

Entwicklung von Gemüsesäulen als Element des City Farming und für die Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit sowie als Marketinginstrument für die ökologische und nachhaltige Land- und Lebensmittelwirtschaft

Development and testing of vegetable pillars for city farming, as well as for education, public relations and marketing for the organic and sustainable food and farming sector

FKZ: 12NA048

Projektnehmer:

Universität Kassel, FB 11
Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau
Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen
Tel.: +49 5542 981587
Fax: +49 5542 981568
E-Mail: jh@uni-kassel.de
Internet: www.uni-kassel.de

Autoren:

Wolf, Birge; Heß, Jürgen

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Abschlussbericht

**Entwicklung des Baus und der Pflege von Gemüsesäulen
für die Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit
sowie als Marketinginstrument
für die ökologische und nachhaltige Land- und Lebensmittelwirtschaft**

(Projektnummer 2812NA048)

Projektzeitraum:
08.05.2013 - 31.05.2014



Zuwendungsempfänger:

Universität Kassel
Prof. Dr. Jürgen Heß
Dipl. Ing. agr. Birge Wolf
Fachgebiet Ökologischer Land- & Pflanzenbau
Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften
Nordbahnhofstr. 1a
37213 Witzenhausen
Tel. +49 5542 981587
Fax +49 5542 981568
E-Mail jh@uni-kassel.de

In Kooperation mit:

Prof. Dr. Oliver Hensel
Fachgebiet Agrartechnik
Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften
Universität Kassel

Lina Edith Eckhardt, M.A.
Institut für Sozialwesen
Fachbereich Humanwissenschaften
Universität Kassel

Prof. Claire Pentecost
Department of Photography
The School of the Art Institute of Chicago

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt allen Menschen, die zum Projekt beigetragen haben. Dazu gehört Prof. Claire Pentecost, welche die Entstehung des Projektes durch ihre künstlerische Arbeit maßgeblich inspiriert hat; Ben Friton von der Stiftung canYALove (www.canyalove.org) für das Teilen seiner bisherigen Erfahrungen; MitarbeiterInnen und den Worldly Companions der dOCUMENTA (13); den MitarbeiterInnen des Fachgebietes Ökologischer Landbau; interessierten und engagierten Studierende die am Projekt mitgewirkt haben und insbesondere dem BÖLN für die Ermöglichung des Vorhabens.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Gegenstand des Vorhabens	5
1.2	Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen	5
1.3	Planung und Ablauf des Projektes.....	6
2	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	7
3	dOCUMENTA (13)	9
3.1	Material und Methoden zur Datenerfassung während der dOCUMENTA (13)	9
3.1.1	Beschreibung der Entwicklung der Säulen mittels Fotodokumentation	11
3.1.2	Substratuntersuchung.....	11
3.1.3	Nutzpflanzensäule versus Bodenanbausystem.....	12
3.1.4	Befragung der Worldly Companions.....	13
3.2	Ergebnisse des Projektes auf der dOCUMENTA(13).....	14
3.2.1	Ergebnisse des Säulenanbaus während der dOCUMENTA(13).....	14
3.2.2	Ergebnisse der Befragung der Worldly Companions	15
3.2.3	Die Vermittlungsimpulse der Gemüsesäule	18
3.2.4	Quantitativer Fokus auf angesprochene Themen und praktische Aspekte.....	22
3.2.5	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	25
4	(Mini)Säulen – und Topfversuche.....	27
4.1	Minisäulenversuch	27
4.1.1	Material und Methoden Minisäulenversuch	27
4.1.2	Ergebnisse und Diskussion des Minisäulenversuches.....	32
4.1.3	Wichtung und Auswahl der geeigneten Testsubstrate	36
4.1.4	Zusammenfassung der Ergebnisse des Minisäulenversuches	38
4.2	Säulenversuch	39
4.2.1	Zielsetzung und Fragestellung des Säulenversuches	39
4.2.2	Material und Methode Säulenversuch	40
4.2.3	Ergebnisse des Säulenversuches	46
4.2.4	Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion des Säulenversuches.....	53
4.3	Mineralisierungsversuch	54
4.3.1	Material und Methode	54
4.3.2	Ergebnisse des Mineralisierungsversuches	56
4.3.3	Zusammenfassung des Mineralisierungsversuches.....	59
5	Messeauftritt Internationale Grüne Woche 2014 (IGW)	61
5.1	Messesäulenbau.....	61
5.2	Pflanzen	61
5.3	Messestand.....	62
6	Diskussion der Ergebnisse des Gesamtprojektes	64
7	Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	66
8	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen.....	66
9	Zusammenfassung	67
10	Literaturverzeichnis.....	68

11	Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt.....	69
11.1	Aktivitäten 2012	69
11.2	Aktivitäten 2013	69
11.3	Aktivitäten 2014	70
12	Anhang.....	I
	Fragebogen für den Interviewer zu den Gemüse- und Nutzpflanzensäulen	I

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Kennwerte zu den dOCUMENTA (13)-Säulen.....	10
Tabelle 2:	Übersicht über die im Minisäulenversuch eingesetzten mineralischen Komponenten beschrieben durch ihre typischen chemischen und physikalischen Eigenschaften	28
Tabelle 3:	Im Minisäulenversuch eingesetzte organische Komponenten, beschreiben durch ihre typischen chemischen und physikalischen Eigenschaften	29
Tabelle 4:	Zusammensetzung der im Versuch berücksichtigten Substrate.....	30
Tabelle 5:	Versuchsaufbau Minisäulenversuch	31
Tabelle 6:	Übersicht zu den im Minisäulenversuch durchgeführten Untersuchungen.....	32
Tabelle 7:	pH-Werte der Proben vom 14.3.2013 in den Minisäulen und Zusatztöpfen	33
Tabelle 8:	Substratsetzung der acht im Minisäulenversuch untersuchten Mischsubstrate	34
Tabelle 9:	Verdichtbarkeit der 8 untersucht Substratmischungen	35
Tabelle 10:	Weitere während des Versuchszeitraumes untersuchte Substrateigenschaften.....	36
Tabelle 11:	relevante Untersuchungsparameter und deren Gewichtung bei der abschließenden Substratbewertung	37
Tabelle 12:	Wertungsergebnisse der 8 untersuchten Substrate des Minisäulenversuches	38
Tabelle 13:	Übersicht über die vorgenommenen Untersuchungen im Säulenversuch.....	45
Tabelle 14:	Ergebnisse der freien Regressionsanalyse der Medianwerte der Eichung der Bodenfeuchtesensoren	48
Tabelle 15:	detaillierte Ertragsergebnisse (in Gramm) des Säulenversuches in Abhängigkeit von Substrat, Exposition und Säulenhöhe	52
Tabelle 16:	Übersicht zu den gewählten Substratvarianten des Mineralisierungsversuches.....	55
Tabelle 17:	Versuchsaufbau des Mineralisierungsversuches.....	55
Tabelle 18:	Ermittelter pflanzenverfügbare Stickstoffgehalt im Mineralisierungsversuch (in mg/l)	57
Tabelle 19:	Ergebnisse der Salzgehalte im Mineralisierungsversuch	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zeitplan und Projektablauf	6
Abbildung 2:	Wachstum eines Brokkoli in der Vertikalen.....	14
Abbildung 3:	Am Ziel: Säulentransport im LKW	15
Abbildung 4:	Gesamteindruck der Teilnehmenden der d-Tours zu den Gemüsesäulen, aus Sicht der Worldly Companions	17

Abbildung 5: Inhalte der Führungen, angesprochen von Worldly Companions und Besucherinnen und Besuchern	22
Abbildung 6: Häufige Themen der dTours zu den Gemüsesäulen angesprochen von den Worldly Companions und von den Besucherinnen und Besuchern.	24
Abbildung 7: Interesse an den praktischen Aspekten.....	25
Abbildung 8: verfüllte Substratsäulen im Versuchsdesign (2 Wiederholungen) vor Versuchsbeginn	31
Abbildung 9: pH-Wertentwicklung der Substrate im Minisäulenversuch (Versuchszeitraum 19.12.12 bis 13.03.13)	33
Abbildung 10: Salzgehalte (g/l) der in Topfversuch 1 untersuchten Substrate zu Versuchsbeginn und zu Versuchsende	35
Abbildung 11: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus des Säulenversuches und der Vergleichsflächen.....	40
Abbildung 12: Panoramaansicht des Säulenversuches 2013	40
Abbildung 13: Säulenaufbau und deren Bewässerungssysteme, links für Druckwasserbewässerung, rechts Reservoirbewässerung	41
Abbildung 14: Lage der Feuchtesensoren	42
Abbildung 15: Aufbau eines Feuchtesensors	42
Abbildung 16: Auslesegerät (oben) beim Kalibrieren eines fertigen Sensors.....	43
Abbildung 17: Pflanzschema einer (aufgeklappten) Säule bepflanzt mit Salat (S), Buschbohne (B) und Kohl (K)	44
Abbildung 18: Substratsetzung der untersuchten Gemüsesäulen durch Initialbewässerung auf Feldkapazität und am Ende der Versuchsphase (11.10.2013).....	46
Abbildung 19: pH-Wert der Gemüsesäulen in Abhängigkeit von der Säulenposition.....	47
Abbildung 20: Verlauf des Wassergehaltes im Zeitraum der Versuchsdurchführung zwischen dem 06.08.13 und dem 06.11.13 in Abhängigkeit des verwendeten Substrates	49
Abbildung 21: Pflanzenverfügbarer Stickstoff in Abhängigkeit des verwendeten Substrates und des Säulenabschnittes, gemessen am (10.11.2013).....	50
Abbildung 22: Ertragsübersicht des Säulenversuches, differenziert nach Gemüseart; Fehlerbalken kennzeichnen die Standardabweichung des Gesamtertrages.	51
Abbildung 23: Trockensubstanzertrag des Topfversuches 2 (gleiche Buchstaben kennzeichnen Gruppen gleichen Niveaus nach Scheffé-Test [$\alpha = 0,05$, GD = 7,8 g])	58
Abbildung 24: DGC-Indexermittlung in Topfversuches 2 (gleiche Buchstaben kennzeichnen Gruppen gleichen Niveaus nach Scheffé-Test [$\alpha = 0,05$, GD = 0,049])	59
Abbildung 25: Skelett der Messesäule ohne Pflanzen von der Seite und von oben	61
Abbildung 26: Pflanzeneingewöhnung auf die Vertikale.....	62
Abbildung 27: Eingang der BMEL-Sonderschau Halle und Nahaufnahme der bepflanzt Messesäule	63
Abbildung 28: Minister Friedrich am Messestand "Gemüsesäule"	63

1 Einleitung

Gemüsesäulen sind eine Adaptation eines Projekts der Stiftung „Can YA Love“ von Ben Friton, das im Slum Kibera, Nairobi dazu beiträgt, Menschen mit Gemüse zu versorgen - trotz mangelnder Anbaufläche und oft kontaminierter Böden. Zusammenbruch und Wiederaufbau war das Thema der Weltausstellung zeitgenössischer Kunst der dOCUMENTA (13) vom 09.06.2012 bis 16.09.2012 in Kassel. In diesem Zusammenhang wurde die Künstlerin und Professorin für Fotografie an der Universität in Chicago, Claire Pentecost, für eine Installation im Ottoneum, dem Naturkundemuseum der Stadt Kassel, gewonnen. Die Künstlerin Claire Pentecost stellte mit ihrer Installation in Kassel 2012 im ausgehenden Petrozeitalter die Frage nach den Wertesystemen der Zukunft. Sie hebt hervor, dass Boden und der Aufbau der Bodenfruchtbarkeit die Wertgrundlage für das menschliche Überleben auf diesem Planeten sind. Symbolisch würdigt sie auf Geldschein-Portraits Protagonisten von Bodenfruchtbarkeit, Saatgut und Ökologie. Kompostbarren, Wurmkompostierung und Gemüsesäulen waren weitere Bestandteile ihrer Installation. Jede Säule wurde einem landwirtschaftlichen Betrieb gewidmet, der Kompost für das Projekt bereitgestellt hatte. Somit schaffte Pentecost ein praktisches Beispiel für das dOCUMENTA Thema „Zerstörung und Wiederaufbau“. Auf der dOCUMENTA (13) fanden Kunst und Wissenschaft synergistischen Ausdruck in der Gründung von urbanen Gärten, einer mobilen Küche, Gemüsebeeten in Kindergärten, Vermikompostierung und vielfältigen Workshops: interdisziplinär, mit drei Fachbereichen der Universität Kassel und über studentische Projekte in die praxisorientierte Lehre integriert.

Zu den Gemüsesäulen wurde ein Forschungsprojekt vom Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau der Universität Kassel initiiert. Gemüsesäulen verdeutlichen den zentralen Stellenwert des Bodens, der Bodenfruchtbarkeit und der sinnvollen Kreislaufwirtschaft durch Kompostierung. Sie können zum Bewusstsein über die Verantwortung für die Lebensmittelerzeugung beitragen, indem sie auf Produkte mit Regionalbezug, Sortenvielfalt, Fairen Handel, Gemüseselbsternte, CSA oder nachhaltige Gastronomie aufmerksam machen. Mit vielfältigen Funktionen in Bildung, Öffentlichkeitsarbeit, Marketing und Urban Gardening kommt ein breites Einsatzspektrum der Gemüsesäulen durch Unternehmen, gemeinnützigen Organisationen, öffentliche Einrichtungen und Bürger zum Tragen. Der Bau und die Erprobung von Gemüsesäulen erfolgte erstmals 2012 an „Orten der Nachhaltigkeit“ im Kontext der dOCUMENTA (13) und wurde 2013 in Witzenhausen in weiteren Versuchen weitergeführt. Die Ergebnisse wurden in einem Leitfaden (siehe Anhang und Homepage des Fachgebietes) veröffentlicht. Im Frühjahr 2014 wurde das Projekt auf der Internationalen Grünen Woche in Berlin in der Halle des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft mit einer eigens für die Messe entwickelten Messesäule vorgestellt.

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Gesamtziel des Vorhabens ist die Entwicklung von Gemüsesäulen als Element einer nachhaltigen Stadtlandwirtschaft sowie als Instrument der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit und des Marketings für die ökologische und nachhaltige Land- und Lebensmittelwirtschaft. Ziel des Projektes ist es somit, ein Konzept für funktionsfähige Gemüsesäulen zu entwickeln, die für die genannten Zwecke eingesetzt werden können. Dieses umfasst die Entwicklung und Erprobung einer preisgünstigen, dauerhaft stabilen, transportfähigen und einfach zu erstellenden Konstruktion, mit effizienter Wasserführung, daran angepasste Substratauswahl und die Berücksichtigung eines möglichst geringen Pflegeaufwandes der Gemüsesäule. Die Erkenntnisse sollen in einem Leitfaden umgesetzt und dieser über Publikationen in einschlägigen Garten- und Gemüsebauzeitschriften sowie in Fachorganen des Ökologischen Landbaus bekannt gemacht werden.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen

Ziel ist es, Gemüsesäulen für die ökologische und nachhaltige Land- und Lebensmittelwirtschaft nutzbar zu machen, sowohl als Element der Stadtlandwirtschaft als auch für die Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit sowie des Marketings in der ökologischen und nachhaltigen Land- und Lebensmittelwirtschaft.

Gemüsesäulen sind dazu geeignet, Themen zu transportieren und Lösungsperspektiven aufzuzeigen, sie schaffen einen ästhetischen Ort der Aufmerksamkeit und des Erlebens mit allen Sinnen. Mit Gemüsesäulen kann z.B. auf die Ausbeutung und Verknappung unserer endlichen Ressource Boden, und den Wert, wie auch den Verlust der Sortenvielfalt und Biodiversität aufmerksam gemacht werden. Geboren aus der Not der Slums in Nairobi/ Kibera können sie Aspekte unseres Wohlstandes mit der Not der sogenannten Entwicklungsländern in Verbindung setzen, beispielsweise den Flächenverbrauch durch den Import von Lebens- und Futtermitteln und pflanzlichen Rohstoffen.

Gemüsesäulen können aber auch Lösungsperspektiven aufzeigen, die mit allen Sinnen erlebt werden und anstelle von Resignation zum Aktivwerden einladen. Sie sind ein Symbol für ein intensives, ökologisches und partizipatives Anbausystem am Ort des Verzehrs. Damit sind sie ein innovatives Element der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit. In Urban Gardening Projekten verdeutlichen sie die Knappheit des Faktors Boden und zeigen gleichzeitig, dass Städte durch Pflanzen nicht nur lebenswerter werden, sondern auch zu unserer Ernährung und der Übernahme von Verantwortung für die Lebensmittelerzeugung beitragen können. Gemüsesäulen ermöglichen eine öffentlichkeitswirksame Darstellung als unübersehbarer „eye catch“ von Gemüsesorten und agrikultureller Diversität. Damit können sie z.B. auf angebotenes Gemüse, auf Jungpflanzen oder Saatgut, aber auch auf Projekte im Lebensmitteleinzelhandel (z.B. Regionalität, Sortenvielfalt oder Fairer Handel) zur Gemüseselbsternte, Abokistensysteme, CSA oder Gastronomie aufmerksam machen. Sie kenn-

zeichnen Projekte und Orte der Nachhaltigkeit. Die Gemüsesäulen können vor Bioläden, auf Hof-festen, öffentlichen Veranstaltungen, Märkten, Messen, an urbanen Gärten, Selbsternteflächen, vor Restaurants, Schulen, Kindergärten, Behörden und Verwaltungsgebäuden stehen. Gemüsesäulen besitzen ein sehr breites Nutzungspotenzial in Bildung, Öffentlichkeitsarbeit und Marketing.

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Das Projekt kann inhaltlich in drei Teile gegliedert werden. Ausgangspunkt ist dabei der Auftritt des Projektes während der dOCUMENTA (13) mittels installierter Säulen zu verschiedenen Themenbe-reichen in Kassel. In 2013 sollte zusätzlich durch vorgenommene Substratversuche eine Optimie-rung des Säulenbaus erzielt werden, was in einem abschließenden Säulenversuch in 2013 mündete. Die dritte Projektphase dient der Aufarbeitung der Ergebnisse und dem Auftritt des Pro-jektes auf der Internationalen Grünen Woche 2014 in Berlin (Abbildung 1)

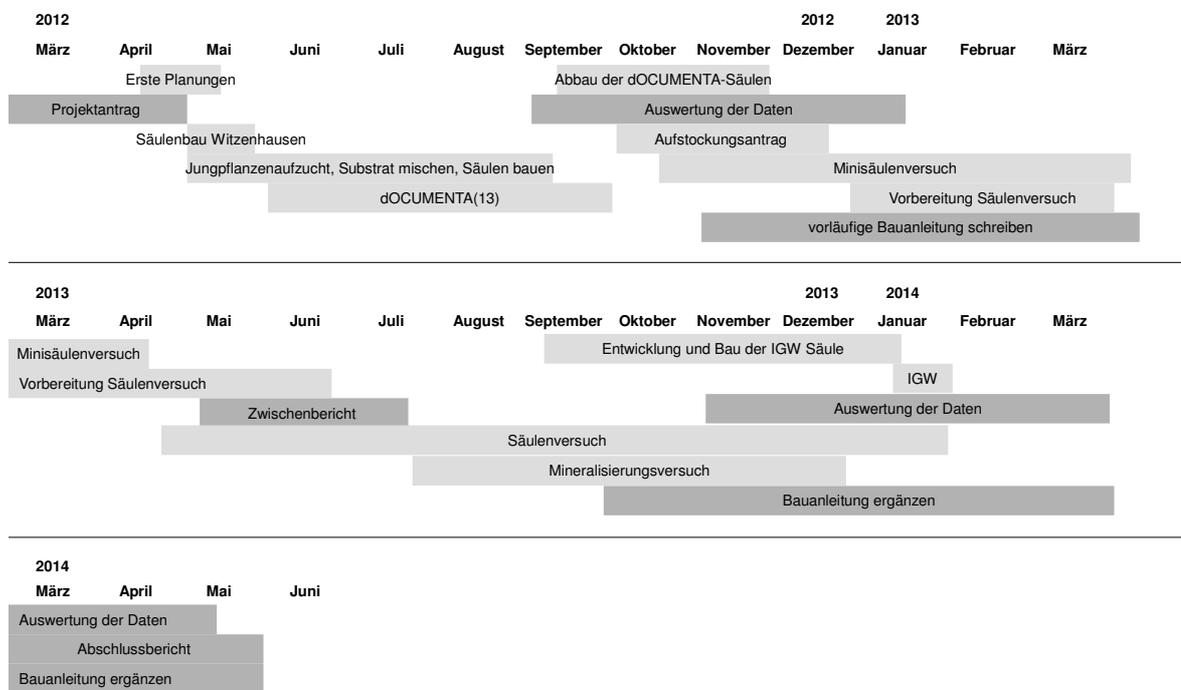


Abbildung 1: Zeitplan und Projektablauf

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Stadtlandwirtschaft leistet einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung und zur Steigerung der Lebensqualität und wird zunehmend in den Medien diskutiert. Urbanes Gärtnern trifft den Zeitgeist von Menschen, die Naturerlebnisse und Gemeinschaft vor der Haustür suchen und selbst aktiv werden wollen (MÜLLER 2011A). Urbanes Gärtnern nimmt einen festen Platz ein, in der Entwicklung einer postfossilen Zukunft (MÜLLER 2011B, WOLFRUN 2011, TRANSITION 2012). Christa Müller, Expertin für urbanes Gärtnern charakterisiert die Entwicklung folgendermaßen: „Die Erkenntnis, dass die Ressourcenfragen zukünftig nicht mehr per se zugunsten der okzidentalen Gesellschaften geklärt werden, scheint eine signifikante Hinwendung zum Nahraum, zum Selbermachen und zu immateriellen Werten wie Zeitwohlstand, Nachbarschaft und Community zu bewirken (MÜLLER 2012)“. Der Wert urbanen Gärtnerns, ist dabei nicht nur auf den Klimawandel und Ressourcenverknappung bezogen, sondern greift auch gesellschaftliche Probleme wie Verarmung, Arbeitslosigkeit und Entfremdung sowie die Herausforderungen einer multikulturellen Gesellschaft auf. Urbanes Gärtnern ist auch Bestandteil, des auf wissenschaftlichen Untersuchungen fußenden Konzeptes der „Neuen Arbeit“ des amerikanischen Sozialphilosophen Frithjof Bergmann. Darin nehmen die, mit Technologien gekoppelte Selbstversorgung (High-Tech- Self-Providing) und intelligenter auf die wirklichen Bedürfnisse des Menschen abgestimmter Konsum (smart-consumption) einen wichtigen Stellenwert, neben der „klassischen“ Erwerbsarbeit und einer Arbeit, die der eigenen Berufung entspricht, ein (BERGMANN 2007).

Die beschriebene Bedeutung zeigt sich in Deutschland praktisch in einer Zunahme interkultureller Gärten. Allein dem Netzwerk Interkulturelle Gärten gehören 126 bestehende und 68 in Planung befindliche Gärten an (INTERKULTUR 2012). Auch Gemüseselbsternteprojekte, in der Regel stadtnah, konnten sich innerhalb von zehn Jahren von einem durch das BÖL geförderten Pilotprojekts des Lehr- und Versuchsbetriebs der Universität Kassel (HEß ET AL 2004) zu einer breiten deutschlandweiten Ausbreitung entwickeln. So sind über 20 Standorte im Portal www.oekolandbau.de neben dem der Domäne Frankenhausen aufgelistet (ÖKOLANDBAU 2012), sowie weitere 20 Betriebe im Portal www.meine-ernte.de (MEINEERNT 2012). Seit 2012 bietet die Lebensmittelkette tegut das Konzept unter dem Namen Saisongärten an 12 Standorten an.

Urbanes Gärtnern schließt auch Kistengärten, Dachgärten und innovative Ansätze des vertikalen Gärtnerns zur Erzeugung von Lebensmitteln ein, um dem Mangel an innerstädtischen Freiflächen, der fortschreitenden Versiegelung und geschlossenen Fassaden zu begegnen. Besonders prominente Beispiele dafür sind die Sack- und Kistengärten im Prinzessinnengarten, Berlin und vertikalen Gärten von Patrick Blanc u.a. in Berlin ("Mur Végétal" (Pflanzenmauer) im Dussmann-Haus an der Friedrichstraße) in Singapur, San Francisco und Bahrain. Die Gemüsesäulen greifen diese Ansätze in einem einfach umzusetzenden Konzept auf. Sie sind damit ein innovatives Element der Stadtlandwirtschaft.

Gemüsesäulen, „growing pillars“ wurden von Ben Friton, Washington D.C. entwickelt. Inspiriert wurde er durch sog. Sack-Gärten im Slum von Kibera, Nairobi, Kenya. Die Gemüsesäulen sollen dort als Weiterentwicklung schon vorhandener Sackgärten etabliert werden. Hintergrund dieses Konzeptes ist es, in den „growing pillars“ Gemüse unabhängig von den im Slum kaum vorhandenen oder häufig chemisch verunreinigten Boden anzubauen, die Anbaufläche durch den vertikalen Aufbau zu vergrößern und die Wasser und Nährstoffeffizienz durch Rückführung des Sickerwassers zu erhöhen. Die Gewinnung der Erde für die „growing pillars“ erfolgt u.a. durch Kompostierung pflanzlicher Abfälle.

In den Slums richtet sich der Bau der „growing pillars“ in erster Linie nach den vorhandenen Materialien. Ein Beispielmodell von Ben Friton ist aus Baustahl und Wurzelbarriere-Material konstruiert und hat eine Höhe von 2,3 m und 1,3 m Durchmesser. Die Wurzelbarriere wird eingeschnitten, um vorgezogene Jungpflanzen oder Saatgut einzubringen. Eine gezielte Bewässerung ist bisher nicht enthalten (CANYALOVE 2012).

Trotz intensiver Recherche konnten für mitteleuropäische Verhältnisse keine wissenschaftlichen Ergebnisse zu Ertrag und Qualität von in vertikalen Gärten erzeugtem Gemüse gefunden werden. Erkenntnisse darüber sind jedoch erforderlich, da eine Gemüsesäule entsprechende Erträge und Qualitäten erzeugen muss, um als Element der Stadtlandwirtschaft relevant zu sein und ihre Funktion in der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit sowie im Marketing erfolgreich zu erfüllen.

3 dOCUMENTA (13)

Zur dOCUMENTA(13) 2012 wurden Fragestellungen und Thematiken untersucht, die neue Fragen und Problemstellungen aufwarfen. Diese wurden im Folgejahr untersucht, so dass hier die dOCUMENTA und die darauf aufbauenden Folgeversuche getrennt voneinander gegliedert sind. Abschließend folgen unterschiedliche Aspekte zum Messeauftritt der IGW 2014

3.1 Material und Methoden zur Datenerfassung während der dOCUMENTA (13)

Die ausgestellten Gemüsesäulen entstanden aus einer Kooperation zwischen Wissenschaft und Kunst, besonders der Künstlerin Claire Pentecost, die den Bau initiierte und als Objekt in ihre Installation auf der dOCUMENTA(13) integrierte. Im Vordergrund des Projekts stand zwar die Erprobung und Erforschung, die Wirkung und der künstlerische Aspekt der Gemüsesäulen hatten für die dOCUMENTA(13) einen sehr hohen Stellenwert, so dass es dort keine klassisch wissenschaftliche Versuchsanordnung mit baugleichen Wiederholungen der Säulen gegeben hat. Vielmehr wurden während der dOCUMENTA(13) insgesamt 12 Säulen mit unterschiedlichen Pflanzkonzepten, Bewässerungssystemen (Druckwasser und Drainage) und Außenmaterialien (Jute, Vlies und Bändchengewebe) an acht verschiedenen Standorten aufgebaut. Zusätzlich wurden an zwei Standorten Vergleichsflächen angelegt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Kennwerte zu den dOCUMENTA (13)-Säulen

Ort	Pflanzthema	Bewässerungs- technik	Außengewe- be	Aufbau	Bepflanzt	Sonsti- ges
Witzenhausen	Gemüsemischung	Druckwasser	Vlies	8.5.2013	10.5.2013	
Ottoneum, Kassel	Bienenweiden- mischung	Druckwasser	Jute			
	Leguminosen- mischung	Druckwasser	Bändchengewebe	30.5.2012	2.6.2012	
	Gemüse-Vielfalt	Druckwasser	Bändchengewebe			
Turnhalle, Kassel	Gemüse-, Kräuter-, Blumenmischung	Druckwasser	Bändchengewebe	21.6.2012	die Tage danach	2 Säulen
Huttenplatz, Kassel	Gemüse-Vielfalt	Druckwasser	Bändchengewebe	21.6.2012	7.7.2012	Vergleichs- fläche
Josef-Fischer Str., Kassel	Kürbisvielfalt	Druckwasser	Bändchengewebe	29.6.2012	7.7.2012	
In der Aue, Kassel	Insektensäule: Blüh- pflanzen	Drainage	Jute			
	Rote Säule: rote Salat- , Gemüse- und Blu- menarten	Drainage	Bändchengewebe	29.6.2012	7.7.2012	
Domäne Fran- kenhausen, Gredenstein	Buschbohnen	Druckwasser	Bändchengewebe	24.5.2012, aufgestellt am 20.6.12	27.6.2012	Vergleichs- fläche
Blücherstraße, Kassel	Gemüsevielfalt, Erd- beeren	Druckwasser	Bändchengewebe	9.8.2012	18.8.2012	

Das Außenskelett der Säulen bestand aus einer Baustahlmatte mit Fliesendrahtgitter. Die Säulen hatten eine Höhe von 2,15 m und einen Durchmesser von 0,92 m. Die Druckwasser Bewässerung bestand aus einem Tröpfenschlauch, der im oberen Bereich eine Spirale bildete und von unten über einen Gartenschlauch mit Wasser versorgt wurde. Die Säulen an den Standorten Turnhalle, Josef-Fischer Str. und Blücherstraße wurden durch einen leicht spiralförmig innerhalb der Säule verlaufenden Tröpfenschlauch bewässert. Die Säulen in der Aue wurden über ca. 50 cm lange, von oben installierte Drainagerohre (DN100) mittels Eimern bewässert.

Als Außenmaterial kam vorwiegend Bändchengewebe zum Einsatz, das im professionellen Gartenbau zur Unkrautunterdrückung eingesetzt wird. Es ist eingeschränkt wasser- und luftdurchlässig. In der Witzenhäuser Säule wurde schwarzes Unkrautvlies eingesetzt. Für die Bienen- bzw. Insektsäule am Ottoneum und in der Aue wurde mehrlagige Jute verwendet, die vor dem Verfüllen von innen mit einem Lehm-Samengemisch beschmiert wurde. Das eingefüllte Substrat der Säulen bestand aus einem Gemisch aus je einem Drittel Oberboden, Kompost und Lava-Bims. Der Kompost wurde von insgesamt 8 verschiedenen Betrieben gespendet.

Bepflanzt wurden die Säulen mit unterschiedlichsten in Quickpots vorgezogenen Pflanzen. Teilweise wurde auch direkt in Pflanzlöcher eingesät. Die Säulen an der Turnhalle, Kassel wurden zudem auf verstärkte Paletten gebaut, um eine mögliche Transportfähigkeit zu gewährleisten. Eine davon wurde in einem späteren Transportversuch mit einem LKW auf die hessische Staatsdomäne Frankenhäuser, dem Lehr- und Versuchsbetrieb der Universität Kassel überführt. Nähere Informationen zum Bau und zum Pflanzen können aus der Bauanleitung (siehe Anlage) entnommen werden. Der Wachstumsverlauf der dreizehn Säulen wurde über eine ausführliche Fotosequenz dokumentiert. Darüber hinaus fand ein Vergleichsanbau Säule gegen Flächenbau statt. Die Wirkung der Säulen als Element der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit wurde durch Interviews der sogenannten Worldly Companions erzielt.

3.1.1 Beschreibung der Entwicklung der Säulen mittels Fotodokumentation

Anhand der Pflanzenentwicklung der verschiedenen Säulen können Schlussfolgerungen über die Summe der Wachstumsbedingungen in der Gemüsesäule gezogen werden, wie z.B. die Versorgung mit Wasser oder Nährstoffen in Interaktion mit dem Witterungsverlauf oder den vorliegenden Substrateigenschaften.

Zusätzlich wurde überprüft, inwieweit sich Nord- und Südseite und die sich damit verbundene unterschiedliche Sonneneinstrahlung auf die Pflanzenentwicklung auswirkt und ob bzw. wie sich das Vertikale System auf die Pflanzenentwicklung auswirkt. Dazu wurde eine Fotodokumentation jeder einzelnen der zwölf Säulen erstellt. Die Fotoaufnahmen wurden im ca. zehntägigen Rhythmus aus denselben Positionen von vier Richtungen durchgeführt. Zusätzlich wurden Detailaufnahmen erstellt

3.1.2 Substratuntersuchung

Bei der Verwendung von Kultursubstraten ist es wichtig die chemischen Parameter wie pH-Wert, Salz- und Nährstoffgehalt richtig einzustellen. Im professionellen Gartenbau geschieht dies meist mit Substraten auf Torf-Basis. Das Gemüsesäulen-Substrat der dOCUMENTA war jedoch aufgrund der begrenzten Ressource Torf bewusst torffrei zusammengestellt worden, zugunsten von einem erhöhten Anteil (33%) unterschiedlicher Komposte. Durch Niederschlag und Bewässerungswasser können sich insbesondere wasserlösliche Nährstoffe wie z.B. Nitrat aber auch Kalium in einem Kultursubstrat verlagern. Durch den Entzug von Pflanzen, aber auch durch Verlagerungsprozesse können sich die Nährstoffgehalte in den unterschiedlichen Tiefen eines Kultursubstrates verändern. Um dieses Phänomen zu erfassen und daraus Handlungsanleitungen für weitere Kon-

struktionen ableiten zu können, wurden Bodenproben aus verschiedenen Tiefen genommen und auf ihre Nährstoffgehalte analysiert. Die Probenahmen fanden am 1.8.12 statt. Die Proben wurden in den Höhen 60 und 160 cm (über dem Fuß der Säule) entnommen. In der jeweiligen Tiefe wurde von allen vier Seiten mit einem Pürkhauer- Bohrstock waagrecht 30 cm tief Proben entnommen. Untersucht wurden folgende Parameter:

- pH-Werte (CaCl_2 nach VDLUFA-Methodenbuch Bd.1 A 5.1.1)
- Stickstoff (CAT Methode)
- Phosphat-Gehalte (P_2O_5 (CAT) in mg/l nach VDLUFA-Methodenbuch Bd.1 A 13.1.1)
- Kaliumoxid (K_2O (CAT) in mg/l nach VDLUFA-Methodenbuch Bd.1 A 13.1.1)
- Magnesium (VDLUFA-Methodenbuch Bd.1 A 13.1.1)
- Trockenmasse im Trockenschrank-Verfahren (VDLUFA-Methodenbuch Bd.1 A 2.1.1)
- Volumengewicht (VDLUFA-Methodenbuch Bd.1 A 13.2.1)
- Salze (VDLUFA-Methodenbuch Bd.1 A 13.4.1)
- Bodendichtemessungen und Durchwurzelung:

Da eine Erfassung der Lagerungsdichte bzw. des Eindringwiderstandes infolge der Bims- bzw. Lavaeinmischungen technisch nicht möglich war, konnte lediglich die optisch erfassbare Durchwurzelung der Säulen beschrieben werden.

3.1.3 Nutzpflanzensäule versus Bodenanbausystem

Am Standort Frankenhausen wurden eine Nutzpflanzensäule, sowie eine im Maßstab identische Vergleichsfläche am Boden von $6,64 \text{ m}^2$, angelegt. Beide Anbausysteme wurden als eigenständig angesehen und daher in der für sie üblichen Verfahrensweise genutzt. Der Gartenboden der Bodenvergleichsfläche wurde umgegraben und rückverfestigt. Für die Nutzpflanzensäule wurde das gleiche Substrat wie für andere Säulen verwendet. Beide Anbausysteme wurden zeitgleich mit einem einheitlichen Satz Buschbohnen bepflanzt und diese dann ab Beginn der Ernteperiode im wöchentlichen Rhythmus beerntet. Die Erntemengen wurden für jedes System einzeln erfasst und später, nach abgeschlossener Ertragsmessung, ausgewertet bzw. miteinander verglichen. Im Rahmen der Auswertung wurde ermittelt, in welchem Anbausystem der höhere Ertrag pro m^2 beplanter Fläche, aber auch pro m^2 Bodenfläche erreicht wurde.

Ebenfalls in die Auswertung mit aufgenommen wurden einige, durch den vertikalen Anbau auf den Ertrag einwirkende Effekte, die sich vor allem an ungeschützten Standorten bemerkbar machen. Dazu wurde die Ernteerfassung an der Nutzpflanzensäule in die windexponierte und in die windgeschützte Seite unterteilt. Auch eine Einteilung in die obere und in die untere Hälfte der Säule erfolgte, um die im Verlauf der Wachstumsperiode eventuell auftretende Bodenverdichtung, als auch die Nährstoffverlagerung in die untere Hälfte, zu berücksichtigen. Die Bodenvergleichsfläche wurde als Ganzes erfasst. Als Maßeinheiten für die Ernteerfassung wurden Gramm und Stückzahl gewählt, um so später auch Rückschlüsse auf das durchschnittliche Stückgewicht ziehen zu können.

3.1.4 Befragung der Worldly Companions

Für die Befragung haben sich auf Anfrage zwölf Personen zur Verfügung gestellt. Sie waren als Worldly Companions während der dOCUMENTA(13) tätig und wurden im Anschluss an die Ausstellung telefonisch interviewt. Der verwendete Interviewleitfaden beinhaltet neben standardisierten auch offene Fragen. Die offenen Fragen des Fragebogens wurden im Voraus per Email zugesandt. Das Interviewmaterial zeigte, dass die offenen Fragen sehr ausführlich beantwortet wurden, wohingegen quantitative Einschätzungen oder die Bildung von Ranglisten von vielen Interviewpartnerinnen und -partnern als schwierig bezeichnet wurden und einige dazu keine Angaben machen konnten. Die qualitative Auswertung steht daher im Fokus der folgenden Auswertung.

Da sich in den geführten Interviews, „an einer festen Reihenfolge vorgegebener Fragen orientiert [wurde], die auf die subjektiven Relevanzstrukturen der Befragten nicht eingeht (...) und dem vorab vorgenommenen Ordnungsraster unterwirft“ (Przyborski/Wohlrab-Sahr 2010, S. 139) können diese Interviews nicht als qualitatives Instrument verstanden werden (vgl. ebd.). Dennoch kann für die in diesem Fall vorliegende Untersuchung konstatiert werden, dass eine „relativ klar eingegrenzte Fragestellung“ (ebd.) verfolgt wurde, die die Verwendung eines solchen Leitfadeninterviews begründet. Die in den Erzählungen als relevant herausgearbeiteten Inhalte werden daher hier zusammenfassend dargestellt.

Worldly Companions also Weltgewandte Begleiterinnen und Begleiter führten Gruppen von Besucherinnen und Besuchern in einer besonderen Form, der sog. dTour, durch diese Kunstaussstellung. Diese Führungen waren durch das Vermittlungskonzept der Ausstellung so angelegt, dass sie „von ausgebildeten Mitarbeitern, den ‚Weltgewandten Begleiterinnen und Begleitern‘, gestaltet [wurden], die meisten kommen aus Kassel, aus den verschiedensten Berufs- und Altersgruppen, und bringen ihr je eigenes Wissen mit“ (documenta 2012, S. 445). Die besondere Ausbildung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erfolgte über Seminare, die in der Kunsthochschule Kassel durchgeführt wurden. Sie sollten die Teilnehmenden dazu befähigen, sich den Kernthemen der Ausstellung in den Gruppenführungen aus ihrer eigenen Perspektive heraus zu widmen (ebd.) und dabei auch „ihr je eigenes Wissen [mit] ein[zu]bringen“ (Moritz 2012, S. 444). Diese konzeptionelle Rahmung legt nahe die Worldly Companions als Expertinnen und Experten zu verstehen. Sie verfügen über ein spezifisches Wissen (vgl. Przyborski/Wohlrab-Sahr 2010, S. 132), welches sie im Rahmen ihrer hier beschriebenen Tätigkeit zu Expertinnen und Experten werden lässt, deren spezifische Erfahrungen, die in den Interviews zur Sprache kamen, im Folgenden untersucht werden sollen.

3.2 Ergebnisse des Projektes auf der dOCUMENTA(13)

3.2.1 Ergebnisse des Säulenbaus während der dOCUMENTA(13)

2012 wurden im Rahmen dieses Forschungsprojekts und der dOCUMENTA(13) insgesamt 12 Säulen aufgebaut, bepflanzt und in ihrer Entwicklung beobachtet. Es wurden Befragungen, Ertragsvergleiche und umfangreiche Messungen durchgeführt sowie Erfahrungen dokumentiert.

Der Bau der Säulen wurde erprobt, weiterentwickelt und in eine für Laien handhabbare Bauanleitung überführt. Anhand der Analyse der Substratparameter und der Beobachtungen des Wachstumsverlaufes können die folgenden Ergebnisse festgehalten werden.

Es zeigte sich, dass das **Substrat** durch den hohen Anteil an Kompost sowie der Verwendung von Löß eine zu hohe Kationen-Pufferkapazität aufwies, wodurch die pH-Werte kontinuierlich gestiegen sind und optimale Wachstumsbedingungen für die Pflanzen nicht mehr gegeben waren. Des Weiteren zeigte das Substrat eine starke Neigung zur Verdichtung und die Wasserführung konnte nicht als optimal eingestuft werden. So war bei dem eingesetzten Substrat der pH-Wert im Verlauf der Vegetationsperiode in fast allen der gemessenen Säulen zu hoch für ein optimales Pflanzenwachstum. Ein weiteres Problem war die nachfolgende Sackung des Substrats innerhalb der Vegetationsperiode bei den Säulen um fast 10 % bzw. ca. 20cm. Dies führte besonders im oberen Säulenbereich dazu, dass Pflanzen teilweise mit dem Substrat nach unten gezogen und durch die äußere Gitterstruktur „gewürgt“ bzw. gestresst wurden. Des Weiteren war die eingesetzte Bewässerungstechnik ungenügend und führte zu einer ungleichmäßigen Wasserverteilung, z.T. auch zur Verlagerung von Nährstoffen.

Gleichwohl kamen alle eingesetzten **Pflanzen** mit der Vertikalen zurecht und passten ihren Wuchs entsprechend an (Abbildung 2).



Abbildung 2: Wachstum eines Brokkoli in der Vertikalen

Ein **Transport**versuch einer befüllten und bepflanzen Säule hat gezeigt, dass es technisch möglich und machbar ist, ganze Säulen über längere Strecken zu transportieren (Abbildung 3).



Abbildung 3: Am Ziel: Säulentransport im LKW

Der **Ertragsvergleich** zwischen dem herkömmlichen Anbausystem und der Säulenbepflanzung am Beispiel der Buschbohne zeigte einen um ca. 1,7-fach erhöhten Ertrag im Flachbeet, im Vergleich zur Gesamtoberfläche der Säule. Wird jedoch nur die Standfläche von 0,65 m² der Säule herangezogen kann die Säule aufgrund der 10-fachen Oberfläche einen fast 6-fachen Ertrag gegenüber 0,65 m² Beet hervorbringen. Die verstärkte Windexposition aufgrund der Höhe der Säule hatte keinen wesentlichen Unterschied zwischen den Expositionen zur Folge.

Die gesammelten Erfahrungen und Ergebnisse wurden in einer vorläufigen Bauanleitung zusammengefasst (Anhang).

3.2.2 Ergebnisse der Befragung der Worldly Companions

3.2.2.1 Hintergrundinformationen: Die Worldly Companions und die Darstellung der Gemüsesäulen in den dTours.

Die dTours sind die von den Worldly Companions gestalteten Gruppenführungen, die von Besucherinnen und Besuchern der dOCUMENTA(13) zu verschiedenen Themen gebucht werden konnten. Die Gemüsesäule war Bestandteil der dTour durch das Ottoneum und die Karlsaue. Insgesamt wurden 384 dieser Touren von den zwölf befragten Worldly Companions durchgeführt.

Fast jedes Mal (88 %) waren die Gemüsesäulen am Ottoneum Teil der Führung und zur Hälfte (53 %) – meist zusätzlich zum Ottoneum – die Karlsaue mit den dort stehenden Gemüsesäulen. Durchschnittlich haben die Worldly Companions 13 Minuten mit ihrer Gruppe an den Säulen verbracht. Die quantitative Einschätzung der Anzahl und der Dauer wurde von einigen InterviewpartnerInnen als schwierig eingeschätzt, weil die Führungen sehr unterschiedlich waren und stark von

der Art der Gruppe abhingen. „Das finde ich quantitativ schwer zu beantworten. [...], das schwankte zwischen zwei und zehn Minuten“ (11:5).

Die Teilnehmenden der dTours werden als heterogen beschrieben und umfassen Kinder und Jugendliche (insbesondere im Rahmen von Schulveranstaltungen), Erwachsene sowie RentnerInnen. Die Gruppen haben sich entweder schon im Voraus als feste Gruppe angemeldet oder wurden als Gruppe zusammengefügt.

3.2.2.2 Der Gesamteindruck der Gemüsesäulen aus Sicht der Worldly Companions

In der Erinnerung der Worldly Companions sind die Gemüsesäulen von den meisten Besucherinnen und Besuchern positiv angenommen worden. Diesen Eindruck haben sie über die gesamte Dauer der Ausstellung sammeln können. Dabei berufen sie sich zum einen auf die angeregten Diskussionen, die sich vor Ort entwickelten, auf interessierte Nachfragen und die positiven Rückmeldungen, die geäußert wurden. Dabei werden zwei Punkte besonders in den Vordergrund gerückt, die ästhetische Form der Säulen sowie der Wunsch und auch die Vorstellung eine solche Säule im eigenen Garten oder auf dem eigenen Balkon stehen zu haben. Ein/e Worldly Companion erzählt das folgendermaßen:

viele wollten so ein Ding haben, sie fanden das einfach gut, nicht nur in der Stadt, auch in meinem Garten (110:17).

Hier fasst die vermittelnde Person die erlebten Reaktionen sehr eindrücklich zusammen. Sie führt dabei nicht aus, aus welcher Motivation heraus die Besucherinnen und Besucher gerne in Besitz einer solchen Säule wären. Das erscheint ihr nicht relevant, denn die „fanden das einfach gut“. Die Aussage zum Ende der Passage hin, dass eine Säule auch in „meinem“ Garten gut passen würde, kann als Hinweis interpretiert werden, dass sich die vermittelnde Person auch eine Säule wünscht. Viele Führungen beinhalteten als festen Bestandteil das Werk von Claire Pentecost, so auch im Inneren des Ottoneums. Dort wurde im Rahmen der dTour über den in der künstlerischen Arbeit verwendeten Kompost und die Wertigkeit fruchtbaren Bodens gesprochen und somit eine Überleitung bzw. eine Verbindung zu den im Außenbereich aufgestellten, bepflanzten Säulen geschaffen. In der Retrospektive zeichnen die Worldly Companions das Bild eines gelungenen Arrangements als guter Grundlage für den Austausch mit den Besucherinnen und Besuchern. Da wenige bis keine negativen Reaktionen oder Äußerungen der Teilnehmenden erinnert werden, folgern sie, dass die Säulen positiv gewirkt haben. Eine prozentuale Einschätzung bezeichnen die Interviewten teilweise als schwierig.

da müsste ich mir jetzt was aus den Fingern saugen, also überwiegend positiv, teilweise positiv mit Einschränkung, viele auch neutral, so richtig negativ waren es vielleicht, glaube kaum jemand der sich kritisch geäußert hat (18:09).

Die Erinnerung an die erlebten Reaktionen der Besucherinnen und Besucher fällt der/die Worldly Companions zunächst schwer. Die Aussage sich „jetzt was aus den Fingern saugen“ zu müssen, könnte darauf verweisen, dass diese Erinnerung nicht mehr so präsent ist. Dann beschreibt sie/er diese als „überwiegend positiv“. Erst im weiteren Ausformulieren fügt die/der Worldly Companion

relativierend ein, dass es auch neutrale Reaktionen gab. An kritische Äußerungen kann sie/er sich „kaum“ erinnern.

3.2.2.3 Quantitativer Fokus auf den Gesamteindruck

Elf der zwölf befragten Worldly Companions äußern eine positive Einstellung zu den Gemüsesäulen. Bei den dOCUMENTA(13) Besucherinnen und Besuchern haben die Gemüsesäulen ebenfalls einen positiven Gesamteindruck hinterlassen. Aus Sicht der Worldly Companions hat der überwiegende Anteil der Teilnehmenden positiv reagiert (78 %), es gab nur einige neutrale bis negative (18 %) und wenige negative (2,3 %) Reaktionen. Positive Reaktionen wurden mit „äußerst positiv bis euphorischen Reaktionen“ (I 11: 4) und „allgemein auf Begeisterung gestoßen“ (I 2: 2) beschrieben. Als neutral – negativ eingeschätzte Reaktionen, wurden auch mit den Worten Desinteresse und Skepsis umschrieben.

Kritische Anmerkungen, oder negative Reaktionen beziehen sich entweder auf die praktische Umsetzbarkeit oder auf die Konstruktion und Materialauswahl der Gemüsesäulen.

„Es kamen auch kritische oder nachdenkliche Fragen auf, z.B. ob es wir wirklich praktikabel sei in Gebieten wo wirklich Bodenmangel herrscht“ (I2: 2). „ (...) kritische Frage, weil die Leute bemerkt haben, dass wohl das Material der Säulen nicht abbaubar sei“ (I 8: 8).

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Projektes ist bei den thematischen Veranstaltungen aufgefallen, dass die wenigen kritischen Nachfragen insbesondere von fachlich versierten Personen kamen, denen ein suboptimales Wachstum der Pflanzen aufgefallen ist. Dies ist auf die im Projektverlauf identifizierten Probleme bei Substrat und Bewässerung zurückzuführen.

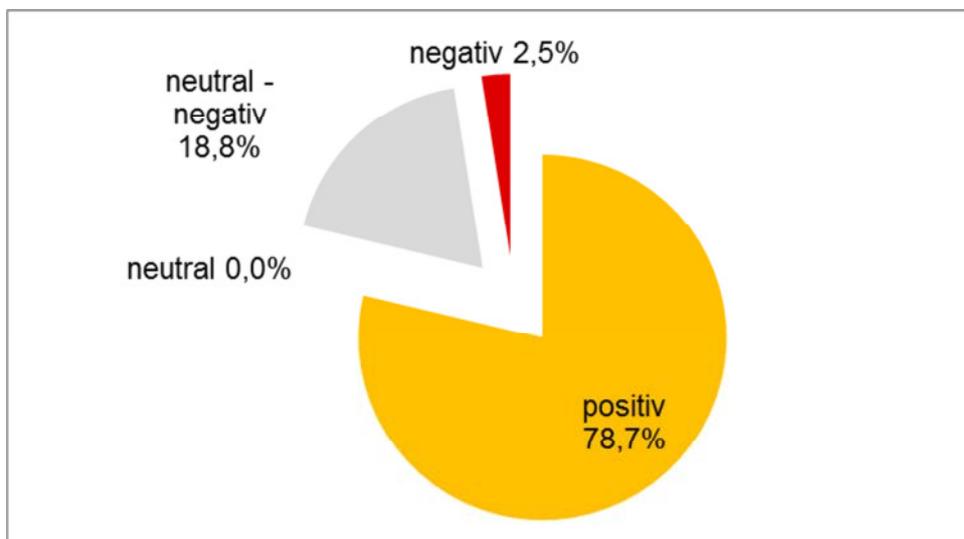


Abbildung 4: Gesamteindruck der Teilnehmenden der d-Tours zu den Gemüsesäulen, aus Sicht der Worldly Companions

3.2.3 Die Vermittlungsimpulse der Gemüsesäule

Die lebendige Struktur der Säule, die durch das Wachstum der Pflanzen, die Veränderung über den Sommer hin zu verwelkten Blüten und Pflanzen entsteht, hat die Reaktion der Besucherinnen und Besucher, auf die Dauer der Ausstellung hin betrachtet, nicht bemerkenswert verändert, auch wenn eine mit blühenden Pflanzen bestückte Säule als besonders ansprechend bezeichnet wurde. In den Ausführungen wird immer wieder deutlich wie sehr die Worldly Companions die Argumentation, die hinter dem Werk der Künstlerin und des begleitenden Projektes der Universität steht, verinnerlicht haben.

naja, ich finde das Thema gut, in dem das Kunstwerk eingebettet war, Nahrungsmittel unter schwierigen Bedingungen zu erzeugen, Cityfarming, das sind schon Themen, wo man schon auf der einen Seite zum Nachdenken angeregt wird oder ein sozialkritischen oder politischen Aspekt hat, aber mit einem positiven Fenster, das irgendwo hinführen kann, dass da ein Potential drin ist (15:08).

Die/der Worldly Companion interessiert sich für die durch die Säulen aufgeworfenen Fragestellungen und ordnet sie einer sozialkritischen und politischen Perspektive zu, die im Gegensatz zu ähnlichen Problemfeldern jedoch mit einem positiven Lösungspotential verbunden sind. Dafür verwendet sie/er das Bild eines Fensters, durch das der Weg zur Lösung erkennbar wird.

Auf den Kunstbegriff angesprochen macht ein/e Interviewpartner/in deutlich, welchen Stellenwert sie dem Werk beimisst:

Claire's Arbeit sprengt so ein bisschen diesen Rahmen, weil es nicht nur als Kunstwerk gedacht ist, sondern auch als Lösung eines realen Problems, ein dringendes Problem würde ich sagen (12:02).

Argumentiert wird, dass die Arbeit über die Kunst hinaus geht und womöglich in den Definitionsrahmen dessen, was als Kunst anerkannt wird, nicht hinein passen könnte. Da sie zusätzlich als Lösung eines „realen Problems“ gedacht ist, welches von der Person ausdrücklich als ein „dringendes“ bezeichnet wird, erhöht ihren Stellenwert. Sie wird daher zugleich als Kunstwerk und mögliche Antwort auf die Frage, wie der zunehmenden Verknappung der Ressource Boden begegnet werden kann, eingestuft.

Die Bedeutung der Bienen für die Ausbildung von Früchten wird besonders hervorgehoben. Dabei sprechen die Worldly Companions diesen Punkt gezielt bei den Führungen an, um den Besucherinnen und Besuchern die Zusammenhänge zu verdeutlichen, „weil die Bienen eben die aller wichtigsten Bestäuber bei Blütenpflanzen sind“ (13:10). Mehrfach wird betont, dass die Vielfalt der Themen als bereichernd empfunden wurde. „mir hat das gut gefallen, weil sich da ganz viele Dinge erzählen lassen konnten z.B. über Leguminosen oder Biodiversität“ (11:13).

Ein/e zunächst kritische/r, „weil es letztlich ja nur eine Form von Anpflanzung gewesen“ (14:07) ist, Worldly Companion wird durch den Austausch mit den Besucherinnen und Besuchern umgestimmt. Sie/er erinnert sich, „es hat natürlich auch auf mich gewirkt, dass die Besucher sich so intensiv damit auseinander gesetzt haben“ (ebd.). Hier wird deutlich, was sich auch in vielen der übrigen Erzählungen zeigt, der kommunikative Prozess zwischen den Teilnehmenden einer Füh-

rung, erweitert den Zugang und das ermöglicht das Verständnis für die Botschaft die hinter den Säulen steht.

das war wirklich ein sehr toller Punkt der Tour wo man miteinander ins Gespräch kam und wo ich weniger erklärt habe, dass das einfach so eine Interaktion war (15:09).

Viele der Worldly Companions beschreiben explizit diesen vermittelnden Aspekt und die einhergehende Bildungsarbeit. Zum einen auf die eigene Person bezogen:

und dieses ganze Nachdenken drüber in der Diskussion mit Besuchern bei einer Tour hat dann für mich dann auch nochmal dann das Nachdenken angeregt (11:18).

Der/die Worldly Companion beschreibt einen eigenen Veränderungsprozess, der durch den kommunikativen Austausch mit den Besucherinnen und Besuchern erst möglich wurde. Ein/e Worldly Companion formuliert den Eindruck wie die Diskussionen auf die Besucherinnen und Besucher gewirkt haben könnten: „weil man daran die Problematik thematisieren konnte und das ist den meisten Besuchern auch wirklich ganz drastisch aufgegangen“ (19:04).

Pointiert formuliert es ein/e Worldly Companion „es geht um unser täglich Brot“ (14:12). Diese Formulierung verdeutlicht in besonderer Weise, wie die mit den Gemüsesäulen und der übrigen Arbeit von Claire Pentecost verbundene Problematisierung akzeptiert wurde. Diese der christlichen Tradition entsprungene Formulierung bezieht sich auf die überlebensnotwendige Portion Essen, die Menschen benötigen. Die Aussage, dass es um „unser“ tägliches Brot geht, verweist auf eine kollektive Bedeutung die die/der Worldly Companion damit verbunden sieht, aber auch auf die eigene Betroffenheit im Umkehrschluss. Mit der Verwendung dieses Bildes, dass das Überleben der Menschen in Gefahr ist, fasst die/der Worldly Companion die an anderer Stelle sehr ausdifferenziert formulierte Problematik, der Verknappung und Ausbeutung des Bodens, zusammen.

dass wenn wir so weiter machen wie wir es jetzt tun, im Sinne von Ausnutzung des Bodens, dieses ganze Raubtum am Boden und Monokulturalismus usw., dass wir dann auf den Zusammenbruch hinsteuern und dass wir uns jetzt schon Gedanken machen sollten, wie ein Wiederaufbau geschehen kann im Sinne der Ökologischen Landwirtschaft (16:21).

Hier wird die konventionelle Agrarwirtschaft als ausweglose Bodenausbeutung beschrieben, die in einen „Zusammenbruch“ führen wird. Die Ökologische Landwirtschaft wird hingegen als die lösungsbringende Alternative skizziert, durch die allein ein „Wiederaufbau“ möglich wäre. Diese Passage verdeutlicht, auch durch die Verwendung des allumfassenden „wir“, die Identifikation mit dem Werk. Das verwendete „wir“ schließt die sprechende Person mit ein, sie ist ebenso mitverantwortlich für die vermeintliche Entwicklung. Dass der Boden „ausgenutzt“ würde, bezieht sich in dieser Passage nicht darauf „von einer bestehenden Möglichkeit vollen Gebrauch [zu] machen“ (Duden). Vielmehr wird etwas „in rücksichtsloser, egoistischer Weise für seine Zwecke in Anspruch“ (ebd.) genommen. Den Begriff des Raubtums gibt es im Deutschen nicht (vgl. ebd.), dennoch wird deutlich was gemeint ist. Der Boden wird seines Inhalts beraubt, es wird etwas gestohlen bzw. unrechtmäßig angeeignet.

Eine weitere Erzählung geht in eine ähnliche Richtung und bezieht sich auf die politische Dimension der Diskussion mit den Besucherinnen und Besuchern.

das Ganze wurde sehr politisch aufgezogen, die Säulen waren dann letztendlich dann der Höhepunkt wie man das klarmachen konnte, wo die Leguminosen von [einem Düngemittelhersteller] bekämpft werden.

(...) das war für mich das Interessanteste, dass die Leute da hell wach waren und sie diese Themen interessierten und das hat mich doch sehr überrascht und erfreut muss ich dazu sagen, denn das waren alles sehr positive Diskussionen (112:09).

Der Bezug zu einem bisher nicht wahrgenommenen Zusammenhang, nämlich den Gegensatz zwischen dem Anbau von Leguminosen und den Interessen der Düngemittelindustrie, weckte das Interesse der Teilnehmenden. Der/die Worldly Companion misst der persönlichen Betroffenheit, welche sich in der engagierten Diskussion widerspiegelte eine große Bedeutung bei.

Die Worldly Companions berichten über die verschiedenen Aspekte, die mit den Gemüsesäulen verbunden sind und wie sich diese Vielfalt in den Gesprächen mit den Besucherinnen und Besuchern widerspiegelten. So entwickelten sie selbst eine ausführliche Erzählung rund um die Säulen, so dass viele Punkte bereits angesprochen waren bevor die Teilnehmenden der Führung überhaupt die Gelegenheit hatten, ihre Fragen zu formulieren.

„das ist schon sicher, woran das lag, dass es mich immer mehr fasziniert hat und ich dann immer mehr erzählt habe, immer länger erzählt habe“ (13:18).

Dabei wird zum einen deutlich, wie vielschichtig das Konzept der Gemüsesäule im urbanen Raum sein kann und wie hoch die Identifikation der Worldly Companions mit dieser Arbeit war. Eine weitere weltliche Begleiterin bezieht sich ebenfalls auf die Diskussionen mit den Teilnehmenden der Führungen und bezeichnet diesen Aspekt als „schön“ und „wünschenswert“:

auch die Frage, ob es wirklich praktikabel ist in Gebieten wo wirklich Bodenmangel herrscht oder in Slums. (...) das heißt, es hat auch immer Diskussionsbedarf gegeben, was eigentlich etwas sehr Schönes und Wünschenswertes ist (12:02).

In Bezug auf die Praxis eines solchen vertikalen Gartens beziehen sich die Besucherinnen und Besucher auf Fragen, die den Anbau und Ertrag von Lebensmitteln betreffen. Es wird erwähnt, dass sich immer wieder die Frage nach der Bewässerung ergeben hat. Eine praktische Anleitung des Aufbaus einer solchen Säule wurde bei den Gesprächen nicht thematisiert.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die praktische Seite einer solchen Anpflanzung in den Gesprächen zwischen den Worldly Companions und den Besucherinnen und Besuchern keinen großen Raum eingenommen hat. *„da ging es mehr um die Inhalte, weniger um die praktischen Dinge die da gefragt wurden“ (11:27).* Allerdings wurden Fragen nach der praktischen Umsetzung bzw. nach dem Aufbau einer Gemüsesäule von den Teilnehmenden der Führungen regelmäßig angesprochen.

solche Fragen, wie muss man das ganze gießen, was für ein Aufwand hätte ich wenn ich mir so ein Ding wirklich auf das Dach, in den Vorgarten oder auf den Balkon setzen würde, wie kann ich das organisieren, so pragmatische Fragen schon, aber nicht ins technische Detail gehend (15:12).

Dass nicht alles bis ins Detail besprochen werden konnte, ist auch darin begründet, dass die Worldly Companions nicht über die entsprechenden Kenntnisse verfügten. Eine Person erinnert sich an konkrete Nachfragen, die wiederkehrend formuliert wurden:

die wollten von mir wissen, worauf ich dann keine Antwort geben konnte, was kostet denn so etwas, treibt das denn die Kosten in die Höhe, wenn wir eine vertikale Landwirtschaft betreiben und wie ist die Bewässerung gewährleistet und wie ist die Bearbeitung möglich (19:07).

Die Worldly Companions benennen zwar diese Wissenslücke und gleichzeitig wird deutlich inwiefern die Themen, in denen sie sich selbst sicher bewegten, die Diskussion in den Gruppen bedingten. Es wird zudem berichtet, dass die praktischen Aspekte wiederholt angesprochen wurden und auf beiden Seiten der an einer Führung beteiligten Personen dazu Interesse bestand. Ein/e Worldly Companion formuliert es so: „für Viele war es etwas ganz Neues, dass so etwas überhaupt möglich ist und es gibt echt Viele die Nachholbedarf haben, was solche Informationen betrifft“ (17:13).

Die Diskussionen in den Gruppen speisen sich zum einen aus den in der Schulung der Worldly Companions vermittelten Aspekten, und dieser gemeinsame Wissensbestand ist aus den Erzählungen heraus zu lesen, und zum anderen aus persönlichen Erfahrungen und Deutungen der Teilnehmenden. Bemerkenswert ist, dass die in Bezug auf die Säulen angesprochenen Themen über die unterschiedlichen Personen und Gruppen hinweg als relevant eingestuft wurden und die beteiligten Menschen darüber miteinander ins Gespräch kamen. Dieses Phänomen kann auch darin begründet liegen, dass die beteiligten Besucherinnen und Besucher ein explizites Interesse an den ausgestellten Werken haben, womöglich erfahrene documenta-Besucherinnen und –Besucher sind, und sich ganz bewusst auf das Vermittlungskonzept der Ausstellung einlassen wollen.

Diese Erfahrung, dass ein kommunikativer Prozess in Gang gesetzt wurde, beschreiben die Worldly Companions jedoch in Bezug auf ganz unterschiedliche Gruppen, die an den Führungen teilnahmen. So berichten sie, dass sie in ihrer Vermittlungsarbeit in der Wahl ihrer Beispiele auf die unterschiedlichen Gruppen eingegangen sind und beispielsweise Schülerinnen und Schülern haben herausfinden lassen, welche Gemüsesorten angepflanzt waren und erleben lassen, dass es Blüten gibt, die essbar sind.

Es wird dennoch als erstaunlich beschrieben, dass die Motivation für den Besuch der dOCUMENTA(13) keine offensichtliche Auswirkung auf die Beteiligung innerhalb der Gesprächssituationen hat. Schulklassen, die womöglich durch die betreuende Lehrkraft zum Besuch der Ausstellung verpflichtet wurden, sowie auch Teilnehmende, die über eine Firma eingeladen wurden und nicht selbst aktiv die Führung oder den Besuch geplant haben, konnten sich gleichermaßen auf die angesprochenen Themen einlassen.

Ich kann mich so ein bisschen an den Tenor erinnern oder besser gesagt, die Rückmeldung, die im Namen aller am häufigsten vor kam, war, wie kann ich die nachbauen, ich will nicht sagen kaufen, ja es war so eine Mischung zwischen, das ist ja eigentlich relativ einfach gemacht, das könnte ich doch auch haben, ist doch eigentlich eine tolle Sache (16:42).

Abschließend kann diese Passage aus einer Erzählung stehen, die eindrücklich die positive Resonanz der Besucherinnen und Besucher zusammen zu fassen scheint. In der Erinnerung der/des Worldly Companion hat sich das in der Führung geweckte Interesse an den Gemüsesäulen in den Wunsch übertragen, auch eine solche zu besitzen oder sogar selbst nachbauen zu wollen. Dabei deutet sie/er die bauliche Beschaffenheit der Säule, die den Eindruck erweckt, dass sie auch von Laien nachgebaut werden könnte, als Hinweis auf die positiven Rückmeldungen. Das eingeschlo-

bene Adverb betont die hier vorgenommene resümierende Einschätzung, dass die Säulen „eine tolle Sache“ seien.

3.2.4 Quantitativer Fokus auf angesprochene Themen und praktische Aspekte

Im Anschluss an die qualitative Beschreibung des Ablaufs der Vermittlung der Gemüsesäule in der dTour, sollten die Worldly Companions eine Rangfolge der Wichtigkeit der verschiedenen behandelten Themen aufstellen. Dazu stand eine Liste zur Verfügung, welche die Themen umfasste, die in der Schulung zur Gemüsesäule angesprochenen wurden. Diese Liste konnte von den Worldly Companions frei ergänzt werden. Die meisten haben zwar dazu Stellung genommen, welche Themen sie in der Führung angesprochen haben, das Erstellen einer Rangliste wurde von den meisten Befragten jedoch nicht vorgenommen.

Die Vermittlung der Inhalte in den Führungen zu den Säulen wurde jeweils nach drei Aspekten abgefragt: Wurde das Thema von den Worldly Companions angesprochen? Wurde das Thema von den Besucherinnen und Besuchern angesprochen? Wie war das Interesse der Besucherinnen und Besucher am Thema?

Die Einschätzung des Interesses der dOCUMENTA(13) Besucherinnen und Besucher wurde von vielen Worldly Companions als schwierig erachtet und erfolgte sowohl im Überblick als auch in den Details der Themenbereiche und praktischen Aspekte nur sehr sporadisch. Daher wurde sich in der Auswertung darauf konzentriert, welche Themenbereiche genannt und besonders hervorgehoben wurden.

Zunächst wurden drei Hauptkategorien eingeordnet: a) warum/ mit wem die Gemüsesäulen errichtet wurden, b) thematischer Hintergrund, c) praktische Aspekte.

Abbildung 6 zeigt, dass die Worldly Companions insbesondere die Entstehung der Säulen im Kontext der dOCUMENTA(13) thematisiert haben, sowie die in der Schulung vermittelten thematischen Hintergründe. Auffällig ist jedoch, dass gerade die praktischen Aspekte deutlich häufiger von den Besucherinnen und Besuchern angesprochen werden als andere Bereiche und dies gleichzeitig von den Companions selbst am wenigsten thematisiert wurde. Vier Worldly Companions, verweisen auch auf ein besonderes Interesse der Besucherinnen und Besucher an praktischen Aspekten.

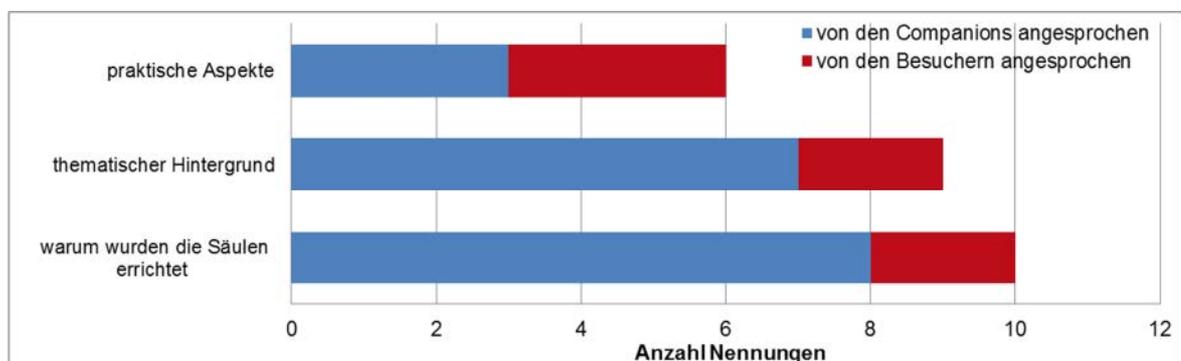


Abbildung 5: Inhalte der Führungen, angesprochen von Worldly Companions und Besucherinnen und Besuchern

Der thematische Hintergrund und die praktischen Aspekte wurden im Sinne einer Abschätzung des Potenzials der Gemüsesäulen für die Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit vertieft. In den Interviews wurde gezielt nach den folgenden Themen gefragt, die von den Worldly Companions frei ergänzt werden konnten:

- Kaum Fläche und chemisch verunreinigte Böden in Slums in Entwicklungsländern
- Landgrabbing, Aneignung von Boden durch multinationale Konzerne
- Cityfarming, urbane Gärten in „Wohlstandsländern“
- Verlust von Fläche und Bodenfruchtbarkeit durch industrielle Landwirtschaft, Versiegelung & Bebauung
- Kompostierung
- Biodiversität, Sortenvielfalt
- Bildung und Öffentlichkeitsarbeit

Abbildung 6 zeigt, dass die Themen „Kaum Fläche und chemisch verunreinigte Böden in Slums in Entwicklungsländern“ von den Worldly Companions am häufigsten angesprochen wurden. Sie haben das Projekt „Can Ya Love“ aus Kenia, Kibera als Hintergrund der Gemüsesäulen vorgestellt und dann einen Bezug zu anderen politischen Themen gezogen. Das Thema „Gold und Bodenfruchtbarkeit als Währung“ war ebenfalls eines der Hauptthemen an den Gemüsesäulen, weil dadurch der direkte Bezug mit der Rauminstallation von Claire Pentecost hergestellt wurde. Drei Companions heben dieses Thema als besonders wichtig in ihrer dTour hervor.

Die Themen Biodiversität, Sortenvielfalt, Cityfarming und Landgrabbing haben fünf der befragten Worldly Companions während der Führungen besonders thematisiert. Von drei Companions wird die Biodiversität als besonders wichtig hervorgehoben, zwei fokussierten dabei auch die Bedeutung von Bienen. Zwei Companions verweisen darauf, dass die Biodiversität auch häufig von den Besucherinnen und Besuchern angesprochen wurde. Einige Worldly Companions haben in Verbindung mit dem Thema Biodiversität und Sortenvielfalt die Gemüsesäulen genutzt, um interaktiv Inhalte zu transportieren.

(...) hier ist eine Vielfalt an Gewächsen, das man Dinge auch bestimmen lässt, z.B. mit Kindern oder Jugendlichen und sieht, dass viele eigentlich gar nichts mehr kennen und da konnte man Dinge sozusagen näher bringen, da konnte man Dinge greifbar erläutern, das war toll“ (I1:13). „Die Gemüsesorten wurden versucht zu inspizieren (...) (I11: 5).

Das Thema „Kompostierung“ und „Landgrabbing durch multinationale Konzerne“ wurde genauso wie das Thema „Gold und Bodenfruchtbarkeit als Währung“ mit den übrigen Werken von Claire Pentecosts in Verbindung gebracht. „urbane Gärten“ waren ebenso häufig ein Thema.

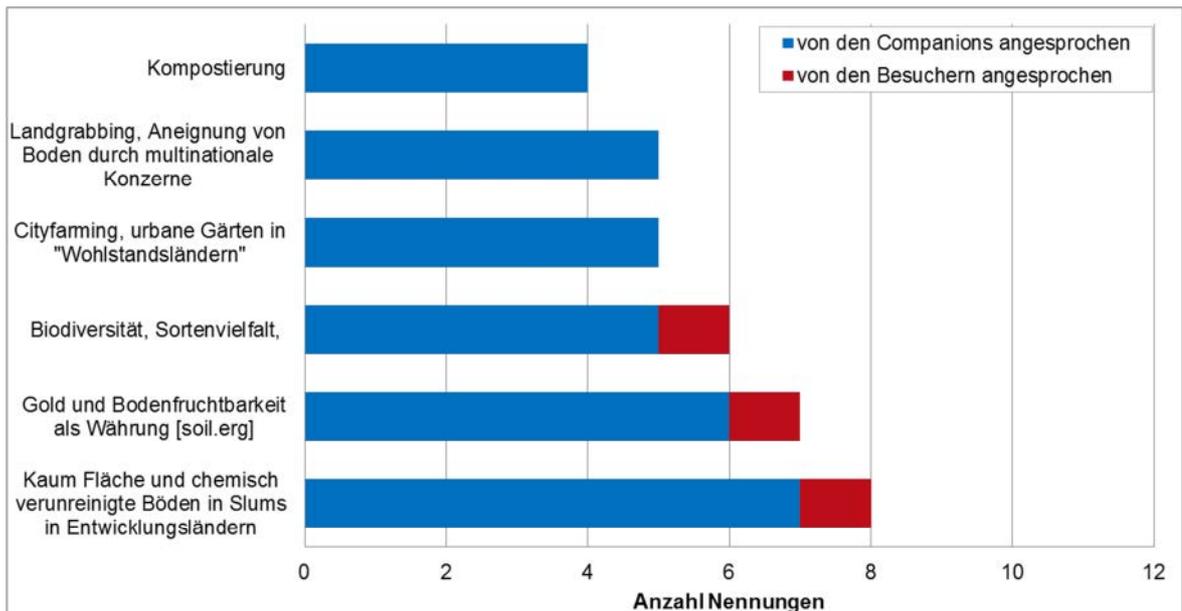


Abbildung 6: Häufige Themen der dTours zu den Gemüsesäulen angesprochen von den Worldly Companions und von den Besucherinnen und Besuchern.

Die im Interviewbogen vorgesehenen Themen „industrielle Landwirtschaft“ und „Bildung und Öffentlichkeitsarbeit“ waren von geringer Bedeutung für die Vermittlung der Gemüsesäulen, sie wurden nur von einzelnen Worldly Companions angesprochen. Die Themen „industrielle Landwirtschaft“ und „Biodiversität“ wurden auch von Besucherinnen und Besuchern eingebracht, wie z.B. Gentechnik „Die haben dann oft über solche Probleme mit dem Thema Monsanto gesprochen. Das war dann schon so, dass die globalen Probleme von Interesse waren“ (I1:26). Die von den Worldly Companions angesprochenen Inhalte gehen deutlich über die abgefragten Inhalte hinaus und umfassen auch Lebensmittelerzeugung, Zusammenschluss von Menschen, Leguminosen, Ökolandbau, Nachhaltigkeit, Tschernobyl und Fukushima, Gentechnik, Gemüsearten oder die Tatsache, dass die Blüten der Kapuzinerkresse essbar sind.

Wie bereits Abbildung 4 und auch die qualitative Auswertung zeigte wurden die praktischen Aspekte von den Worldly Companions nicht besonders betont, was sicherlich auch mit deren beruflichen Hintergrund zu tun hat. Während in einigen dTours die praktischen Aspekte gar nicht zur Sprache kamen, berichten andere von hohem Interesse der Besucherinnen und Besucher.

Angesprochen wurde vor allem die Bewässerungstechnik, aber auch Aufbau/Konstruktion und Substrat (siehe Abbildung 7). Drei Worldly Companions verweisen explizit darauf, dass sie dabei nicht ins Detail gehen konnten (I2:12; I5:12) oder auf Fragen in diesem Bereich „auch nicht gut vorbereitet gewesen“ wären (I4:14).

Die Erfahrungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Projektes während der thematischen Veranstaltungen und der Pflegearbeiten an den Gemüsesäulen zeigten ein großes Interesse an der praktischen Umsetzung des Konzeptes. Dabei konnten die aufkommenden Fragen von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Projektes fachlich korrekt beantwortet werden.

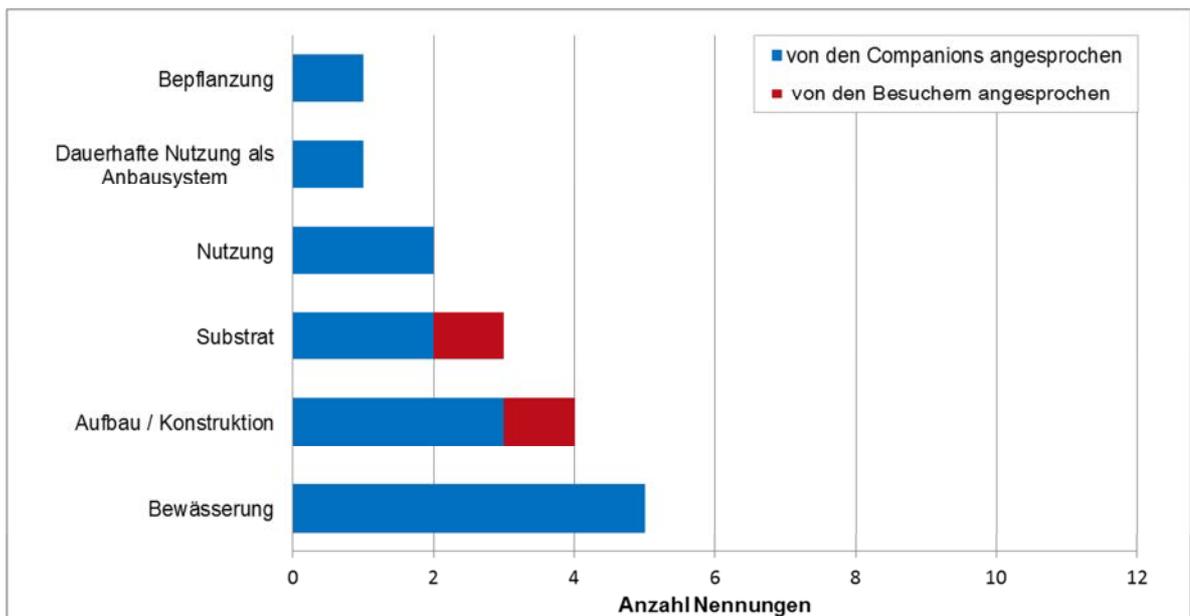


Abbildung 7: Interesse an den praktischen Aspekten

3.2.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Aus Sicht der Worldly Companions wurde die Gemüsesäule von den meisten dOCUMENTA (13) Besucherinnen und Besuchern positiv aufgenommen, mit teilweise neutralen Reaktionen und sehr wenig negativem Feedback. Die Worldly Companions selbst sehen die Gemüsesäulen noch positiver. In den Interviews wird immer wieder dargestellt, dass die Themen, welche mit den Gemüsesäulen in Verbindung stehen, von den Worldly Companions als hoch relevant erachtet wurden und mit viel Engagement und Begeisterung vermittelt wurden.

Als bedeutungsvoll erleben die Interviewten die Auseinandersetzung mit aus ihrer Sicht existentiellen Problemen), bei der gleichzeitig eine Lösungsperspektive diskutiert wird. In diesem Kontext wird auch die Einbettung der Gemüsesäulen in das Kunstwerk von Claire Pentecost und die dOCUMENTA(13) hervorgehoben. Wiederholt wird von den Worldly Companions dargestellt, dass die Gemüsesäulen zu einer interaktiven Kommunikation angeregt haben, Besucherinnen und Besucher aufmerksam wurden und sich für die im Kontext der Gemüsesäulen und der gesamten Installation von Claire Pentecost stehenden Themen interessiert haben.

Bei den Themen standen der vertikale Anbau zur Lebensmittelversorgung in Slums, die Bedeutung von Bodenfruchtbarkeit und die Biodiversität im Vordergrund, gefolgt von Cityfarming, Landgrabbing und Kompostierung. Welche Themen während der dTour angesprochen wurden, war dabei weitgehend von den Worldly Companions bestimmt. Deutlich wird, dass die praktischen Aspekte weniger von den Worldly Companions angesprochen, dafür aber vermehrt von den Besuchern und

Besucherinnen nachgefragt wurden, deren Interesse daran erneut sichtbar wurde. Die in die Pflegearbeiten und thematischen Veranstaltungen involvierten Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeiter, berichteten ebenfalls vom Interesse an praktischen Aspekten, durch die dann wieder eine Überleitung zu den thematischen Hintergründen erfolgte. Zusammenfassend wird daher deutlich, dass die Gemüsesäule einen vielfältigen thematischen Zugang ermöglicht und damit für verschiedenste Personengruppen Bildungserfahrungen ermöglichen kann. Personen, die Bildungsarbeit mit den Gemüsesäulen durchführen möchten, sollten sowohl mit den praktischen Aspekten als auch mit den zu vermittelnden fachlichen Hintergründen vertraut sein, um diese verschiedenen Zugänge zu ermöglichen.

Zur Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Vermittlungs- und Bildungssituationen ist der Kontext der dOCUMENTA(13) zu berücksichtigen. Die Betrachtung der Gemüsesäule als Kunstinstallation und das auf einen Dialog ausgerichtete Vermittlungskonzept der documenta, haben die Offenheit der Besucherinnen und Besucher für die vermittelten Themen sicherlich positiv beeinflusst. Wie die Erfahrungen der dTours gezeigt haben, eignen sich die Gemüsesäulen jedoch grundsätzlich gut für ein entdeckendes Lernen und eine interaktive Kommunikation mit unterschiedlichen Personengruppen.

4 (Mini)Säulen – und Topfversuche

Der Bau und Betrieb der Gemüsesäulen im Laufe der dOCUMENTA(13) in Kassel hatte sowohl umfangreiche Erfahrungen und Ergebnisse erzielt, als auch erhebliche Herausforderungen zu Tage gefördert und neue Fragen aufgeworfen. Dies führte zu weiteren Versuchen im Folgejahr. Insbesondere die Suche nach einem geeigneten Substrat stand im Mittelpunkt des Minisäulenversuches mit 8 verschiedenen Substratmischungen. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurden die drei am geeignetsten erscheinenden Substrate in einem Säulenversuch eingesetzt und verglichen. Dabei wurden zusätzliche Wissenslücken identifiziert, die einen weiteren Topfversuch den Mineralisierungsversuch der drei Substrate mit verschiedenen Düngestufen notwendig machte, um geeignete Substratmischungen empfehlen zu können.

4.1 Minisäulenversuch

Substratempfehlungen für den vertikalen Anbau von Gemüse liegen bislang nicht vor. Vorstellbar wäre somit die Übertragung herkömmlicher Pflanzsubstrate aus dem Flächbau auf die Gemüsesäulen. Abgeleitet aus den Erfahrungen in der Kultivierung der dOCUMENTA (13)-Säulen und denen der Erdenwerke wurden verschiedene Zusammensetzungen von Substraten in einem Substratversuch auf ihre Eignung als Säulensubstrat getestet. Im Mittelpunkt des Minisäulenversuches rückten somit grundlegende Untersuchungen zu den vorrangig physikalischen Eigenschaften der verwendeten Substrate. Die pH-Pufferkapazität, die Strukturstabilität, der Luftgehalt, das Wasserspeichervermögen oder die kontinuierliche Bereitstellung von Pflanzennährstoffen kristallisieren sich dabei als vorrangige zu ergründende Eigenschaften heraus. Die Herausforderungen an die gewählten Substratkomponenten steigen zudem, wenn wie bereits angedeutet, in den Substratmischungen auf Torf verzichtet werden soll. Auch hierauf sollte im Minisäulenversuch ein besonderer Fokus liegen.

4.1.1 Material und Methoden Minisäulenversuch

4.1.1.1 Verwendete Rohkomponenten im Minisäulenversuch

Um den genannten Ansprüchen Rechnung zu tragen wurden im Minisäulenversuch verschiedene Rohsubstrate sowohl mineralischer, als auch organischer Herkunft verwendet. Die Tabelle 2 gibt hierzu die Übersicht über Komponenten mineralischen Ursprungs, Tabelle 3, die der organischen Komponenten.

Mineralische Komponenten

Als mineralische Substratkomponente, die besonders strukturstabil sind, wurden die Stoffe Lava/Bims und Ziegelsplitt ausgewählt. Diese zeichnen sich nach eingehender Untersuchung (Tabelle 2) besonders durch einen geringen Salzgehalt aus. In Mischsubstraten wird zur Verhinderung von Sackungen und Verdichtungen ein Mengenanteil von 30 bis 40 % angestrebt. Ziegelsplitt ist zudem in der Beschaffung als preisgünstiges Material einzustufen. Beide Ausgangsminerale weisen einen eher hohen pH-Wert auf.

Tabelle 2: Übersicht über die im Minisäulenversuch eingesetzten mineralischen Komponenten beschrieben durch ihre typischen chemischen und physikalischen Eigenschaften

Komponente	Salzgehalt	Luftkapazität	Porenvolumen	max. Wasserkapazität	pH -Wert
Einheit	in g/ l	in Vol. %	in Vol. %	in Vol. %	
Lava ¹	0,5 - 0,1	35 - 45	50 - 65	15 - 25	6,5 - 8,2
Bims ¹	0,5 - 0,1	35 - 55	60 - 85	25 - 45	6,5 - 8,2
Ziegelsplitt ¹	<1,5	40	60	> 25	7,9 - 8,7
Zincosystemerde Dachgarten ²	< 2	k.A.	50	k.A.	6,5 - 8
Optigrün-Intensivsubstrat ²	< 2,5	k.A.	65 - 70	45 - 65	5,5 - 7,5

(Quellen: ¹ Zusammenstellung des Humus&Erden Kontor auf Basis von eigenen Untersuchungen und Staatliche Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan 2007 – 2010); ² Herstellerangaben)

Die Zincosystemerde Dachgarten hingegen ist ein fertig aufbereitetes Mischsubstrat. Es besteht aus speziell aufbereiteten Tonziegeln mit ausgewählten Zuschlagsstoffen. Laut Produktdatenblatt besitzt dieses Substrat einen hohen Luftgehalt - auch bei Wassersättigung, ein hohes Wasserspeichervermögen. Die Zincosystemerde ist frostbeständig und struktur stabil. Zudem ist sie ein Recyclingprodukt. Der Verdichtungsfaktor liegt bei 1,3 (ZINCO 2012).

Das Optigrün-Intensivsubstrat „Urban Soil“ ist ebenfalls ein fertig aufbereitetes Mischsubstrat und setzt sich aus den Einzelkomponenten Lava, Bims, Blähschiefer, Rindenumus, Grünschnittkompost, Ziegelsplitt und Sinterschlacke zusammen. Charakterisiert wird dieses Substrat durch Strukturstabilität und die Eignung für ein breites Pflanzenspektrum (OPTIGRÜN 2012).

Organische Komponenten

Als organische Komponenten für die eigenen Substratmischungen wurden Hartholzhäcksel, Pinienrinde, Weißtorf und Grüngutkompost verwendet. Analog zu den mineralischen Rohkomponenten lassen sich auch hier Substratkomponenten finden, die, wie Hartholzhäcksel oder Pinienrinde, eine hohe Strukturstabilität aufweisen. Pinienrinde unterliegt zudem einem langsamen Abbauprozess, was sich entsprechend positiv auf die langfristige Strukturstabilität auswirken soll.

Weißtorf zeichnet sich unter den Substraten in den durchgeführten Untersuchungen (Tabelle 3) im Gegensatz zu allen anderen organischen Rohkomponenten als Rohmaterial mit besonders hoher Wasserspeicherkapazität von 50 bis 70 Vol. % aus, ist jedoch eine begrenzte Ressource und auch aufgrund der Beschaffungssituation als negativ einzustufen.

Tabelle 3: Im Minisäulenversuch eingesetzte organische Komponenten und deren chemische und physikalische Eigenschaften

Komponente	Salzgehalt	N- Immobilisierung	Rohdichte	max. Wasserkapazität	pH- Wert
Einheit	in g/l		g/l TS	in Vol. %	
Grünkompost¹	2,11	gering	584 (g/l FM)	n.b.	7,2
Bioabfallkompost¹	~ 6,5	gering	n.b.	n.b.	8,1
Hartholz-häcksel	0,15 - 0,20	mittel	130 - 140	25 - 30	3,5 - 4,0
Pinienrinde	0,03 - 0,25	gering	150 - 250	40 - 45	3,9 - 4,3
Weißtorf	< 0,2	hoch	80 - 150	50 - 70	2,8 - 3,2

¹ Mittelwerte (Quellen: Zusammenstellung des Humus&Erden Kontor auf Basis von eigenen Untersuchungen und Staatliche Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan 2007 – 2010)

Grüngutkompost hat je nach Alter, Ausgangssubstanzen und Rottegrad verschiedene Eigenschaften. Der im Versuch verwendete Grüngutkompost „Nebel 12“ zeichnete sich im Vergleich zu anderen Kompost-Chargen durch seinen niedrigen pH-Wert und Salzgehalt aus. Er stellt in den Substraten Nährstoffe (vorrangig P und K) bereit und hat zusätzlich eine gute Wasserkapazität. Für den Bioabfallkompost werden - wie beim Hauskompost - unterschiedlichste organische Substanzen kompostiert, u.a. auch Essensreste. Daher sind der Salzgehalt und der pH-Wert entsprechend hoch.

4.1.1.2 Zusammensetzung der Versuchssubstrate im Minisäulenversuch

Im Minisäulenversuch wurden neben den Fertigsubstraten „Optigrün UrbanSoil“ und „Zinco“, 6 Mischsubstrate, aus den in 3.2.1.1. beschriebenen Rohkomponenten hergestellt. Auf Torf wurde bei den Mischungen bis auf eine Kontrollvariante verzichtet. Interessierten sollte es zudem möglich sein, die Mischsubstrate selbstständig zusammenzustellen. Deshalb war auch die Verfügbarkeit der Rohkomponenten ein Entscheidungskriterium. Aus dem Anspruch heraus, die Fertigsubstrate auch Praktikern empfehlen zu können, ergeben sich weitere Qualitätskriterien, welche Berücksichtigung fanden. So durfte der Salzgehalt 3g/l nicht übersteigen. Beim Anteil an Chlorid war ein Wert von 200 mg/l als Grenze zu sehen (RAL – GZ – 250/2). Der pH-Wert sollte innerhalb der gesamten Kulturperiode unter 7 liegen und der Stickstoffhaushalt des Mischsubstrates sollte im Vegetationsverlauf stabil bleiben.

Bei der Zusammensetzung der eigenen Mischsubstrate (siehe Tabelle 4) wurde der Grüngutkompost jeweils außer in Substrat 8 als Grundsubstrat benutzt und mit einem Volumenanteil von 25 bis

34 % dem jeweiligen Substrat zugeschlagen. Materialien mineralischer Herkunft, als strukturstabilisierende Komponente waren in jeder Variante jedoch mit mindestens 25 % des Volumenanteils vorgesehen. In Substrat 1 wurde in Anlehnung an das verwendete Substrat in den dOCUMENTA(13)-Säulen 25% Oberboden (Lößmaterial vom Versuchsbetrieb in Frankenhausen) eingesetzt. In Substrat 8 wurde statt Grünkompost Bioabfallkompost benutzt.

Tabelle 4: Zusammensetzung der im Versuch berücksichtigten Substrate

(Nr.) Substratname	Zusammensetzung (gew. %)			
1 Substrat mit Boden	Grünkompost (25)	Holzhäcksel (25)	Lava Bims (25)	Oberboden (25)
2 Zinco	Zinco Systemerde Dachgarten (100)			
3 Optigrün „UrbanSoil“	Optigrün- Intensivsubstrat Urban Soil ohne Torf (100)			
4 Optigrün aufgepeppt	Optigrün (50)	Grünkompost (25)	Holzhäcksel (25)	
5 Ziegelsplitt einfach	Grünkompost (34)	Holzhäcksel (33)	Ziegelsplitt (33)	
6 Ziegelsplitt Pinie	Grünkompost (34)	Pinienrinde (33)	Ziegelsplitt (33)	
7 Lava/Bims/Torf	Grünkompost (34)	Torf (33)	Lava/ Bims (33)	
8 Bioabfallkompost	Ziegelsplitt (50)	Holzhäcksel (25)	Bioabfallkompost (25)	

4.1.1.3 Versuchsaufbau des Minisäulenversuches

Für die Durchführung des Minisäulenversuches wurden kleine Versuchssäulen mit einer Höhe von 50 Zentimetern und einem Durchmesser von 32 cm gefertigt. Die verwendeten Baumaterialien sollten denen der Großsäulen gleichen. Entsprechend wurden die Säulen aus Drahtgitter und Bändchengewebe gefertigt, anschließend wurden die Kleinsäulen mit den acht Substrattypen lose gefüllt (Abbildung 8 und Tabelle 4). Die Säulen wurden anschließend auf Wasserkapazität gebracht. Während der 13-wöchigen Versuchsphase wurden die Säulen wöchentlich wieder auf Wasserkapazität gebracht, um das regelmäßige Bewässern zu simulieren und die biologische Aktivität der Substrate zu fördern. Der Versuch stand im Versuchsgewächshaus der Universität Kassel bei einer Durchschnittstemperatur von 16 °C (Min. 15,4 °C Max. 21,2 °C) und einer durchschnittlichen Luftfeuchtigkeit von 65 % (Min. 46.2 %, Max. 83.5 %), um Bedingungen wie in der Vegetationsperiode zu simulieren und Störgrößen durch unerwartete Witterungseinflüsse auszuschließen.

Für den Versuch wurde ein Variantenumfang von 4 Wiederholungen gewählt. Zusätzlich ist in jeder Variante ein weiterer Topf angelegt worden, um auch während der Versuchsphase Proben entnehmen zu können. Angelegt wurde der Versuch als randomisierte Blockanlage (Tabelle 5).

Tabelle 5: Versuchsaufbau Minisäulenversuch

5	3	8	2	7	4	6	1
4	7	1	6	8	2	3	5
6	8	5	7	3	1	4	2
1	2	3	4	5	6	7	8
Block 1		Block 2		Block 3		Block 4	



Abbildung 8: verfüllte Substratsäulen im Versuchsdesign (2 Wiederholungen) vor Versuchsbeginn

4.1.1.4 Untersuchungsparameter im Minisäulenversuch

Bei den Untersuchungsparametern im Minisäulenversuch wurden im wesentlichen Parameter berücksichtigt, die eine genauere Charakterisierung der untersuchten Substrate ermöglicht. Die Messungen der Parameter wurden im Versuchszeitraum zwischen dem 19.12.12 und dem 13.03.13 durchgeführt. Tabelle 6 gibt eine Übersicht zu den vorgenommenen Untersuchungen und der Messhäufigkeit.

Tabelle 6: Übersicht zu den im Minisäulenversuch durchgeführten Untersuchungen

Parameter (Einheit)	Messumfang	Zeitpunkt / Zeitraum	Referenz
pH-Wert	einfach	7-tägig (13 Termine)	VDLUFA (1991)
Substratsetzung (cm; %)	4-fach wiederholt	14-tägig (7 Termine)	-
Salzgehalt (g/l)	4-fach wiederholt	19.12.12 und 14.03.13	VDLUFA (1991)
Feldkapazität	2-fach wiederholt	Versuchsbeginn	SCHEFFER&SCHACHTSCHABEL (1998)
Verdichtbarkeit	4-fach wiederholt	Versuchsbeginn	-
Luftkapazität	2-fach wiederholt	Versuchsbeginn	VDLUFA (1991)

4.1.1.5 Auswertungsmethodik im Minisäulenversuch

Die Auswertung der Ergebnisse des Minisäulenversuches erfolgte mit der Statistiksoftware SPSS 21. Verwendet wurde bei ausreichender Datengrundlage die einfaktorielle Varianzanalyse. Varianzhomogenität und Normalverteilung werden mit Hilfe der Streudiagramme (vorhergesagt gegen beobachtet) und dem Q-Q-Diagramm überprüft. Bei nicht wiederholt untersuchten Parametern erfolgt eine deskriptive Auswertung der vorliegenden Ergebnisse. Die abschließende Eignungsbeurteilung der analysierten Substrate erfolgte durch eine gewichtete Rangsummenvergabe der untersuchten Substratparameter.

4.1.2 Ergebnisse und Diskussion des Minisäulenversuches

pH-Wert

In Abbildung 9 ist die pH-Wertentwicklung der 8 untersuchten Substrate im Versuchszeitraum zwischen dem 19.12.12 und dem 13.03.13 dargestellt. Deutlich wird, dass ein kontinuierlicher Anstieg bei 7 der 8 untersuchten Substratmischungen zu verzeichnen ist. Lediglich das Lava/Bims-Torfgemisch verzeichnet trotz hoher Schwankungen des pH-Wertes während des Versuchszeitraumes keinen wesentlichen Anstieg, wobei sich der Wert der Messung am 13.03.13 statistisch nicht vom Einstiegswert am 19.12.12 unterscheiden lässt. Bei allen weiteren Substraten lässt sich der Anstieg absichern.

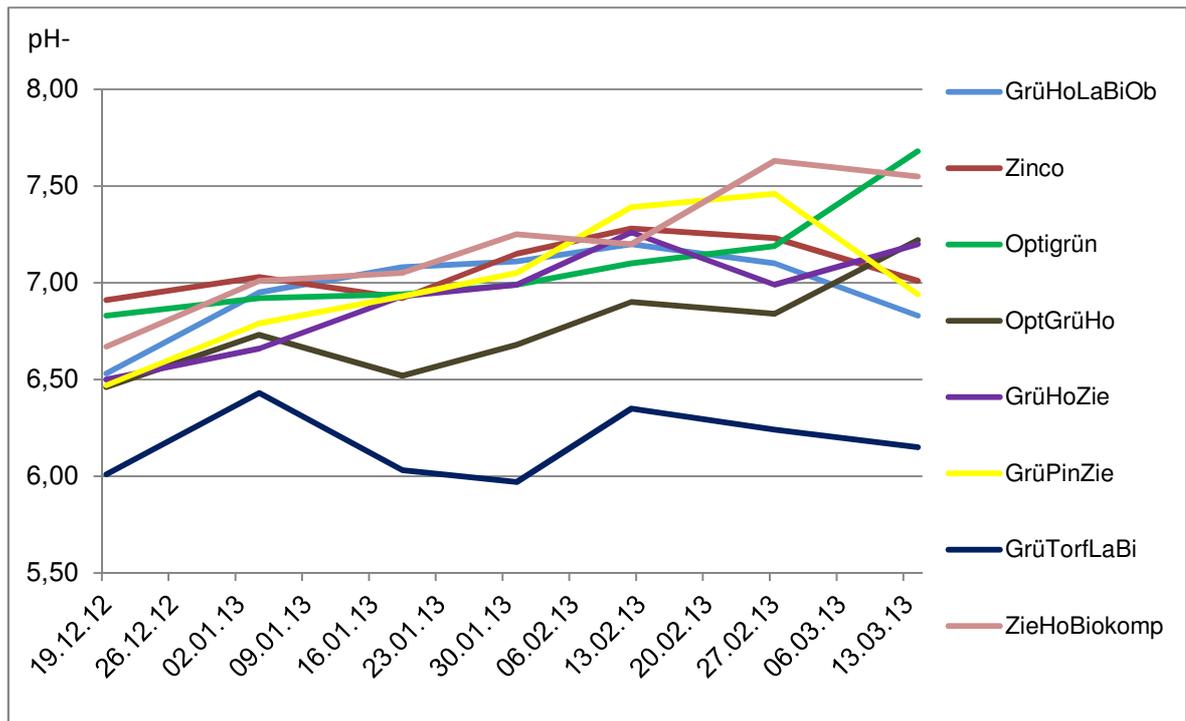


Abbildung 9: pH-Wertentwicklung der Substrate im Minisäulenversuch (Versuchszeitraum 19.12.12 bis 13.03.13)

Die vorgenommene Varianzanalyse ergab zu Versuchsende, bei Mittelwertschwankungen der untersuchten Substrate von 6,17 bis 7,26, signifikante Unterschiede der pH-Werte in den Einzelsubstraten. Hier konnte beim Lava/Bims/Torf-Gemisch der deutlich geringste Wert festgestellt werden. Während die weiteren Substrate um etwa pH= 7 +/- 0,2 im Mittelwert einzuordnen waren, unterscheiden sich die pH-Werte der Minisäulen teilweise deutlich von denen der zusätzlichen Topfprobe. Hier sind in den Substraten 1 bis 5 und 8 absicherbare Unterschiede der Säulenuntersuchungen zu den Topfproben festzustellen, welche jedoch nicht grundsätzlich gerichtet, über oder unter denen der Topfproben lagen (siehe Tabelle 7). Als Grundlage für die Bewertung eines geeigneten Substrats diene der Mittelwert aller Proben vom Versuchsende.

Tabelle 7: pH-Werte der Proben vom 14.3.2013 in den Minisäulen und Zusatztöpfen

Substrat	1	2	3	4	5	6	7	8
	Substrat mit Boden	Zinco	Optigrün UrbanSoil	Optigrün aufgepeppt	Ziegelsplitt einfach	Ziegelsplitt Pinie	Lava/Bims/Torf	Bioabfallkompost
Mittelwert Säulen	7,26d	7,18cd	7,14bcd	6,8b	7,05bcd	7,01bcd	6,17a	6,98bc
Topfprobe	6,83*	7,01*	7,68*	7,22*	7,20*	6,94	6,15	7,55*

Buchstaben kennzeichnen Gruppen gleichen Niveaus [Tukey-Test, $\alpha=0,05$]; Sterne kennzeichnen sign. Abweichen der Säulenprobe zu den Topfproben (t-Test; $\alpha=0,05$)

Substratsetzung

Bei der Substratsetzung konnten innerhalb des Versuchszeitraumes Werte zwischen 1,3 und 5,4 cm festgestellt werden. Dies entspricht einer Setzung von 2,6 bis 10,8 %. Die Ergebnisse in Tabelle 8 zeigen zudem, dass sich die Substratunterschiede auch statistisch absichern lassen, wobei die Substrate 1, 8 und 2 die geringsten Setzungen aufwiesen. Als ungeeignet infolge starker Setzung erscheinen die Substrate 3 und 7. Diese verlieren jeweils über 10 % ihrer Säulenhöhe innerhalb des Versuchszeitraumes. In allen Substraten ließ sich die Setzung statistisch von 0 unterscheiden.

Tabelle 8: Substratsetzung der acht im Minisäulenversuch untersuchten Mischsubstrate

Substrat	1	2	3	4	5	6	7	8
	Substrat mit Boden	Zinco	Optigrün UrbanSoil	Optigrün aufgepeppt	Ziegelsplitt einfach	Ziegelsplitt Pinie	Lava/Bims/Torf	Bioabfallkompost
Mittelwert Säulen	1,9a	1,3a	5,1c	4,0bc	1,6a	2,3ab	5,4c	1,4a
In %	3,8*	2,7*	10,3*	7,9*	3,2*	4,5*	10,9*	2,7*

Buchstaben kennzeichnen Gruppen gleichen Niveaus [Tukey-Test, $\alpha=0,05$]; Sterne kennzeichnen sign. Abweichen zu null)

Salzgehalt

Für den Salzgehalt von Pflanzensubstraten gilt nach allgemeinen Qualitätskriterien (RAL-GZ-250/2) ein Höchstwert von 3 Gramm je Liter. Dieser wurde jedoch, wie in Abbildung 10 gezeigt, bei den Untersuchungen nur in einer Probe (Substrat 8) erreicht. Generell war in fast allen Substraten eine Reduzierung der Salzgehalte festzustellen. Eine Ausnahme ist hier das Zinco-Substrat, bei dem ein Anstieg des Salzgehaltes von 1,76 auf 2,61 Gramm je Liter zu beobachten war. Die geringsten Salzgehalte im Versuch wurden in den Substraten Optigrün Urban Soil (0,38; 0,25), Optigrün aufgepeppt (0,88; 0,46) und Lava/Bims/Torf (1,04; 0,56) festgestellt. In Bezug auf die Salzgehalte wären diese Substrate von Vorteil. Neben dem Zinco-Substrat (2,61 g/l), fiel außerdem der Bioabfallkompost durch einen hohen Salzgehalt auf, der jedoch im Vergleich zum Zinco-Substrat von beginnend 3,67 g/l (19.12.12) auf 2,68 g/l (14.03.13) gesunken war.

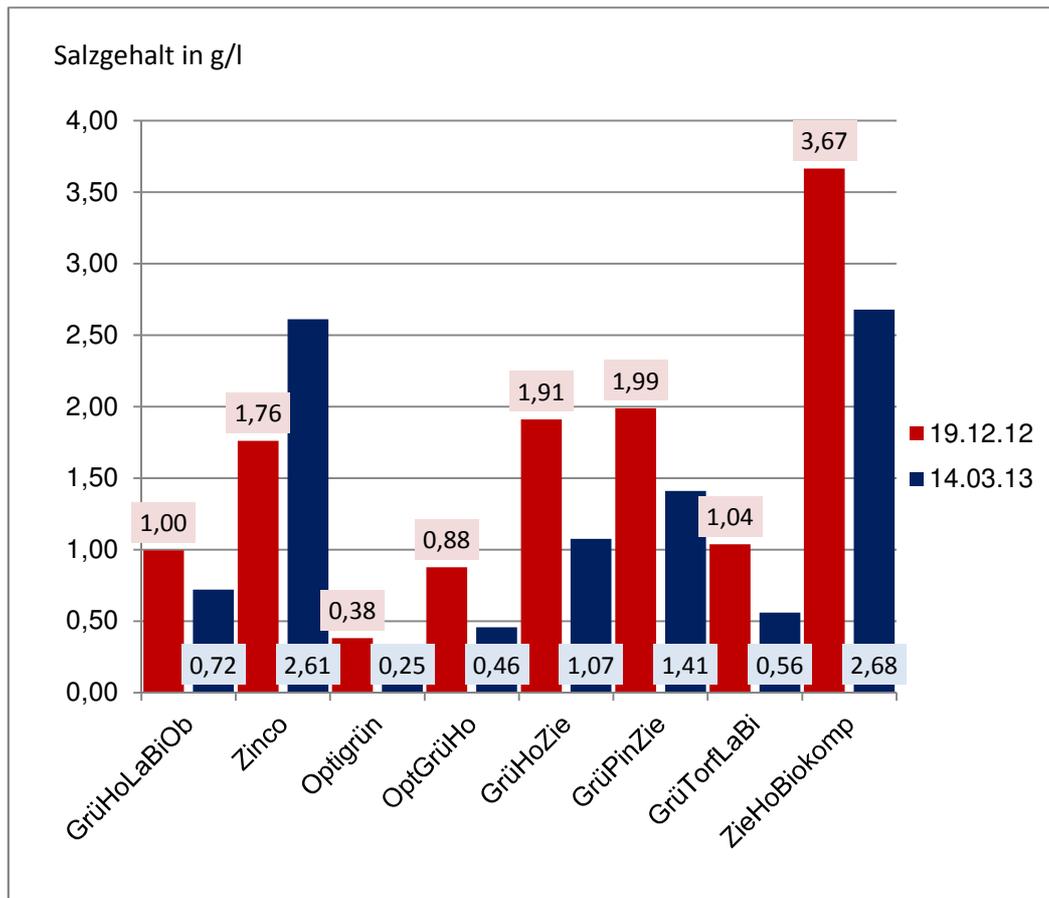


Abbildung 10: Salzgehalte (g/l) der in Topfversuch 1 untersuchten Substrate zu Versuchsbeginn und zu Versuchsende

Verdichtbarkeit

Die Verdichtbarkeit galt im Versuch als Maß für die Aggregatstabilität von Böden oder Pflanzsubstrate. Entsprechend wurden auch die 8 ausgewählten Substrate dieser Untersuchung unterzogen. Tabelle 9 zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen mit einem 250 ml Stechzylinder einer Höhe von 50 mm bei einem Druck von 154 kPa. In diesem Parameter konnten Verdichtungen von 0,2 mm (Bioabfallkompost) bis 12,8 mm (Lava/Bims/Torf) festgestellt werden, was einem prozentualen Anteil von 0,4 % bis 25,6 % entspricht.

Tabelle 9: Verdichtbarkeit der 8 untersucht Substratmischungen

Verdichtung	1	2	3	4	5	6	7	8
	Substrat mit Boden	Zinco	Optigrün UrbanSoil	Optigrün aufgepeppt	Ziegelsplitt einfach	Ziegelsplitt Pinie	Lava/Bims/Torf	Bioabfallkompost
(mm)	7,4	5,1	2,8	2,8	4,3	4,7	12,8	0,2
In %	14,8	10,2	5,6	5,6	8,6	9,4	25,6	0,4

Feldkapazität /Luftkapazität

Neben den bereits beschriebenen Eigenschaften wurden weitere physikalische Merkmale der vorliegenden Mischsubstrate ermittelt. Bei der Volumendichte (Tabelle 10) konnten Werte zwischen 0,82 und 1,20 g/cm³ festgestellt werden. Hier zeigen die Substrate 5 und 7 mit hohem Stützsubstratanteil sehr geringe Volumendichten, während die Fertigsubstrate 2 (Zinco) und 3 (Optigrün) mit 1,15 bzw. 1,20 g/cm³ eher höhere Volumendichten aufwiesen. Die Wasserkapazität schwankte bei den untersuchten Substraten zwischen etwa 21 % (Optigrün) und 41 % (Lava/Bims/Torf). Der gravimetrische Wassergehalt wies dabei eine Streuung zwischen 0,18 (Optigrün) und 0,49 (Lava/Bims/Torf) auf.

Tabelle 10: Weitere während des Versuchszeitraumes untersuchte Substrateigenschaften

Eigenschaft	1 Substrat mit Boden	2 Zinco	3 Optigrün UrbanSoil	4 Optigrün aufgepeppt	5 Ziegelsplitt einfach	6 Ziegelsplitt Pinie	7 Lava/ Bims/Torf	8 Bioabfall- kompost
Volumen- dichte g/cm³	1,02	1,15	1,20	1,02	0,82	0,99	0,83	1,03
Wasserka- pazität (Vol.-%)	28,9	33,1	21,1	27,6	31,4	32,1	40,6	26,7
Luftkapazi- tät (Vol.-%)	11,4	14,3	16,1	19,4	15,3	16,8	25,2	15,5
Gravimetri- scher Was- sergehalt	0,28	0,29	0,18	0,27	0,38	0,33	0,49	0,26

4.1.3 Wichtung und Auswahl der geeigneten Testsubstrate

Für die Bewertung, der im Minisäulenversuch eingesetzten Substrate, wurde ein Wichtungsschema entwickelt, das die wesentlichen Eigenschaften und deren gewünschten Zustand, basierend auf den vorliegenden Ergebnissen aufzeigt. In Tabelle 11 sind die für die Substratbewertung relevanten Parameter mit den verwandten Wichtungsfaktoren dargestellt

Tabelle 11: relevante Untersuchungsparameter und deren Gewichtung bei der abschließenden Substratbewertung

Parameter	Gewichtung	Wertung (Basis sind Untersuchungswerte)
pH-Wert	30	Kleiner ist besser (< 7,0)
Substratsetzung	30	Möglichst gering (= 0)
Salzgehalt	15	Weniger ist besser (mind. < 3g/l)
Verdichtbarkeit	5	Möglichst gering
Feldkapazität	15	Höher ist besser
Luftkapazität	5	Höher ist besser
Summe	100	

In Tabelle 12 sind die gewichteten Ergebnisse des Minisäulenversuches zusammengefasst. Es sei hier noch einmal darauf verwiesen, dass die Punktevergabe anhand der Rangfolge der untersuchten Parameter und deren Wertung vergeben wurde, um eine möglichst eindeutige Aussage über die Eignung der Substrate zu erhalten. Bei der Interpretation stellt ein niedriger Vergleichswert ein günstiges Ergebnis im untersuchten Parameter dar. Die Substrate mit der geringsten Punktesumme sind damit die geeigneten Materialien für den folgenden Säulenversuch.

Die Ergebnisse der Tabelle 12 zeigen entsprechend, dass die Substrate Lava/Bims/Torf (375 Pkt.), Optigrün – „Urban Soil“ aufgepeppt (385 Pkt.) und das Ziegelsplitsubstrat (395 Pkt.) als am besten geeignete Substrate aus der Untersuchung im Minisäulenversuch hervor gingen. Zu beobachten war jedoch, dass auch diese Substrate nicht durchgängig positive Ergebnisse bei der Eignung als Kompostsubstrat ausweisen und in einigen spezifischen Merkmalen durchaus ungünstig abschneiden.

Tabelle 12: Wertungsergebnisse der 8 untersuchten Substrate des Minisäulenversuches

Parameter mit Bezeichnung	1 Substrat mit Boden	2 Zinco	3 Optigrün Urban Soil	4 Op- tigrün aufge- peppt	5 Ziegel- splitt einfach	6 Ziegelsplitt Pinie	7 Lava/ Bims/Torf	8 Bioab- fallkom- post
pH Wert	210	180	240	60	120	90	30	150
Sackung in %	120	30	210	180	90	150	240	60
Salzgehalt g/l	40	70	10	20	50	60	30	80
Verdichtbarkeit	70	60	20	30	40	50	80	10
FK	160	140	120	40	60	80	20	100
Rangfolge	540	410	615	<u>385</u>	<u>395</u>	415	<u>375</u>	465
Rangfolge	7	4	8	<u>2</u>	<u>3</u>	5	<u>1</u>	6

4.1.4 Zusammenfassung der Ergebnisse des Minisäulenversuches

Für die Substrateignung zum Anbau von Gemüse in Gemüsesäulen wurden im Rahmen eines Minisäulenversuches acht Substrate auf deren spezifische Vorzüglichkeit untersucht. Im dazu angelegten Versuch wurden die acht Substrate, die zum einen Fertigsubstrate und zum anderen Eigenmischungen waren auf deren Eignung untersucht. Dazu wurden verschiedene umfassende physikalische und chemische Bodenparameter im Zeitraum zwischen Dezember 2012 und März 2013 untersucht. Für die Einordnung der Relevanz der Bodenparameter wurde ein eigenes Bewertungsschema entwickelt, anhand dessen die Substrattypen bewertet wurden. Als Ergebnis des Topfversuches können die drei Substrate mit der günstigsten Eignung als Substrat für Gemüsesäulen ermittelt werden. Diese drei Substrate (Lava/Bims/Torf; Optigrün „aufgepeppt“; Ziegelsplitt) wurden im weiteren Projektverlauf im angelegten Säulenversuch verwendet.

4.2 Säulenversuch

Im weiteren Projektverlauf wurde ab dem Frühjahr auf der Versuchs- und Demonstrationsanlage „Am Sande“ in Witzenhausen der eigentliche Säulenversuch durchgeführt. Ziel dieses Säulenversuches war es, die Ertragsfähigkeit von Gemüsesäulen im Freiland zu untersuchen. Zum einen sollte damit die Funktionsfähigkeit der Gemüsesäulen dokumentiert und gleichzeitig deren Eignung für die Gemüseerzeugung im Sinne der wesentlichen, durch das Projekt formulierten Ziele, bewertet werden.

Durch die im Minisäulenversuch erzielten Ergebnisse, konnten Erkenntnislücken im Bereich des Substratverhaltens geschlossen werden. Die erzielten Ergebnisse der Substratwahl fließen nun in die zweite Untersuchungsphase des Projektes ein, in dem die drei Substrate (Lava/Bims/Torf; Optigrün „aufgepeppt“; Ziegelsplit) mit dem besten Substratverhalten im Säulenversuch erprobt werden. Auf parallel angelegten Referenzflächen wurde zudem die Konkurrenzfähigkeit des Säulenbaus von Gemüse gegenüber dem Flächenbau untersucht.

4.2.1 Zielsetzung und Fragestellung des Säulenversuches

Der Säulenversuch diente neben der weiteren Veranschaulichung des Projektes für eine interessierte Öffentlichkeit, auch der Gewinnung weiterer Daten, die zu einer umfassenderen Aussagekraft im Bereich des Gemüsesäulenbaus und deren Betriebes beitragen sollten. Ziel dieses Versuches war es die ausgewählten Substrate und die verbesserte Bewässerungstechnik zu testen, da hier die wesentlichsten Änderungen im Vergleich zu den dOCUMENTA(13)-Säulen bestand und dort die größten Probleme auftraten.

Es lassen sich folgende Fragestellungen ableiten:

1. Ist eine ausreichende, konstante und gleichmäßige Bewässerung der Gemüsesäulen möglich?
2. Lassen sich die physikalisch-chemische Eigenschaften der Voruntersuchung bestätigen?
3. Entspricht das geerntete Gemüse Mindeststandards, die den Verzehr zulassen?
4. Bestätigen sich die Ergebnisse des Vergleichsflächenversuchs der dOCUMENTA?

4.2.2 Material und Methode Säulenversuch

4.2.2.1 Versuchsaufbau

Auf der Versuchs- und Demonstrationsanlage „Am Sande“ in Witzenhausen wurden für den Säulenversuch 8 Gemüsesäulen und 2 Vergleichsflächen mit der Größe von 6,5 m² angelegt. Abbildung 11 zeigt hierzu den schematischen Versuchsaufbau, der durch die Panoramaansicht in Abbildung 12 in seinem Aufbau verdeutlicht wird. Der Standort des Versuches ist durch eine durchschnittliche Jahrestemperatur von 8,9°C und einer Niederschlagssumme von 660 mm charakterisiert. Der Boden der Vergleichsflächen ist als lehmiger Sand mit mittlerer Ertragsfähigkeit bewertet.

Im Säulenversuch wurden die drei Substrate mit jeweils zwei Wiederholungen getestet. Säule 1 und 4 wurden mit dem Substrat „Optigrün aufgepeppt“, Säule 2 und 5 mit dem Substrat „Ziegelsplitt einfach“ und Säule 3 und 6 mit dem „Torf/Lava/Bims“ befüllt. Die „Sondersäulen“ 7 und 8 wurden mit „Optigrün aufgepeppt“ befüllt. Wie sich die Pflanzen auf gleichgroßer Fläche im Flächbau entwickeln, wurde auf den zwei je 6,5 m² großen Vergleichsflächen (V1 und V2) untersucht.

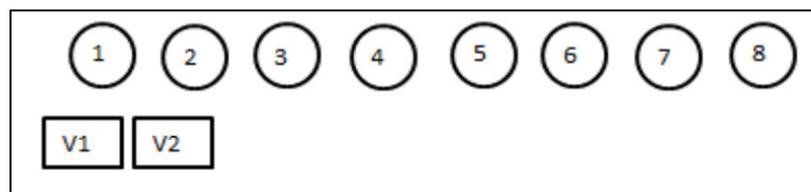


Abbildung 11: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus des Säulenversuches und der Vergleichsflächen



Abbildung 12: Panoramaansicht des Säulenversuches 2013

Säulenaufbau

Die für den Versuch verwendeten Substratsäulen wurden vor Versuchsbeginn aus handelsüblichen Materialien zusammengestellt und aufgebaut. Dabei wurde ein Außenskelett, bestehend aus Bau-stahlmatten und Fliesendrahtgitter, geschnitten (3,10 m x 1,85 m), übereinander gelegt und mit dünnem Draht fixiert. Nach dem Biegen der Metallgittermatte und dem Verbinden der beiden kürzeren Kanten entstand das Außengerüst einer Säule von 1,85 m Höhe und einem Durchmesser von ca. 92 cm (Anlage Bauanleitung für Gemüsesäulen).

Entsprechend diesem Schema wurden die Säulen 1 bis 6 gefertigt. Zur Bewässerung der Säulen wurden spiralförmig verlaufende Tröpfenschläuche („Porous Pipe“) für die Druckwasserbewässerung installiert. Der Aufbau der Säulen 1 bis 6 entspricht somit der in Abbildung 13 links dargestellten Säule. Sie unterscheiden sich lediglich durch die drei verwendeten Substrate. Säule 7 wurde mit Vlies anstelle des Bändchengewebes ausgekleidet, zudem wurde oberhalb ein Wasserreservoir mit innen- und außenliegend spiralförmig verlaufenden Tröpfenschläuchen (Netafim TechNet PC) für die drucklose Bewässerung installiert (rechte Säule Abbildung 13). Säule 7 wurde zusätzlich als Transportsäule auf eine verstärkte Palette gebaut. Säule 8 wurde ebenfalls mit Bändchengewebe gefertigt, allerdings nicht in Säulenform, sondern in drei Stufen, abnehmenden Durchmessers. Die Bewässerung erfolgte ebenfalls drucklos mit Wasserreservoir. Der Säulenaufbau erfolgte am 4.7.2013.

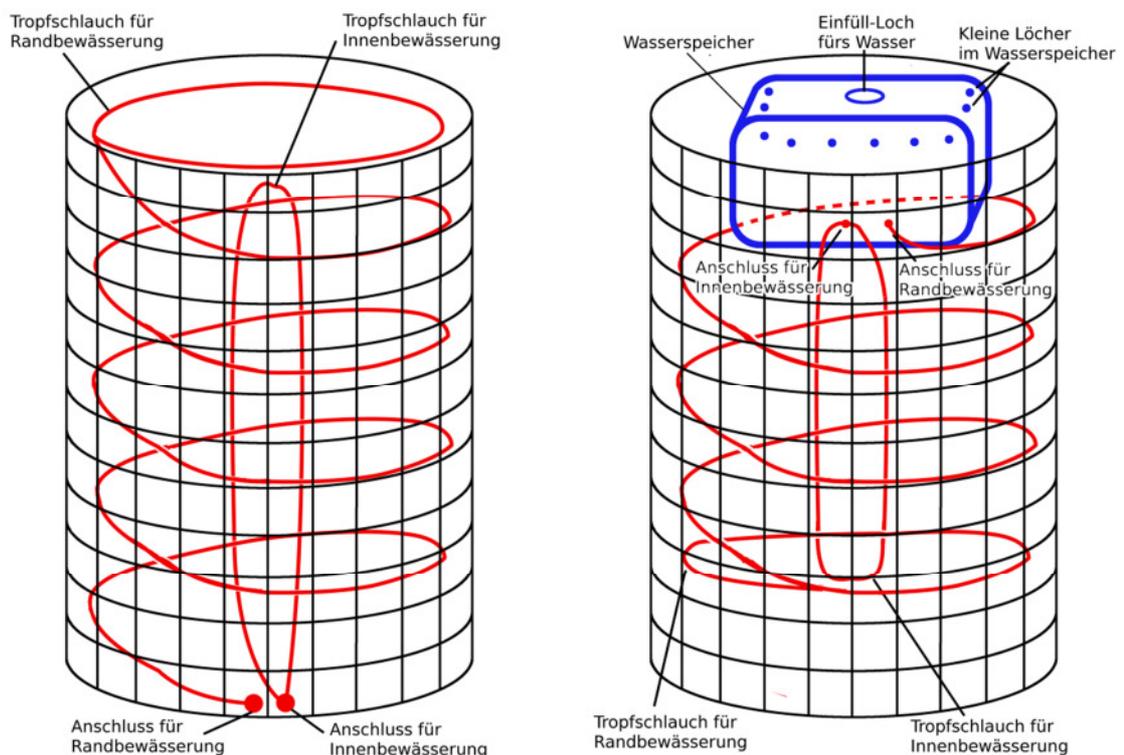


Abbildung 13: Säulenaufbau und deren Bewässerungssysteme, links für Druckwasserbewässerung, rechts Reservoirbewässerung

Substratwahl und Bereitstellung

Die Wahl der Substrate ergab sich, wie schon erwähnt, aus den Ergebnissen des Minisäulenversuches. Folglich wurden die Substrate „Optigrün aufgepeppt“ (Säule 1, 4, 7, 8), „Ziegelsplitt einfach“ (Säule 2 und 5) und „Lava/Bims/Torf“ (Säule 3 und 6) verwendet. Bei der Bereitstellung der Substrate wurden die einzelnen Komponenten manuell vermischt und mit jeweils 1,5 kg Hornspäne und Hornmehl angereichert. Die Befüllung der Säulen wurde am 01.07.2013 vorgenommen.

Feuchtigkeitssensoren

Zur Beurteilung der Wasserverfügbarkeit wurden in den Säulen jeweils 15 Feuchtesensoren installiert. Diese wurden während der Verfüllung und Verlegung der Bewässerungsschläuche in die Säulen eingebracht. Positioniert wurden die Sensoren gleichverteilt in den Höhen 45 cm, 90 cm und 135 cm. Die Installation der Sensoren erfolgte in den drei Schichten jeweils mittig (ein Sensor) und angepasst an die vier Himmelsexpositionen mit einem Abstand von 15 cm zum Außenskelett der Säulen (Abbildung 14). Die Feuchtigkeitssensoren sind selbst entwickelt und gebaut worden, Abbildung 15 verdeutlicht die Konstruktion eines Einzelsensors. Gemessen wird die Feuchtigkeit auf Basis der Veränderung der Kapazität der verwendeten Kupferplatten, die als Kondensator dienen. Mit Hilfe des Kondensators (IC 74HC14N) wurde die Kapazität in eine Frequenz umgewandelt und diese mittels eines mobilen programmierten Mikrocomputers ausgelesen (Abbildung 16). Die Sensoren wurden nach ihrer Fertigstellung in Epoxidharz eingegossen.

Um eine höhere Genauigkeit zu erreichen wurden die Sensoren zuvor in den einzelnen Substraten (Lava/Bims/Torf; Optigrün „aufgepeppt“; Ziegelsplitt) kalibriert und eine Eichkurve mittels Regression der Medianwerte erstellt.

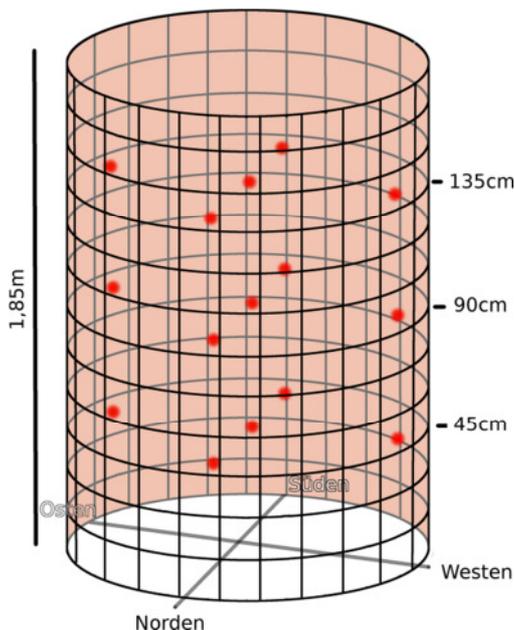


Abbildung 14: Lage der Feuchtesensoren



Abbildung 15: Aufbau eines Feuchtesensors



Abbildung 16: Auslesegerät (oben) beim Kalibrieren eines fertigen Sensors

Bepflanzung der Versuchssäulen

Die Bepflanzung der Säulen erfolgte nach ca. 3wöchiger Substratsetzungsphase am 22.7.2013. Für die Bepflanzung wurden Salat, Kohl und Buschbohnen gewählt. Bei der Bepflanzung sind mit Pflanzstöcken Löcher von außen durch die Folie jedes zweiten Gitterquadrates gestochen worden und die vorgezogenen Salat-, Kohl- und Buschbohnenpflanzen wurden eingesetzt. Es wurde die Buschbohnenart „Sanguigo 2“, die Kohlsorte „Dowinda“ und die Salatsorte „Merveille des quatre saisons“ gepflanzt. Abbildung 17 verdeutlicht die Bepflanzung der Gemüsesäulen. Gepflanzt wurden insgesamt 36 Salatpflanzen, 36 Buschbohnen und 27 Kohlpflanzen. Der unterste Ring der Baustahlmatte wurde nicht bepflanzt.

Bodenfeuchtigkeit

Die Erhebung der Bodenfeuchtigkeit wurde während der gesamten Versuchsphase wöchentlich an den installierten 15 Messpunkten in jeder Säule vorgenommen. Das Auslesen der Daten erfolgte mit Hilfe eines Computers direkt an den Säulen. Die Umwandlung der Messwerte in Volumen-%-Wassergehalt erfolgte durch der Medianwerte der 15-fach wiederholten Eichmessungen in definiert mit Wasser gesättigten Substraten.

Pflanzenverfügbare Stickstoff

Der pflanzenverfügbare Stickstoff wurde als Mischprobe aus den Säulensubstraten für die Untersuchung entnommen. Während des laufenden Versuches wurden Bodenproben durch horizontal geführte Bohrstockeinstiche aus den drei Schichten (0-45 cm, 45-90 cm, 90–135 cm) der Gemüsesäulen entnommen.

Ernteerhebungen

Die Ernteerhebungen wurden, mit Ausnahme der ersten Buschbohnernte zu Ende des Versuches vorgenommen. Hierzu ist die Säule in 12 Abschnitte unterteilt worden, die die Säulenhöhe in drei Höhenabschnitte und gleichzeitig die Expositionen (Nord, Ost, Süd, West) der jeweiligen Säulen berücksichtigt. Die einzelnen Sektoren wurden separat voneinander geerntet. Bei der Ermittlung der Erträge sind zudem kulturspezifische Erhebungen für die drei Gemüsearten durchgeführt worden.

Tabelle 13: Übersicht über die vorgenommenen Untersuchungen im Säulenversuch 2013

Parameter	Zeitpunkt	Messwiederholungen	Methode
Verdichtung	29. KW, Versuchsende	2-fach wiederholt	Bodensetzung bei Bewässerung auf Feldkapazität; Differenzermittlung
pH-Wert	5.7., 22.7., 9.11.	2-fach wiederholt	-
Nährstoffverlagerung	22.7., 9.11.	3 Höhenbereiche	CAT
Ernte	Bei Gemüsureife	12 Bereiche je Säule nach Höhe und Exposition	Anzahl, Gewicht
Wasserversorgung	Wöchentlich im Versuchszeitraum	15 Sensoren je Säule Unterschiedliche Positionen	Gravimetrischer Wassergehalt

4.2.3 Ergebnisse des Säulenversuches

Substratsetzung

Die Strukturstabilität der Substrate wurde über die Setzung der Substrate ermittelt. Dabei zeigt Abbildung 18 sowohl die Setzung der verwendeten Substrate nach der Initialbewässerung am 04.07.2013 bis zur Bepflanzung am 22.07.2013 (dunkelbraune Balken), als auch die Setzung der Substrate in den Gemüsesäulen während der Vegetationsperiode bis zum 10.11.2013. Auffällig ist, dass die Setzung der Substrate durch die Initialbewässerung bis zur ermittelten Feldkapazität in etwa gleich hoch war und auf niedrigem Niveau zwischen 1 und 2 cm betrug. Im weiteren Verlauf des Versuches zeigte sich bei allen Versuchssäulen eine weitere Setzung der Substrate zwischen etwa 2 Zentimetern bis zu 4 Zentimetern im Torfsubstrat, das insgesamt um etwa 6 Zentimetern zum Ausgangsniveau gesunken ist. Insgesamt können bei einer Füllhöhe von 185 Zentimetern jedoch nur sehr geringe Setzungen festgestellt werden, die während der gesamten Versuchsphase höchstens 3 Prozent der Füllhöhe der Säulen erreichten.

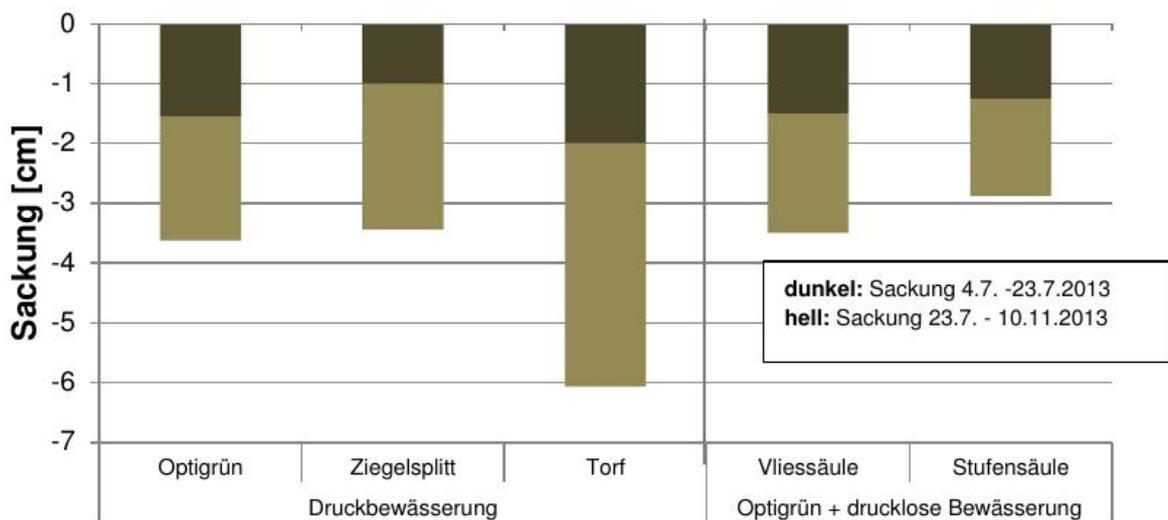


Abbildung 18: Substratsetzung der untersuchten Gemüsesäulen durch Initialbewässerung auf Feldkapazität und am Ende der Versuchsphase (11.10.2013)

pH-Wert

Die Untersuchung der pH-Werte in den einzelnen Säulenschichten ergab keine wesentlichen Unterschiede zwischen den definierten Höhenschichten innerhalb der einzelnen Säulen. Aus den Minisäulenversuch bereits bekannt, liegt der pH-Wert des Torfsubstrates (5,65 bis 6,05) deutlich unter den pH-Werten der restlichen Säulen. Auch die Unterschiede der Ergebnisse zwischen den einzelnen Schichten scheinen hier, wenn auch aufgrund der geringen Messwiederholungen nicht absicherbar, deutlich ausgeprägter, als dies in den übrigen Substraten der Fall ist. Diese liegen

auch in den einzelnen Schichten nicht deutlich abweichend zwischen 7 und 7,5. Der Vergleichsstandort im Flachanbau kommt auf einen pH-Wert von 6,7.

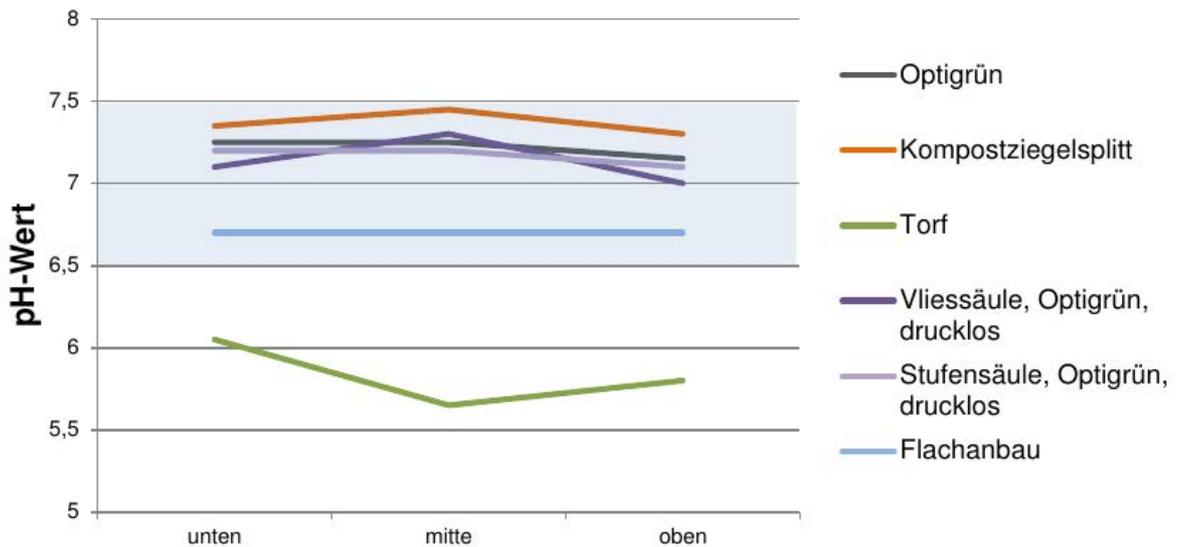


Abbildung 19: pH-Wert der Gemüsesäulen in Abhängigkeit von der Säulenposition

Bodenfeuchte

Für die Ermittlung der Bodenfeuchte wurden, wie bereits in Abschnitt 4.2.2 beschrieben, eigens gefertigte Sensoren in die Säulen eingebaut. Um zu den tatsächlichen Ergebnissen der Bodenfeuchte zu gelangen, mussten jedoch substratspezifisch Eichkurven für die Bodenfeuchte erstellt werden, um in einem weiteren Schritt die tatsächlichen Messergebnisse verrechnen und interpretieren zu können. Tabelle 14 zeigt hierzu die Ergebnisse der durchgeführten Regressionsanalysen jedes Substrates. Dabei wurde aus den Messwerten der Eichung der Bodenfeuchtesensoren in den drei Untersuchungssubstraten, eine inverse Anpassungsgleichung des Medians ermittelt.

Tabelle 14: Ergebnisse der freien Regressionsanalyse der Medianwerte der Eichung der Bodenfeuchtesensoren

Substrat	Anpassung	r ² (Sig. =0,000)	Regressionsgleichung (x>0)
Optigrün „Urban Soil“	invers	0,935	$y = \frac{12057,162}{x} + 1663,666$
Lava/Bims/Torf	invers	0,935	$y = \frac{12189,301}{x} + 1695,540$
Ziegelsplit	invers	0,930	$y = \frac{12457,901}{x} + 2635,929$

Nach Ermittlung Wassergehalte in den Säulen konnten für die Messtermine jeweils eine Varianzanalyse durchgeführt werden. Bei diesen zeigte sich jedoch jeweils nur der Substrateffekt als signifikantes Ergebnis. Weder bei der Säulenhöhe noch bei der Exposition konnten signifikante Ergebnisse nachgewiesen werden. Abbildung 20 zeigt den Verlauf des Wassergehaltes im Zeitraum der Versuchsperiode. Deutlich wird, dass das Lava/Bims/Torf-Substrat nahezu über den gesamten Versuchszeitraum die höchsten Wassergehalte aufwies. In den Säulen des Ziegelsplittsubstrates wurden dagegen nur geringe Wassergehalte von höchstens 28 Vol. % ermittelt.

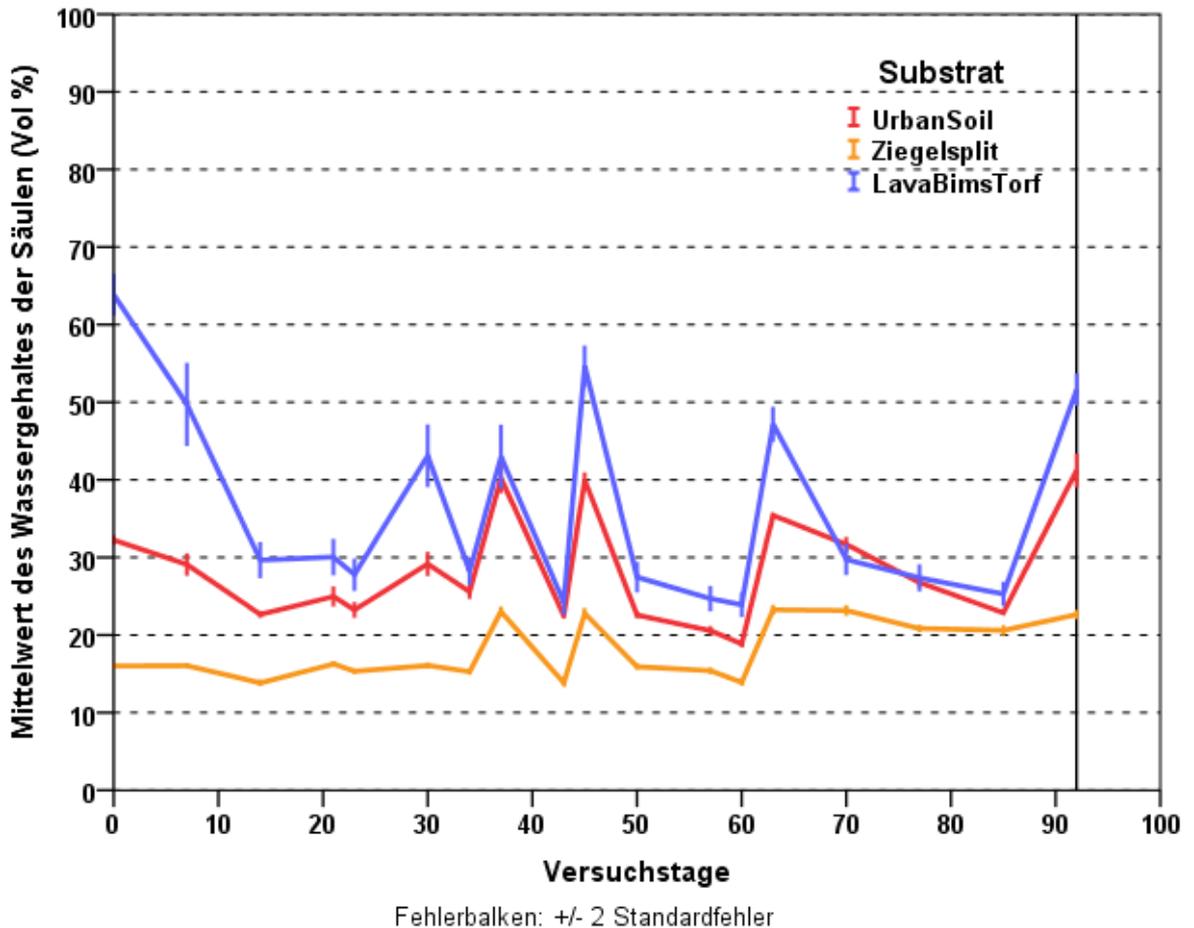


Abbildung 20: Verlauf des Wassergehaltes im Zeitraum der Versuchsdurchführung zwischen dem 06.08.13 und dem 06.11.13 in Abhängigkeit des verwendeten Substrates

Pflanzenverfügbare Stickstoff

Abbildung 21 zeigt den pflanzenverfügbaren Stickstoff in den Gemüsesäulen und in den Parzellen des Flächanbaus zum 10.11.2013. Eine stärkere Mineralisierung zu diesem Zeitpunkt ist lediglich noch in der Variante mit dem Torfsubstrat festzustellen. Hier wurde eine Mineralisierung zwischen 62 mg/l im oberen Säulenbereich bis zu 142 mg/l im mittleren Säulenbereich gemessen. Alle weiteren untersuchten Proben wiesen keine wesentliche Mineralisierung zum Messzeitpunkt auf, zudem waren auch auf dem Vergleichsböden des Flächanbaus nur geringe Mineralisierungsraten festzustellen, die sich mit 15 mg/l Mineralisierung nur unwesentlich von der Optigrün- und der Ziegelsplittvariante unterschied. In diesen Varianten wurden etwa 10 mg/l gemessen.

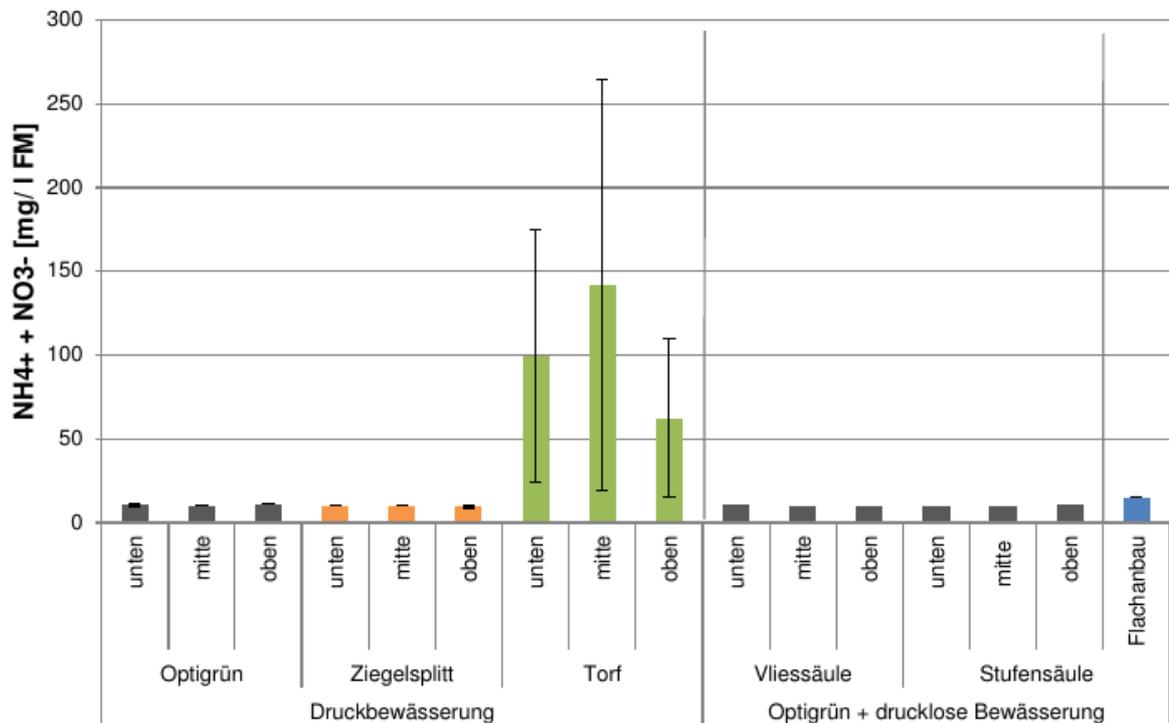


Abbildung 21: Pflanzenverfügbarer Stickstoff in Abhängigkeit des verwendeten Substrates und des Säulenabschnittes, gemessen am (10.11.2013)

Ertragsergebnisse des Säulenversuches

Auch die erzielten Ertragsergebnisse stellen die Vorzüglichkeit des Lava/Bims/Torf-Substrats im Vergleich zu den weiteren untersuchten Substraten heraus. Abbildung 22 zeigt hierzu die entsprechend erzielten Grünmasseerträge der untersuchten Kulturen. Die Lava/Bims/Torf-Säulen, erzielen hier mit nahezu 27 kg Grünmasseertrag die höchsten Ergebnisse im Versuch. Auch bei allen Einzelergebnissen der untersuchten Gemüsearten wurden in der Torfsubstratvariante die höchsten Erträge ermittelt. Die durchgeführte Varianzanalyse weist folgerichtig einen signifikanten Substrateffekt trotz nur zweifacher Wiederholung aus ($p=0,000$; $\alpha=0,05$).

Die Varianten mit dem Optigrün aufpeppt-Substrat erzielen im Säulenversuch etwa 7 kg Grünmasseertrag, wobei in dieser Variante etwa 70 % des Ertrages (4840 g) auf den Salat entfallen. Sowohl der Kohl- als auch der Buschbohnerertrag waren in dieser Variante von geringer Bedeutung. Weitere Modifikationen der Bewässerungsart in der Optigrün aufpeppt-Variante (Säulen 7 und 8) führten zu einer weiteren Abnahme des erzielten Ertrages auf unter 5000 g Säulenertrag, wobei diese mit dem Rückgang des Salatertrages gleichzusetzen sind.

Die Säulenvariante mit Ziegelsplittsubstrat kann in allen Ergebnissen als unbefriedigend bezeichnet werden. Der mittlere Säulenertrag beträgt hier lediglich etwa 3 Kilogramm, wobei davon auszugehen ist das die geernteten Gemüse keiner Verwertung aufgrund des geringen Einzelgewichtes keiner Verwertung zuzuführen sind.

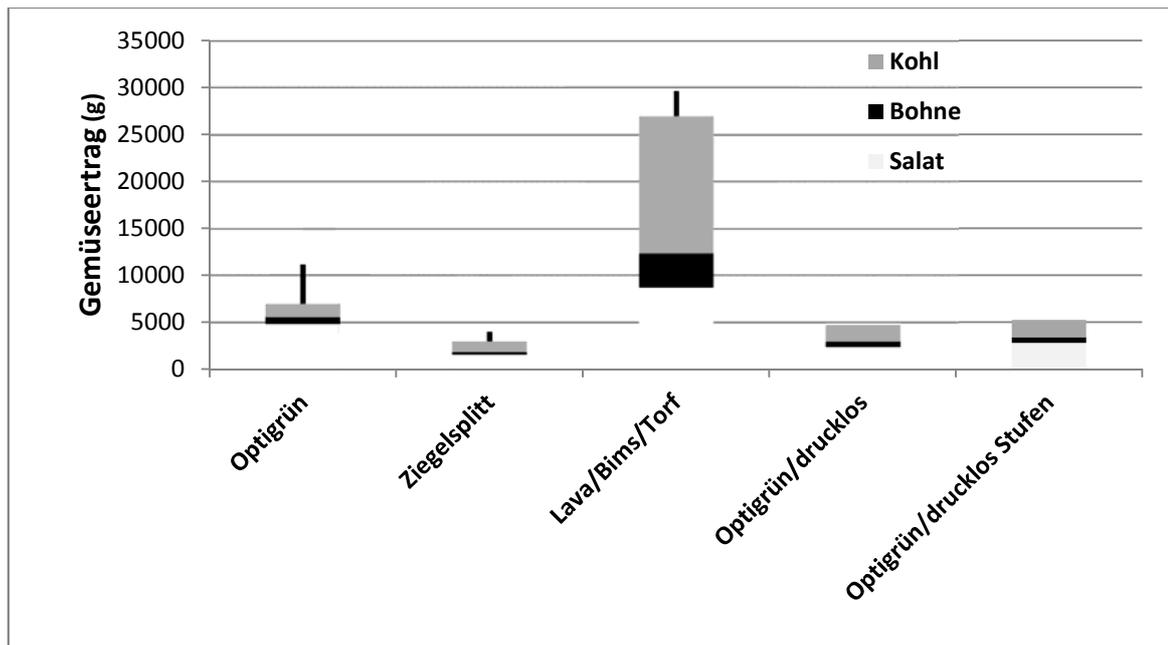


Abbildung 22: Erträge im Säulenversuches, differenziert nach Gemüseart; Fehlerbalken kennzeichnen die Standardabweichung des Gesamtertrages.

In Tabelle 15 sind die Ergebnisse in detaillierter Form dargestellt. Berücksichtigung finden dabei sowohl die horizontale (Säulenschichten) als auch die vertikale Exposition (Himmelsrichtungen) der Gemüsesäulen, die als Relativerträge dargestellt sind. Deutlich wird hier noch einmal die Überlegenheit des Torfsubstratgemisches, das 219 % des Versuchsdurchschnittsertrages erzielt. Die Ziegelsplittvariante erzielt relativ gesehen nur etwa 25 % des Versuchsdurchschnittsertrages. Der Salat zeigt in der Optigrün aufgepeppt -Variante eine deutliche Kompensationsfähigkeit und kommt mit etwa 96 % nahe an das Versuchsmittel der ermittelten Salaterträge. Bei den weiteren zwei Gemüsen war dies in der Optigrün aufgepeppt-Variante nicht festzustellen. Der gepflanzte Kohl erreicht sowohl in der Optigrün aufgepeppt -Variante und in der Ziegelsplittvariante nur geringe Einzelpflanzengewichte von etwa 170 bzw. 220 g. In der Torfsubstratvariante wird hingegen auch Kohl mit deutlich höheren Einzelpflanzengewichten geerntet. Hier wird ein höchstes durchschnittliches Einzelpflanzengewicht von etwa 890 g in einem Ernteabschnitt gewogen. Der vergleichend durchgeführte Flächenbau auf 6,5 m² erreicht einen Buschbohnerertrag von etwa 800 g und bleibt damit deutlich hinter den Gesamtertragsergebnissen zurück.

Tabelle 15: detaillierte Ertragsergebnisse (in Gramm) des Säulenversuches in Abhängigkeit von Substrat, Exposition und Säulenhöhe

Kultur	Substrat	Ertrag		Exposition (rel. Ertrag)				Säulenhöhe (cm) (rel. Ertrag)		
		absolut	rel.	Nord	Ost	Süd	West	0-45	45-90	90-135
Gesamt	Optigrün	6.988,0	56,7	14,8	22,2	24,0	39,0	26,3	33,7	40,0
	Ziegelsplitt	2.990,5	24,3	18,9	28,7	22,3	30,1	67,0	27,5	5,5
	Lava/Bims/Torf	26.993,5	219	15,8	21,1	31,8	31,3	28,7	31,0	40,3
	Ø	12.324,0	100	16,5	24,0	26,0	33,5	40,7	30,7	28,6
Salat	Optigrün	4.840,0	96,1	10,9	23,3	26,2	39,6	28,6	37,5	33,9
	Ziegelsplitt	1.566,5	31,1	25,0	21,6	25,9	27,5	61,8	36,6	1,6
	Lava/Bims/Torf	8.709,0	172,8	18,2	22,0	30,9	28,9	16,6	54,2	29,1
	Ø	5.038,5	40,9	18,0	22,3	27,7	32,0	35,7	42,8	21,5
Kohl	Optigrün	1.453,5	25,4	24,0	20,6	20,0	34,3	18,1	25,8	56,1
	Ziegelsplitt	1.143,0	20,0	11,4	38,8	15,7	34,1	84,9	14,4	0,7
	Lava/Bims/Torf	14.569,0	254,9	14,2	20,5	33,2	32,0	38,3	18,9	42,8
	Ø	5.715,8	46,4	16,5	26,6	23,4	33,5	47,1	19,7	33,2
Buschbohnen	Optigrün	694,5	44,4	22,2	18,0	17,4	42,4	26,9	24,0	49,1
	Ziegelsplitt	281,0	18,0	15,3	27,4	28,5	28,8	23,8	29,9	46,3
	Lava/Bims/Torf	3.715,5	237,6	16,2	21,2	28,2	34,4	19,6	24,1	56,3
	Ø	1.563,7	12,7	17,9	22,2	24,7	35,2	23,4	26	50,6

Bei der Auswertung der vertikalen Expositionen (Himmelsrichtungen) zeigt sich erwartungsgemäß, dass die nördliche Exposition deutlich Ertragsreduktionen zu verzeichnen hat und etwa 16 % der Gesamtsäulenerträge erzielt. Die Expositionen Ost und Süd bewegen sich mit 24 bzw. 26 % des Gesamtertrages auf etwa dem gleichen Niveau. Die West-Exposition verzeichnet mit etwa 1/3 des Gesamtertrages über alle Säulen den höchsten Ertrag der untersuchten Himmelsexpositionen.

Bei abschließender Betrachtung der Lageexpositionen kann den Ergebnissen ein deutlich differenzierteres Bild entnommen werden. Festzustellen ist sowohl bei der Optigrünvariante, als auch bei der Torfmischung, dass mit zunehmender Säulenhöhe Ertragszuwächse generiert werden. In beiden Varianten wurden somit etwa 40 % des gesamten Säulenertrages in der Schicht zwischen 90 und 135 cm ermittelt. Zurückzuführen ist dies auf die relativ deutlich höheren Buschbohnen und Kohlerträge in dieser Schicht, während der Salatertrag die höchsten Ergebnisse in der Schicht zwischen 45 und 90 cm erzielt. In den Säulen der Ziegelsplittvariante sind gegensätzliche Verhältnisse zu beobachten. Zudem ist zu beobachten, dass die Erträge in der Ziegelsplittvariante mit zunehmender Säulenhöhe sinken und besonders im oberen Drittel der Säulen nahe null liegen. Insgesamt wurden hier lediglich 5,5 % (327 Gramm) des Gesamtertrages geerntet. Wobei 1,7 % des Gesamtsalatertrages und 0,6 % des Gesamtkohlertrages im oberen Säulendrittel der Ziegelsplittvariante erreicht wurden.

4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion des Säulenversuches

Im vorliegenden Versuch konnte gezeigt, dass es durchaus möglich ist, mit einem geeigneten Substrat Gemüse in vorgefertigten Säulen anzubauen. Abgeleitet aus dem vorangegangenen Minisäulenversuch wurden nach Anwendung des vorliegenden Bewertungsschemas die potenziell besten Substrate ausgewählt. Entsprechend wiederholte Untersuchungen wie die Substratsackung verzeichneten auch im Säulenversuch ähnliche, aufgrund der Säulenhöhe verhältnismäßig bessere Ergebnisse in der Bodensetzung. Als generell positiv ist die Entwicklung des pH-Wertes zu sehen, der nicht wie in dem vorangegangenen Minisäulenversuch einer konstanten Zunahme unterlag, sondern während des Versuchszeitraumes auf konstantem Niveau lag.

Als problematisch, da stark differierend, lassen sich die weiteren Ergebnisse interpretieren. Hier wurde der Wassergehalt der untersuchten Substrate mit Hilfe von passenden Regressionsgleichungen ermittelt. Es lässt sich dabei feststellen, dass die Zonenbeprobung innerhalb der Pflanzensäulen keine signifikanten Unterschiede in der Wasserverteilung bei der Bewässerung ergab. Negativ anzuführen ist hier, dass besonders das Ziegelsplittsubstrat anhand der gemessenen Feuchtwerte über nur ein geringes Wasserhaltevermögen verfügt. Unter diesem Aspekt sind die Substrate „Optigrün aufgepeppt“ und das Mischsubstrat mit Torf als vorteilhaft in der Anwendung zu sehn.

Wird zusätzlich noch der Mineralisierungsgrad in Form des pflanzenverfügbaren Stickstoffs betrachtet, zeigt sich eine deutliche Überlegenheit des Torfsubstrates gegenüber den nicht oder nur wenig mineralisierenden Vergleichssubstraten.

Die Ertragsergebnisse können entsprechend in diesem Kontext interpretiert werden. Zwar zeigt sich bezogen auf die zur Verfügung stehende Oberfläche, in allen Säulen eine Ertragsüberlegenheit ge-

genüber dem vergleichenden Flächenbau, jedoch müssen auch im Säulenbau mit den Substraten Optigrün und Ziegelsplitt deutliche Abstriche hingenommen werden. In beiden Substraten kann die geringe Stickstoffbereitstellung als Ursache herangezogen werden. Zusätzlich muss für das Ziegelsplittsubstrat eine niedrige Wasserhaltefähigkeit konstatiert werden, sodass dieses Substrat als wenig geeignet für den Säulenbau zu sehen ist. Zu überprüfen bleibt, ob eine weitere Aufdüngung des Optigrünsubstrates eine verbesserte Nährstoffbereitstellung von Stickstoff erwarten lässt.

4.3 Mineralisierungsversuch

Aufgrund des durchgängig zu beobachtenden Stickstoffmangels im durchgeführten Säulenversuch bei den Substraten „Optigrün aufgepeppt“ und „Ziegelsplitt“, sollte ein abschließender Topfversuch untersuchen, ob eine zusätzliche Düngung der Substrate mit Stickstoff zu verbesserten Substratbedingungen hinsichtlich der Stickstoffversorgung führt. Eine mögliche Erklärung der vorliegenden Stickstoffsperre im durchgeführten Säulenversuch ließe sich durch die Verwendung nicht unerheblicher Anteile von Holzhäcksel in den untersuchten Substraten finden. Im folgenden Topfversuch wurden die drei Substrate des Säulenversuches daher mit Stickstoffgaben (Hornmehl bzw. Hornspäne) in drei Stufen versehen. Ziel war es, mögliche Effekte auf ein verbessertes Pflanzenwachstum zu untersuchen und diese zu quantifizieren.

4.3.1 Material und Methode

Die drei Substrate „Optigrün aufgepeppt“, Ziegelsplitt einfach und Torf/Lava/Bims sind in drei verschiedenen Düngestufen (vergl. Tabelle 16) mit je 4 Wiederholungen in 2,5 l Töpfen angelegt worden. Anschließend erfolgte die Bepflanzung der Töpfe mit vorgekeimtem Salat (1 Woche alt) der Sorte „Merveille des quatre saisons“. Der Versuch wurde im Gewächshaus unter kontrollierten klimatischen Bedingung (Tag 25°C, Nacht 15°C) mit einer zusätzlich installierten Lichtquelle durch Quecksilberdampf lampen (1 m Abstand, 10 kLux, 16 h Licht). Der Versuchsaufbau ist als Blockanlage konzipiert worden (Tabelle 17). Neben der Salatbepflanzung wurde zusätzlich als Biotest jede Substratvariante in einem 2,5 l Topf mit Gerste bepflanzt.

Wahl und Zusammensetzung des ausgebrachten Düngers

Bei der Auswahl der Dünger fiel die Entscheidung auf Hornmehl und Hornspäne. Düngestufe 1 entsprach den verwendeten Substraten in den Säulenversuchen und wurde für Düngestufe 2 und 3 mit Hornmehl (Stickstoffanteil ca. 12 %, P und K > 1 %) aufgedüngt (siehe Tabelle 16). Um eine Mineralisierung des Hornmehls zu beschleunigen wurden die gemischten angefeuchteten Substrate vor ihrer Bepflanzung zwei Wochen in einem tropischen Gewächshaus (min. Temperatur 22°C, > 75 % Luftfeuchte) gelagert.

Tabelle 16: Übersicht zu den gewählten Substratvarianten des Mineralisierungsversuches

Düngungsstufen	Gesamtdün- ger pro 2,5l Topf (g)	Substratvarianten		
		Torf/Lava/ Bims (T)	Optigrün auf- gepeppt (O)	Ziegelsplitt einfach (Z)
1 (D1) 1,5 g/l vorh. Hornmehl und 1,5 g/l Hornspäne	7,5	T1	O1	Z1
2 D1 + 1,5 g Hornmehl	11,25	T2	O2	Z2
3 D1 + 3 g Hornmehl	15	T3	O3	Z3

Tabelle 17: Versuchsaufbau des Mineralisierungsversuches

Block 1	T1	O1	Z1
	O2	Z2	T2
	Z3	T3	O3
Block 2	T2	O2	Z2
	O1	Z1	T1
	Z2	T2	O2
Block 3	T3	O3	Z3
	O1	Z1	T1
	Z2	T2	O2
Block4	T2	O2	Z2
	O3	Z3	T3
	Z1	T1	O1
Gerste	O1	Z1	T1
	O2	Z2	T2
	O3	Z3	T3

Versuchsparameter und Versuchsdurchführung

Im Mineralisierungsversuch wurden die Substrate vor ihrer Aufdüngung, direkt vor dem Bepflanzen und nach Versuchsende auf folgende Parameter untersucht:

- pH-Werte (CaCl₂ nach VDLUFA-Methodenbuch Bd.1 A 5.1.1) (3 Termine)
- Stickstoff (NO_x-N, NH₄-N nach CAT Methode) (3 Termine)
- Salzgehalt (VDLUFA-Methodenbuch Bd.1 A 13.4.1) (3 Termine)

Die Entwicklung des Pflanzenwachstums wurde wöchentlich fotografisch erfasst. Nach 9 Wochen wurde der Salat geerntet, dessen Frischmasse gewogen und von jeweils einem jungen Salatblatt, einem mittelalten und einem älteren Salatblatt drei zufällige Farbräume mittels eines Spektralphotometers gemessen und daraus der Dark Green Colour Index (DGCI) errechnet (KARCHER & RICHARDSON, 2003). Hierdurch sind zusätzlich Rückschlüsse auf die Stickstoffversorgung des Blattwerkes möglich. Die geernteten Salate wurden anschließend zur Bestimmung der Trockensubstanz bei 105°C 24 Stunden getrocknet.

Die Gerste wurde nach 4 Wochen geerntet. Frischmassen und Trockenmassen wurden bestimmt (24 Stunden bei 105°C getrocknet). Der erneut nachgewachsene Aufwuchs wurde bei Versuchsende gewogen und dessen Trockenmassen bestimmt.

4.3.2 Ergebnisse des Mineralisierungsversuches

Pflanzenverfügbare Stickstoff

Die Ergebnisse der Stickstoffbeprobung zeigen eine deutliche Abstufung in den Versuchstöpfen entsprechend der durchgeführten Aufdüngung. In den Töpfen der Kontrollvarianten (T1, O1, Z1) wird, wie am Beispiel des Ziegelsplittes (Tabelle 18) zu sehen ist, weiterhin keine relevante Menge an Stickstoff für das Pflanzenwachstum zur Verfügung gestellt. In allen weiteren Varianten ist eine deutliche N-Mineralisierung festzustellen, die zum Teil - wie bei den höheren Düngevarianten des Lava/Bims/Torf-Gemisches - deutlich über die Pflanzenaufnahme hinausgehen, was sich aus den Restmengen in den Töpfen nach Versuchsende ableiten lässt. Die Ergebnisse zeigen hier bis zu 743 mg/l verfügbaren Stickstoff im Torf-Substrat der hohen Aufdüngungsstufe.

Tabelle 18: Ermittelter pflanzenverfügbare Stickstoffgehalt im Mineralisierungsversuch (in mg/l)

Substrat	Aufdüngung (g/Topf)	Vor Versuchsbeginn	Vor Bepflanzung	Zu Versuchsende
Ziegelsplit	7,50	4,9	5,7	2,8
	11,25	117,8	255,5	12,8
	15,00	145,4	446,9	80,2
Optigrün	7,50	82,5	147,4	6,4
	11,25	225,7	366,8	71,7
	15,00	271,6	535,7	118,6
Lava/Bims/ Torf	7,50	283,9	363,2	9,0
	11,25	467,5	712,2	375,3
	15,00	682,0	1.239,3	743,4

Salzgehalt

Auch in den Ergebnissen der Salzgehalte kann die Aufdüngung der Substrate nachvollzogen werden. Eine deutliche Erhöhung der Mengen konnte in allen Varianten bis zum Termin der Bepflanzung festgestellt werden. In der Ergebnisübersicht der Tabelle 19 zeigt sich jedoch auch, dass bei Anwendung der bereits oben verwendeten Grenzwerte von 3 mg/l das Torfgemisch in der hohen Aufdüngungsstufe mit einem Salzgehalt von 4,18 g/l zu Versuchsbeginn und 3,93 g/l zu Versuchsende diese Schwelle überschritten wird.

Tabelle 19: Ergebnisse der Salzgehalte im Mineralisierungsversuch

Substrat	Aufdüngung (g/Topf)	Vor Versuchsbeginn	Vor Bepflanzung	Zu Versuchsende
Ziegelsplit	7,50	0,92	1,01	0,95
	11,25	1,91	1,91	1,02
	15,00	1,39	2,09	1,36
Optigrün	7,50	1,21	1,46	0,57
	11,25	1,77	2,29	0,99
	15,00	1,70	2,78	1,18
Lava/Bims/ Torf	7,50	1,52	1,87	0,42
	11,25	1,30	2,93	1,72
	15,00	1,79	4,18	3,93

Salatertrag des Mineralisierungsversuches

Ersichtlich wird der Erfolg der Düngemaßnahme in der Abbildung 23. Dargestellt ist der geerntete Salatertrag zu Versuchsende in den einzelnen Substratvarianten und deren Düngestufen. Lediglich für den Ziegelsplitt ist ein positiver Ertragszuwachs, der sich auch von der niedrigsten zur höchsten Düngestufe absichern lässt ($p=0,000$; $\alpha=0,05$) festzustellen. Sowohl in dem Substrat „Optigrün aufgepeppt“, als auch im Torfsubstrat ist keine positive Ertragswirkung der zusätzlichen Stickstoffgabe zu erkennen. Der Topfertrag liegt hier relativ einheitlich bei ca. 50 Gramm je Topf.

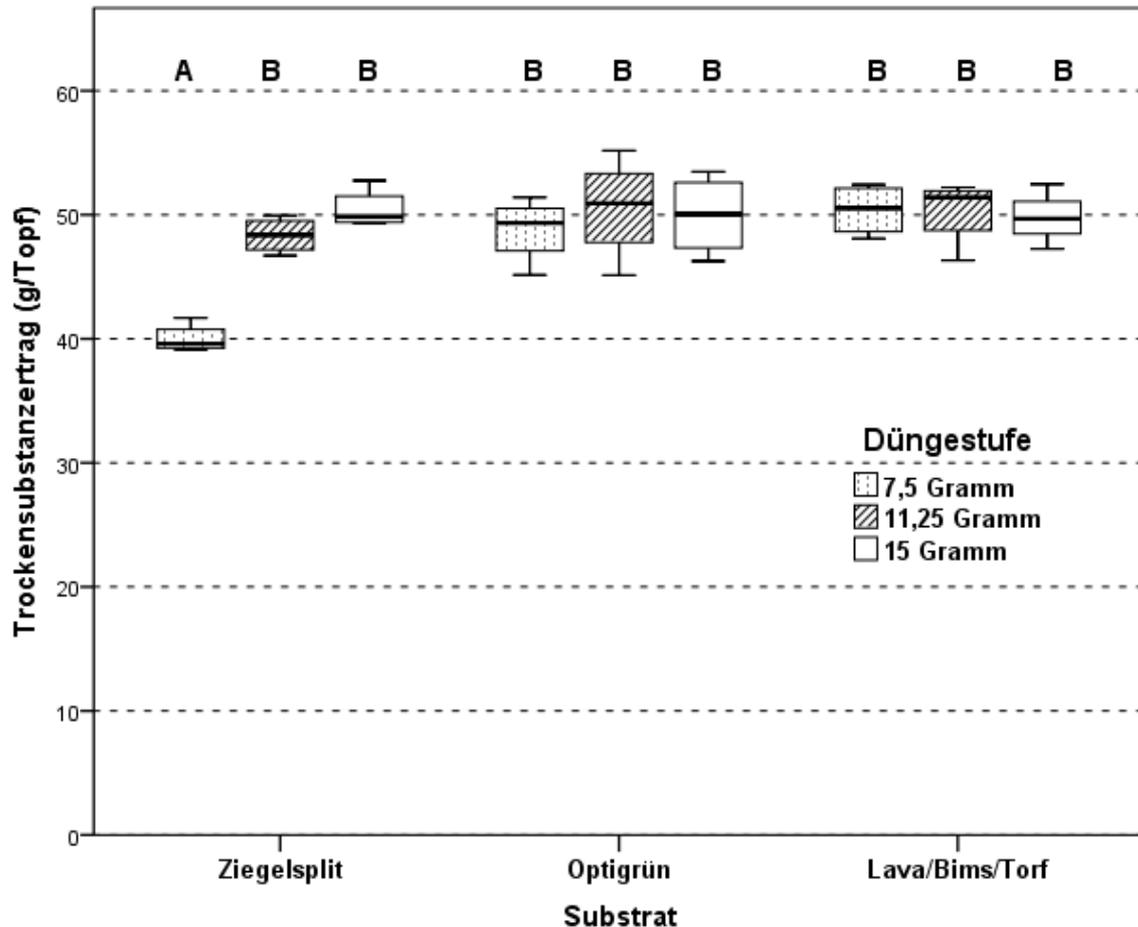


Abbildung 23: Trockensubstanzertrag im Mineralisierungsversuch (gleiche Buchstaben kennzeichnen Gruppen gleichen Niveaus nach Scheffé-Test [$\alpha = 0,05$, $GD = 7,8$ g])

DGC-Index

Auch die Ergebnisse des ermittelten DGC-Indexes spiegeln die ermittelten Ertragsergebnisse. Zu beobachten ist auch hier beim Ziegelsplitsubstrat eine deutliche Abstufung des DGCI-Wertes wobei die höhere Düngestufe den höheren DGC-Indexwert bedingt. Die Unterscheidbarkeit der Ergebnisse lässt sich hier mit einer Grenzdifferenz von 0,049 Indexpunkten absichern ($p=0,000$; $\alpha=0,05$). Im Optigrün aufgepeppt-Substrat und im Torfsubstrat sind keine wesentlichen Unterschiede des Indexwertes auf einem Niveau von etwa 0,4 zu erkennen.

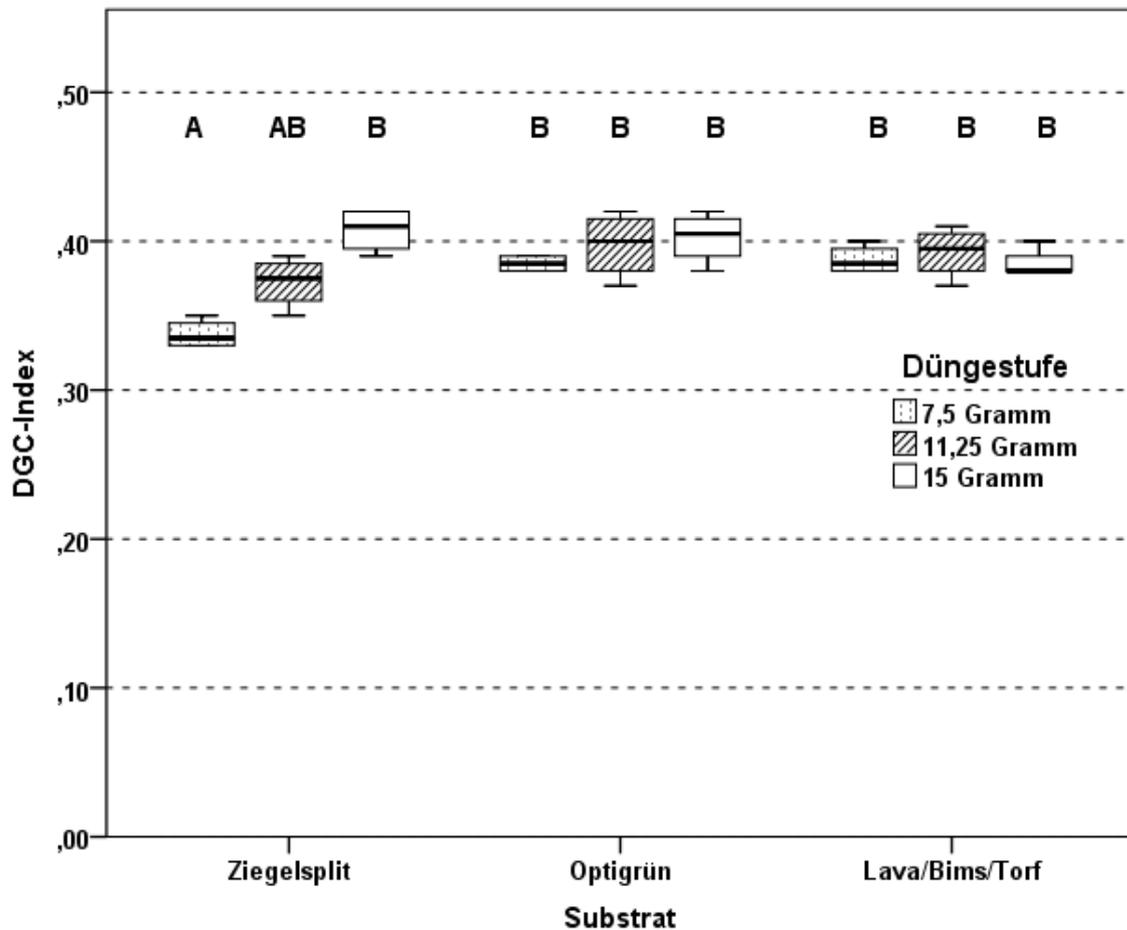


Abbildung 24: DGC-Indexermittlung im Mineralisierungsversuch (gleiche Buchstaben kennzeichnen Gruppen gleichen Niveaus nach Scheffé-Test [$\alpha = 0,05$, $GD = 0,049$])

4.3.3 Zusammenfassung des Mineralisierungsversuches

Die Fragestellung des Mineralisierungsversuches rekapitulierend, ob durch eine höhere Stickstoff-Düngung, die Stickstoffversorgung bzw. Wachstumsbedingungen der Pflanzen (hier Salat) verbessert werden können, ließ sich zeigen, dass der zu erwartende Effekt nur teilweise den Erwartungen entsprach. Wurde im vorangegangenen Säulenversuch noch eine vermeintliche Unterversorgung mit Stickstoff festgestellt, lässt sich diese nur noch durch die Wirkung der Aufdüngung im Ziegelsplit nachweisen. Im Substrat Optigrün aufgepeppt, das im Säulenversuch ebenfalls ungünstig abschnitt, kann kein zusätzlicher Ertrag durch die Aufdüngung erzielt werden. Jedoch liegt das Substrat Optigrün

aufgepeppt im Mineralisierungsversuch auf dem gleichen Ertragsniveau wie das ebenfalls untersuchte Torfsubstrat. Hohe Reststickstoffmengen, besonders beobachtet in der hohen Aufdüngung im Torfsubstrat, legen sogar eine Überdüngung nahe, die nicht in zusätzlichen Ertrag umgesetzt wird.

5 Messeauftritt Internationale Grüne Woche 2014 (IGW)

Auf Wunsch des Projektträgers wurde dieses Projekt auf der Internationalen Grüne Woche in Berlin vom 16.1. bis 26.1.2014 vorgestellt. Dafür wurde extra eine Messesäule entwickelt, da es aufgrund der Jahreszeit technisch nicht realisierbar war, eine verfüllte Säule im Gewächshaus mit Pflanzen vorzuziehen und nach Berlin frostfrei zu transportieren. Eine weitere Herausforderung bestand darin, die zu erwartende Verschlechterung des Pflanzenzustandes während der 10-tägigen Ausstellung in der warmen und fürs Pflanzenwachstum zu gering beleuchteten Messehalle, möglichst unauffällig zu halten bzw. Pflanzen auch ersetzen zu können.

5.1 Messesäulenbau

Die Prämissen für die Gestaltung und den Bau der Messesäule ließen sich wie folgt zusammenfassen:

- die Säule sollte leicht zu transportieren sein
- es sollte eine Möglichkeit zum Wechseln der Pflanzen bestehen
- ein einfaches Gießen während des Messebetriebs musste gewährleistet sein
- die Säule sollte optisch ansprechen und einer „normalen“ Säule gleichen

Nach mehreren Versuchen entstand die Messesäule aus einer Baustahlmatte mit integrierten Leertöpfen, die zur Aufnahme von Töpfen der gleichen Größe mit vorgezogenen Pflanzen dienen. Jeder einzelne Leertopf wurde mit einer Tröpfchenbewässerung ausgestattet, sodass während der Messe das Öffnen eines Ventils ausreichte, um alle Pflanzen zu bewässern (Abbildung 25). Überschüssiges Wasser wurde in einer aus Teichfolie in der Säule integrierten Wanne gesammelt und über einen Ablauf kontrolliert abgelassen.



Abbildung 25: Skelett der Messesäule ohne Pflanzen von der Seite und von oben

5.2 Pflanzen

Die Pflanzenaufzucht wurde von der Gärtnerei des Julius-Kühn-Instituts in Berlin übernommen. Dazu

wurde in der dreifachen Anzahl der benötigten Pflanzen zehn verschiedene Pflanzenarten in JKI-Gewächshäusern in Berlin vorgezogen: Weißkohl, Rotkohl, Brokkoli, Kohlrabi, Wirsing, Mangold, Endivien-Salat, Kopfsalat, Kapuzinerkresse und Buschbohnen.

Während der Aufzuchtphase wurden die Pflanztöpfe in speziellen Ständern ca. 45° schräg gestellt, um das Pflanzenwachstum so auf die Vertikale vorzubereiten (Abbildung 26).



Abbildung 26: Pflanzeneingewöhnung auf die Vertikale

5.3 Messestand

Die IGW zählt mit über 400.000 Besuchern international zu einer der wichtigsten Messe für Ernährungswirtschaft, Landwirtschaft und Gartenbau (IGW 2014). Der Stand der Säule war in die Sonderchau des BMEL integriert und präsentierte sich den Besuchern "Eyecatch" direkt am Eingang (siehe Abbildung 27).



Abbildung 27: Eingang der BMEL-Sonderschau Halle und Nahaufnahme der bepflanzteten Messsäule

Der Messestand wurde rege besucht, mit über 300 gezählten Gesprächs-Kontakten, darunter der damalige Bundesminister für Landwirtschaft Friedrich, Zitat: „Die wunderbare Gemüsesäule steht hoffentlich auch bald auf meiner Terrasse (BILD 2014)“ (Abbildung 28). 1.000 Flyer wurden verteilt und teilweise intensive Gespräche über Substrate, Technik u.a. mit den Messebesuchern geführt. Detaillierte Anfragen gab es z.B. von Aldi Holland und den Organisatoren für den deutschen Pavillon auf der Expo 2015 in Mailand. Die Resonanzen waren durchweg positiv, sodass der Messeauftritt als ein gelungener (vorläufiger) Abschluss des Projekts gelten kann.



Abbildung 28: Agrarminister Friedrich am Messestand "Gemüsesäule"

6 Diskussion der Ergebnisse des Gesamtprojektes

Die vielen positiven Resonanzen auf der dOCUMENTA(13) im Jahr 2012 und auch auf der Internationalen Grünen Woche 2014 haben gezeigt, dass sich Gemüse- bzw. Nutzpflanzensäulen als Eye-Catcher bewähren. Sie eignen sich daher grundsätzlich als Element für die Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit. Aus den Interviews mit den Wordly Companions wurde ersichtlich, dass die Gemüsesäulen eine gute Möglichkeit sind, Themen zu transportieren.

Die zwei Jahre Erfahrungen mit den Säulen haben gezeigt, dass die Konstruktion aus Baustahlmatten, Fliesendrahtgitter und Bändchengewebe bzw. Vlies mit etwas handwerklichem Geschick leicht nachgebaut werden kann und stabil ist. Auch zeigte sich, dass die meisten Pflanzen ihren Wuchs an die Vertikale gut anpassen können und wachsen. Die Crux der Funktionsfähigkeit einer Säule ist das Substrat und die richtige Bewässerung. Die ersten gebauten Säulen auf der dOCUMENTA(13) offenbarten hier – trotz teilweise ansprechendem Aussehen – die größten Probleme.

Mit dem Minisäulenversuch sollte ein Substrat gefunden werden, das die besonderen Ansprüche einer Gemüsesäule erfüllt: strukturstabil, gute Wasserhaltekapazität, gute Nährstoffversorgung, für jedermann selber preiswert herzustellen und möglichst aus ökologisch unbedenklichen Komponenten. Hier betraten wir Neuland, sowohl, was die Substratmischungen für den Vertikalanbau anging, als auch teilweise die wissenschaftliche Methodik. Des Weiteren wurden mineralische und organische Komponenten benutzt, die sich je nach Ursprung, Alter und Reife in ihren Eigenschaften und Inhaltstoffen unterscheiden können. Zusätzlich unterliegt das Substrat durch die hohe biologische Aktivität der Mikroorganismen permanenten Veränderungen, die das Pflanzenwachstum beeinflussen können. Qualitativ gleichbleibende Mischungen sind somit nur mit umfangreichen Analysen herzustellen, sodass deswegen auf Mittelwerte und Hersteller Deklarationen zurückgegriffen werden musste, die sich mit den tatsächlichen Gegebenheiten nicht immer decken müssen. Es musste sich auf acht verschiedene Mischungen beschränkt werden, um den Umfang nicht zu sprengen, d.h. dass andere Substratmischungen bzw. andere Mischungsverhältnisse besser geeignet sein können, als unsere Ausgewählten.

Die Erfahrungen aus der dOCUMENTA(13) waren der Anlass im Minisäulenversuch vorerst nur die physikalische und chemische Eigenschaften der Substratmischungen zu testen und hier besonders die Gewichtung der Bewertung der Ergebnisse auf den pH-Wert und die Sackung zu legen. Die biologischen Eigenschaften wurden ausgeklammert und sollten in folgenden Säulenversuch untersucht werden. Hier stellt sich die Frage, ob ein Bepflanzen der Minisäulen, andere Ergebnisse geliefert hätte. Der pH-Wert der Substratmischungen, wäre vermutlich durch Wurzelexsudate nicht so gestiegen. Der Säulenversuch konnte erst verhältnismäßig spät begonnen werden, da ein Hochwasser der Werra Anfang Juni 2013 die Substratmischungen unbrauchbar machte. Ein früherer Versuchsbeginn in Verbindung mit einer längeren Vegetationsdauer wäre für das Pflanzenwachstum insgesamt sicherlich förderlich gewesen und hätte höhere Erträge geliefert. Die schlechte Stickstoffversorgung der Pflanzen in den Substraten „Optigrün“ und „Ziegelsplitt“ wurde höchstwahrscheinlich durch eine Stickstofffixierung bedingt durch das Holzhäcksel verursacht. Mit einer

höheren Aufdüngung der beiden Substrate wäre möglicherweise ein höherer Ertrag möglich gewesen, wie sich im Mineralisierungsversuch zeigte. Nichtsdestotrotz offenbarte das Ziegelsplitt Substrat eine signifikant schlechtere Wasserhaltekapazität, sodass hier häufigeres Bewässern mit geringeren Wassermengen zur Vermeidung von Auswaschungen nötig gewesen wäre. Es hat sich gezeigt, dass es grundsätzlich möglich ist, mit einem guten Substrat (Lava/Bims/Torf) und einer gleichmäßigen bewässernden Bewässerungstechnik bei angepasster Pflege eine nicht nur optisch ansprechende Gemüsesäule wächst, sondern sich auch gute Erträge ernten lassen. Die Vergleichsflächen im Säulenversuch konnten eher geringe Erträge erzielen, wie die „Lava/Bims/Torf“- Säule, allerdings waren die Pflanzen auch hier nicht optimal mit Nährstoffen versorgt. Eine angepasste Aufdüngung hätte hier höhere Erträge liefern können. Die starke Sackung und die hohen pH-Werte der dOCUMENTA(13)-Säulen sind in der weiteren Folge nicht mehr aufgetreten, die Werte lagen im Bereich des Tolerierbaren. Diese beiden Parameter waren somit nicht mehr die limitierenden Faktoren für ein gesundes, stressarmes Wachstum der Pflanzen in der Vertikalen. Die eingesetzte Bewässerungstechnik ermöglichte eine gleichmäßige Bewässerung aller Säulen, wobei die drucklose Variante (Säulen 7 und 8 im Säulenversuch) insgesamt schlechter abschnitt.

Beim abschließend durchgeführten Mineralisierungsversuch hatte sich bei der nicht mehr zusätzlich aufgedüngten Variante (Düngestufe 1) des „Optigrün aufgepeppt“ bereits genügend Stickstoff mineralisiert, nach ca. 2 Monaten Sommer (Reste der Substrate wurden draußen in Big-Packs gelagert). Für die gleiche Düngestufe vom „Ziegelsplitt einfach“ reichte selbst diese Zeit nicht aus, da sie weiterhin ungenügende Wachstumsergebnisse brachte. Alle anderen Varianten des Mineralisierungsversuches lieferten vergleichbare gute Wachstumsergebnisse. Somit kann davon ausgegangen werden, dass bei genügend langer Mineralisationszeit bzw. Aufdüngung zufriedenstellende Pflanzenwachstumsergebnisse erzielt werden können. Am unproblematischsten und zuverlässigsten erwies sich das „Lava/Bims/Torf“- Substrat. Torf ist ökologisch betrachtet aber nicht unproblematisch. Gleichwohl ist es nach derzeitigem Stand das einzige, das sicher funktioniert. Wer ganz auf Torf verzichten will, könnte auf die anderen Mischungsvarianten ausweichen, muss dabei allerdings z.T. sogar beträchtliche Wachstumseinbußen hinnehmen. Aufgrund der biologischen Aktivität und unterschiedlichen Ausgangsstoffen/Inhaltsstoffen der eingesetzten Komponenten kann es sein, dass trotz Anteilsgleichen Mischungsverhältnissen der getesteten Substratmischungen, das Wachstumsresultat unbefriedigend bleibt.

Die erfolgten Versuche haben gezeigt, dass der vertikale Gemüseanbau in einer Säule funktionieren kann. Die Säule hat ihre Stärken z.B. in urbanen Gebieten mit geringer Flächenverfügbarkeit und versiegelten Böden. Sie kann aber nicht als produktives System aufgrund des Ressourceneinsatzes der mit dem Aufbau einer Gemüsesäule verbunden ist empfohlen werden. Sie kann kein Ersatz für einen sorgfältigen Umgang mit der wertvollen Ressource Bodenfruchtbarkeit sein.

7 Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse.

Es hat sich gezeigt, dass es machbar ist, Gemüse oder andere Pflanzen in der Vertikalen zu kultivieren. Die im Projekt entwickelte Gemüse- bzw. Nutzpflanzensäule hat sich dabei als relativ kostengünstige Möglichkeit bewährt, dieses in der Praxis umzusetzen. Interessierte Menschen mit etwas handwerklichem Geschick bzw. Organisationen können mit Hilfe der erarbeiteten Bauanleitung ihre eigene Gemüsesäule errichten und sie als „Eye Catcher“ einsetzen, als Instrument in der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit und des Marketings für die ökologische und nachhaltige Land- und Lebensmittelwirtschaft o.a. nutzen oder auch einfach nur zur Erzeugung von Essbarem auf kleinem Standraum.

8 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Das Ziel eine Bauanleitung mit Empfehlungen für eine funktionierende Gemüse- bzw. Nutzpflanzensäule als Instrument in der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit und des Marketings für die ökologische und nachhaltige Land- und Lebensmittelwirtschaft o.a. zu schreiben und zu veröffentlichen wurde erreicht. Die empfohlene Konstruktion ist preisgünstig und dauerhaft stabil. Die Transportfähigkeit ist bei Aufbau auf einer geeigneten Palette gegeben, wenn auch mit erhöhtem Aufwand bzw. Einsatz von Gabelstapler und LKW. Die auf der IGW konzipierte „Messe“-Säule ist bei entsprechendem Anklang als Exponat für kurzfristige Einsätze geeignet, wenn es darum geht die Idee des vertikalen Anbaus oder ähnliches zu kommunizieren.

Da die einzelnen Säulen alle nur jeweils ein Jahr genutzt wurden, lässt sich keine Aussage über eine mehrjährige Nutzung der Säulen treffen. Anzunehmen ist, dass die eingesetzten Substrate früher oder später nachgedüngt werden müssen und Substrat durch fortlaufende Sackung des mikrobiellen Abbaus von organischer Masse ergänzt werden muss. Eine Nachdüngung könnte z.B. über das Bewässerungssystem der Säule durch organische Flüssigdünger erfolgen.

Weiteres Entwicklungspotenzial bieten die getesteten Substrate auch für andere Formen von vertikalen Anbausystemen, wie z.B. Wände. Die heute meist eingesetzten Systeme nutzen für die vertikale Wandbegrünung Steinwolle o.ä. mit zirkulierender Nährlüssigkeit. Hier könnten die Substrate eine ökologischere Variante darstellen.

Der Einsatz von Torf ist aus ökologischen Gesichtspunkten problematisch, da es sich um eine begrenzte Ressource handelt und der Abbau von Torf nachhaltig sensible Biotope stört bzw. zerstört. Die zwei getesteten torffreien Substratmischungen sind eine Möglichkeit beim Säulenbau auf Torf zu verzichten, allerdings mit der Ungewissheit, ob die Mischung der eingesetzten Komponenten auch zufriedenstellende Wachstumsergebnisse liefert. Die getestete Substratmischung mit Torf enthält „nur“ 33 % Torf und bietet eine gute Wachstumsgrundlage bei gleichzeitig hoher Strukturstabilität. Viele Blumenerden und gärtnerische Substrate enthalten meistens wesentlich höhere Anteile Torf. Die Torfreduktion im Substrat ist zumindest ein kleiner Schritt den Torfanteil in den Substraten zu senken und damit die sensiblen Biotope der Torfabbauggebiete zu schonen.

9 Zusammenfassung

Von der Künstlerin Claire Pentecost initiiert und inspiriert durch die Arbeiten der CanYALove Stiftung in Nairobi, startete das Gemüsesäulen-Projekt als Kooperation zwischen Kunst und Wissenschaft auf der dOCUMENTA (13). Die Idee und auch die Umsetzung begeisterte viele Menschen im Sommer 2012 in Kassel auf der weltweit bedeutendsten Ausstellungen für zeitgenössische Kunst, wie durch Interviews der sog. „Worldly Companions“ - Laienführer für die dOCUMENTA - auch empirisch belegt wurde. „Kunst“ und Besucher waren zufrieden, die Wissenschaft nur bedingt, da die aufgebauten Säulen Probleme vor allem bei der Bewässerung und bei den physikalisch-chemischen Eigenschaften des verwendeten Substrates offenbarten.

Im Winter 2012/13 wurde eine Auswahl von sechs Substratkompositionen und zusätzlich von zwei fertigen Dachgarten-Substrat-Mischungen im Labor und in Mini-Säulen auf ihre Eignung als Substrat für die Gemüsesäule untersucht. Drei dieser Substrate davon, selektiert anhand von verschiedenen Kriterien, wurden anschließend für einen Säulenversuch ausgewählt. Insgesamt wurden acht Säulen im Sommer 2013 auf dem Versuchsgelände der Universität Kassel in Witzenhausen aufgestellt. Dabei zeigte sich nur bei dem Substrat bestehend aus Lava, Bims, Torf und Kompost ein befriedigendes Pflanzenwachstum der Kohl-, Salat- und Buschbohnenpflanzen. In den anderen beiden Substraten trat eine Stickstofffixierung auf, die wahrscheinlich durch das in beiden Substraten eingesetzte Holzhäcksel verursacht wurde und das Pflanzenwachstum hemmte. Die eingesetzte Tröpfchenbewässerung mit Druckwasser erwies sich in der Lage, die Säulen gleichmäßig zu bewässern. Die zwei Säulen-Varianten mit druckloser Bewässerung und Wasservorratsbehälter lagen im Ertrag zurück.

Ein sich anschließender Topfversuch der drei Substrate mit drei verschiedenen Düngestufen (auf Basis von Hornmehl und -späne) zeigte, dass auch bei den Substraten bestehend aus Ziegelsplitt, Kompost und Holzhäcksel bzw. Optigrün UrbanSoil, Kompost und Holzhäcksel mit höherer Aufdüngung ein gutes Pflanzenwachstum möglich ist. Bedingt durch das festgesetzte Projektende konnten die Substrate mit der höheren N-Düngung in der Großsäule nicht mehr geprüft werden.

Aufbauend auf allen Ergebnissen wurde eine ausführliche Bauanleitung geschrieben, die es möglich macht, Gemüsesäulen nachzubauen und zu nutzen.

Für den Projektträger BLE wurde zusätzlich eine spezielle Messsäule entwickelt und auf der Internationalen Grünen Woche in Berlin Anfang 2014 ausgestellt. Auch hier zeigte sich durch die vielen positiven Rückmeldungen und interessanten Gespräche, dass die Gemüsesäule ein Blickfang ist, über den innovativ inhaltliche Themen transportiert werden können. So ist sie einsetzbar als Instrument in der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit und des Marketings für die ökologische und nachhaltige Land- und Lebensmittelwirtschaft.

10 Literaturverzeichnis

- BERGMANN, F. 2007: A 2020 that we can attain; <http://www.neuearbeit-neuekultur.de/downloads/johns2020.pdf> (Stand: April 2012)
- BILD 2014: <http://www.bild.de/politik/inland/hans-peter-friedrich/gruene-woche-rundgang-was-ist-das-denn-fuer-ein-ding-34264564.bild.html> (Stand April 2014)
- CANYALOVE 2012: <http://www.canyalove.org/> (Stand: April 2012)
- DOCUMENTA UND MUSEUM FRIDERICIANUM VERANSTALTUNGS-GMBH (Hrsg.) 2012: dOCUMENTA (13) Katalog 3/3. Das Begleitbuch, Ostfildern
- DUDENREDAKTION (Hrsg.) 2004: Duden. Die deutsche Rechtschreibung, Mannheim-
<http://www.duden.de/rechtschreibung/ausnutzen>
- HEß, J.; MEIER-PLOEGER, A. UND HAMM, U. 2004: GemüseSelbstErnte: Weiterentwicklung und Transfer sowie Ermittlung des Beitrags zur Gesundheitsförderung. Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel, Fachgebiete Ökologischer Land- und Pflanzenbau, Ökologische Lebensmittelqualität und Ernährungskultur, Agrar- und Lebensmittelmarketing.
- INTERKULTUR 2012: <http://www.stiftung-interkultur.de/gaerten-im-ueberblick> (Stand: April 2012)
- KARCHER, D. E. UND RICHARDSON, M. D. 2003: Turfgrass Science, Quantifying Turfgrass Color Using Digital Image Analysis, In: Crop Science 43:943–951, Madison, Wis., USA
- MEINEERNT 2012: <http://www.meine-ernte.de/unserelandwirte.html> (Stand: April 2012)
- MORITZ, J. 2012: Vielleicht Vermittlung und andere Programme der dOCUMENTA(13), In: documenta und Museum Fridericianum Veranstaltungen-GmbH (Hrsg.): dOCUMENTA (13) Katalog 3/3. Das Begleitbuch, Ostfildern, S. 444
- MÜLLER, C. 2011A: Urban Gardening. Über die Rückkehr der Gärten in die Stadt, oekom Verlag, München
- MÜLLER, C. 2011B: Urbane Landwirtschaft als postfossile Strategie. Von Stadtpflanzen und Refugien des Selbermachens. In: Politische Ökologie Post-Oil City – Die Stadt von morgen. März 2011, S. 67-72
- MÜLLER, C. 2012 Generation Garten: Perspektiven für eine postfossile Zukunft.
<http://www.denkwerkzukunft.de/index.php/aktivitaeten/index/12-Januar>
- ÖKOLANDBAU 2012: <http://www.oekolandbau.de/verbraucher/wissen/infopaket-fuer-biogaertner/gemueseselbsternte/wo-gibt-es-gemueseselbsternte/> (Stand: April 2012)
- OPTIGRÜN 2012:
<http://www.ausschreiben.de/online/usr/view.php?mode=view&tb=optigruen&ref=id3462&att=1>
(Stand: April 2012)
- PRZYBORSKI, A.; WOHLRAB-SAHR, M. 2010: Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch, München
- STAATLICHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR GARTENBAU WEIHENSTEPHAN (Hrsg.); Informationsdienst Weihenstephan, Ausgaben Oktober 2007 bis März 2010
- WOLFRUN, S. 2011: Das Kapsel-Denken Überwinden. Die Stadt – ein komplexes System räumlicher Ordnung. In: Politische Ökologie Post-Oil City – Die Stadt von morgen. März 2011, S. 24-32

11 Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

(Printmedien, Newsletter usw.), bisherige Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

11.1 Aktivitäten 2012

- 12 Säulen an 8 verschiedenen Plätzen auf der dOCUMENTA(13), der weltweit bedeutendsten Ausstellung für zeitgenössische Kunst in Kassel
- Flyer zur dOCUMENTA(13) – 1.000 Stück
- http://www.uni-kassel.de/fb11agrар/fileadmin/datas/fb11/F%C3%96L/Dokumente/Flyer_Gemuesesaehlen.pdf
- Säulenaufbau Workshop auf der dOCUMENTA(13) am 21.6.2012
- Säulenbepflanzungs Workshop auf der dOCUMENTA(13) am 18.8.2012
- Kompostworkshop auf der dOCUMENTA(13), in Kassel am 9. 9 2012

Kompostdeklaration:

- http://www.uni-kassel.de/fb11agrар/fileadmin/datas/fb11/F%C3%96L/Dokumente/Kompost_Deklaration.pdf
- Homepage Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau:
- Informationen: <http://www.uni-kassel.de/fb11agrар/fachgebiete-einrichtungen/oekologischer-land-und-pflanzenbau/forschung/laufende-projekte/gemuesesaehlen-2012-2014.html>

Studentische Projektarbeiten:

- Maike Lampert: Erfahrungsbericht zur dOCUMENTA (13) und daraus hervorgehende Empfehlungen zur Pflanzenkultivierung in einer Nutzpflanzensäule & Nutzpflanzensäule versus Bodenbausystem Bericht zum Buschbohnenenertragsvergleich in Frankenhausen
- Jakob Scherertz: Gemüsesäulenprojekt im Rahmen der dOCUMENTA (13)

11.2 Aktivitäten 2013

- Gemüsesäulen auf dem Versuchsgelände „Am Sande“ in Witzenhausen
- Flyer zur Internationalen Grünen Woche (IGW) 2013 in Berlin – 1000 Stück
- vorläufige Bauanleitung zum Runterladen auf der Homepage des FG Ökologischer Land- & Pflanzenbau
- Fortbestand einer dOCUMENTA-Säule beim urbanen Gartenprojekt Huttenplatz, Kassel
- Plakat im Agrarium im Kiekeberg Museum Hamburg: <http://www.kiekeberg-museum.de/agrarium.html>

Studentische Projektarbeiten:

- Sylvie Müller: Substratversuch in Gemüsesäulen
- Rebecca Runge und Marieke Stauf: Substrateignung in Gemüsesäulen
- Rika Nesa-Himpel und Romy Horn, Leitfaden für Gemüsesäulen als Bildungsinstrument

11.3 Aktivitäten 2014

- Flyer zur Internationalen Grünen Woche (IGW) 2013 in Berlin – 1000 Stück
- Messesäule und Stand auf der Internationalen Grünen Woche in Berlin
- Standbesuch Landwirtschaftsminister a.D. Friedrich
- Radiointerview Antenne Brandenburg
- Kompostjournal (2014): Mit Kompost hoch hinaus ... Gütegemeinschaft Kompost Region Südwest e.V. 20. Ausgabe, Herbst 2014 (für Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Luxemburg).

12 Anhang

Fragebogen für den Interviewer zu den Gemüse- und Nutzpflanzensäulen

Einleitende Worte:

... Dankeschön für die Bereitschaft zum Interview ...

... Die Informationen sind für unser Forschungsprojekt wichtig, weil wir wissen möchten, was die Besucher der dOCUMENTA über die Säulen denken.

... Wir haben Zeit über Ihre Erfahrungen zu sprechen und sie können einfach ins Erzählen kommen. Deshalb haben wir ca. 40 min. für das Interview vorgesehen.

... Sie können auch gerne Nachfragen wenn etwas unklar oder missverständlich ist.

... Wenn Ihnen später noch was einfällt, was Sie zu einer Frage noch ergänzen möchten, dann springen Sie auch gerne noch mal zurück.

1. Wie viele Führungen, in denen die Gemüsesäulen Inhalt waren, haben Sie ca. durchgeführt?

> 5	6 -10	11 - 30	21 - 30	31 – 40	41 - 50	mehr, und zwar
-----	-------	---------	---------	---------	---------	----------------

2. Wie viel Zeit war ca. in den einzelnen Führungen ca. für die Gemüsesäulen vorgesehen?

3. An welchen Standorten haben Sie Führungen durchgeführt?

Standort:	Anteil in % der Führungen
-----------	---------------------------

Ottoneum	
----------	--

Karlsaue	
----------	--

Andere, und zwar	
------------------	--

4. Wie haben die Besucher auf die Gemüsesäulen reagiert?

Geschätzter %-Satz der Teilnehmer

Positiv	
---------	--

positiv mit Einschränkungen	
-----------------------------	--

neutral – negativ	
-------------------	--

Negativ	
---------	--

Nachfrage: Rückfrage der Prozentwerte

5. Welche Meinung haben Sie selbst zu den Gemüsesäulen?	
Selbsteinschätzung	
Positiv	
positiv mit Einschränkungen	
neutral – negativ	
Negativ	

Nachfragen:

Warum ist das so?

Gab es bestimmte Aspekte, die Sie selbst besonders bewegt haben?

Gab es Aspekte, die Ihnen nicht plausibel waren, oder die schwer zu erklären waren?

Bei „A“ und „B“ Rangfolge bilden: Anhand des erzählten einordnen, was am häufigsten (1), zweithäufigsten (2), dritthäufigsten (3) usw. angesprochen wurde.
 Bei „C“ Rangfolge bilden: Anhand des erzählten einordnen, was am wichtigsten (1), zweitwichtigsten (2), drittwichtigstem (3)

6. Können Sie mir erzählen wie der Teil der dTour zur Gemüsesäule so ungefähr ablief?	A Von den Companions angesprochen	B Von den Besuchern angesprochen	C Interesse der Besucher	Anmerkungen
Interesse warum/ mit wem die Gemüsesäulen errichtet wurden				
Interesse am thematischen Hintergrund				
Interesse an den praktischen Aspekten				
Gesamt-Kontext / Thematischer Hintergrund				
Gold und Bodenfruchtbarkeit als Währung, soil.org				
Kaum Fläche und chemisch verunreinigte Böden in Slums in Entwicklungsländern				
Landgrabbing, Aneignung von Boden durch multinationale Konzerne				
Cityfarming, urbane Gärten in „Wohlstandsländern“				
Verlust von Fläche und Bodenfruchtbarkeit durch industrielle				

6. Können Sie mir erzählen wie der Teil der dTour zur Gemüsesäule so ungefähr ablief?	A Von den Companions angesprochen	B Von den Besuchern angesprochen	C Interesse der Besucher	Anmerkungen
Landwirtschaft, Versiegelung & Bebauung				
Kompostierung				
Biodiversität, Sortenvielfalt,				
Bildung und Öffentlichkeitsarbeit				
Andere, und zwar ...				
Ökolandbau				
Leguminosen				
Essbare Kapuzinerkresse				
Monsanto				
Praktische Umsetzung				
Aufbau/Konstruktion				
Substrat				
Bewässerung				
Bepflanzung				

6. Können Sie mir erzählen wie der Teil der dTour zur Gemüsesäule so ungefähr ablief?	A Von den Companions angesprochen	B Von den Besuchern angesprochen	C Interesse der Besucher	Anmerkungen
Nutzung				
Dauerhafte Nutzung als Anbausystem				
Was passiert mit den Säulen nach der documenta/ Abbau				
Andere, und zwar...				

Nachfragen:

Welche Themen sind bei den Besuchern auf großes Interesse gestoßen?

Wie kam es dazu, dass das Thema war? (Wurde das von Ihnen oder von den Besuchern angesprochen?)

Gab es Themen, welche die Besucher von sich aus angesprochen haben?

Wurde auch über gesprochen? (Liste von oben nach unten auf Lücken durchgehen)

Hat sich die Reaktion der Teilnehmer im Laufe der Zeit verändert?

7. Wenn Sie auf die gesamte Zeit der documenta zurückblicken, was waren besondere Erlebnisse oder Erfahrungen mit den Besuchern in Bezug auf die Gemüsesäulen?

Nachfragen:

Gibt es Anekdoten, die Sie z.B. Freunden erzählen?

Gab es etwas, was vielleicht besonders bewegend, erstaunlich, lustig oder traurig war?

8. Gibt es noch etwas, was Sie uns mitteilen wollen, wonach bisher aber nicht gefragt wurde?

9. Für Auswertungszwecke möchten wir, wenn Sie einverstanden sind, auch ihr Alter und Geschlecht festhalten.

Alter:

Geschlecht:

Beruflicher Hintergrund:

Name des Interviewten:

Datum des Interviews:

Hier dann die Bauanleitung