertet. Der Kopfsalat wurde ausgepflanzt und bis zur Ernte fertig kultiviert und ausgewertet.

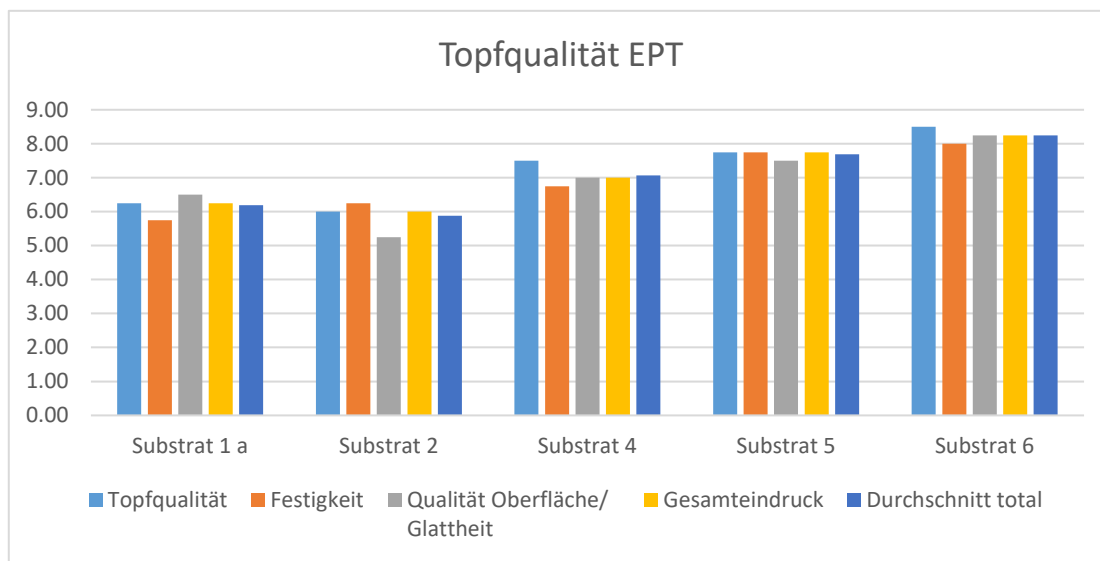


Abb. 13: Beurteilung Topfqualität Erdpresstöpfle 23.03.2018 (Boniturskala von 1-9)

Die Substratvarianten 1a und 2 mit 50 % Torf (Zusammensetzung in Tabelle 2) ergaben ansprechende, die Variante 4 (49% Torf) gute Qualitäten von Erdpresstöpfen. Die beiden Standardsubstrate von Floragard und Deltaflor mit 70 % Torf erzielten in allen Kriterien leicht bessere Werte.

Die Jungpflanzen entwickelten sich unterschiedlich. Die Wüchsigkeit und die Qualität war bei der Variante 1a sehr schlecht. Die anderen 4 Varianten ergaben Jungpflanzen von gleichmässiger und guter Qualität.

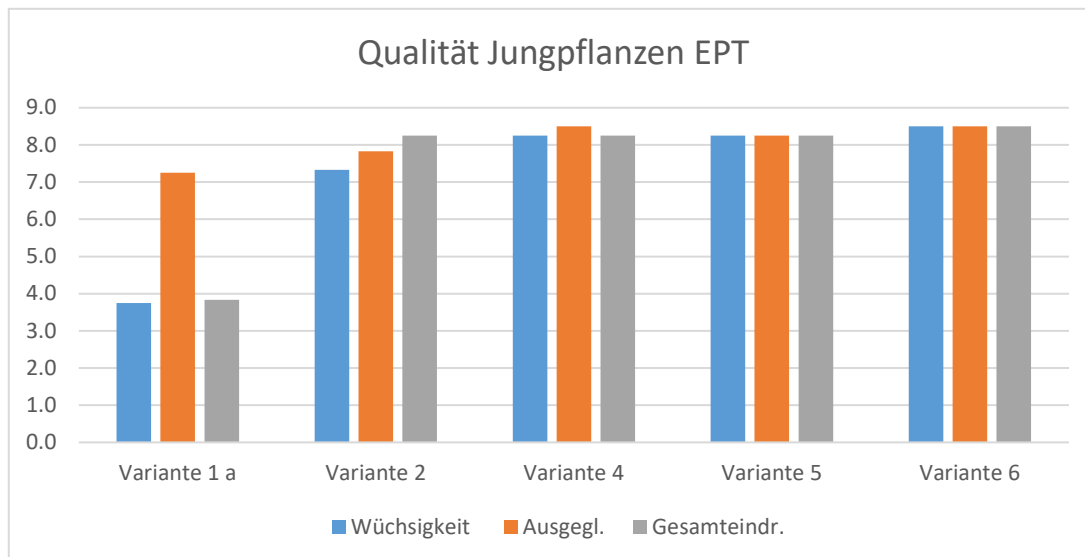


Abb. 14: Mittelwerte von Wüchsigkeit, Ausgeglichenheit und Gesamteindruck bei je 15 Kisten Salat und Fenchel-Jungpflanzen an 3 Boniturterminen.

Die Salate wurden im Feldanbau mit der Pflanzmaschine ausgepflanzt. Alle Variante liessen sich mit der Maschine gut verarbeiten. Das Wachstum verlief gleichmässig und ausgeglichen mit Ausnahme der Variante 1 a. Diese Jungpflanzen zeigten praktisch kein weiteres Wachstum. Bei der Ernte wurden die Merkmale Festigkeit, Form der Manschette und der Gesamteindruck optisch bewertet. Zusätzlich wurde das Kopfgewicht und die Storzenhöhe (Wurzelhals) gemessen. Die Varianten 2, 4, 5 und 6 bildeten gleichmässige Kopfsalate von guter Qualität.



Abb. 15: Erntereife Kopfsalate kurz vor der Ernte, hier die Variante 4

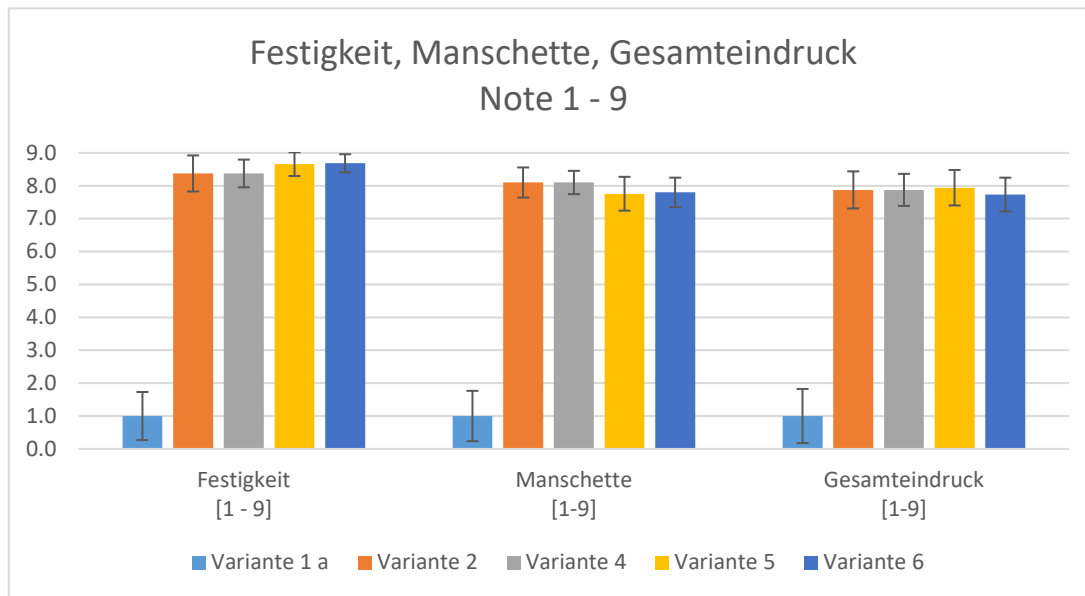


Abb. 16: Feldbeurteilung der Salate am 5. Juni 2018, Mittelwerte von je 30 Pflanzen für Festigkeit, Manschette und Gesamteindruck

Bei der Ernteausswertung ergaben sich keine signifikanten Unterschiede im Kopfgewicht bei den Varianten 2, 4, 5 und 6. Die Variante 1a ergab keine erntefähigen Salate und eignet sich nicht für die Produktion von EPT. Die torfreduzierten Varianten 2 und 4 erzielten fast die gleichen Kopfgewichte wie die Standardvarianten. Die qualitative Beurteilung (optisch und Erntegewicht) ergab bei den beiden torfreduzierten Varianten eine gute Eignung.

### 3.7 Resultate Versuch Erdpresstopf Sommer 2018

Im Sommer 2018 wurden drei Mischungen (zwei bisherige aus Versuchen Frühling 18 und eine neue Mischung) mit dem Standardsubstrat der Firma Schwarz verglichen (Variante 5). Die Varianten 2 und 4 entsprechen den Varianten im Frühling. Bei der neuen Variante 9 mit 40 % Torf wurde der Holzfaserteil auf 40 % erhöht und auch die Qualität der Faser verändert. Jungpflanzen von Chinakohl und Nüsslisalat wurden angezogen. Der Nüsslisalat wurde auf einer Freilandfläche bei der Firma Schwarz in Villigen ausgepflanzt, bis zur Ernte fertig kultiviert und ausgewertet. Die Qualität der Erdpresstöpfe der Mischungen 2, 4 und 9 war etwas schlechter als die der Standardvariante 5 (Abb. 17). Dies deckt sich mit den Resultaten der bisherigen Versuche. Alle Erdpresstöpfe waren aber mit der Topfmaschine und der Pflanzmaschine gut zu verarbeiten.

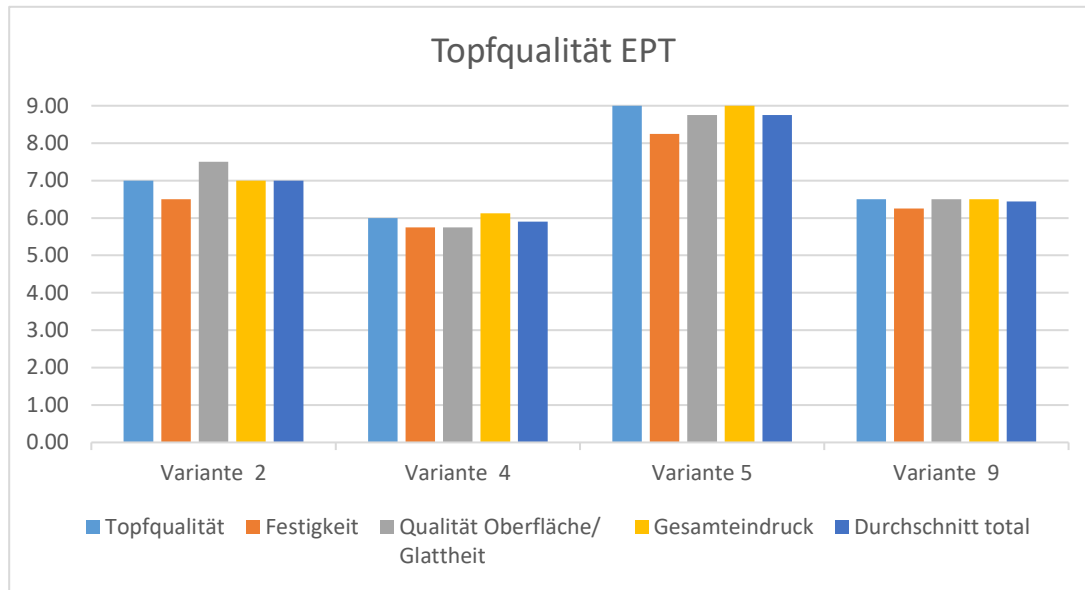


Abb. 17: Beurteilung Topfqualität Erdpresstöpfe 20.07.2018, die Standard-Variante 5 hat die besten Werte.

Für die Entwicklung der Jungpflanzen sollte im Substrat genügend mineralisierter Stickstoff (N min) in Form von Ammonium NH<sub>4</sub> und Nitrat NO<sub>3</sub> vorhanden sein. Die Menge sollte ausreichend sein bis die Jungpflanzen ausgepflanzt werden. Die Jungpflanzen aller Varianten zeigten im Versuch eine gute bis sehr gute Qualität. Die gemessenen Werte von mineralisiertem Stickstoff N-min lagen zu Versuchsbeginn bei 52 mg/l N-Min (NO<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub>) beim Standardsubstrat bis 70 mg/l N-Min bei Variante 2 (Abb. 18). Die Stickstoffgehalte im Substrat nahmen bei allen Varianten stark ab während der Anzucht. Vor der Aussaat waren die N-Reserven bei allen Varianten mehr oder weniger aufgebraucht.

Parallel dazu nahm auch der Salzgehalt (Leitfähigkeit µS/cm) ab. Der pH-Wert nahm leicht zu von durchschnittlich 6.4 auf 7.0, dies dürfte auf das kalkhaltige Giesswasser zurückzuführen sein (Abb. 19)

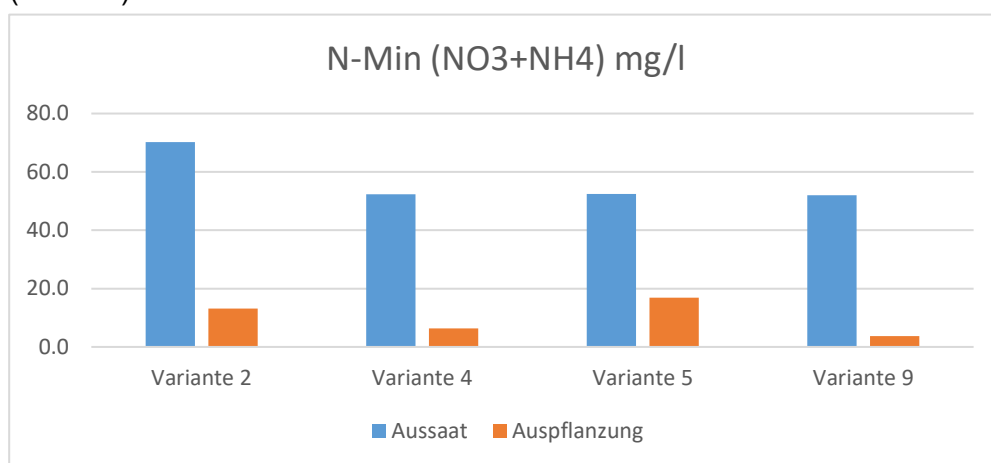


Abb. 18: Stickstoffgehalte N-Min der Erdpresstöpfe bei der Aussaat und bei der Auspflanzung

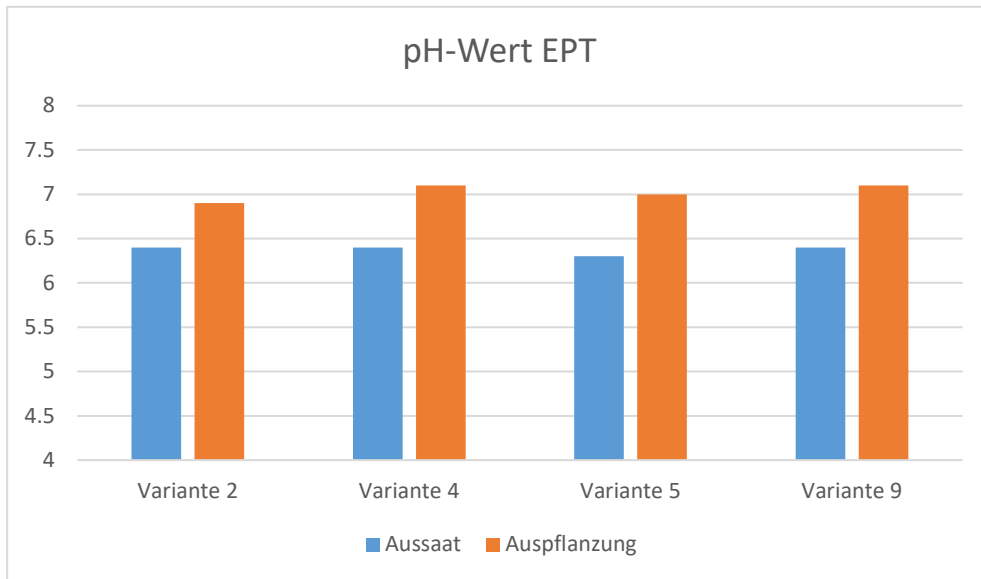


Abb. 19: Gemessene PH-Werte bei der Aussaat und vor dem Auspflanzen, eine leichte Zunahme war festzustellen.

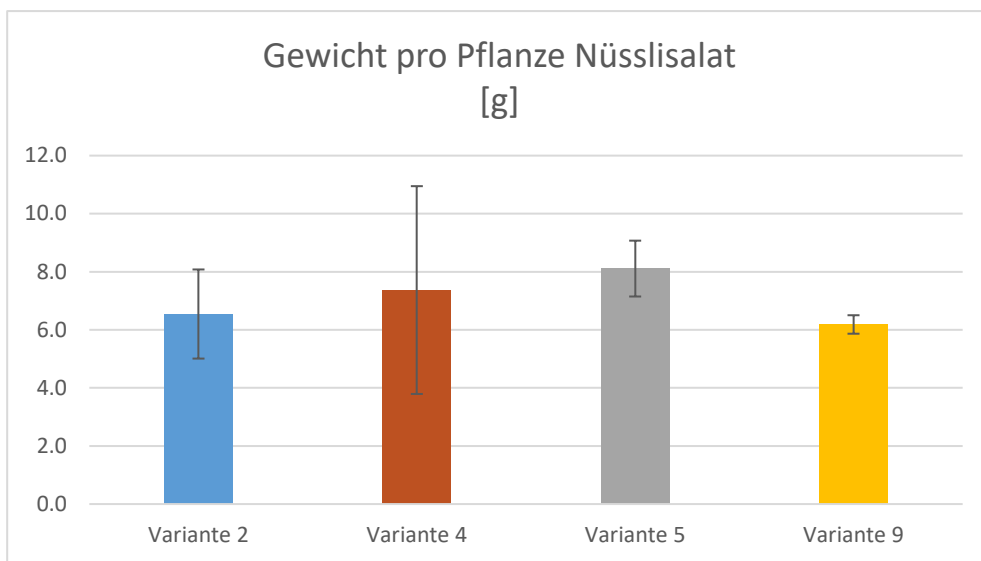


Abb. 20: : Durchschnittliches Gewicht pro Pflanze Nüsslisalat bei der Ernte am 29.August 2018

Bei der Ernteauswertung ergaben sich kleine, nicht signifikante Unterschiede im Durchschnittsgewicht. Die weiteren erfassten Parameter waren Wüchsigkeit, Ausgeglichenheit und Gesamteindruck.

Zusätzlich wurde mit einem Messgerät (Force A von Dualex) der Chlorophyll- und Flavonoidgehalt gemessen. Variante 4 erzielte leicht höhere Werte beim Chlorophyll- und Flavonoidgehalt. Alle Werte zusammengefasst ergaben einen leichten Vorteil für die Standardvariante 5.

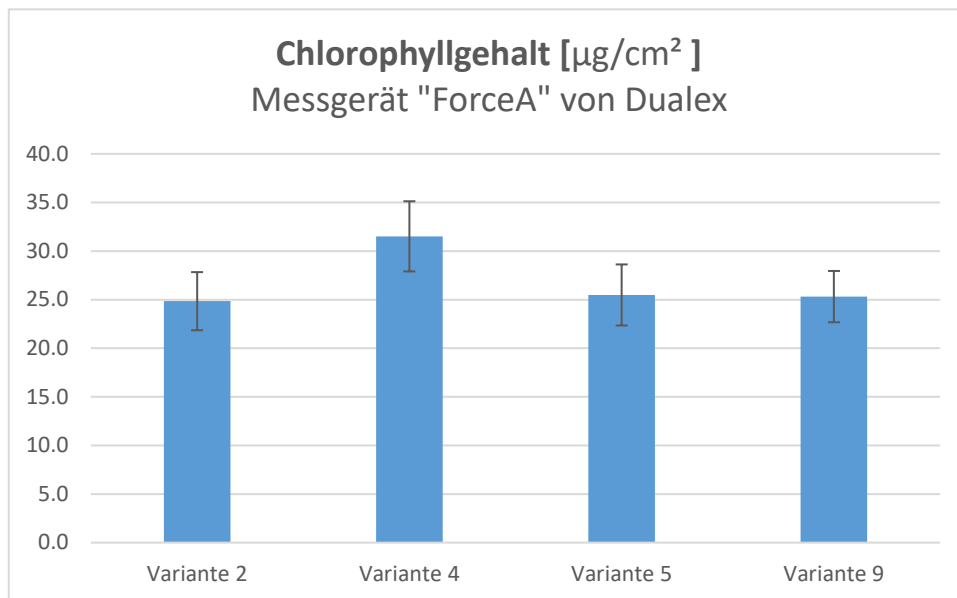


Abb. 21: Gemessene Blattchlorophyllgehalte bei Nüsslisalat auf dem Feld am 29. August 2018, die Variante 4 erreichte leicht höhere Werte

### 3.8 Resultate Versuch Erdpresstopf Herbst/Winter 2018/2019

Beim **Anzuchtversuch** mit Nüsslisalat von **November 2018 bis April 2019** wurden 4 Substratvarianten getestet. Die beiden bisher erfolgreich getesteten Varianten 2 und 9 sollten in einem weiteren Grossversuch mit dem Standard und mit einer Variante 10 mit nur 30% Torf verglichen werden (Details in Tabelle 4). Dabei ergab die Substratvariante 10 mit nur 30 % Torf sehr schlechte Topfqualitäten und liess sich mit der Erdpresstopfmaschine nicht verarbeiten. Die Schneidematrix konnte das stark holzfaserhaltige Substrat nicht schneiden. Einzelne Aussaatkisten wurden deshalb von Hand ausgesät.

Optisch ergab wiederum das Standardsubstrat 5 mit 70 % Torf die besten Töpfe. Funktional waren auch die beiden Varianten 2 und 9 mit 40 % und 50 % Torf vergleichbar.

An zwei Versuchsorten (ZHAW und Firma Schwarz) wurde der Nüsslisalat ausgepflanzt, bis zur Ernte fertig kultiviert und ausgewertet. Bei der Firma Schwarz wurde in einem ungeheizten Plastiktunnel mit offenen Seitenwänden gepflanzt (Freilandbedingungen, 3 Varianten). Da von der Variante 10 nur wenig handgesäte Jungpflanzen vorhanden waren wurden diese nur im Versuch in Wädenswil verwendet. In Wädenswil wurde in einen geschlossenen Plastiktunnel mit Seitenlüftung gepflanzt (Gewächshausbedingungen, 4 Varianten).

Die Qualität der EPT bei der Variante 9 war schlechter als bei der Variante 2 und 5. Beim Auspflanzen mit der Pflanzmaschine verklemmten die Töpfe teilweise in der Pflanzrinne. Dadurch mussten einige Leerstellen von Hand nachgepflanzt werden. Beim Versuch in Wädenswil wurden alle Varianten von Hand gepflanzt.

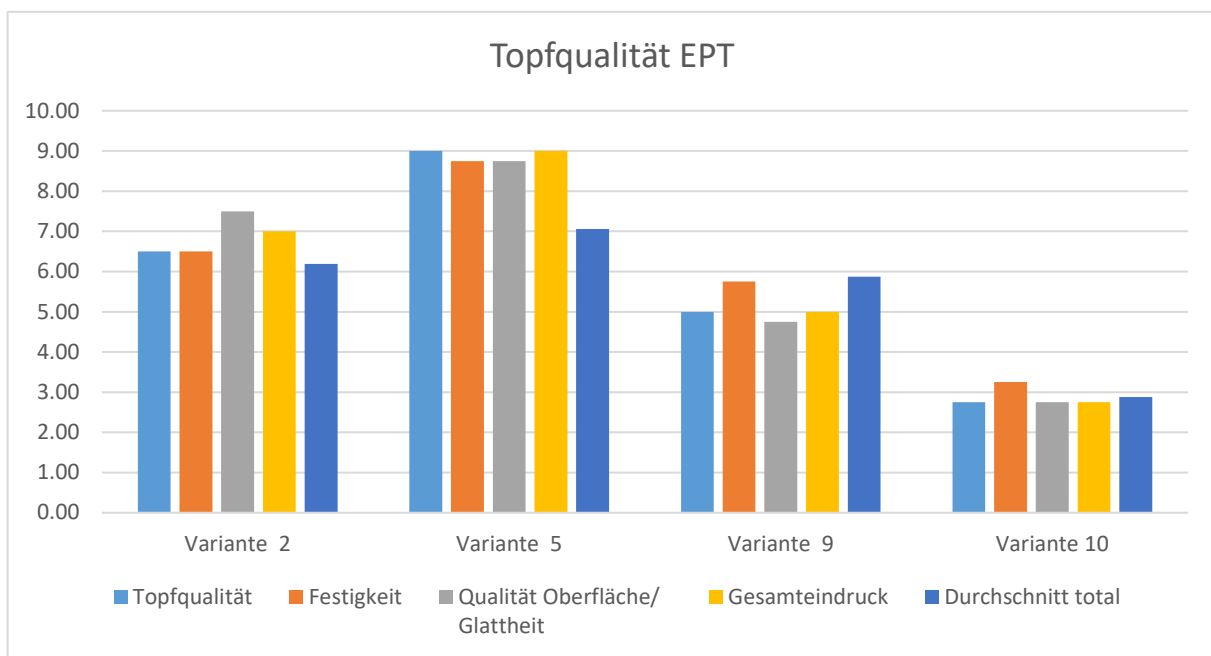


Abb. 22: Beurteilung Topfqualität Erdpresstöpfe 23.11.2018 für den Versuch im Frühling 2019, die Variante 10 fällt stark ab.



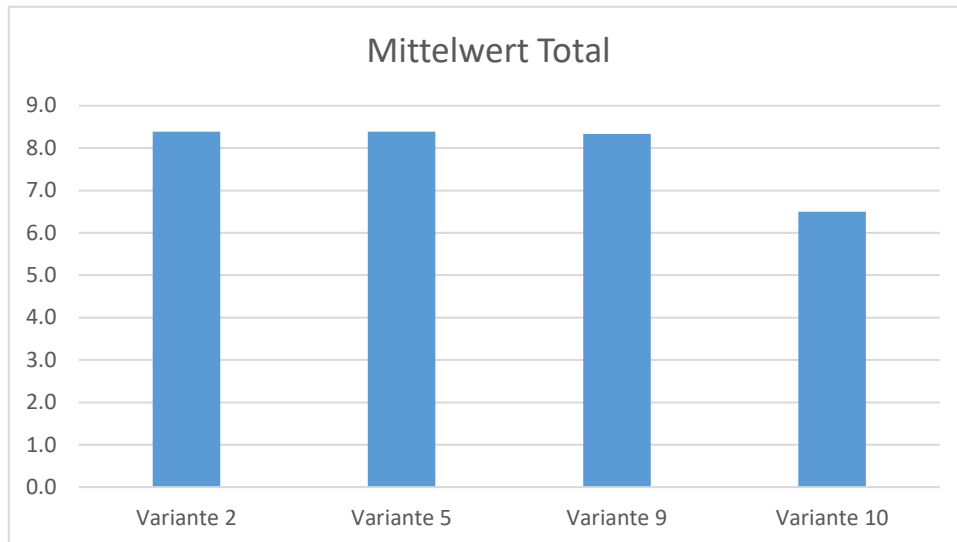


Abb. 23: Gesamtbeurteilung der Substratvarianten beim Nüsslisalat- Versuch in Wädenswil im Februar 2019. Die Grafik zeigt den Mittelwert aller erhobenen Merkmale (Wüchsigkeit, Ausgeglichenheit und Gesamteindruck) pro Variante bei allen 4 Wiederholungen).

In Wädenswil wurden zusätzlich eine Pflanzensaftanalyse durchgeführt und mit dem Reflectometer Rqeasy® der Nitratgehalt bestimmt. Die in Wädenswil durchgeführte Ernteausswertung und die Nitratwerte wurden mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse getestet und ergaben keine signifikanten Unterschiede.

Die Varianten 2 mit 50 % Torfanteil und die Variante 9 mit 40 % Torfanteil ergaben gleichwertige Gesamtbeurteilungen wie die Standard-Variante 5 mit 70% Torfanteil.

Bedingt durch die mittlere Topfqualität bei Variante 9 und die sehr schlechte Topfqualität bei Variante 10 eignen sich beide Varianten nicht für einen professionellen Anbau.

Die Variante 2 bietet sich durch die relativ gute Topfqualität und die gute Gesamtbewertung als Alternative zur Standardvariante 5 an.

### 3.9 Resultate Versuch Topfkräuter Frühjahr 2019

Beim 3. Topfkräuterversuch im Frühjahr 2019 wurden 10 Substrate getestet. Davon waren 4 Standardsubstrate, die Varianten 9, 11, und 12 als bisherigen Standards und die neue Variante 14 welche in der Zusammensetzung der Variante 12 entspricht aber höher aufgedüngt ist. Die Variante 3 und 5 entsprechen den bisherigen Varianten aus den Versuchen 2018. Die Variante mit TEFA aus dem Jahr 2018 (Variante 6/2018) wurde durch 3 neue Mischungen mit einem sehr hohen Anteil an TEFA ersetzt. Ergänzt wurde das TEFA durch Kokopeat und Perlit (Variante 15) oder nur durch Perlit (Variante 16 und 17).

9 Substrate wurden in einem grossen Versuch mit den Kulturen Basilikum grossblättrig, Basilikum feinblättrig und Petersilie mit 6 Wiederholungen getestet. Erfasst und beurteilt wurden dieselben Merkmale wie beim Versuch 2017 und 2018. Substratanalysen wurden jeweils bei Versuchsbeginn und Versuchsende durchgeführt. Gemessen wurden pH-Wert und EC-Wert (Leitfähigkeit  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), dazu der Stickstoffgehalt (N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>) sowie Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) und Calcium.

Der Versuch wurde branchenüblich mit Anstaubewässerung durchgeführt (Ebbe/Flut). Substrate mit einem Anteil an Tefa haben eine verminderte Wasserkapillarität, dies wurde bei mehreren Versuchen festgestellt. Sie benötigen bei Anstaubewässerung längere Wasserstauzeiten um feucht zu werden. Um das schlechtere Wasserhaltevermögen und die schlechtere Wasserkapillarität der Tefa-Variante auszugleichen wurde in einem 2. kleineren Versuch eine Tefa-Variante (Variante 17) mit dem torffreien Substrat (Variante 12) verglichen und nur von oben gegossen (Überkopfbewässerung).

Die Entwicklung der Pflanzen bei beiden Versuchen verlief dank des sonnigen Wetters im Januar/Februar sehr schnell. Die Varianten mit Tefa entwickelten sich beim grossen Versuch zu Kulturbeginn sehr schlecht. Mit der erfolgten mehrmaligen flüssigen Nachdüngung erholten sie sich relativ schnell und schlossen bis Kulturende zu den anderen Varianten auf. Durch den schlechten Start ergab sich dennoch eine schlechte Gesamtbewertung und ein statistisch signifikanter Unterschied.

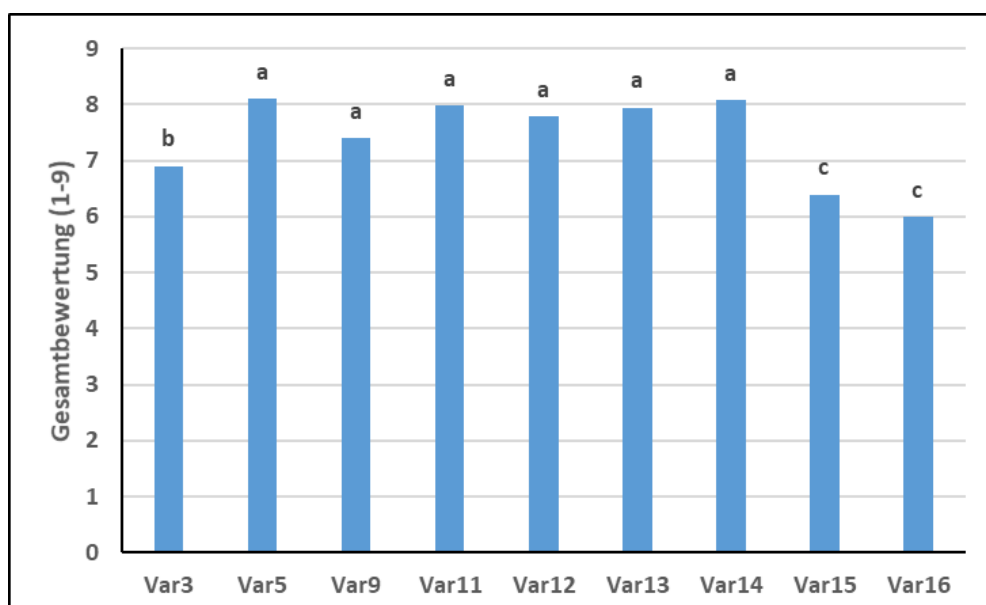


Abb. 24: Gesamtbewertung der Pflanzen (Durchschnitt von 6 Wiederholungen und 5 Bonituren) am Beispiel Basilikum grossblättrig im Frühling 2019. Die Tefa-Varianten 15 und 16 fallen deutlich ab. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede (Fisher's Least-Significant-Difference Test, p-Wert 0.05)

Der verfügbare Stickstoff N-Min ist ein limitierender Wachstumsfaktor. Er sollte zu Beginn der Kultur genügend gross sein für ein gleichmässiges Wachstum. Gemessen wurde der pflanzenverfügbare mineralisierte Stickstoff (N-Min) in Form von Nitrat (NO<sub>3</sub>) und Ammonium (NH<sub>4</sub>). Die Varianten 9, 11, 15, und 16 wiesen einen relativ hohen Ausgangswert auf (Abb.25). Gegen Kulturende war der gemessene Wert dann überall niedrig. Wenn im Substrat gleichzeitig hohe Gesamtsalzgehalte gemessen werden (Abb.26) und diese auch bei Kulturende noch hoch sind kann dies zu Wachstumsstockungen und Wurzelschäden führen. Der Gesamtsalzgehalt setzt sich aus allen wasserlöslichen Nährstoffen im Substrat zusammen.

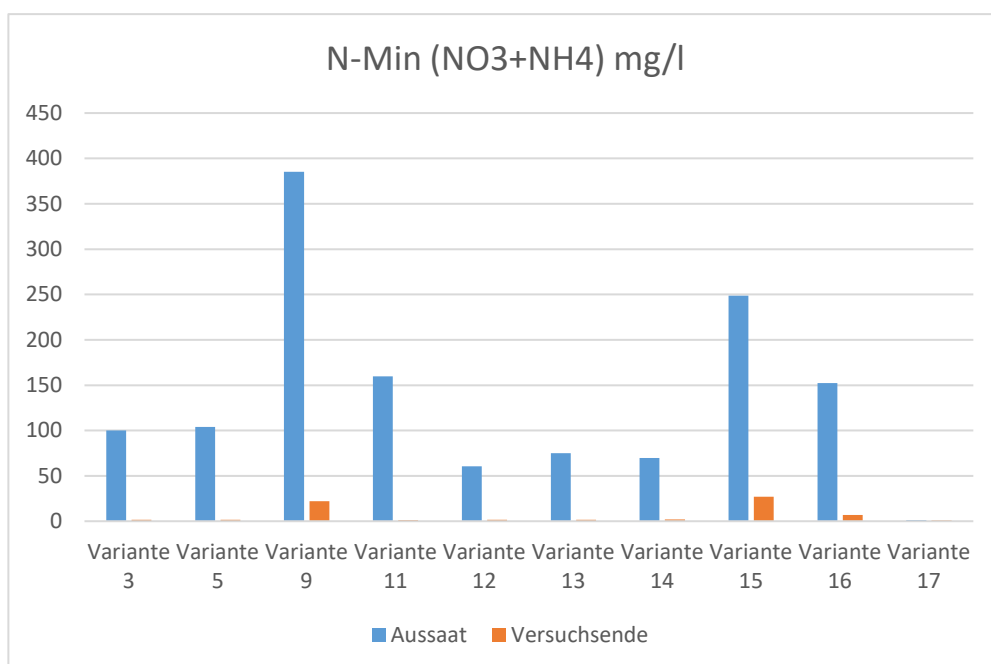


Abb. 25: Gemessene N-Min -Werte bei Versuchsbeginn und bei Versuchsende. Der Gehalt bei der Aussaat bei Variante 9 ist auffallend hoch

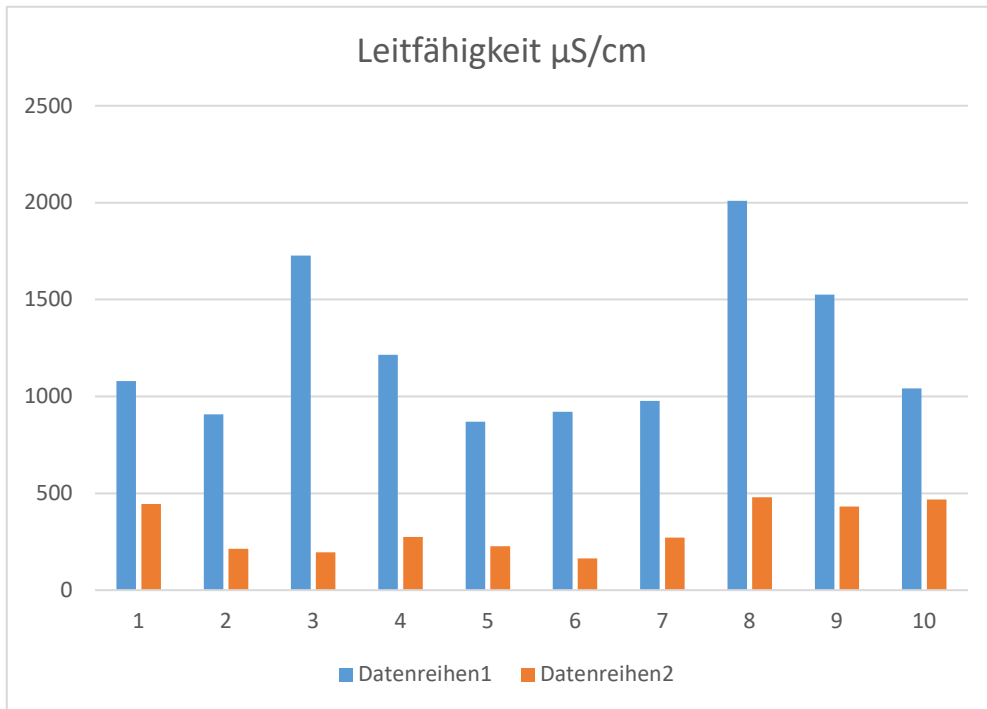


Abb. 26: Gemessene Gesamt-Salzgehalte bei Versuchsbeginn und bei Versuchsende bei den 10 Varianten des Kräuterversuches 2019, gemessene als Leitfähigkeit  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Der pH-Wert der Substrate blieb praktisch stabil während der ganzen Kulturdauer, tendenziell war eine leichte Zunahme festzustellen. Dies dürfte auf das leicht kalkhaltige Giesswasser zurückzuführen sein. Angestrebt wird ein pH-Wert im neutralen oder leicht sauren Bereich (pH-Wert 7 oder leicht tiefer).

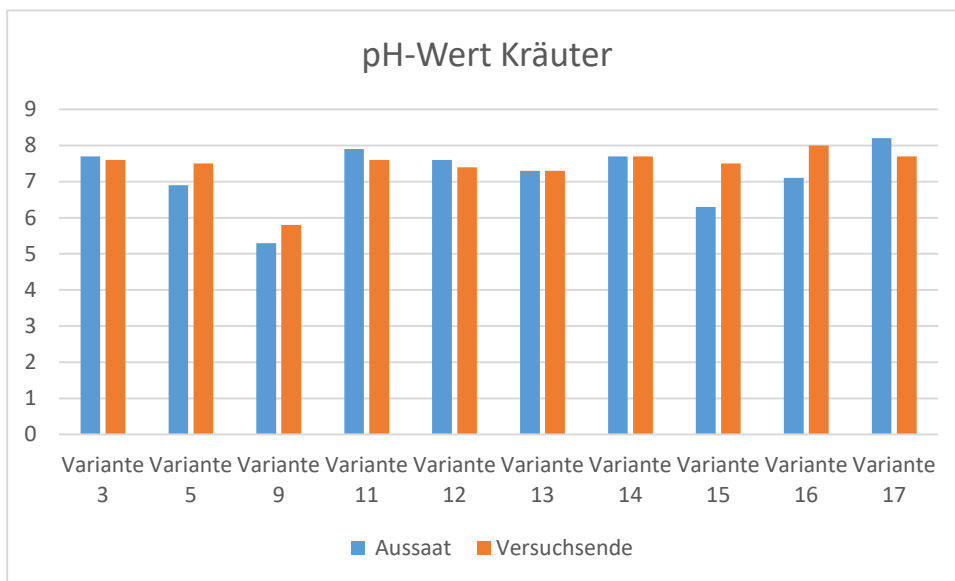


Abb. 27: Gemessene pH-Werte bei Versuchsbeginn und bei Versuchsende bei den 10 Varianten des Kräuterversuches 2019. Die Werte blieben relativ stabil während der ganzen Kultur



Abb. 28: Ansicht aller 9 Varianten des Grossversuches nach 5 Wochen Kulturzeit am 21. Februar 2019 am Beispiel Basilikum grossblättrig. Bei frühen Varianten ist der optimale Verkaufszeitpunkt bereits überschritten.

Gemittelt über alle 3 Versuchskulturen Basilikum grossblättrig, feinblättrig und Petersilie zeigt sich praktisch dasselbe Bild (Abbildung 26).

Die Varianten 5, 9 und 11 lagen bei Kulturende an der Spitze. Die Variante 5 ist eine torfgeduzierte Variante (Ricoter) mit einem Torfanteil von 30 %. Variante 9 ist das Standardsubstrat von Floragard mit 50 % Torfanteil. Die Variante 11 von Ricoter ist torffrei mit konventioneller Aufdüngung (nicht bio).

Dasselbe Substrat in Bio-Qualität (mit biologischem Dünger) ist Variante 12. Es liegt zusammen mit den beiden anderen torffreien Biosubstraten 13 und 14 im Mittelfeld. Die Qualität und Verfügbarkeit des Düngers hat also einen grossen Einfluss auf die Gesamteignung des Substrates.

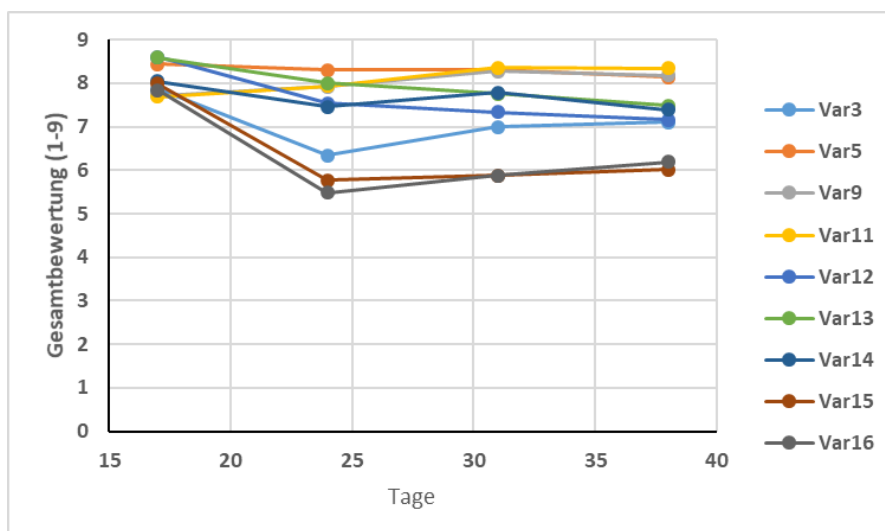


Abb. 29: Kräuterversuch Frühling 2019: Gesamtbewertung aller Kulturen und Wiederholungen an den einzelnen Boniturterminen. Die Varianten 15 und 16 sind deutlich später

Der Stickstoff ist der wichtigste Nährstoff für die Pflanzenentwicklung. Ist er in genügender Menge vorhanden ergibt sich eine gute Pflanzenentwicklung. Bei Versuchsende waren alle N-Reserven aufgebraucht. Zusätzlich nachgedüngt wurde nur bei den Varianten 15-17.

Ein zu hoher Nährstoffgehalt führt aber zu einem erhöhten Salzgehalt im Substrat. Dies kann sich negativ auf salzempfindliche Pflanzen wie Basilikum auswirken.

Die Varianten 15-17 weisen einen relativ hohen Salzgehalt auf. Der Anteil des N daran ist im mittleren Bereich. Es sind also noch andere Nährstoffe welche den Gesamtsalzgehalt erhöhen. Tefa weist gemäss Herstellerangaben einen relativ hohen Kaliumgehalt auf.

Beim kleineren Versuch ergaben sich durch die Bewässerung von oben keine Vorteile für die Variante mit Tefa.

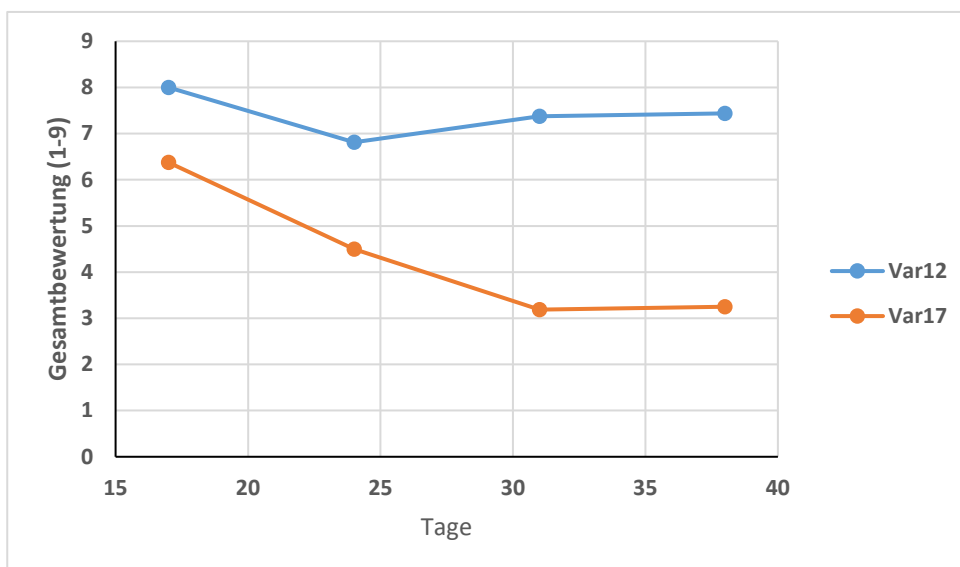


Abb. 30: Gesamtbewertung beim kleineren Versuch mit Basilikum grossblättrig. Trotz Bewässerung von oben schnitt die TEFA-Variante 17 deutlich schlechter ab.



Abb. 31: Kleiner Versuch mit Überkopfbewässerung: Unterschiedliche Entwicklung Februar 2019 nach 5 Wochen Kulturzeit: Links Variante 12 Substrat torffrei bio, rechts Variante 17 Substrat torffrei mit 70 % Tefa.

### Forschungsfragen im Projekt

- sind Erdpresstöcke mit einem hohen Anteil von TEFA oder Holzfasern in guter Qualität herstellbar, braucht es noch weitere Zumischungen von Grüngutkompost?

*Erdpresstöcke mit 40% Torfgehalt und einem hohen Anteil bis 40 % Holzfasern sind machbar, der Kompostanteil beträgt 20 %. TEFA eignet sich nicht gut für Erdpresstöcke.*

- wie müssen die Holzfasern aufbereitet werden damit sie als Substratkomponente verwendet werden können?

*Thermische und physikalische Aufbereitung mit geschützten Verfahren. Verschiedene Qualitäten und Formulierungen sind herstellbar.*

- wie verhalten sich wichtige Parameter wie Salzgehalt, Stickstoffverfügbarkeit und pH-Wert während der Anzucht von Jungpflanzen in den verschiedenen Substraten?

*Unterschiedliches Verhalten je nach Substratzusammensetzung, detaillierte Resultate aus den Versuchen ersichtlich.*

- **wie ist das phytopathologische Verhalten der Torfersatzstoffe?**

*Keine phytopathologischen Probleme die auf neue Substratkomponenten zurückführbar sind. Jedoch Auswirkungen auf die Pflanzenphysiologie (pH-Wert, Salzgehalt). Bodenbürtige Krankheiten können bei allen Substraten auftreten, je nach Herkunft und Vorbehandlung der Einzelkomponenten.*

- **wie Verhalten sich die Substratkomponenten TEFA oder Holzfasern in den Substratmischungen (Wasseraufnahme, Wiederbenetzung, Trauermückenbefall)?**

*Wasserrückhaltevermögen und Wiederbenetzung ist bei TEFA erschwert, bei Holzfasern unproblematisch. Keine Präferenz von Trauermücken feststellbar.*

- **können qualitativ hochwertige Jungpflanzen von auf dem Markt relevanten Gemüsearten mit den torf reduzierten Substraten angezogen werden?**

*Ja, erfolgreiche Jungpflanzen-Anzucht von Chinakohl, Nüsslisalat, Kohlrabi, Kopfsalat und Fenchel in torf reduzierten Erdpresstöpfen.*

- **kann Gemüse mit torf reduzierten Substraten produziert werden?**

*Ja, erfolgreiche Produktion von Nüsslisalat und Kopfsalat aus torf reduzierten Erdpresstöpfen. Erfolgreiche Topfkräuter-Produktion in torf reduzierten und torffreien Substraten.*



## 4 Diskussion

Die Standardsubstrate mit hohem Torfanteil ergaben erwartungsgemäss sehr gute Resultate bei den Erdpresstöpfen und bei den Topfkräutern. Neue torfreduzierte oder torffreie Substratvarianten ergaben annähernd gute oder gleich gute Resultate. Viele der getesteten neuen Mischung vermochten aber nicht zu überzeugen. Einerseits müssen die physikalischen Eigenschaften wie Strukturstabilität, Wasser- und Luftkapazität, PH-Wert und Salzgehalt stimmen. Andererseits müssen die Produktionsparameter wie Bewässerung und Düngung auf die neuen Mischungen optimiert werden.

Die Entwicklung und Herstellung neuer Substratmischungen ist sehr aufwendig. Neben der technischen Umsetzung bei der Herstellung braucht es umfangreiche Praxisversuche um die Eignung der neuen Mischungen zu testen. Praxiserprobte neue Mischungen ergeben Marktvorteile für innovative Substrathersteller. Detaillierte Information zu Form und Art von Zuschlagsstoffen werden deshalb zurückhaltend kommuniziert. Die Substrate müssen aber den gesetzlichen Vorgaben entsprechen (z.b. Bio-Richtlinien).

Grossversuche mit Erdpresstöpfen ergaben erstaunlich gute Topfqualitäten und mehrheitlich gute Jungpflanzen mit Chinakohl, Nüsslisalat, Kohlrabi, Kopfsalat und Fenchel. Eine Reduktion des Torfanteils von aktuell 70 % auf 50% ist ohne Qualitätseinbusse möglich. Bei einem Anteil von nur noch 40 % Torf treten Probleme bei der Topfproduktion und der Verarbeitung auf. Töpfe mit nur noch 30 % Torfanteil sind mit den aktuellen Erdpresstopfmaschinen und Zuschlagstoffen nicht produzierbar. Nach dem Auspflanzen der Jungpflanzen und nach dem Einwurzeln der Pflanzen hat der Erdpresstopf nur noch einen kleinen Einfluss auf die weitere Entwicklung der Pflanzen.

Substratmischungen mit TEFA haben eine reduzierte Wasserkapazität und trocknen schneller ab als Mischungen ohne TEFA. Die Wassergaben müssen dementsprechend angepasst werden.

Reine TEFA-Substrate haben eine geringe biologische Aktivität und können nicht biologisch gedüngt werden. Substrate mit 70% TEFA und 30% Perlit ergaben nach vielen Rückschläge dann bei Projektende doch erstaunlich gute Topfkräuterqualitäten. Der Aufwand zum Giessen und für die flüssige mineralische Nachdüngung ist jedoch deutlich grösser.

Für die Produktion von Erdpresstöpfen hat sich TEFA nicht bewährt.

Mit praxiserprobten torfreduzierten oder torffreien Substratmischungen kann ein bedeutender Beitrag zur Reduktion des Torfverbrauches in der Schweiz erzielt werden.

### **Weiterer Forschungsbedarf**

Torfreduzierte und torffreie Substrate sind schwieriger in der Handhabung als konventionelle Substrate. Noch anspruchsvoller ist die Bioproduktion. Neben der Qualität und der Struktur der Torfersatzstoffe sind auch die physikalischen Eigenschaften sehr wichtig. PH-Werte, Salzgehalte und die Form und Formulierung der Dünger müssen auf die zu produzierenden Pflanzen optimiert sein.

Mit marktkonformen, angepassten und einsatzbereiten Substraten steigt auch die Akzeptanz bei den Pflanzen- und Gemüseproduzenten. Weiterer Forschungsbedarf ist somit gegeben.

---

## Literaturverzeichnis

BAFU. (2012). Bundesrat will Import und Verwendung von Torf reduzieren. Retrieved 08/05, 2015, from <http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/medieninformation/00962dex.html?lang=de&msg-id=47174>

BAFU. (2014b). Torfimporte zerstören wertvolle Feuchtgebiete im Ausland. Retrieved 06/22, 2015, from <http://www.bafu.admin.ch/biodiversitaet/13678/13749/15431/index.html?lang=de>

BAFU. (2015) Urech.S , Puls Umweltberatung Bern. *Datenerhebung Torfimport und Torfverwendung in der Schweiz 2014*

Eymann, L., Mathis, A., Stucki, M., & Amrein, S. (2015). *Torf und Torfersatzprodukte im Vergleich*. Wädenswil.

FIBL (2012), Anbau und Absatz von Bio-Zierpflanzen, Landwirtschaftskammern Nordrhein-Westfalen

Grass, S. (2015). *Torfersatzstoff TEFA-Datenblatt vom September 2015*. Biel. Abgerufen von [http://www.sorba-absorber.ch/?page\\_id=7933&lang=de](http://www.sorba-absorber.ch/?page_id=7933&lang=de)

Grass, S. (2019) , Sorba Absorber GmbH, mündliche Mitteilung

Merck KGaA (2012), Nitrat in Gemüse. Applikationsanleitung Reflectoquant Nitrat-Test

---

## Abbildungsverzeichnis

ABB. 1: PROBEPRESSUNGEN MIT DER MOBILEN ERDPRESSTOPFMASCHINE (LINKES BILD) UND ERZEUGTE ERDPRESSTÖPFE IN GUTER QUALITÄT (RECHTES BILD). FOTO: GUIDO KUNZ .....	10
ABB. 2: DEUTLICHE UNTERSCHIEDE IM WACHSTUMS BEI DEN VERSCHIEDENEN SUBSTRATVARIANTEN. ....	12
ABB. 3: ANSICHT TOPFKRÄUTER- VERSUCH AM 23.MÄRZ 2018, KNAPP 6 WOCHEN NACH DER AUSSAAT. IM VORDERGRUND AM ANFANG DER 1.WIEDERHOLUNG STEHT PETERSILIE .....	14
ABB. 4: MASCHINELLE PRODUKTION VON ERDPRESSTÖPFEN. DIE TÖPFE WERDEN AUTOMATISCH IN KISTEN GEFÜLLT UND MIT DER ANGESCHLOSSENEN SÄHLINIE MIT SAATGUT VON KOPFSALAT UND FENCHEL BELEGT .....	15
ABB. 5: QUALITÄTSBEURTEILUNG DER HERGESTELLTEN TÖPFE.....	16
ABB. 6: CHLOROPHYLLMESSUNG MIT DEM DUALEX® 4 SCIENTIFIC AN CHINAKOHL-JUNGPFLANZEN .....	17
ABB. 7: DIE AUSGESÄTEN KISTEN WERDEN ZUM KEIMEN IM GEWÄCHSHAUS AUFGESTELLT. (AUFNAHME G. KUNZ). .....	18
ABB. 8: BEURTEILUNG TOPFQUALITÄT PROBEPRESSUNGEN 20.7.17 .....	22
ABB. 9: GESAMTWERTUNG DER 8 GETESTETEN SUBSTRATE IM VERHÄLTNIS ZUM MITTELWERT ALLER.....	23
ABB. 10: GESAMTEINDRUCK DER 14 GEPRÜFTEN SUBSTRATVARIANTEN BEIM 1.TOPFKRÄUTERVERSUCH 2017 MIT BASILIKUM GROSSBLÄTTRIG, BASILIKUM FEINBLÄTTRIG UND PETERSILIE. DURCHSCHNITTLICHER WERT ALLER 3 KULTUREN IN % MITTELWERT BEIM MERKMAL GESAMTEINDRUCK BEI ALLEN BONITUREN UND WIEDERHOLUNGEN. UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN AUF DEN SÄULEN ZEIGEN STATISTISCH SIGNIFIKANTE UNTERSCHIEDE (FISHER'S LEAST-SIGNIFICANT-DIFFERENCE TEST, P-WERT 0.05).....	24
ABB. 11: FRÜHZEITIGKEIT DER PFLANZEN AN 6 TERMINEN IM FRÜHJAHR 2018 AM BEISPIEL BASILIKUM GROSSBLÄTTRIG. DIE VARIANTEN 4 UND 6 SIND DEUTLICH SPÄTER.....	25
ABB. 12: ERNTEGEWICHT DER PFLANZEN (DURCHSCHNITT VON 5 PFLANZEN VON 4 WIEDERHOLUNGEN) IM FRÜHJAHR 2018 AM BEISPIEL BASILIKUM GROSSBLÄTTRIG. UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN SIGNIFIKANTE UNTERSCHIEDE (FISHER'S LEAST-SIGNIFICANT-DIFFERENCE TEST, P-WERT 0.05). DIE VARIANTEN 4 UND 6 FALLEN DEUTLICH AB. ....	25
ABB. 13: BEURTEILUNG TOPFQUALITÄT ERDPRESSTÖPFE 23.03.2018 (BONITURSKALA VON 1-9).....	26
ABB. 14: MITTELWERTE VON WÜCHSIGKEIT, AUSGEGLICHENHEIT UND GESAMTEINDRUCK BEI JE 15 KISTEN SALAT .....	27
ABB. 15: ERNTEREIFE KOPFSALATE KURZ VOR DER ERNTE, HIER DIE VARIANTE 4.....	27
ABB. 16: <i>FELDBEURTEILUNG DER SALATE AM 5.JUNI 2018, MITTELWERTE VON JE 30 PFLANZEN FÜR</i> .....	28
ABB. 17: BEURTEILUNG TOPFQUALITÄT ERDPRESSTÖPFE 20.07.2018, DIE STANDARD-VARIANTE 5 HAT DIE BESTEN WERTE. ....	29
ABB. 18: STICKSTOFFGEHALTE N-MIN DER ERDPRESSTÖPFE BEI DER AUSSAAT UND BEI DER AUSPFLANZUNG.....	29
ABB. 19: GEMESSENE PH-WERTE BEI DER AUSSAAT UND VOR DEM AUSPFLANZEN, EINE LEICHTE ZUNAHME WAR FESTZUSTELLEN. ....	30
ABB. 20: : DURCHSCHNITTLICHES GEWICHT PRO PFLANZE NÜSSLISALAT BEI DER ERNTE AM 29.AUGUST 2018.....	30

---

ABB. 21: GEMESSENE BLATTCHLOROPHYLLGEHALTE BEI NÜSSLISALAT AUF DEM FELD AM 29.AUGUST 2018, DIE VARIANTE 4 ERREICHTE LEICHT HÖHERE WERTE .....	31
ABB. 22: BEURTEILUNG TOPFQUALITÄT ERDPRESSTÖPFE 23.11.2018 FÜR DEN VERSUCH IM FRÜHLING 2019, DIE VARIANTE 10 FÄLLT STARK AB. ....	32
ABB. 23: GESAMTBEURTEILUNG DER SUBSTRATVARIANTEN BEIM NÜSSLISALAT- VERSUCH IN WÄDENSWIL IM FEBRUAR 2019. DIE GRAFIK ZEIGT DEN MITTELWERT ALLER ERHOBENEN MERKMALE (WÜCHSIGKEIT, AUSGEGLICHTENHEIT UND GESAMTEINDRUCK) PRO VARIANTE BEI ALLEN 4 WIEDERHOLUNGEN) .....	33
ABB. 24: GESAMTBEWERTUNG DER PFLANZEN (DURCHSCHNITT VON 6 WIEDERHOLUNGEN UND 5 BONITUREN) AM BEISPIEL BASILIKUM GROSSBLÄTTRIG IM FRÜHLING 2019. DIE TEFA-VARIANTEN 15 UND 16 FALLEN DEUTLICH AB. UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN SIGNIFIKANTE UNTERSCHIEDE (FISHER'S LEAST-SIGNIFICANT-DIFFERENCE TEST, P-WERT 0.05).....	34
ABB. 25: GEMESSENE N-MIN -WERTE BEI VERSUCHSBEGINN UND BEI VERSUCHSENDE. DER GEHALT BEI DER AUSSAAT BEI VARIANTE 9 IST AUFFALLEND HOCH .....	35
ABB. 26: GEMESSENE GESAMT-SALZGEHALTE BEI VERSUCHSBEGINN UND BEI VERSUCHSENDE BEI DEN 10 VARIANTEN DES KRÄUTERVERSUCHES 2019, GEMESSENE ALS LEITFÄHIGKEIT $\mu\text{S}/\text{CM}$ .....	36
ABB. 27: GEMESSENE PH-WERTE BEI VERSUCHSBEGINN UND BEI VERSUCHSENDE BEI DEN 10 VARIANTEN DES KRÄUTERVERSUCHES 2019. DIE WERTE BLIEBEN RELATIV STABIL WÄHREND DER GANZEN KULTUR .....	36
ABB. 28: ANSICHT ALLER 9 VARIANTEN DES GROSSVERSUCHES NACH 5 WOCHEN KULTURZEIT AM 21. FEBRUAR 2019 AM BEISPIEL BASILIKUM GROSSBLÄTTRIG. BEI FRÜHEN VARIANTEN IST DER OPTIMALE VERKAUFSZEITPUNKT BEREITS ÜBERSCHRITTEN. ....	37
ABB. 29: KRÄUTERVERSUCH FRÜHLING 2019: GESAMTBEWERTUNG ALLER KULTUREN UND WIEDERHOLUNGEN AN DEN EINZELNEN BONITURTERMINEN. DIE VARIANTEN 15 UND 16 SIND DEUTLICH SPÄTER.....	37
ABB. 30: GESAMTBEWERTUNG BEIM KLEINEREN VERSUCH MIT BASILIKUM GROSSBLÄTTRIG. TROTZ BEWÄSSERUNG VON OBEN SCHNITT DIE TEFA-VARIANTE 17 DEUTLICH SCHLECHTER AB. ....	38
ABB. 31: KLEINER VERSUCH MIT ÜBERKOPFBEWÄSSERUNG: UNTERSCHIEDLICHE ENTWICKLUNG FEBRUAR 2019 NACH 5 WOCHEN KULTUR-ZEIT: LINKS VARIANTE 12 SUBSTRAT TORFFREI BIO, RECHTS VARIANTE 17 SUBSTRAT TORFFREI MIT 70 % TEFA.....	39

---

## Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: ZUSAMMENSTELLUNG ALLER DURCHGEFÜHRTEN VERSUCHE 2017-2019 .....	9
<i>TABELLE 2: ZUSAMMENSTELLUNG DER NEUEN SUBSTRATKOMPONENTEN FÜR ERDPRESSTÖPFE UND TRAYS</i>	
<i>HERBST 2017</i> .....	10
TABELLE 3: ZUSAMMENSTELLUNG DER NEUEN SUBSTRATKOMPONENTEN FÜR TOPFKRÄUTER 1.VERSUCH HERBST	
2017 .....	11
<i>TABELLE 4: ZUSAMMENSTELLUNG DER SUBSTRATKOMPONENTEN FÜR TOPFKRÄUTER 2.VERSUCH FRÜHLING 2018</i>	
.....	13
TABELLE 5: ZUSAMMENSTELLUNG DER NEUEN SUBSTRATKOMPONENTEN FÜR ERDPRESSTÖPFE FRÜHLING 2018	14
TABELLE 6: ZUSAMMENSTELLUNG DER NEUEN SUBSTRATKOMPONENTEN FÜR ERDPRESSTÖPFE SOMMER 2018.	16
TABELLE 7: ZUSAMMENSTELLUNG DER NEUEN SUBSTRATKOMPONENTEN FÜR ERDPRESSTÖPFE HERBST/WINTER	
2018/2019 .....	18
TABELLE 8: ZUSAMMENSTELLUNG DER SUBSTRATKOMPONENTEN FÜR TOPFKRÄUTER 3.VERSUCH FRÜHLING 2019	
.....	19