

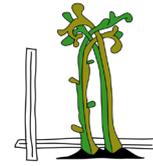
Gemüse am Dach

Entwicklung von Gemüsepflanzen und Kräuterpflanzen im
Photovoltaik-Dachgarten

Vegatable on the Roof

Growth of vegetable plants and herbs
at the photovoltaic-roof garden





Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien

Department für Bautechnik und Naturgefahren

Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Leiterin des Instituts: Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Rosemarie Stangl

Andrea Buchart, BSc 01041356

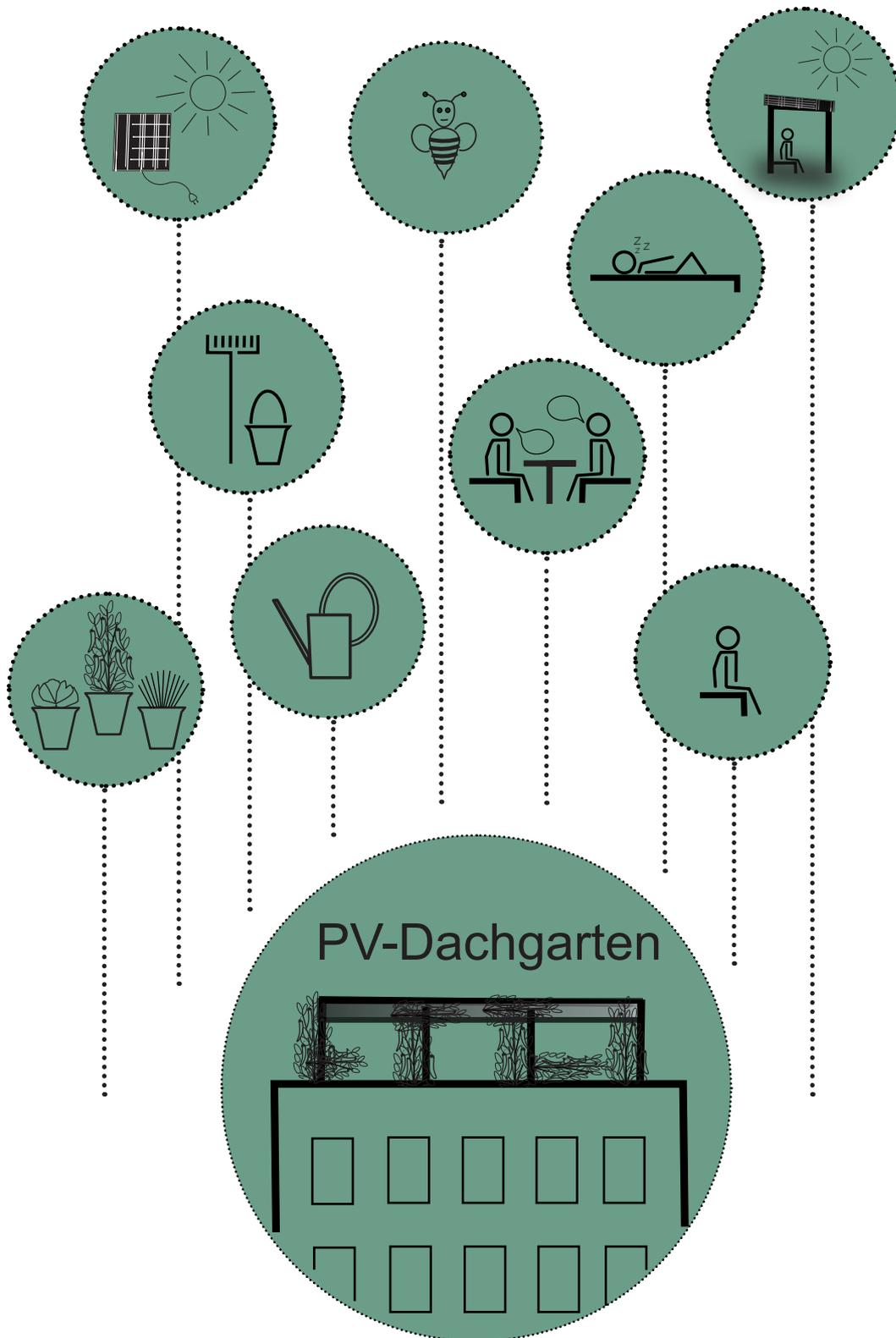
BETREUUNG

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Ulrike PITHA

Dipl.-Ing. Irene ZLUWA

Dipl.-Ing. Bernhard SCHARF

Hirtenberg, April 2018



Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	I
Kurzfassung.....	II
Abstract.....	III
1 Einleitung.....	1
1.1 Thematik und Zielsetzung.....	1
1.2 Forschungsfragen.....	2
2 Theorie und Grundlagen.....	3
2.1 Photovoltaikanlagen.....	3
2.1.1 Herstellung und Funktionsweise der Solarzellen.....	3
2.2 Dachbegrünung.....	4
2.2.1 Funktion der Dachbegrünung.....	5
2.2.2 Anforderungen.....	5
2.2.3 Technischer Aufbau.....	5
2.3 Urban Gardening.....	7
2.4 Anforderung an den Gemüsebau.....	8
2.4.1 Ökologische Voraussetzungen.....	8
2.4.2 Klima	9
2.4.3 CO ₂ -Konzentration	11
2.4.4 Eignung von Böden für den Gemüseanbau	11
2.4.5 Sortenwahl.....	12
2.4.6 Photoperiodismus.....	12
3 Versuchsaufbau.....	15
3.1 Technische Ausführung und Umsetzung.....	15
3.2 Übersichtsplan (Grundriss und Schnitte).....	16
3.3 Aufbau.....	17
3.4 Pflanzenauswahl.....	20
3.4.1 <i>Allium schoenoprasum</i> , Schnittlauch.....	21
3.4.2 <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Mangold.....	22
3.4.3 <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i>	23
3.4.4 <i>Capsicum annuum</i> , Chili.....	24
3.4.5 <i>Eruca sativa</i> , Rucola, Rauke.....	25

3.4.6	<i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum', Gewürzfenchel.....	26
3.4.7	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> , Kopfsalat.....	27
3.4.8	<i>Mentha x piperita</i> , Pfefferminze.....	28
3.4.9	<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Stauchbasilikum.....	29
3.4.10	<i>Origanum vulgare</i> , Oregano.....	30
3.4.11	<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Stangenbohne.....	31
3.4.12	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> , Radieschen.....	32
3.5	Der Pflanzplan.....	33
3.6	Lichtverteilung in der Versuchsanlage.....	36
3.6.1	Verteilung der Pflanzen in den Lichtzonen.....	39
4	Pflanzenwachstum in der Versuchsanlage.....	41
4.1	Untersuchte vegetationstechnische Parameter.....	41
4.1.1	Bonitur.....	41
4.2	Auswertung und Ergebnisse der untersuchten vegetationstechnischen Parmameter.....	44
4.2.1	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Allium schoenoprasum</i> , Schnittlauch.....	45
4.2.2	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Beta</i> <i>vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Mangold.....	52
4.2.3	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Brassica</i> <i>oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> , Kopfkohl/Wirsing.....	57
4.2.4	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Capsicum annuum</i> , Chili.....	62
4.2.5	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Eruca</i> <i>sativa</i> , Rucola, Rauke	69
4.2.6	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum', Gewürzfenchel.....	74
4.2.7	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> , Kopfsalat.....	80
4.2.8	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Mentha x piperita</i> , Pfefferminze.....	85
4.2.9	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Stauchbasilikum.....	90
4.2.10	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Origanum vulgare</i> , Oregano.....	96

4.2.11	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Stangenbohne.....	102
4.2.12	Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> , Radischen.....	109
4.4	Zusammenfassung und Empfehlung.....	116
4.5	Vorschlag und zusätzliche Arten für den PV-Dachgarten.....	119
5	Speicherung von CO₂ in ausgewählten Gemüsepflanzen.....	123
5.1	Methode zur Erhebung des gespeicherten CO ₂	124
5.1.1	Ermittlung des gespeicherten CO ₂ durch Glühverlust.....	124
5.1.2	CO ₂ Aufnahme von Pflanzen.....	125
5.1.3	Ermittlung der Blattfläche.....	125
5.1.4	Ermittlung des Kubischen Volumen	126
5.1.5	Regressionsanalyse	126
5.2	Ermittlung des Speicherpotential anhand gemessener Parameter	126
5.2.1	<i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> , Kopfkohl/Wirsing	127
5.2.1	<i>Capsicum annuum</i> ,Chili.....	129
5.2.2	<i>Eruca sativa</i> , Rucola	131
5.2.3	<i>Mentha x piperita</i> , Pfefferminze.....	133
5.2.4	<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Strauchbasilikum.....	135
5.3	Berechnung des gespeicherten CO ₂ ausgewählter Gemüsepflanzen im PV-Dachgarten (in der Vegetationsperiode 2014).....	137
5.3.1	<i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> , Kopfkohl/Wirsing	137
5.3.2	<i>Capsicum annuum</i> ,Chili.....	138
5.3.3	<i>Eruca sativa</i> , Rucola.....	138
5.3.4	<i>Mentha x piperita</i> , Pfefferminze.....	139
5.3.5	<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Strauchbasilikum.....	139
6	Resümee und Reflexion.....	141
7	Quellenverzeichnis.....	147
7.1	Quellenverzeichnis für Literatur.....	147
7.2	Quellenverzeichnis für Abbildungen.....	151

8	Abbildungsverzeichnis	153
9	Tabellenverzeichnis	159
10	Anhang	161
10.1	Boniturbogen von 08.07.2014.....	161
10.2	Boniturbogen von 29.07.2014.....	163
10.3	Boniturbogen von 04.09.2014.....	165
10.4	Boniturbogen von 01.10.2014.....	167
11	Curriculum Vitae	169

Danksagung

An dieser Stelle Danke ich all jenen, die mich während meines Studiums und während der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt und begleitet haben.

Danke an Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Ulrike Pitha für die Betreuung meiner Masterarbeit, die konstruktiven Anregungen und die Korrektur.

Ein ganz großer Dank gilt Dipl.-Ing. Irene Zluwa, die mir stets zur Seite stand und mich während der gesamten Zeit fachlich betreut und unterstützt hat, sei es bei den zahlreichen Bonituren, beim Pflanzen zerlegen, einscannen und vielem mehr.

Weiters bedanke ich mich ganz herzlich bei meiner Studienkollegin und Freundin Dipl.-Ing. Marlies Macher. Danke Dir für die Unterstützung bei der Bonitur und dem Pflanzen verglühen. Ich danke Dir auch, für die vielen bereichernden und auch motivierenden Gespräche.

Danke an Valentin Weixelbaumer für die Unterstützung bei den Aufnahmen der Pflanzen sowie das zur Verfügung stellen der hemisphärischen Daten und hemisphärischen Fotografien.

Ein Dank auch an meine Studienkollegen und Studienkolleginnen die mich während des Studiums und auch während dieser Arbeit begleitet haben, mich ermutigt haben und wenn es nötig war, aufgebaut haben, wenn die Laune im Keller war.

Ganz besonders bedanke ich mich bei Martin Kroneisl, danke für das lange Korrekturlesen. Ich danke Dir auch für deine Geduld, Deine Rücksichtnahme und Deine Unterstützung während meines gesamten Studiums. Danke, dass Du mir oft zugehört hast und mich auf Deine Art und Weise ermutigt hast.

Ein großes Danke auch an meinen Sohn Jonas, der bereits im Bauch geduldig war, als ich stundenlang vor dieser Arbeit gesessen bin.

Natürlich danke ich auch meinen Eltern, meinen Geschwistern und meinen Freunden, die immer ein offenes Ohr für mich hatten und mich unterstützt haben.

Kurzfassung

Um den Mangel an Grünflächen vor allem im städtischen Bereich auszugleichen, werden immer häufiger Flachdächer mit einer Dachbegrünung versehen. Ebenso eignen sich solche Flachdächer für Photovoltaikanlagen, welche zur Gewinnung erneuerbarer Energie dienen. In dieser Arbeit wird eine Kombination beider Nutzungen untersucht.

Als Versuchsfläche wurde eine Pergola mit semitransparenten Photovoltaikmodulen eingedeckt. Darunter wurden Pflanzbeete errichtet, welche mit Gemüse- und Kräuterpflanzen bepflanzt wurden. Die Indikatorpflanzen wurden in drei unterschiedlichen Lichtzonen („hell“, „lichter Schatten“ und „Schatten“) auf deren Eignung untersucht.

Indikatorpflanzen:

Für den Versuch wurden zwölf Pflanzen ausgewählt. Aufgrund der unterschiedlichen Gegebenheiten wurden Pflanzen für sonnige Standorte und für sonnig bis halbschattige Standorte auserwählt: *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, *Capsicum annuum*, *Lactuca sativa* var. *capitata*, *Ocimum kiliman.* x *basilicum*, *Origanum vulgare*, *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* und *Raphanus sativus* var. *sativus* bevorzugen sonnige Standorte. Für sonnige bis halbschattige Standorte eignen sich *Allium schoenoprasum*, *Beta vulgaris* var. *vulgaris*, *Eruca sativa*, *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' und *Mentha x piperita*.

Mit Hilfe von monatlichen Bonituren, wo die Vitalität, die Blattdichte, die Infloreszenz und das kubische Volumen bestimmt wurden, sowie mittels biometrischen Untersuchungen werden folgende Fragestellungen zur Pflanzenentwicklung und zur Biometrie beantwortet.

- Welche Auswirkung hat die Beschattung durch die PV-Module des PV-Dachgartens auf Gemüse- und Kräuterpflanzen hinsichtlich Vitalität, Pflanzenzuwachs, Blattdichte und Infloreszenz?
- Um Maßnahmen gegen den Klimawandel zu setzen, wird eine Reduktion von CO₂ angestrebt. Welche der gemessenen Parameter können zur Bestimmung des CO₂-Bindungspotential herangezogen werden? Wieviel CO₂ kann durch die Gemüse- und Kräuterpflanzen im PV-Dachgarten gebunden werden?

Zusammenfassend zeigen die Gemüse- und Kräuterpflanzen gute Ergebnisse hinsichtlich Vitalität und Blattdichte. Die meisten Pflanzen erzielten die

größten Entwicklungsfortschritte in strahlungsintensiven Lichtzonen. Geringe Entwicklungserfolge erbringen die Pflanzen in strahlungsarmen Lichtzonen. Sehr gute Ergebnisse in allen Lichtzonen zeigt *Ocimum kiliman. x basilicum*. Eine ähnlich gute Entwicklung, obwohl die Pflanzen in der strahlungsarmen Lichtzone 3 („Schatten“) gepflanzt sind, kann bei *Eruca sativa* beobachtet werden. *Allium schoenoprasum*, *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*, *Capsicum annuum*, *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum', *Mentha x piperita* und *Origanum vulgare* weisen in den getesteten Lichtzonen eine mittelmäßige Pflanzenentwicklung auf.

Für strahlungsarme Lichtzonen sind folgende Arten nicht geeignet: *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, *Lactuca sativa* var. *capitata*, *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* und *Raphanus sativus* var. *sativus*.

CO₂-Speicherkapazität

Hinsichtlich CO₂-Speicherfähigkeit im PV-Dachgarten konnte folgendes herausgefunden werden: Eine Korrelation zwischen kubischen Volumen und der Blattfläche sowie eine Korrelation zwischen kubischen Volumen und gespeichertem CO₂ kann ausgeschlossen werden. Bei der Biomasse und dem gespeicherten CO₂ konnte ein Zusammenhang festgestellt werden. Anhand der Biomasse wurden folgende Ergebnisse bezüglich der CO₂-Aufnahme berechnet: *Brassica oleracea* conva. *capitata* var. *sabauda* konnte in der Vegetationsperiode 2014 durchschnittlich 671,21 g CO₂ aufnehmen. *Capsicum annuum* hat durchschnittlich 51,73 g CO₂ gespeichert. *Eruca sativa* hat eine durchschnittliche CO₂-Aufnahme von 124,39 g. *Mentha x piperita* zeigt ein durchschnittliches Speicherpotenzial von 56,52 g CO₂. *Ocimum kiliman. x basilicum* zeigt ein durchschnittliches CO₂-Speichervermögen von 1607,98 g.

Die Untersuchungen zeigen, dass ein Großteil der getesteten Gemüse- und Kräuterpflanzen gut bis sehr gut für den PV-Dachgarten geeignet ist. Die unterschiedlichen Lichtzonen, welche durch die Schattierung der PV-Module entstehen, haben zum Teil Einfluss auf das Wuchsverhalten der Indikatorpflanzen. Um das Pflanzensortiment zu vergrößern, werden weitere Versuche und Forschungen empfohlen. Bei der Untersuchung der CO₂-Speicherfähigkeit der Pflanzen konnten keine aussagekräftigen Ergebnisse erlangt werden. Hier sind weitere Forschungsarbeiten notwendig und empfehlenswert.

Abstract

To compensate the lack of green spaces in urban areas, flat roofs are increasingly being transformed into green roofs. These flat roofs are also suitable for installing photovoltaic systems for the production of renewable energy. This master thesis discusses a combined use of semitransparent photovoltaic panels with an intensive green roof.

A pergola with semitransparent photovoltaic panels is used for the experiment. Underneath the photovoltaic panels, 12 different vegetable plants and herbaceous plants grow. The plants were tested in three different lighting areas („bright“, „slight shade“ and „shade“).

Indicator plants:

Twelve plants are used for the experiment. The plants divide in two categories, Plants for full sun areas and plants for full sun to half shade areas. Plants how grow on full sun areas: *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, *Capsicum annuum*, *Lactuca sativa* var. *capitata*, *Ocimum kiliman. x basilicum*, *Origanum vulgare*, *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* and *Raphanus sativus* var. *sativus*. Plants how grow on full sun to half shade areas are: *Allium schoenoprasum*, *Beta vulgaris* var. *vulgaris*, *Eruca sativa*, *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' and *Mentha x piperita*.

After monthly observations and concluding biometric evaluations, following research questions could be answered.

- What effect does the amount of shade created by the photovoltaic panels of the photovoltaic-roof garden have on vegetable plants and herbs in regard to vitality, plantgrowth, leaf density, and inflorescence?
- To take action against climate change, efforts are being made to reduce CO₂. Which of the measured parameters can be used to determine the CO₂-binding potential? How much CO₂ was stored by vegetable plants and herbs during the 2014 growing season?

The results after the 2014 growing season show that maximum growth was achieved in the brightest light areas of the photovoltaic-roof garden. The minimum amount of growth was observed in the shady areas of the PV-roof garden.

Ocimum kiliman. x basilicum shows the best results in all light areas. *Eruca sativa* showed good results. Plants grow poorly in the shady areas of the PV-roof garden.

Allium schoenoprasum, *Beta vulgaris* var. *vulgaris*, *Capsicum annuum*, *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum', *Origanum vulgare* and *Mentha x piperita* exhibit moderate growth in their tested light areas.

Brassica oleracea convar. *capitata* var. *sabauda*, *Lactuca sativa* var. *capitata*, *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* and *Raphanus sativus* var. *sativus* are not recommend for the shady areas of the photovoltaic-roof garden.

CO₂ storage capacity

About the CO₂ storage capacity in the PV-roof garden could be found: A correlation between cubic volumes and the leaf area as well as a correlation between cubic volumes and stored CO₂ can be excluded. The biomass and the stored CO₂ showed a correlation. Based on the biomass, the following results regarding the CO₂ uptake were calculated: *Brassica oleracea* conva. *capitata* var. *sabauda* recorded an average of 671.21 g CO₂ in the 2014 growing season. *Capsicum annuum* has an average of 51.73 g of CO₂ stored. *Eruca sativa* has an average CO₂ intake of 124.39 g. *Mentha x piperita* shows an average storage potential of 56.52 g CO₂. *Ocimum kiliman. x basilicum* shows an average CO₂ storage capacity of 1607.98 g

The results show, that most of the inspected plants are well suited for the photovoltaic-roof garden. The different light zones have some influence on the growth behavior of the indicator plants. To increase the number of plants further experiments and researches are recommended. The study of the CO₂ storage capacity of the plants did not yield any conclusive results, further research is necessary and recommended.

1 Einleitung

Dachbegrünung ist eine Möglichkeit den Mangel an Grünflächen in der Stadt zu kompensieren. Durch den steigenden Flächenverbrauch aufgrund von Verbauung werden das Stadtklima und die stadtökologischen Gegebenheiten negativ beeinflusst. Begrünte Flachdächer können das Defizit an Grünflächen teilweise ersetzen. Zudem steigt dadurch die Lebensqualität der Bewohner und Bewohnerinnen. Die grünen Oasen schaffen nicht nur einen Erholungsraum, sondern tragen zu einer Verbesserung des Kleinklimas bei. Zusätzlich wird ein Lebensraum für Tiere und Pflanzen geschaffen (HÜFING 2015).

Nebenbei eignen sich Flachdächer auch für den Anbau von Gemüse. Die Vorteile dabei sind, weniger Flächenverbrauch für die Landwirtschaft und minimale Transportwege. Aufgrund dessen werden weniger Emissionen produziert und in weiterer Folge frische Produkte erlangt. Ein zusätzlicher Vorteil ist die Bindung von CO₂ durch die Pflanzen. Überdies kann durch die Nutzung von Stoffkreisläufen eines Gebäudes der Energieverbrauch gesenkt werden (FRAUENHOFER GESELLSCHAFT 2015). Doch oftmals entsteht bei der Nutzung von Flachdächern zur Begrünung eine Flächenkonkurrenz zur Energiegewinnung mit Photovoltaikanlagen. Photovoltaikanlagen produzieren sogenannten „sauberen Strom“ und vermindern zudem CO₂-Emissionen (WELT N24 2015). Eine zukunftsorientierte Nutzung von Flachdächern bietet die Kombination von Dachbegrünung und Energiegewinnung. Der PV-Dachgarten ist eine Pergolakonstruktion welche mit Photovoltaikmodulen gedeckt ist und darunter mit Pflanzbeeten ausgestattet ist. Die integrierte Produktion von Lebensmitteln verringert den Energieverbrauch, die Kohlenstoffdioxidemissionen und den Ressourcenverbrauch. Nebenbei entsteht ein Freiraum für Nutzer und Nutzerinnen.

1.1 Thematik und Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit soll Aufschluss geben, welche Gemüse- und Kräuterpflanzen im PV-Dachgarten sich für eine kombinierte Nutzung mit Photovoltaikanlagen eignen. Anhand der untersuchten Parameter soll festgestellt werden, welche negativen als auch positiven Effekte durch die Beschattung beziehungsweise den Strahlungsmangel aufgrund der PV-Module auf die Gemüse- und Kräuterpflanzen entstehen. In weiterer Folge wird eine geeignete Pflanzenempfehlung abgegeben. Zusätzlich wird festgestellt, wie viel CO₂ durch die Gemüse- und Kräuterpflanzen gebunden wird. Zu dieser Forschungsarbeit wurde bereits ein Vorversuch durchgeführt, hierbei wurden unterschiedliche PV-Module sowie Indikatorpflanzen auf deren Eignung getestet (UTZER, KÖNIG 2014).

1.2 Forschungsfragen

In diesem Versuch werden unterschiedliche Gemüse- und Kräuterpflanzen unter einer Pergola, welche mit zwei unterschiedlichen semitransparenten Photovoltaik-Modulen gedeckt ist, gepflanzt. Dabei soll eruiert werden, wie sich die Indikatorpflanzen trotz des entstehenden Strahlungsmangels entwickeln. Anhand dieses Versuches werden folgende Fragen beantwortet:

- Welche Auswirkung hat die Beschattung durch die PV-Module des PV-Dachgartens auf Gemüse- und Kräuterpflanzen hinsichtlich Vitalität, Pflanzenzuwachs, Blattdichte und Infloreszenz?
- Um Maßnahmen gegen den Klimawandel zu setzen, wird eine Reduktion von CO₂ angestrebt. Welche der gemessenen Parameter können zur Bestimmung des CO₂-Bindungspotential herangezogen werden? Wieviel CO₂ kann durch die Gemüse- und Kräuterpflanzen im PV-Dachgarten gebunden werden?

2 Theorie und Grundlagen

Dieses Kapitel verschafft einen Überblick zu den wichtigsten Grundlagen. Dabei wird der Aufbau und die Funktion von Photovoltaikanlagen näher erläutert. Weiters wird auf das Thema Dachbegrünung eingegangen. Ebenso soll es Aufschluss geben über Einflüsse und Anforderungen von Gemüse- und Kräuterpflanzen.

2.1 Photovoltaikanlagen

Der Begriff Photovoltaik wird zum Einen aus dem griechischen Wort Licht ($\phi\omega\varsigma$, phos, im Genitiv: $\phi\omega\tau\acute{o}\varsigma$, photos) zum Anderen aus der Einheit für elektrische Spannung Volt hergeleitet. Bereits im Jahr 1839 entdeckte der Physiker Alexandre Edmond Becquerel den photoelektrischen Effekt. Dabei wird Sonnenlicht direkt in elektrische Energie mit Hilfe von Solarzellen umgewandelt. Hierbei kommt es in einem Festkörper aufgrund von Lichteinstrahlung zur Freisetzung von positiven und negativen Ladungsträgern (SETZERMANN 2015).

2.1.1 Herstellung und Funktionsweise der Solarzellen

Die Solarzellen setzen sich aus unterschiedlichen Halbleitermaterialien zusammen. Dies sind Materialien, welche unter Licht- oder Wärmezufuhr elektrische Leitfähigkeit erlangen. Bei niedrigen Temperaturen haben sie eine isolierende Wirkung. Ein Großteil der produzierten Solarzellen besteht aus dem Halbleitermaterial Silizium (Si), was den Vorteil hat, dass es umweltverträglich zu verarbeiten ist und der Rohstoff in ausreichenden Mengen vorhanden ist (SETZERMANN 2015).

Bei der Herstellung der Solarzellen werden chemische Elemente eingebracht, das Halbleitermaterial wird „dotiert“. Damit wird im Halbleitermaterial ein positiver Ladungsträgerüberschuss (p-leitende Halbleiterschicht) oder ein negativer Ladungsträgerüberschuss (n-leitende Halbleiterschicht) erwirkt. Bei der Verwendung von zwei verschiedenen dotierten Materialien ergibt sich an der Grenzschicht ein p-n-Übergang. Bei diesem Übergang wird ein inneres elektrisches Feld aufgebaut, dabei kommt es zu einer Ladungstrennung. Mittels Metallkontakten kann eine elektrische Spannung abgeleitet werden. Wird ein elektrischer Verbraucher angeschlossen, fließt Gleichstrom (siehe Abbildung 1) (SETZERMANN 2015).

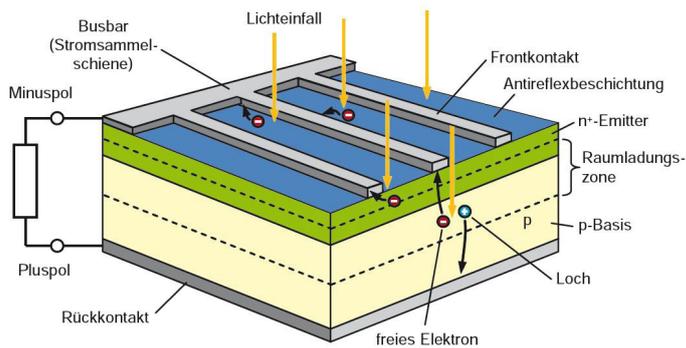


Abbildung 1: Aufbau und Funktionsweise einer Solarzelle (MERTENS 2013, S.84).

Siliziumzellen haben meist eine Größe von 10×10 cm oder 15×15 cm. Darüber wird eine Antireflexschicht aufgebracht. Diese hat eine Schutzfunktion und verringert den Reflexionsverlust an der Zelloberfläche. Es werden drei unterschiedliche Zelltypen unterschieden: polykristalline, monokristalline und amorphe. Die PV-Module des PV-Dachgarten sind mit polykristallinen Zellen versehen. Die Herstellung ist im Gegensatz zu monokristallinen Siliziumzellen kostengünstiger. Bei der Herstellung werden aus flüssigem Silizium Blöcke gegossen, welche im Anschluss in Scheiben gesägt werden. Während der Aushärtung des Materials entstehen verschieden große Kristallstrukturen. An den Grenzen dieser Kristallstrukturen können Defekte auftreten, was einen geringeren Wirkungsgrad der Solarzellen verursachen kann (SETZERMANN 2015).

Die einzelnen Solarzellen werden miteinander verbunden. Eine Parallelschaltung der Zellen ergibt mehr Strom, während eine Serienschaltung für eine höhere Spannung sorgt. Somit wird eine geeignete Spannung und Leistung für verschiedene Anwendungsbereiche gewährleistet. Die zusammengesetzten Solarzellen werden für gewöhnlich in transparentem Ethylen-Vinyl-Acetat eingelegt, anschließend werden sie mit einem Edelstahl oder Aluminiumrahmen ausgestattet und in weiterer Folge mit Glas abgedeckt (SETZERMANN 2015).

2.2 Dachbegrünung

Dieses Kapitel gibt Informationen über Dachbegrünung. Es verschafft Aufschluss über die Funktion einer Dachbegrünung und gibt einen groben Überblick zum technischen Aufbau. Dachbegrünung ist eine Möglichkeit zur Bauwerksbegrünung. Historische Vorläufer und Ursprünge der Dachnutzung sind die Gründächer des Vorderen Orients, die hängenden Gärten der Semiramis oder die Erd- und Rasendächer in Skandinavien. Die Weiterentwicklung von Wurzelschutzsystemen und Dachabdichtungen, wie auch das Aufkommen der Ökologiebewegung trugen zur Verbreitung von Dachbegrünung ab den 1960er Jahren bei (ZIMMERMANN 2011).

2.2.1 Funktion der Dachbegrünung

FLORINETH (2012) beschreibt, welche Effekte durch eine Dachbegrünung entstehen:

- Gute Wärme- und Schalldämmung, Gebäudeschutz
- Positive Auswirkung auf das Mikroklima durch eine hohe Verdunstungsleistung und eine Reduktion von Temperaturschwankungen
- Filterung von Schmutz, Staub und Schadstoffen aus der Luft
- Hochwasserschutz aufgrund der Wasseraufnahme und Verzögerung der Abflussspitzen
- Neuer Lebensraum für Mensch, Tier und Pflanze
- Zusätzliche horizontale Grünfläche

2.2.2 Anforderungen

Neben bautechnischen Voraussetzungen wie Dachlast und Dachneigung spielen die klimatischen Bedingungen wie Niederschlagsmenge, Windrichtung und Exposition sowie Nutzungszweck und Erscheinungsbild eine bedeutende Rolle, welche Art der Dachbegrünung möglich ist. Es wird zwischen extensiver Dachbegrünung, einfacher Intensivbegrünung, Intensivbegrünung und befestigten Flächen unterschieden (ZIMMERMANN 2008). In dieser Arbeit wird vorwiegend auf die Intensivbegrünung eingegangen.

2.2.3 Technischer Aufbau

Hier werden die unterschiedlichen Aufbauformen bei der einfachen und intensiven Dachbegrünung erläutert.

2.2.3.1 Einfache Intensivbegrünung

Diese Bauweise ist eine Zwischenform aus extensiver und intensiver Begrünung. Hierbei ist eine zulässige Dachlast von 180 bis 300 kg/m² erforderlich. Bei diesem Aufbau sind neben dem Pflanzensortiment, welches bei extensiver Dachbegrünung verwendet wird, auch niedrige Gehölze und anspruchsvollere Stauden möglich. Die einfache Intensivbegrünung hat eine Aufbauhöhe von etwa 15 bis 25 cm (siehe Abbildung 2). Diese Anlage stellt höhere Ansprüche an Bewässerung und Düngung (ZIMMERMANN 2008).

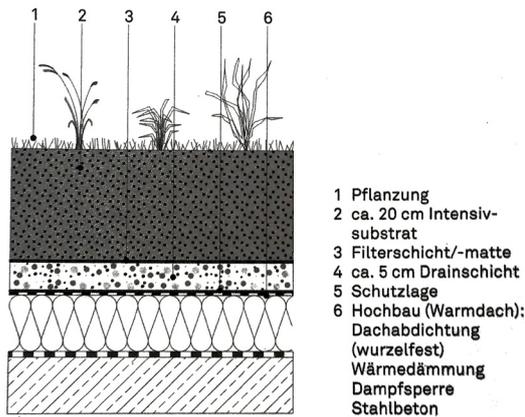


Abbildung 2: Einfache Intensivbegrünung (ZIMMERMANN 2008, S.458).

2.2.3.2 Intensivbegrünung

Hier sollte eine zulässige Dachlast von 300 bis 1500 kg/m² je nach Aufbau gegeben sein. Bei dieser Bauweise können unter anderem auch Sträucher und kleinere Bäume gepflanzt werden. Auch Rasenflächen können angelegt werden. Die Aufbauhöhen sind von etwa 25 bis 150 cm (siehe Abbildung 3). In Ausnahmefällen ist bei Rasen eine Schichtdicke von 15 bis 20 cm zulässig, wobei ein höherer Pflegeaufwenderforderlich ist. In jedem Fall ist eine ausreichende Bewässerungsanlage mit einzuplanen. Wenn eine entsprechende Dachlast gegeben ist, können Asphalt-, Pflaster- oder Plattenwege, Mauern und Holzdecks eingebaut werden. Hierfür kann der gleiche Aufbau wie bei einer Intensivbegrünung verwendet werden (ZIMMERMANN 2008).

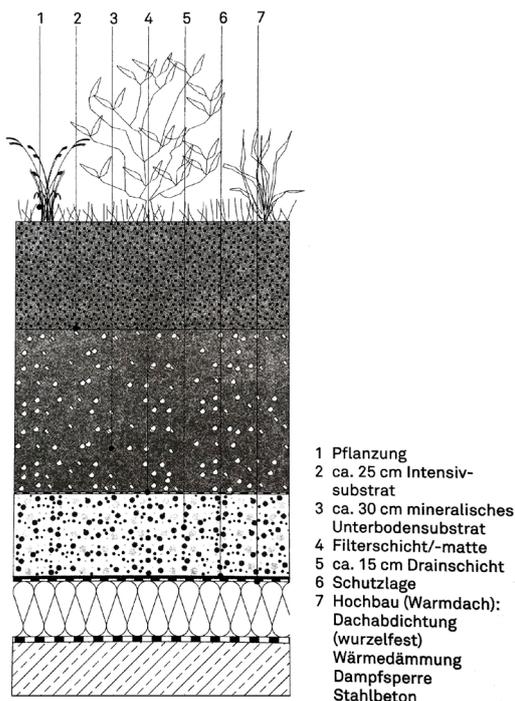


Abbildung 3: Intensivbegrünung (ZIMMERMANN 2008, S.458).

2.3 Urban Gardening

Urban Gardening, eine Strategie die in den Metropolen des globalen Südens und Nordamerikas gegen Armut und Verwahrlosung ist, hält seit Beginn des 21. Jahrhundert auch Einzug in europäischen Städten, wenngleich aus anderen Gründen. Die auf kleinen Raum stattfindende gärtnerische Nutzung von städtischen Flächen innerhalb von Siedlungsgebieten eröffnet ungeahnte Perspektiven auf den Lebensraum Stadt (MÜLLER 2012). Die Stadt als Selbstversorger, eine Verlagerung von Anbauflächen in die Stadt bringt einige Vorteile mit sich. Zum Einen werden Transportkosten eingespart, was ein Beitrag zum Klimaschutz wäre, zum Anderen können Sorten angebaut werden, die nicht nur auf lange Haltbarkeit hin gezüchtet wurden, sondern wo Geschmack und Vitamine im Vordergrund stehen (RÖTHLEIN 2015). Ein gutes Beispiel hierfür ist der Dakakker in Rotterdam (siehe Abbildung 4 und 5). Hier wird auf dem Dach eines Bürogebäudes auf 1000 m² Obst und Gemüse angebaut. Der Ertrag wird an umliegende Gastronomiebetriebe verkauft. (STICHTING DE LUCHTSINGEL 2016).



Abbildung 4: Dakakker Rotterdam, 04.06.2016 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 5: Dakakker Rotterdam, 04.06.2016 (EIGENE ERSTELLUNG).

2.4 Anforderung an den Gemüsebau

Der Gemüsebau hat bestimmte Ansprüche an Klima, Lage und Boden. Diese Faktoren haben einen sehr wechselhaften Einfluss auf den Ertrag, da sich die einzelnen Gemüsearten sehr unterschiedlich verhalten (PELZMANN 1997). Dieses Kapitel soll die Voraussetzungen sowie beeinflussende Faktoren erläutern, wie ökologische Voraussetzungen oder Klima.

2.4.1 Ökologische Voraussetzungen

Das Zusammenwirken der Faktoren Klima, Boden, und Bios sind für die Produktion von Pflanzen wichtige ökologische Voraussetzungen (siehe Abbildung 6). Der Ertrag der Produktionspflanzen wird durch das mehr oder weniger stabile Gleichgewicht des natürlichen Standortes, welches durch das Zusammenwirken der einzelnen Faktoren entsteht, beeinflusst. Der Mensch versucht durch unterschiedliche Maßnahmen und Strategien, wie beispielsweise den Bau von Gewächshäusern oder pflanzenbauliche Maßnahmen, die Standortbedingungen zugunsten der Kulturpflanze zu optimieren (KRUG et al. 2002).

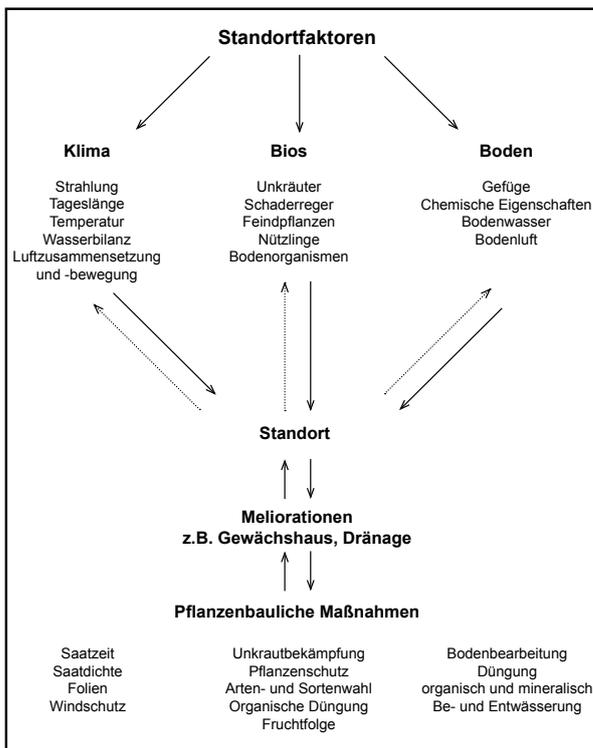


Abbildung 6: Strukturdiagramm, Zusammenwirken von Ökosystemen und Pflanzenbaulichen Maßnahmen (Eigene Überarbeitung 2016, Quelle KRUG et al. 2002).

2.4.2 Klima

Dieses Kapitel gibt Aufschluss auf die klimatischen Faktoren, wie Strahlung, Temperatur, Wasser, Luftfeuchte und Wind, welche auf die Pflanze einwirken und diese beeinflussen.

2.4.2.1 Strahlung

Die Globalstrahlung setzt sich zusammen aus der Summe von diffusem Himmelslicht und direktem Sonnenlicht. Der Wellenlängenbereich liegt im Bereich von 290 nm bis 2800 nm. Die für Pflanzen relevante photosynthetisch aktive Strahlung erstreckt sich von 400 nm bis 700 nm und umfasst je nach Jahreszeit etwa 50 % der Globalstrahlung. Diese Strahlung ist ein bestimmender Faktor für den Wärmehaushalt, steuert den Phänotyp, liefert Energie für die Photosynthese, und ist wichtig für die Wuchsform, die Entwicklung und die Stoffverteilung in der Pflanze (KRUG et al. 2002).

2.4.2.2 Temperatur

Die Temperatur ist verantwortlich für die Geschwindigkeit chemischer Prozesse in der Pflanze. Sie bestimmt die Geschwindigkeit des Wachstums und die Dauer der Periode in welcher die Pflanzen wachsen, sofern nicht Wassermangel, Strahlungsmangel oder andere Faktoren das Wachstum beeinträchtigen (KRUG et al. 2002).

2.4.2.3 Wasser

Mit Wasser werden die Pflanzen über die Wurzeln im Boden sowie in geringen Mengen über die oberirdischen Sprosssteile versorgt. Der Wasserverbrauch von Gemüsearten variiert, um eine maximale Ertragsausschöpfung gewährleisten zu können, ist auch im Freiland eine zusätzliche Bewässerung unabdingbar. Je nach Wasserbedarf lassen sich Gemüsepflanzen in folgende Klassen unterteilen:

- Pflanzen mit sehr hohem Wasserbedarf (Brunnkresse)
- Pflanzen mit hohem Wasserbedarf (mittelspäter bis später Kopfkohl, Rosenkohl)
- Pflanzen mit geringem Wasserbedarf (Kopfsalat, Radieschen)
- Relativ trockenheitsresistente Pflanzen (Paprika, Buschbohne)
- Trockenresistente Pflanzen (Neuseeländer Spinat, Maniok)

(KRUG et al. 2002).

Wassermangel kann sich bei Gemüsepflanzen unterschiedlich auswirken. Trockenzeiten oder nachfolgende Feuchtperioden können wachstumsfördernd sein. Bei Fruchtgemüse wie Tomaten kann Trockenheit den Blütenansatz und somit den Ertrag fördern. Bei Speisezwiebel fördert es die Ausreife als auch Qualität und Lagerfähigkeit. Hingegen führt bei Blumenkohl eine Trockenperiode zu einer vorzeitigen Differenzierung der Kopfanlagen und Ertragsausfälle entstehen. Wassermangel kann zu Qualitätsmängeln wie beispielsweise Pelzigkeit oder Verholzen führen. Zudem ist es begünstigend für trockenheitsliebende Schaderreger wie Blattläuse. Ein Wassermangel während der Keimung und der Anwachsperiode von Pflanzgemüse ist zu vermeiden, in diesen Entwicklungsperioden sind alle Gemüsepflanzen empfindlich. Ein wechselndes Wasserangebot gilt es zu vermeiden. Dadurch können Schädigungen bei Pflanzen mit flach ausgebildeten Verdunstungsschutz oder Flachwurzler entstehen. Ein Platzen von Knollen, Früchten oder Rüben kann durch einen ständig wechselnden Turgordruck entstehen (KRUG et al. 2002).

2.4.2.4 Luftfeuchte

Über die Verdunstungskraft der Atmosphäre, in erster Linie über die Transpiration, beeinflusst die Luftfeuchte das Pflanzenwachstum. Aufgrund der Transpirationsintensität kann indirekt durch das Wasserpotenzial das Wachstum der Pflanze beeinflusst werden. Des weiteren wirkt sich dies über den Transport der Nährstoffe direkt auf das Wachstum aus (KRUG et al. 2002).

2.4.2.5 Wind

Leichte Luftbewegungen fördern aufgrund von Bewegung der Organe das Dickenwachstum und die mechanische Festigkeit von Trieben. Durch die Durchmischung der Atmosphäre entsteht eine ausgeglichene Kohlendioxidkonzentration und Temperatur (mindert die Frostgefahr). Dadurch wird das Wachstum der Pflanze gesteigert. Weiters kühlt es die Blätter, fördert die Kohlendioxiddiffusion in die Blätter, dadurch entsteht eine Verringerung der laminaren Grenzschicht, dies erhöht die Transpiration und begünstigt dadurch die Aufnahme einiger Nährstoffe. Zusätzlich wird ein schnelleres Abtrocknen feuchter Pflanzen und Böden bewirkt, was das Auftreten von Schaderregern vermindert. Bei Luftbewegungen über 5 km/h dominieren jedoch eher die negativen Wirkungen:

- Temperaturabsenkung durch Verwehung der wärmeren bodennahen Luftschicht
- geringere Wachstumsleistung
- größerer Wasserverbrauch

- Abdrehen oder Abknicken von Blättern, Trieben oder ganzen Pflanzen (z. B. Gurke, Bohne)
- Austrocknung von Pflanzen sowie Boden aufgrund der starken Evapotranspiration

Starke Winde können jedoch auch eine positive Wirkung erzielen, indem sie ein Ausbreiten von Schaderregern wie Fliegen und Schmetterlinge erschweren (KRUG et al. 2002). Zu den windempfindlichen Gemüsearten zählen Buschbohne, Gurke, Kürbis, Chinakohl, Tomaten, Spargel, Paprika, Kohlrarten, Speiserübe, Mangold, Möhre, Pastinake, Porree, dicke Bohne, Rettich, Rote Rübe, Rhabarber, Petersilie und Zwiebel gelten als weniger windempfindlich (KRUG et al. 2002).

2.4.3 CO₂-Konzentration

Die Trockensubstanz der Pflanze (getrocknete Pflanze) besteht zu 50 % aus den Elementen Wasserstoff und Sauerstoff und aus 40-45 % Kohlenstoff. Kohlenstoff ist ein wesentlicher Baustoff der Pflanze. Dieser wird der Atmosphäre in Form von CO₂ entnommen und über die Photosynthese gebunden. Unter normalen Bedingungen ist CO₂ ein farbloses und geruchloses nicht toxisches Gas und hat ein Molekulargewicht von 44,1 g mol⁻¹ (1,5-mal schwerer ist als Luft) (KRUG et al. 2002). In der Vergangenheit unterlag die CO₂-Konzentration der Atmosphäre bedeutsamen Schwankungen. Mit der Industrialisierung Ende des 19. Jahrhunderts und erhöhter Verbrennung fossiler Brennstoffe ist die CO₂-Konzentration angestiegen und wird in Zukunft voraussichtlich auf höhere Werte ansteigen. Somit steht den Pflanzen das CO₂ in großen Mengen zur Verfügung, was das Wachstum der Pflanze fördert (KRUG et al. 2002).

2.4.4 Eignung von Böden für den Gemüseanbau

Ob ein Boden ertragsfähig ist, bestimmen seine chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften. Die chemischen Eigenschaften des Bodens ergeben sich durch die Beschaffenheit der mineralischen und der organischen Bestandteile. Aufgrund der unterschiedlichen chemischen Beschaffenheit entstehen unterschiedliche Korngrößen der mineralischen Bodenteilchen. Der Feinboden (< 2 mm Korndurchmesser) unterteilt sich in Sand, Schluff und Ton. Die organische Bodensubstanz ist bedeutend geringer als der mineralische Bodenanteil. Dies resultiert aus Zufuhr und Abbau von organischen Verbindungen. In der Regel enthalten Böden, die gemüsebaulich genutzt werden, 1 bis 5 % organische Substanz. Die physikalischen Bodeneigenschaften werden durch die chemische Zusammensetzung bestimmt. Durch die Größenverteilung der mineralischen Bodenpartikel, die Körnung und Textur werden die Struktur und das Gefüge eines Bodens beeinflusst. Größe, Form und Anordnung der Bodenpartikel sowie

Hohlräume prägen die physikalische Beschaffenheit des Bodenmaterials. Hierbei sind der Anteil und die Größenverteilung der Partikel und der Hohlräume bedeutend für das Pflanzenwachstum sowie Transport- und Umsetzungsprozesse. Ob ein Standort für Gemüseproduktion geeignet ist, hängt nicht nur von einzelnen Bodeneigenschaften ab. Das Produktionsziel, Produktionstechnik und die Auswirkungen auf die Umwelt sind bedeutende Faktoren. Das Produktionsziel umfasst die Kulturart, Ertragsleistung, die angestrebte Qualität und den Vermarktungszeitpunkt. Die Bodenfruchtbarkeit beschreibt die Produktivität beziehungsweise die Ertragsfähigkeit eines Bodens. Die sogenannte Bodenfruchtbarkeit ist die Summe der Eigenschaften, die das Wachstum höherer Pflanzen fördert (KRUG et al. 2002).

2.4.5 Sortenwahl

Die richtige Sortenwahl ist ein bedeutender Faktor, um einen Kulturerfolg zu erzielen. Die Anforderungen an die Sorten sind sehr vielseitig betreffend Ertragsleistung, Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Witterungsunbilden, Haltbarkeit, Lagerfähigkeit, Geschmack etc. Samenzuchtbetriebe sind bestrebt durch optimale Zuchtmethoden, wie beispielsweise Hybridisierung Verbesserungen bei den Gemüsesorten zu erreichen. Aufgrund von überregionalen Züchtertätigkeiten gehen oftmals Sorten verloren, welche den örtlichen Gegebenheiten angepasst sind. Widerstandsfähigkeit oder Toleranzeigenschaften sind bei der Sortenwahl zu berücksichtigen (PELZMANN 1997).

2.4.6 Photoperiodismus

Gemüsepflanzen stellen nicht nur sortenmäßig bestimmte Ansprüche an den Zeitpunkt deren Kultur. Hier spielen unter anderem die Wechselbeziehungen zwischen Tageslänge und Pflanzenwachstum auch als Photoperiodismus bezeichnet, eine wichtige Rolle (PELZMANN 1997). Grundsätzlich ist die Länge der Dunkelperiode, für das Auslösen des photoperiodischen Reizes entscheidend. Im Allgemeinen wird jedoch die Tageslängenwirkung betrachtet. Der Jahreszyklus der Tageslänge ist von der geografischen Breite abhängig und wird über die Neigung der Erdachse bestimmt. Während die Tageslänge auf dem Äquator beständig ist, ändert sich diese und wächst je nach Jahreszeit beziehungsweise Sonnenstand polwärts bis zu einen 24h-Tag. Am Gegenpol kommt es jedoch zur ewigen Nacht. Pflanzen reagieren auf die Tageslänge mit Anlage oder Nichtanlage von Blüten oder Blütenständen. Sie kann auch nach der Anlage der Knospen die Ausbildung beeinflussen. Weiters kann die Tageslänge die Ausbildung von Organen wie Knollen und Zwiebeln bewirken oder Ruheperioden auslösen (siehe Abbildung 7) (KRUG et al. 2002).

Folgende Reaktionstypen lassen sich anhand der Blütenbildung einteilen:

2.4.6.1 Kurztagpflanzen

Bei diesen kommt es zu einer Blütenbildung beziehungsweise zum Fruchten, wenn die kritische Tageslänge nicht überschritten wird (PELZMANN 1997).

2.4.6.2 Langtagpflanzen

Diese können dann reproduktiv werden, wenn die kritische Tageslänge erreicht oder überschritten wird (PELZMANN 1997). Das bedeutet, die Lichtdauer im Tageszyklus überschreitet eine kritische Länge. Langtagpflanzen blühen auch ohne Dunkelperiode im Dauerlicht. Die stärksten Reaktionen zeigen sich bei Tageslängen unter 24 h. Bereits ein photoperiodisches Reizlicht von einigen Minuten oder Stunden, welches eine lange Dunkelperiode unterbricht, ist ausreichend eine Langtagreaktion auszulösen (KRUG et al. 2002).

2.4.6.3 Lang-Kurztagpflanzen oder Kurz-Langtagpflanzen

Hierbei handelt es sich um Pflanzen, die an einen bestimmten Ablauf von Tagelängen angepasst sind (KRUG et al. 2002).

2.4.6.4 Tagneutrale Pflanzen

Diese zeigen keine photoperiodischen Reaktionen. Meist wurde Tagneutralität bei Kulturpflanzen durch eine selektionsbedingte Anpassung an Tageslängen angezüchtet, wenn sie vom Herkunftsgebiet abweichen (KRUG et al. 2002).

Photoperiodische Reaktion von Gemüsearten				
(B = Blüte, V = vegetatives Reproduktionsorgan, R = Ruheinduktion, () weitgehend tagneutral; abgeschwächte Reaktionen wie beispielsweise von Frühsorten bis hin zu Tagneutralität sind nicht berücksichtigt)				
Kurztag	Kurz→Langtag	Langtag		Tagneutral
Okra B Süßkartoffel B,V (Gurke) B (Mais) B (Gartenbohne) B Kartoffel V Rhababer R Schnittlauch R	Radies V →B Sellerie B (Möhre) B Artischocke B	Speisezwiebel B, V, R Porree B Knoblauch V Chicoree B Schwarzwurzel B Erbse B Dicke Bohne B Speiserübe B Chinakohl B	Fenchel B Dill B Rettich B Rote Rübe B Mangold B Spinat B Kopfsalat B Endivie B Feldsalat B	Wassermelone B Eierfrucht B Paprika B Kürbis B Tomate B Portulak B Blumenkohl B Kopfkohl B Kohlrabi B Spargel B, R

Abbildung 7: Photoperiodische Reaktion von Gemüsepflanzen (Eigene Überarbeitung 2016, Quelle KRUG et al. 2002).

3 Versuchsaufbau

Im folgenden Kapitel werden die technische Planung und der Aufbau der Versuchsanlage beschrieben. Die Versuchsanlage befindet sich am Gelände der Universität für Bodenkultur Wien, im 19. Bezirk in Wien. Hierbei wurde auf der nördlich ausgerichteten Dachterrasse des Schwackhöferhauses eine Pergola errichtet, welche mit zwei unterschiedlichen PV-Modulen gedeckt wurde.



Abbildung 8: Verortung Schwackhöferhaus (EIGENE ERSTELLUNG, 2014, Quelle: WIEN. GV.AT.).



Abbildung 9: Dachterrasse, Blickrichtung Osten (EIGENE ERSTELLUNG, 2014).

3.1 Technische Ausführung und Umsetzung

Bei der Pergola handelt es sich um eine Lamellenpergola, welche aus Lärchenhölzern und Fichtenhölzern gefertigt wurde. Die Pergola hat eine Gesamtlänge von 9,06 m und eine Gesamtbreite von 6,12 m (siehe Abbildungen 10 und 11). Die Gesamthöhe beläuft sich auf 2,53 m, die Pergola hat aus entwässerungstechnischen Gründen 2 % Neigung. Das Dach der Pergola besteht aus zwei unterschiedlichen PV-Modulen (siehe Abbildung 12). Hierbei handelt es sich zum Einen um polykristalline Module mit opaken Solarzellen und einer Lichtdurchlässigkeit von 27,84 %, zum Anderen um polykristalline Module mit gelochten Solarzellen, welche eine Lichtdurchlässigkeit von 25,64 % aufweisen (siehe Abbildungen 23 und 24). Die Pergola bietet neben zwei gleich großen Pflanzbeeten auch Platz für einen Aufenthaltsbereich. Die Versuchsanlage teilt sich aufgrund der unterschiedlichen PV-Module in zwei gleich große Flächen, in der Mitte der Anlage befindet sich der Aufenthaltsbereich, an dessen linken und rechten Längsseiten schließen die Pflanzbeete an, welche eine Breite von 3,08 m und eine Länge von 6,12 m aufweisen (siehe Abbildung 11). Bei den Pflanzbeeten wurde darauf geachtet, dass sie die gleichen Standortbedingungen haben. Jedes Pflanzbeet weist unterschiedliche Lichtzonen auf (siehe Lichtzonenplan Abbildung 66).

3.2 Übersichtsplan (Grundriss und Schnitte)

Die folgenden Pläne in den Abbildungen 10, 11 und 12 geben Auskunft über die Konstruktion, die Größe der Anlage und die Anordnung der PV-Module.

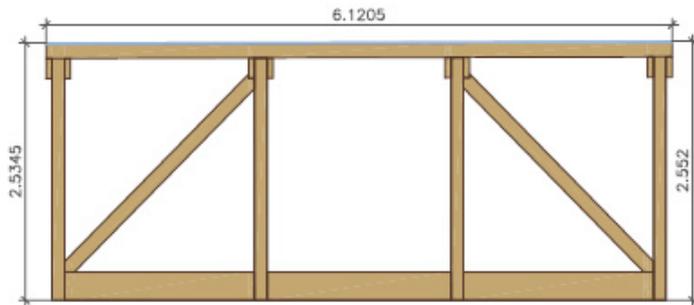


Abbildung 10: Ansicht B-B' (EIGENE ERSTELLUNG).

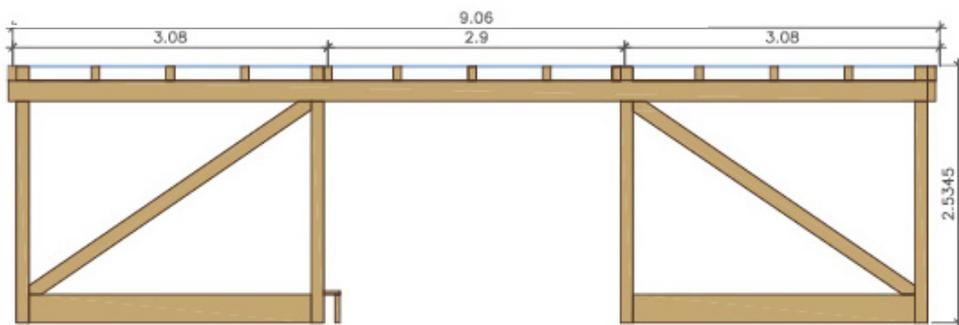


Abbildung 11: Ansicht A-A' (EIGENE ERSTELLUNG).

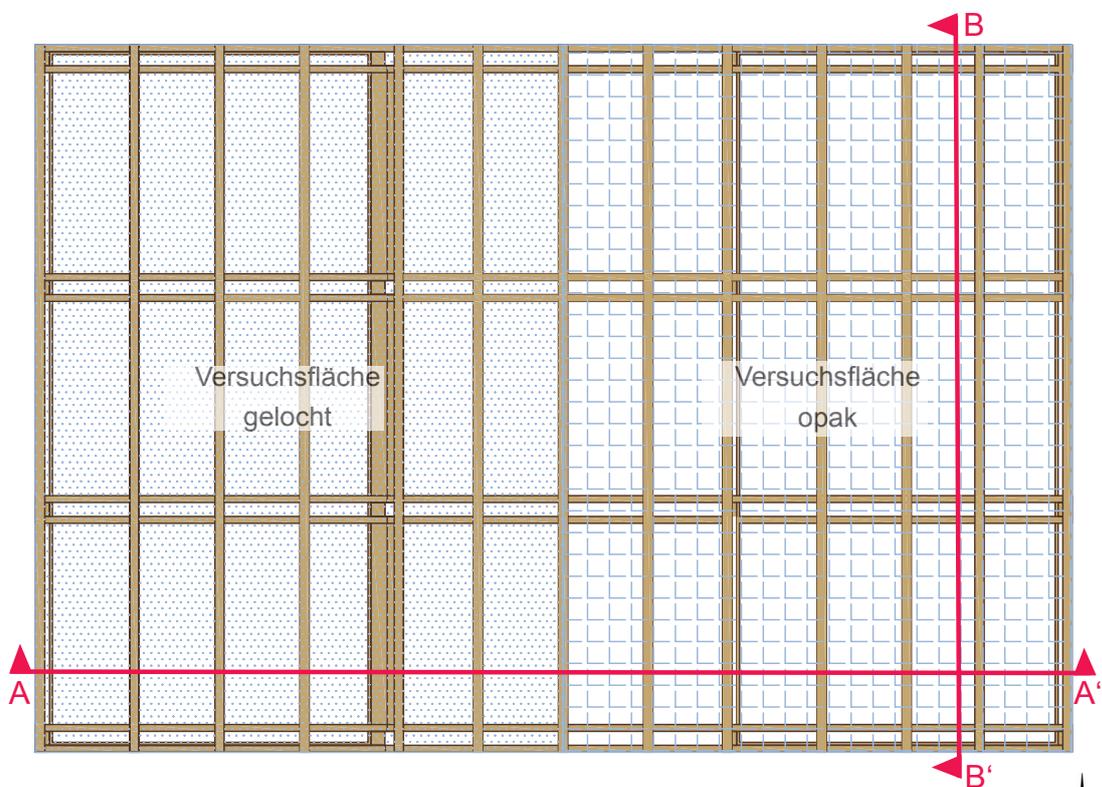


Abbildung 12: Grundriss, Pergola von oben mit PV-Modulen (EIGENE ERSTELLUNG).

3.3 Aufbau

In diesem Kapitel wird der Aufbau der Anlage erläutert. Die Abbildungen 13 bis 22 verschaffen einen kleinen Einblick.



Abbildung 13: Aufstellungsplatz der Pergola, 29.04.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 14: Unterkonstruktion der Pergola, 29.04.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 15: Einbau der Dränmatte, 30.04.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 16: Bretterboden im Pflanzbeet, 30.04.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 17: Versuchsanlage, 06.05.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

Bei der Bauweise handelt es sich um eine einfache Intensivbegrünung. Aus statischen Gründen wurden unter der Vegetationstragschicht Fichtenbretter mit einer Stärke von 40 mm eingelegt. Die Bretter wurden auf eine Dränmatte gelegt, damit sie nicht direkten Kontakt zum Boden haben. Somit wird verhindert, dass die Bretter im Wasser, welches von der Anlage abfließt, liegen (siehe Abbildungen 15 und 16).



Abbildung 18: Aufbau der Vegetationstragschicht mit Kontrollschacht und Blähschiefer, 06.05.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 19: Aufbau der Vegetationstragschicht mit Kontrollschacht, Filtervlies und Intensivsubstrat, 06.05.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

Der Aufbau der Vegetationstragschicht gestaltet sich folgendermaßen: Das Pflanzbeet wurde mit einer Teichfolie (3mm) ausgekleidet. Dabei wurden die einzelnen Bahnen miteinander verschweißt. Der Abfluss des Kontrollschachts wurde ebenfalls verschweißt (siehe Abbildungen 18 und 19). Anschließend wurde ein Trenn-, Schutz- und Speichervlies (4 mm) ausgebreitet. Danach wurden 4 cm Blähschiefer 2/8 aufgebracht und ein Filtervlies Typ 105 mit einer Stärke von 1,1 mm darübergelegt. Im Anschluss wurde das Intensivsubstrat, das eine Schichthöhe von 16 cm aufweist, aufgebracht (siehe Abbildung 20).

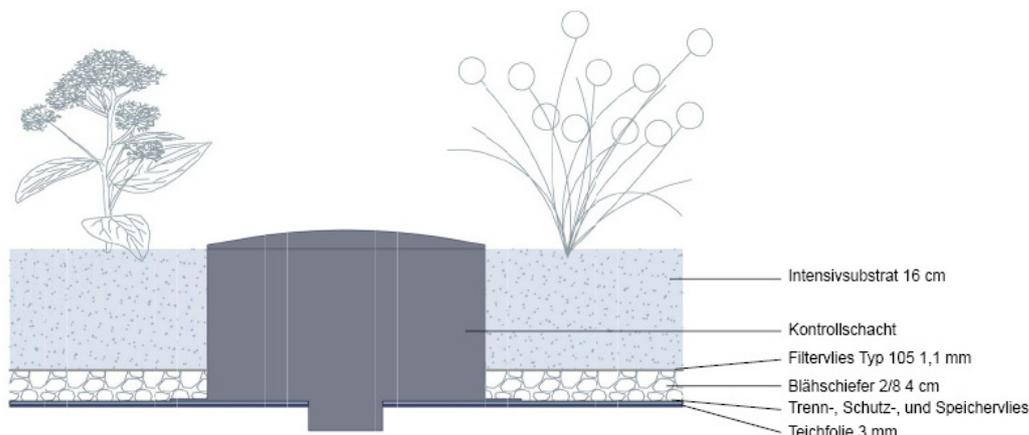


Abbildung 20: Schichtaufbau der Vegetationstragschicht (EIGENE ERSTELLUNG, 2014).

Nach der Pflanzung wurde ein automatisiertes Bewässerungssystem oberirdisch verlegt (siehe Abbildung 21). Bei jeder zweiten Pflanzenreihe wurde der Tropfschlauch vorbeigeführt und mittels Erdspeissen fixiert. Der Tropfschlauch verfügt über drei Tropfer pro Meter, jeder Tropfer hat eine Wasserabgabe von 2 l/h. Um eine durchgängige und gleichmäßige Wasserversorgung zu gewährleisten, wurde ein Tensiometer installiert. Das Tensiometer misst die Feuchtigkeit der Erde. Liegt der Messwert unter 35 % Feuchtigkeit, wird die Bewässerung aktiviert. Bei der Installation des Tensiometers ist darauf zu achten, dass es in der Nähe eines Tropfers und einem Wurzelballen einer Pflanze angebracht wird, damit kann exakt gemessen werden, wieviel Feuchtigkeit um den Wurzelballen ist und somit werden Gießschäden verhindert.



Abbildung 21: Bewässerung der Versuchsanlage, Tropfschlauch, 16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 22: Versuchsanlage, mit PV-Modulen gedeckt, 01.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 23: PV-Modul gelochte Zellen, 01.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 24: PV-Modul opake Zellen, 01.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.4 Pflanzenauswahl

Dieses Kapitel gibt Aufschluss über die Anordnung der ausgewählten Pflanzen und beschreibt diese und deren Eigenschaften sowie die Wuchsbedingungen. Es wurden zwölf Gemüse- und Kräuterpflanzen unter den PV-Modulen getestet. Sieben Arten sind für den sonnigen Standort geeignet, fünf weitere Arten gedeihen auch im Halbschatten (siehe Tabelle 1). Die Pflanzen wurden als Jungpflanzen gepflanzt, zwei Arten wurden angesät. Zudem wurden noch Stauden und Kletterpflanzen angepflanzt, deren Entwicklung in dieser Arbeit allerdings nicht behandelt wird. Folgend sind die Steckbriefe der Indikatorpflanzen, hier wird jede Pflanze beschrieben. Zusätzlich wurde für jede Pflanze eine Hypothese aufgestellt, welche nachfolgend überprüft wird.

	Pflanze	Blühzeit	Blütenfarbe	Standort	Lebensbereich
	<i>Allium schoenoprasum</i> , Schnittlauch	VI-VII	lila	☉☾	Fr
	<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> , Mangold		weiß	☉☾	B
	<i>Brassica oleracea convar. capitata var. sabauda</i> , Kopfkohl		gelb	☉	B
	<i>Capsicum annuum</i> , Chilli		weiß	☉	B
	<i>Eruca sativa</i> , Rucola		gelb	☉☾	B
	<i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum', Dunkelblättriger Fenchel	VII-VIII	gelb	☉☾	Fr
	<i>Lactuca sativa var. capitata</i> , Kopfsalat		weiß	☉	B
	<i>Mentha x piperita</i> , Pfefferminze	V-VII	blau violett	☉☾	GR, Fr, WR
	<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Strauchbasilikum	VI-IX	violett	☉	B
	<i>Origanum vulgare</i> , Oregano	VII-IX	lila	☉	Fr1 - SH1, St1, FS1
	<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> , Stangenbohne		lila	☉	B
	<i>Raphanus sativus var. sativus</i> , Radischen		gelb	☉	B
<p> B = Beet GR = Gehölzrand Fr (1) = Freifläche (trockener Boden) SH1 = Steppenheide, trockener Boden St1 = Steinanlagen, trockener Boden FS1 = Felssteppen, trockener Boden WR = Wasserrand </p> <p>  sonniger Standort  halbschattiger Standort </p>					

Tabelle 1: Übersicht Pflanzen (EIGENE ERSTELLUNG, 2014).

3.4.1 *Allium schoenoprasum*, Schnittlauch

Allium schoenoprasum ist frosthart und mehrjährig. Er bildet ähnlich wie Porree unterirdische nur sehr schwache Zwiebel aus und bestockt sich reich mit Tochterzwiebeln (LIEBEREI, REISDORFF 2012).

Die röhrenförmigen Blätter, die in dichten Horsten wachsen, werden bis zu 30 cm hoch. Die halbkugeligen Blütenköpfchen sind rötlich lilafarben (GREINER, WEBER 2006). Die Art ist anspruchslos und gedeiht an sonnigen bis halbschattigen Plätzen, in humosen und mäßig feuchten Böden.

Die Aussaat unter Glas erfolgt von Februar bis April in Töpfen. Direktsaat ist ab April bis Anfang August möglich. Im Frühjahr oder Herbst kann jedes zweite Jahr eine Stockteilung erfolgen (KREUZER 1998).

Geerntet wird von April bis November, wo die Blätter knapp über dem Boden abgeschnitten werden. Geerntet kann alle 3-4 Wochen werden. Ein Rückschnitt der Blüten verhindert eine Schwächung der Pflanzen (KEUTGEN 2014). Schnittlauch kann auch bei 15-20 °C im Zimmer gehalten werden. Er wird dem Standort Freifläche zugeordnet (KREUZER 1998).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Da diese Art auf mäßig feuchten Böden in sonniger bis halbschattiger Lage gedeiht, wird sie sich vor allem in den hellen bis schattigen Lichtzonen gut entwickeln. Für die Lichtzonen „hell“ und „lichter Schatten“ wäre *Allium schoenoprasum* sehr gut geeignet.



Abbildung 25: *Allium schoenoprasum*,
16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 26: *Allium schoenoprasum*
29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 27: *Allium schoenoprasum*
29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.4.2 *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*, Mangold

Diese Gemüsepflanze ist zweijährig und wird meistens einjährig gezogen. Das Laub ist gekräuselt, purpurgrün je nach Sorte von gelb bis rot und hat rot geaderte Blätter und Stiele. Die Pflanze wird etwa 45 cm hoch (BIGGS et al. 2010). *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* wächst an sonnigen bis halbschattigen Standorten und auf nährstoffreichen, humosen Böden (STEIN 2013).

Beta vulgaris subsp. *vulgaris* kann von April bis August in 2-3 cm tiefen Reihen gesät werden. Anschließend die Pflanzen auf 20 cm vereinzeln. Spätere Aussaaten sind von Juli bis September möglich, da die Art in milden Gegenden überwintern kann (HUDAK 2009). Der empfohlene Reihenabstand ist etwa 30-40 cm. Die Pflanze ist gut geeignet für Mischkultur. *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* ist gut kombinierbar mit Buschbohne, Hülsenfrüchten allgemein, Kohl, Möhren, Radieschen, Rettich; ein schlechter Nachbar ist der Spinat (KEUTGEN 2014). Die Ernte kann ab einer Blatthöhe von 15 cm durchgeführt werden, dabei sollte darauf geachtet werden, dass das Herz nicht verletzt wird, um einen erneuten Blattaustrieb zu gewährleisten. Die Erntezeit erfolgt das ganze Jahr über (STEIN 2013).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Diese Art bevorzugt nährstoffreiche, humose Böden in sonniger bis halbschattiger Lage. Sie wird sich besonders in sonnigen bis halbschattigen Lichtzonen gut entwickeln. Für die Lichtzonen „hell“ und „lichter Schatten“ wäre *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* sehr gut geeignet.



Abbildung 28: *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*, 04.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 29: *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*, 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 30: *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*, 28.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.4.3 *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, Kopfkohl/Wirsing

Brassica oleracea convar. *capitata* var. *sabauda* ist ein Tiefwurzler, die Sprossachse ist gestaucht. Der Kopf geht aus einer extrem vergrößerten Blattknospe hervor, umgeben von Blättern (KREUZER 1998).

Die Blätter sind blasenartig gewellt und meist dunkelgrün. Der Kopf weist eine lockere Struktur auf (LIEBEREI, REISDORFF 2012). Er wird zwischen 30-40 cm hoch. Die Pflanze bevorzugt einen sonnigen Standort. Die starkzehrende Pflanze braucht nahrhafte, lehmig humose Böden, dabei ist eine gute Wasserhaltekapazität von Vorteil (STEIN 2013).

Die Aussaat erfolgt bei frühen Sorten Anfang bis Mitte Februar, für Spätsorten Ende März bis Anfang Juni. Dabei ist zu achten, dass relativ dünn gesät wird in einer Saattiefe von 0,5-1 cm. Die Pflanzzeit bei Frühsorten ist im April, hierbei ist ein Pflanzabstand von 40x40 cm bis 50x40 cm optimal. Bei späteren Sorten ist die Pflanzung von Mai bis Mitte Juni mit einem Pflanzabstand von 60x50 cm bis 60x60 cm.

Regelmäßiges Düngen und Bodenlockerung sind wichtige Maßnahmen. Ebenfalls ist eine gleichmäßige Bodenfeuchte vorteilhaft (KREUZER 1998).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Die Art bevorzugt nährstoffreiche, lehmig humose Böden in sonniger Lage. Sie wird sich vorzugsweise in der helleren Lichtzone gut entwickeln. Für die Lichtzone „hell“ wäre *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* sehr gut geeignet.



Abbildung 31: *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

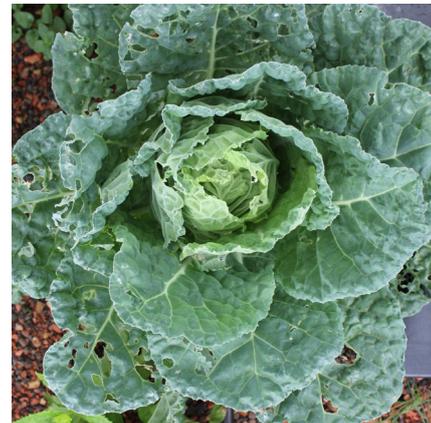


Abbildung 32: *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

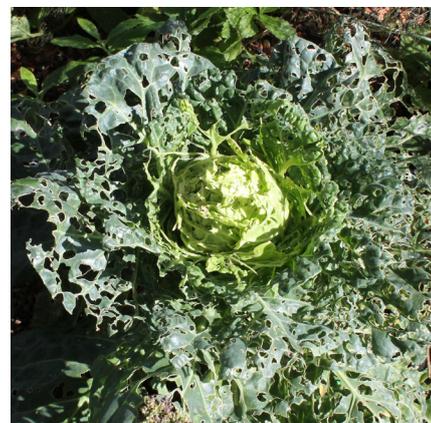


Abbildung 33: *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* mit Fraßspuren, 14.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.4.4 *Capsicum annuum*, Chili

Diese einjährig kultivierte Pflanze erlangt eine Höhe von 1 m und eine Breite von etwa 30 cm (BIGGS et al. 2010). Das Blatt ist dunkelgrün, eiförmig oder elliptisch. Die weiße oder lilafarbene Blüte ist klein und sternförmig. Die Blähfrüchte sind hohl und haben eine kugelige bis längliche Form in unterschiedlichen Farben von grün bis gelb, orange, rot und violett (GREINER, WEBER 2006).

Der Starkzehrer gedeiht an sonnigen geschützten Standorten, in lockeren nährstoffreichen Böden. Gut geeignet für Gewächshäuser und Frühbeete.

Die Aussaat erfolgt von Mitte Februar bis Mitte März bei einer Temperatur von 20-24 °C. Nach dem Aufgang werden die Pflanzen pikiert. Die Pflanzen werden erst nach den Frösten auspflanzen mit einem Pflanzabstand von 50x60 cm. Alsbald mit Stöcken oder Schnüren stützen. Regelmäßiges gießen und düngen ist erforderlich.

Die Ernte erfolgt von Ende Juli bis zum Frost (STEIN 2013).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Die Pflanze bevorzugt nährstoffreiche, lockere Böden in sonniger Lage. Sie wird sich besonders in der hellen Lichtzone gut entwickeln. Für die Lichtzonen „hell“ wäre *Capsicum annuum* sehr gut geeignet.



Abbildung 34: *Capsicum annuum*, 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 35: *Capsicum annuum*, 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 36: *Capsicum annuum*, 28.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.4.5 *Eruca sativa*, Rucola, Rauke

Diese Art ist einjährig und bildet buschige, runde Blattrosetten aus, die eine Höhe von etwa 20 cm erlangen (GREINER, WEBER 2006).

Die Blätter sind fiederteilig 15-20 cm lang und grün. Die Blüten sind vierzählig, gelblich weiß mit violetter Aderung, aus deren sich Samenschoten bilden (LIEBEREI, REISDORFF 2012).

Die Pflanze wächst in sonnigen bis halbschattigen Lagen und bevorzugt humusreiche feuchte Böden (GREINER, WEBER 2006). Sie verträgt leichten Frost. Bei zu viel Wärme, beginnt Rucola meist zu blühen (KEUTGEN 2014).

Die Aussaat erfolgt von März bis September in Reihen, die etwa eine Tiefe von 1 cm aufweisen sollen, der Pflanzabstand beträgt 15×20 cm. Die Ernte erfolgt ab einer Bestandshöhe von 15-20 cm von Mai bis Oktober (HUDAK 2009).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Die Pflanze bevorzugt feuchte, humusreiche Böden in sonniger bis halbschattiger Lage. Sie wird sich gut in helleren, aber auch in dunkleren Lichtzonen entwickeln. Für die Lichtzonen „hell“ und „lichter Schatten“ wäre *Eruca sativa* sehr gut geeignet.



Abbildung 37: *Eruca sativa*, 04.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 38: *Eruca sativa*, 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 39: *Eruca sativa*, 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.4.6 *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum', Gewürzfenichel

Laut SCHMIDHAMMER (2014) ist die polsterbildende Pflanze mehrjährig und erlangt eine Höhe von 150 cm. Die wechselständigen grünen Blätter sind vielfach gefiedert mit fädigen Fiedern (LIEBEREI, REISDORFF 2012).

Das Doldengewächs bildet von August bis September gelbe Blüten aus, daraus entwickeln sich in weiterer Folge die aromatischen Samen.

Die Pflanze gedeiht an sonnigen bis absonnigen Standorten (SCHMIDHAMMER 2014).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Die Pflanze bevorzugt sonnige bis halbschattige Standorte. Sie wird sich gut in helleren, aber auch in dunkleren Lichtzonen entwickeln. Für die Lichtzonen „hell“ und „lichter Schatten“ wäre *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' sehr gut geeignet.



Abbildung 40: *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum', 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 41: *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum', 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 42: *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum', 10.07.2016 (EIGENE ERSTELLUNG, 2014).

3.4.7 *Lactuca sativa* var. *capitata*, Kopfsalat

Die krautige Pflanze ist einjährig, kann jedoch unter entsprechenden Bedingungen auch zweijährig sein. Die unbehaarten Blätter sitzen direkt am Stiel und bilden eine Rosette, in weiterer Folge kommt es zur Kopfbildung. Die Form und Farbe der Blätter sind je nach Sorte unterschiedlich und werden ebenfalls durch die Wuchsbedingungen geprägt (KRUG et al. 2002).

Lactuca sativa var. *capitata* bevorzugt sonnige Plätze und lockere humose Lehmböden oder sandige Lehmböden. Die Pflanze ist empfindlich gegen saure Böden und Trockenheit. Vor der Pflanzung ist eine gute, tiefgründige Bodenbearbeitung wichtig. Die Aussaat erfolgt im Freien ab Anfang April ab einer Bodentemperatur von 7-8 °C. Bei einer Pflanzung ist ein Reihenabstand von 30-40 cm und in der Reihe ein Pflanzabstand von 25-23 cm ausreichend.

Regelmäßige Unkrautbekämpfung durch Unkrauthacke. Ein verkrusteter Boden soll vermieden werden. Bei der Kopfausbildung ausreichend wässern.

Die Ernte erfolgt je nach Kopfausbildung etwa nach 8-12 Wochen (PELZMANN 1997).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Die Pflanze gedeiht gut auf feuchten Böden und sonnigen Standorten. Sie wird sich besonders in helleren Lichtzonen entwickeln. Für die Lichtzone „hell“ wäre *Lactuca sativa* var. *capitata* sehr gut geeignet.



Abbildung 43: *Lactuca sativa* var. *capitata*, 16.09.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 44: *Lactuca sativa* var. *capitata*, 14.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

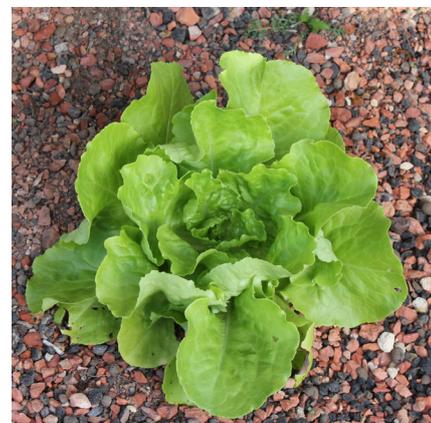


Abbildung 45: *Lactuca sativa* var. *capitata*, 14.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.4.8 *Mentha x piperita*, Pfefferminze

Die Wuchsform von *Mentha x piperita* ist flach kriechend, sie wird etwa 40 cm hoch.

Die kreuz- gegenüberlich angeordneten Blätter sind länglich oval gezähnt, hell bis dunkelgrün teilweise rötlich gefärbt und aromatisch duftend. Von Juli bis August erscheinen rosa gefärbte Scheinähren (DUWE 2014).

Die Pflanze verlangt sonnig bis absonnige Standorte. Die bevorzugten Lebensbereiche sind Gehölzrand, Freiflächen und Wasserrand. (SCHMIDHAMMER 2014). Auf einen m² werden sechs Stück empfohlen (GAISSMAYER 2017).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Die Art gedeiht gut auf feuchten Böden. Die Pflanze bevorzugt sonnige bis halbschattige Standorte. Die Pflanze wird sich vorzugsweise in helleren und dunkleren Lichtzonen entwickeln. Für die Lichtzonen „hell“ bis „lichter Schatten“ wäre *Mentha x piperita* sehr gut geeignet.



Abbildung 46: *Mentha x piperita*, 12.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 47: *Mentha x piperita*, 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 48: *Mentha x piperita*, 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.4.9 *Ocimum kiliman. x basilicum*, Stauchbasilikum

Die Pflanze wird etwa 80-85 cm hoch. Die Wuchsform ist buschig und stark verzweigt, krautig bis verholzend. Die Stängel sind kantig.

Die grünen oder roten Blätter sind eiförmig bis länglich oval und leicht gezähnt. Die purpurroten achselständigen Trugdolden beziehungsweise Scheindolden erscheinen von Juni bis September (HANS 2015). Die vielen Blüten ziehen unter anderem Hummeln und Bienen an (GAISSMAYER 2017).

Ocimum kiliman. x basilicum gedeiht bevorzugt auf sonnigen, warmen Plätzen mit humusreichen, lockeren, sandigen Böden sowie ausreichender Feuchtigkeit (KOCH, MATTHES 2015). Pro m² können vier Stück gepflanzt werden (GAISSMAYER 2017).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Die Pflanze gedeiht gut auf sonnigen, warmen Standorten. Sie wird sich insbesondere in der hellen Lichtzone entwickeln. Für die Lichtzone „hell“ wäre *Ocimum kiliman. x basilicum* sehr gut geeignet.



Abbildung 49: *Ocimum kiliman. x basilicum*, 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 50: *Ocimum kiliman. x basilicum*, 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 51: *Ocimum kiliman. x basilicum*, 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.4.10 *Origanum vulgare*, Oregano

Diese Polsterstaude wird etwa 30 cm hoch und ist winterhart (BIGGS et al. 2010). Das Blatt ist grün, eiförmig, lanzettlich und stark aromatisch. Von Juni bis September erscheinen zarte hell-rosa Blüten auf endständigen Trugdolden (GÖTZ, HÄUSSERMANN 2007).

Origanum vulgare bevorzugt sonnige Plätze und trockene, durchlässige Böden (GREINER, WEBER 2006). Die Pflanze wächst auf Freiflächen, Steinanlagen, Steppenheiden und Felssteppen. Verwendbar für Dachgärten, Tröge, südseitige Plätze, in Verbindung mit Stufen und Wegen.

Die Vermehrung ist durch Aussaat ab April möglich, oder durch Teilung (GÖTZ, HÄUSSERMANN 2007).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Die Pflanze gedeiht gut auf trockenen Böden und sonnigen Standorten. *Origanum vulgare* wird sich in der hellen Lichtzone gut entwickeln. Für die Lichtzone „hell“ wäre die Pflanze sehr gut geeignet.



Abbildung 52: *Origanum vulgare*, 16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 53: *Origanum vulgare*, 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 54: *Origanum vulgare*, 25.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.4.11 *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*, Stangenbohne

Diese einjährige Art ist kletternd und wird je nach Sorte 2-4 m hoch. Damit sich die Pflanze gut entwickeln kann, benötigt diese kreisförmige oder kreuzweise aufgestellte Stangen, Netze oder Schnüre (STEIN 2013). Dreizählige grüne Blätter und traubenartige Blütenstände erscheinen aus den Blattachsen der Sprosse (LIEBEREI, REISDORFF 2012). Die Bildung der typischen Schmetterlingsblüten ist wärmeabhängig. Daraus entwickeln sich nach der Selbstbefruchtung 20-30 cm lange Hülsen. Alle Sorten sind tagneutral. *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* ist sehr wärmebedürftig und wächst vorzugsweise auf windgeschützten Plätzen (KEUTGEN 2014). Die Pflanze bevorzugt feuchte, jedoch keine nassen, humosen Böden, in sonniger Lage. Der Nährstoffbedarf ist mittel, und kann bei der Bodenvorbereitung durch verrotteten Kompost oder Stallmist eingebracht werden. Die Aussaat ist meist direkt, von Mai bis Mitte Juni, pro Stange werden 10-12 Bohnen (Horstsaat), 2-3 cm tief, in einer Entfernung von etwa 8 cm gelegt. Zwischen den Stangen ist ein Abstand von 70 x 80 cm günstig. Nach dem Austreiben wird die Pflanze um eine Stange gewunden. Regelmäßiges Wässern und Mulchen ist wichtig. Es sind mehrmalige Erntegänge von Ende Juli bis Oktober möglich (KREUZER 1998).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Die Pflanze bevorzugt feuchte Böden in sonniger Lage. *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* wird sich vor allem in helleren Lichtzonen gut entwickeln. Für die Lichtzone „hell“ wäre die Pflanze sehr gut geeignet.



Abbildung 55: *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*, 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 56: *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* mit Früchten, 28.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 57: *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*, Früchte, 06.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.4.12 *Raphanus sativus* var. *sativus*, Radieschen

Die runden, ovalen oder zylindrischen Knollenformen von *Raphanus sativus* var. *sativus* entwickeln sich aus dem Abschnitt zwischen der Wurzel und dem Keimblatt aus dem sogenannten Hypokotyl. Die Farbe der Knolle ist rot, weiß oder rot-weiß (KREUZER 1998). Die Pflanze kann eine Höhe von etwa 10-15 cm erlangen.

Sie gedeiht an einem sonnigen Standort, auf sandig humosen Böden (STEIN 2013). Der Schwachzehrer verträgt keinen frischen organischen Dünger.

Der Anbau ist von März bis August möglich. Die Samen sollten nicht tiefer als 1 cm tief gesät werden, nach dem Austreiben zu eng sitzende Pflanzen vereinzeln. Dabei ist ein Pflanzabstand von 10x8 cm optimal.

Bei hohen Temperaturen wird der Laubwuchs gefördert. Dies kann Qualitätsmängel bei der Knolle herbeiführen und verursacht Pelzigkeit und Schwammigkeit oder ein Unterbinden der Knollenbildung. Ebenso kann es bei einer unregelmäßigen Wasserversorgung zu Holzigkeit der Knolle kommen (KEUTGEN 2014). Die Erntezeit ist etwa sechs Wochen nach der Aussaat möglich (HUDAK 2009).

Hypothese für die Entwicklung auf der Versuchsfläche: Die Pflanze bevorzugt sandig humose Böden und gedeiht auf sonnigen Standorten. Diese wird sich besonders in der helleren Lichtzone gut entwickeln. Für die Lichtzone „hell“ wäre *Raphanus sativus* var. *sativus* sehr gut geeignet.



Abbildung 58: *Raphanus sativus* var. *sativus*, 04.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 59: *Raphanus sativus* var. *sativus*, 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 60: *Raphanus sativus* var. *sativus*, 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

3.5 Der Pflanzplan

Nach der Auswahl der Pflanzen wurde ein Pflanzplan erstellt. Dabei wurden Wuchsform und Wuchsgröße der unterschiedlichen Arten berücksichtigt. Die Anordnung der Pflanzen wurde in der gleichen Reihenfolge wiederholt, um die gleichen Nachbarschaftsverhältnisse zu erzielen. Jede Pflanzenart wurde je Pflanzbeet dreimal gepflanzt, ausgenommen davon sind die Kletterpflanzen, hier wurden je Pflanzbeet 2 Pflanzen gepflanzt. Dabei wurde das Pflanzbeet in drei Zonen unterteilt, Süden (zum Gebäude gerichtet), Mitte und Norden (Ende der Dachterrasse). Die Zonierung wurde unter Beachtung der Lichtverhältnisse eingeteilt. Hierfür wurde ein Sonnenwegdiagramm herangezogen (siehe Abbildung 61). Die Beete wurden in 3 Lichtzonen („hell“, „lichter Schatten“, „Schatten“) unterteilt, anhand dessen wurde dann der Pflanzplan erstellt.

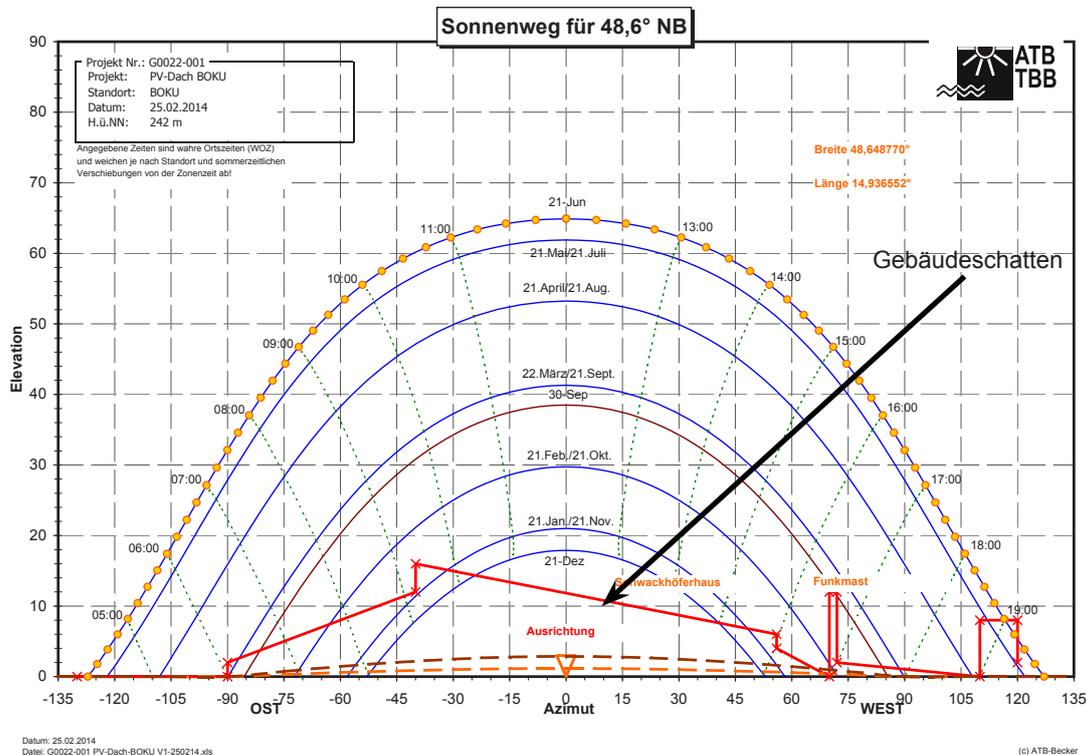
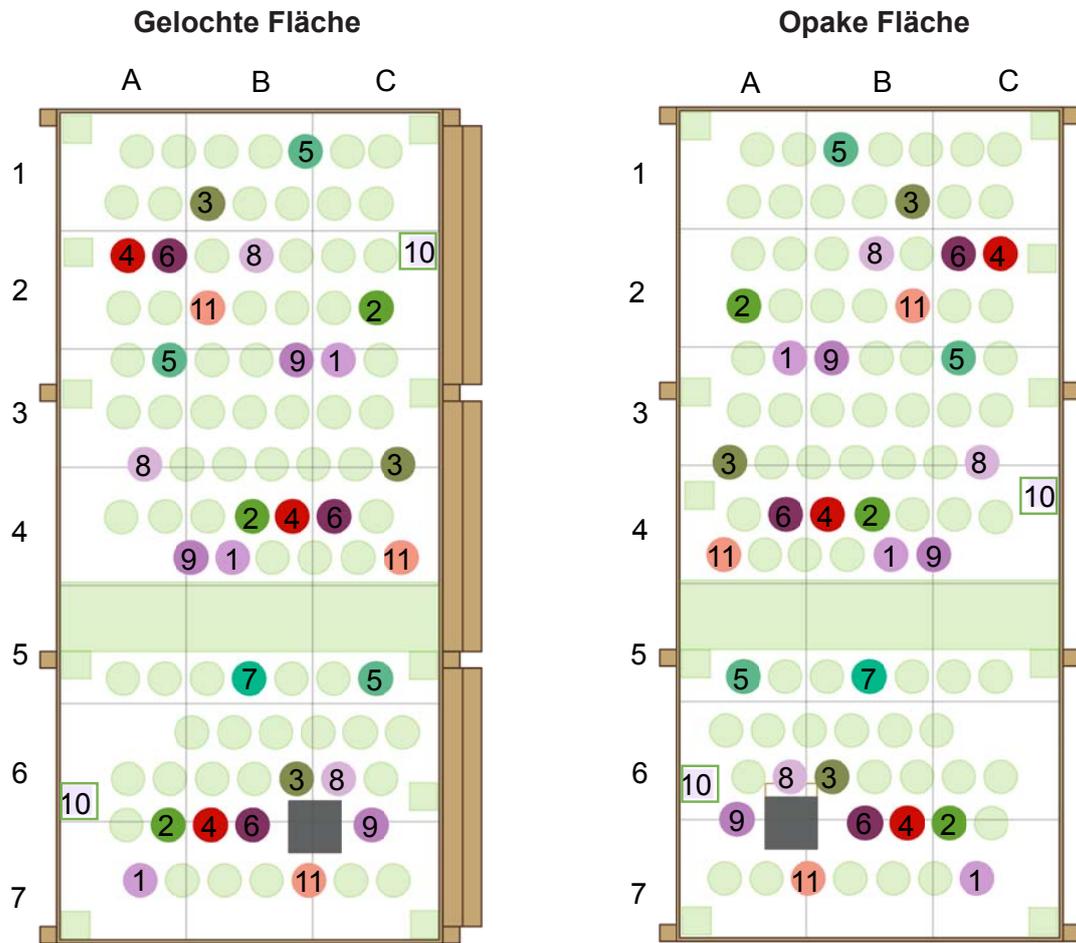


Abbildung 61: Sonnendiagramm (ATB BECKER, 2014).

Die beiden Pflanzbeete (Fläche mit opaken Modulen und Fläche mit gelochten Modulen) wurden spiegelverkehrt ausgepflanzt (siehe Abbildung 62). *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* und *Raphanus sativus* var. *sativus* wurden angesät. *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* wurde im Randbereich platziert (siehe Abbildung 62). In weiterer Folge wurde für diese eine Kletterhilfe aus Draht errichtet. Nachdem *Raphanus sativus* var. *sativus* am 19.08.2014 geerntet wurde, wurde an diesem Platz *Lactuca sativa* var. *capitata* gepflanzt.



- 1 *Allium schoenoprasum*, Schnittlauch
 2 *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*, Mangold
 3 *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, Kopfkohl
 4 *Capsicum annuum*, Chilli
 5 *Eruca sativa*, Rucola
 6 *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum', Gewürzfenchel
 7 *Mentha x piperita*, Pfefferminze
 8 *Ocimum kiliman. x basilicum*, Strauchbasilikum
 9 *Origanum vulgare*, Oregano
 10 *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*, Stangenbohne
 11 *Raphanus sativus* var. *sativus*, Radieschen 20.05.2014 bis 19.08.2014
Lactuca sativa var. *capitata*, Kopfsalat 28.08.2014 bis 14.10.2014

Abbildung 62: Pflanzplan (EIGENE ERSTELLUNG 2014).

Der Standort der Pflanze wird mittels Code, der anhand eines Rasters ermittelt wird, bestimmt. Beispielsweise der Standort G.C5 von *Eruca sativa* setzt sich folgendermaßen zusammen (siehe Abbildung 63): „G“ steht für die Fläche mit gelochten Solarzellen („O“ steht für die Fläche mit opaken Solarzellen). C5 steht für die Reihe, wo sich die Pflanze befindet.

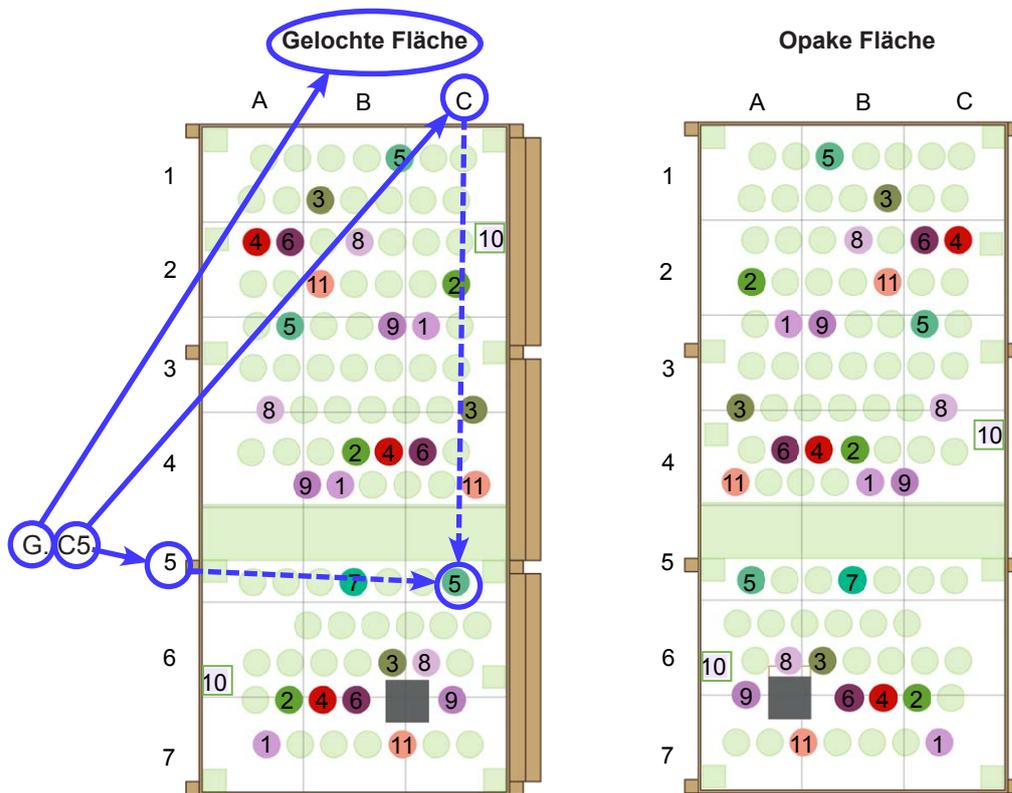


Abbildung 63: Codierung der Pflanzen (EIGENE ERSTELLUNG 2014).

3.6 Lichtverteilung in der Versuchsanlage

Um die Schattenwirkung, welche durch die PV-Anlage entsteht und damit den entstehenden Strahlungsmangel genauer erheben zu können, wurden Fotos mit einer digitalen Spiegelreflexkamera mit einem Fischaugenobjektiv gemacht (siehe Abbildung 64).



Abbildung 64: Aufnahme Spiegelreflexkamera mit Fischaugenobjektiv, zeigt einen Standort im Beet, dabei ist erkennbar, die Dachkonstruktion mit gelochten PV-Modulen 10.08.2014 (NACH WEIXELBAUMER LAUFENDE MASTERARBEIT).

Das Untersuchungsverfahren mit hemisphärischen Fotografien ist zur Ermittlung der Pflanzenbedeckung entwickelt. Mittels Weitwinkelobjektiv werden hemisphärische Aufnahmen erzeugt, die das bestehende Kronendach aufnehmen. In diesem Fall die Überdachung der Pergola. Je nach Einstellung unterschiedlicher ortsspezifischer Parameter lassen sich für jede hemisphärische Aufnahme verschiedene lichtökologische Werte errechnen. Dadurch lässt sich der Lückenanteil im Pergoladach feststellen. Dieser wird mit Hilfe der Software HemiView durch eine Überlagerung der Aufnahmen mit der Sonnenbahn in Strahlungsdaten umgerechnet. Dabei kann der Global Site Factor (GSF) errechnet werden: Dieser Wert zeigt das Verhältnis von der Globalstrahlung oberhalb einer Pflanzenbedeckung zur Globalstrahlung unter der Pflanzenbedeckung. Dieser Faktor wird aus direkter und diffuser Strahlung errechnet. Die reflektierende Strahlung wird dabei nicht

miteinbezogen. HemiView liefert verschiedenste Informationen und bietet mehrere Möglichkeiten (HLOUSEK 2014). In diesem Versuch wurde speziell auf die direkte Strahlung unter der Abschirmung eingegangen. Dabei wird anhand der errechneten Werte eine Exceltabelle angelegt und im Anschluss der Lichtzonenplan erstellt (siehe Abbildungen 65).

Bei den Aufnahmen wurde die Kamera mit der Linse nach oben, in einer Höhe von 60 cm positioniert. Die entstandenen Bilder (siehe Abbildung 64) wurden danach mittels Computer ausgewertet. Je Beet wurden 21 Aufnahmen durchgeführt. Daraus ergab sich der Lichtzonenplan (siehe Abbildungen 65 und 66). Anhand der neuen Erkenntnisse wurden die Lichtzonen neu festgelegt. Diese sind dennoch mit Vorsicht zu betrachten, da die Messungen erst nach der Pflanzung durchgeführt wurden. Nachbarpflanzen könnten die Messergebnisse unter Umständen beeinträchtigt haben. Ebenso das an die Anlage angrenzende Geländer der Terrasse könnte Einfluss auf die Messergebnisse haben. Das würde die dunkle Zone auf der gelochten Fläche G.A4 erklären (siehe Abbildung 66). Durch die neue Zonierung wurde festgestellt, dass nicht jede der Pflanzen in den drei unterschiedlichen Lichtzonen platziert ist. Deshalb ist beispielsweise *Eruca sativa* nur in der Lichtzone 3 („Schatten“) vorhanden. Hier können also nur zu einer Lichtzone Angaben und Erkenntnisse gemacht werden. Jedoch führt die unterschiedliche Strahlungsintensität innerhalb einer Lichtzone dennoch zu geringen Entwicklungsunterschieden.

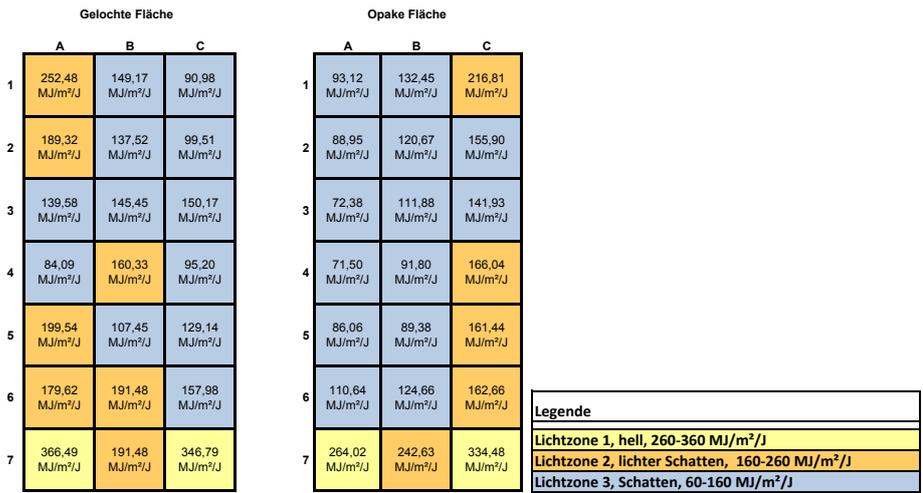
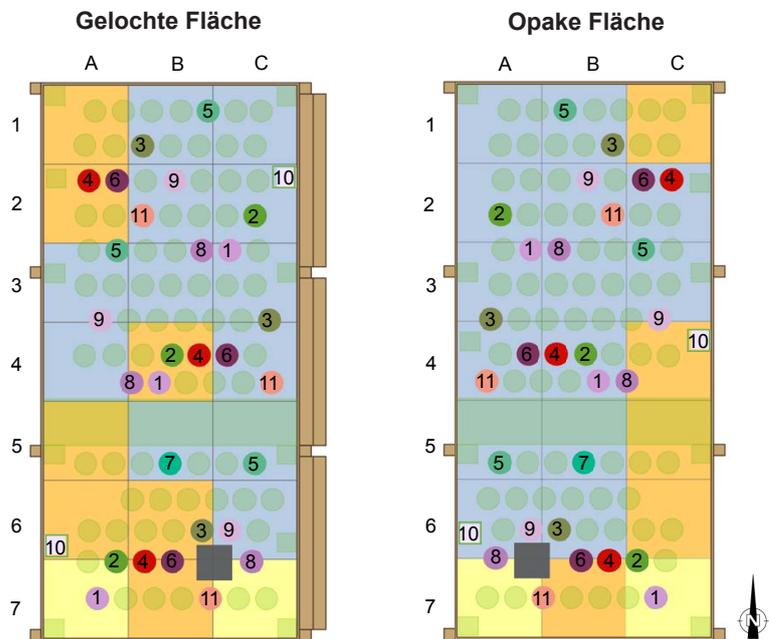


Abbildung 65: Auswertung Hemiview (EIGENE ERSTELLUNG 2014).



- 1 *Allium schoenoprasum*, Schnittlauch
- 2 *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*, Mangold
- 3 *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, Kopfkohl
- 4 *Capsicum annuum*, Chili
- 5 *Eruca sativa*, Rucola
- 6 *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum', Gewürzfenchel
- 7 *Mentha x piperita*, Pfefferminze
- 8 *Ocimum kiliman. x basilicum*, Strauchbasilikum
- 9 *Origanum vulgare*, Oregano
- 10 *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*, Stangenbohne
- 11 *Raphanus sativus* var. *sativus*, Radieschen 20.05.2014 bis 19.08.2014
Lactuca sativa var. *capitata*, Kopfsalat 28.08.2014 bis 14.10.2014

- Lichtzone 1, „hell“ 260-360 mJ/m²/J
- Lichtzone 2, „lichter Schatten“ 160-260 mJ/m²/J
- Lichtzone 3, „Schatten“ 60-160 mJ/m²/J

Abbildung 66: Lichtzonenplan (EIGENE ERSTELLUNG 2014).

3.6.1 Verteilung der Pflanzen in den Lichtzonen

In diesem Kapitel wird die Lichtverteilung auf der Anlage beschrieben.

Pflanze	gelocht Süd	gelocht Mitte	gelocht Nord	opak Süd	opak Mitte	opak Nord
<i>Allium schoenoprasum</i>	366,49 MJ/m ² /J	160,33 MJ/m ² /J	150,17 MJ/m ² /J	334,48 MJ/m ² /J	91,80 MJ/m ² /J	72,38 MJ/m ² /J
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>	366,49 MJ/m ² /J	160,33 MJ/m ² /J	99,51 MJ/m ² /J	334,48 MJ/m ² /J	91,80 MJ/m ² /J	88,95 MJ/m ² /J
<i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i>	191,48 MJ/m ² /J	95,20 MJ/m ² /J	149,17 MJ/m ² /J	132,45 MJ/m ² /J	71,50 MJ/m ² /J	124,66 MJ/m ² /J
<i>Capsicum annuum</i>	247,13 MJ/m ² /J	160,33 MJ/m ² /J	189,32 MJ/m ² /J	242,63 MJ/m ² /J	91,80 MJ/m ² /J	155,90 MJ/m ² /J
<i>Eruca sativa</i>	129,14 MJ/m ² /J	139,58 MJ/m ² /J	90,98 MJ/m ² /J	86,06 MJ/m ² /J	141,93 MJ/m ² /J	132,45 MJ/m ² /J
<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i>	346,79 MJ/m ² /J	95,20 MJ/m ² /J	137,52 MJ/m ² /J	264,02 MJ/m ² /J	71,50 MJ/m ² /J	120,67 MJ/m ² /J
<i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum'	247,13 MJ/m ² /J	95,20 MJ/m ² /J	189,32 MJ/m ² /J	242,63 MJ/m ² /J	71,50 MJ/m ² /J	155,90 MJ/m ² /J
<i>Mentha x piperita</i>		107,45 MJ/m ² /J			89,38 MJ/m ² /J	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i>	346,79 MJ/m ² /J	160,33 MJ/m ² /J	145,45 MJ/m ² /J	264,02 MJ/m ² /J	166,04 MJ/m ² /J	111,88 MJ/m ² /J
<i>Origanum vulgare</i>	157,98 MJ/m ² /J	139,58 MJ/m ² /J	137,52 MJ/m ² /J	110,64 MJ/m ² /J	166,04 MJ/m ² /J	120,67 MJ/m ² /J
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>	179,62 MJ/m ² /J		99,51 MJ/m ² /J	264,02 MJ/m ² /J		166,04 MJ/m ² /J
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i>	346,79 MJ/m ² /J	95,20 MJ/m ² /J	137,52 MJ/m ² /J	264,02 MJ/m ² /J	71,50 MJ/m ² /J	120,67 MJ/m ² /J

Lichtzone 1, hell, 360-260 MJ/m ² /J
Lichtzone 2, lichter Schatten, 260-160 MJ/m ² /J
Lichtzone 3, Schatten, 60-160 MJ/m ² /J

Tabelle 2: Lichtzonen der einzelnen Pflanzen (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Anhand des Lichtzonenplans wurde die direkte Strahlung die jede einzelne Pflanze erreicht, bestimmt. Die dabei ermittelten Werte wurden anhand der Strahlungsintensität in drei Lichtklassen eingeteilt:

- Lichtzone 1 „hell“ 260-360 mJ/m²/J
- Lichtzone 2 „lichter Schatten“ 160-260 mJ/m²/J
- Lichtzone 3 „Schatten“ 60-160 mJ/m²/J

Die Tabelle 2 zeigt deutlich die Lichtverhältnisse jeder einzelnen Pflanze.

Entgegen den Erwartungen liegen die Pflanzen nicht wie vorgesehen in den unterschiedlichen Lichtzonen. Bei *Allium schoenoprasum* befinden sich die beiden südlich gelegenen Pflanzen unter den gelochten und den opaken Modulen in der Lichtzone 1 („hell“). Die Pflanze, die in der Mitte unter der gelochten Fläche gepflanzt ist, befindet sich in der Lichtzone 2 („lichter Schatten“). Alle weiteren Exemplare stehen in der Lichtzone 3 („Schatten“). *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* hat die gleichen Standortbedingungen wie *Allium schoenoprasum*. Das Lichtverhältnis von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* ist unter dem gelochten PV-Modul am Standort G.B6 in der Lichtzone 2 („lichter Schatten“), die anderen Pflanzen stehen in der Lichtzone 3 („Schatten“). *Capsicum annuum* steht unter den gelochten PV-Modulen in Lichtzone 2 („lichter Schatten“). Unter den opaken Modulen befindet sich die Pflanze am Standort O.B7 in der Lichtzone 2 („lichter Schatten“) die übrigen Pflanzen wachsen in der Lichtzone 3 („Schatten“). *Eruca sativa* gedeiht unter den

opaken und gelochten Modulen in Lichtzone 3 („Schatten“). *Foeniculum vulgare* ‘Atropurpureum’ ist in der Lichtzone 2 („lichter Schatten“) und Lichtzone 3 („Schatten“) vertreten. Die Pflanzenstandorte von *Lactuca sativa* var. *capitata* und *Raphanus sativus* var. *sativus* sind im südlichen Teil des PV-Dachgartens (G.C7, O.A7) in der Lichtzone 1 („hell“), während die übrigen Standorte in die Lichtzone 3 („Schatten“) fallen. *Mentha x piperita* steht unter beiden PV-Modulen in der Lichtzone 3 („Schatten“). *Ocimum kiliman. x basilicum* hat unter beiden PV-Modulen die gleichen Lichtgegebenheiten die südlich gelegenen Standorte (G.C7, O.A7) fallen in die Lichtzone 1 („hell“). Die Pflanzen in der Mitte (G.B4, O.C4) wachsen in Lichtzone 2 („lichter Schatten“). Die Pflanzenstandorte im nördlichen Teil der Anlage (G.B3 und O.B3) sind in der Lichtzone 3 („Schatten“). Die Standorte von *Origanum vulgare* sind ebenfalls in der Lichtzone 3 („Schatten“). *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* wächst an den Standorten G.A6 und O.C4 in Lichtzone 2 („lichter Schatten“). Weiters befindet sich die Pflanze auf dem Standort G.C2 in Lichtzone 3 („Schatten“). Die Pflanze auf dem Standort O.A7 steht in der Lichtzone 1 („hell“).

4 Pflanzenwachstum in der Versuchsanlage

Im folgenden Kapitel werden die Untersuchungsmethode, die Auswertung sowie die Ergebnisse der Indikatorpflanzen beschrieben.

4.1 Untersuchte vegetationstechnische Parameter

"Unter Vegetationsaufnahme versteht man zunächst das Verfahren pflanzensoziologischer Datenerfassung in Pflanzbeständen. Eine "Aufnahme" repräsentiert den Datensatz eines Bestandes, ist also im übertragenen Sinne das Resultat des Verfahrens" (DIERSCHKE 1994, S. 148). Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Vegetationsaufnahme vorgenommen. Es wurden vier Bonituren durchgeführt, in einem Intervallabstand von etwa einem Monat.

4.1.1 Bonitur

Die Bonituren wurden am 8. Juli, am 29. Juli, am 4. September und am 1. Oktober 2014 durchgeführt. Bei der Bonitur wurden folgende Parameter aufgenommen:

- Wuchshöhe
 - Wuchsbreite
 - Wuchstiefe
 - Vitalität
 - Blattdichte
 - Infloreszenz
- } Kubisches Pflanzenvolumen ($h \times b \times t$)

4.1.1.1 Wuchshöhe, Wuchsbreite, Wuchstiefe (kubisches Pflanzenvolumen)

Bei jeder Bonitur wurden die Pflanzen mit einem Zollstock vermessen. Hierbei wurden Höhe, Breite und Tiefe aufgenommen. In weiterer Folge wurde anhand dieser Daten das kubische Pflanzenvolumen bestimmt. Dies errechnet sich durch Multiplikation von Höhe (h) x Breite (b) x Tiefe (t). Daraus ergibt sich der Zuwachs jeder Pflanze, der in dm^3 angegeben ist.

4.1.1.2 Vitalität

Anhand der Vitalität ist erkennbar, ob eine Pflanze im ökologischen Optimalbereich oder im Randbereich ihrer Existenz ist. Davon sind Reproduktionsvermögen und Konkurrenzkraft ableitbar. Die Vitalität steht meist in enger Verbindung zum Deckungsgrad (DIERSCHKE 1994).

Die Vitalität unterteilt sich in fünf Stufen:

- 5 üppig
- 4 wüchsig
- 3 normal/vital
- 2 kümmernd
- 1 teilweise abgestorben

4.1.1.3 Blattdichte (Habitus, Erscheinungsbild)

Hierbei wurde die Blattdichte beziehungsweise das Erscheinungsbild bewertet. Dabei wurden die Pflanzen jeder Art anhand deren Eigenschaften, welche diese unter normalen Wuchsbedingungen aufweisen, verglichen und aufgrund dessen bewertet. Die Blattdichte wurde in folgenden Stufen unterteilt :

- 3 sehr dicht
- 2 normal dicht
- 1 wenig dicht

4.1.1.4 Infloreszenz (Fertilität)

Die Fertilität wird als Teilkriterium der Vitalität betrachtet. Pflanzen mit starker vegetativen Vermehrung werden aus soziologischer Sicht als konkurrenzstark und dem zufolge als sehr vital angesehen (DIERSCHKE 1994). Die Blütezeit sowie die Häufigkeit der Blüte wurden bei jeder Pflanze aufgenommen. In weiterer Folge wurde der Fruchtstand beziehungsweise die Fruchtbildung vermerkt.

Die Anzahl der Blüten wurde in fünf Klassen eingeteilt:

- 4 viele Blüten (> 20 Blüten)
- 3 zahlreiche Blüten (10-20 Blüten)
- 2 wenige Blüten (4-10 Blüten)
- 1 einzelne bis rare Blüten (1-3 Blüten)

4.1.1.5 Auswertung der Endergebnisse

Um eine Empfehlung für geeignete Pflanzen für den PV-Dachgarten abzugeben, wurden im folgenden Schritt die ausgewerteten Daten bewertet. Dafür wurde eine

Bewertungsmatrix erstellt. Die Pflanzen wurden von Juli bis Oktober in den monatlichen Bonituren begutachtet. Da bei der Bewertung im Oktober viele Pflanzen aufgrund der Jahreszeit eine abnehmende Vitalität aufweisen konnten, was in weiterer Folge die Ergebnisse beeinflusste, wurde die Vitalität vom September herangezogen. Dazu wurde folgender Bewertungsschlüssel erstellt.

- Vitalitätswert, September 4,00 - 5,00 sehr gut geeignet 
- Vitalitätswert, September 3,00 geeignet 
- Vitalitätswert, September 1,00 - 2,00 nicht geeignet 

Die Infloreszenz wurde ebenso ausgewertet. Zusätzlich wurde erläutert, ob bei dieser Pflanze eine Blüte erwünscht beziehungsweise notwendig ist, um eine Frucht auszubilden.

- Blüte 
- keine Blüte 

Bei den Arten *Capsicum annuum* und *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* wurde der Ertrag der Früchte auf den unterschiedlichen Standorten ausgewertet und gewogen. Bei *Raphanus sativus* var. *sativus* wurden während des Monitorings ausschließlich die oberirdischen Pflanzenteile begutachtet. Nachdem die Pflanzen geerntet wurden, wurden die Knollen der unterschiedlichen Standorte verglichen, ob diese Unterschiede in der Entwicklung aufgrund der unterschiedlichen Lichtverhältnisse aufweisen (siehe Abbildungen 142 und 143).

Zusätzlich wurde das kubische Volumen jeder Pflanze angeführt, dies ist nur informativ angeführt. Der Vitalitätswert lässt sich nicht anhand des kubischen Volumens ableiten (MACHER 2016).

4.2 Auswertung und Ergebnisse der untersuchten vegetationstechnischen Parmameter

Das folgende Kapitel gibt Aufschluss zu den Ergebnissen der Untersuchung. Hier wird jede Pflanze einzeln analysiert und ausgewertet. Dabei werden die Vitalität und die Blattdichte sowie die Infloreszenz und das kubische Volumen als auch der Zuwachs betrachtet.

4.2.1 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Allium schoenoprasum*, Schnittlauch

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort	G.A7 Lichtzone 1	G.B4 Lichtzone 2	G.C3 Lichtzone 3	O.C7 Lichtzone 1	O.B4 Lichtzone 3	O.A3 Lichtzone 3
Fr	VI-VII	lila	OO	366,49 MJ/m ² J	160,33 MJ/m ² J	150,17 MJ/m ² J	334,48 MJ/m ² J	91,80 MJ/m ² J	72,38 MJ/m ² J

Tabelle 3: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Allium schoenoprasum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

4.2.1.1 Vitalität und Blattdichte bei *Allium schoenoprasum*

In den gezeigten Abbildungen 67 und 68 wird neben der Vitalität die Blattdichte von *Allium schoenoprasum* dargestellt.

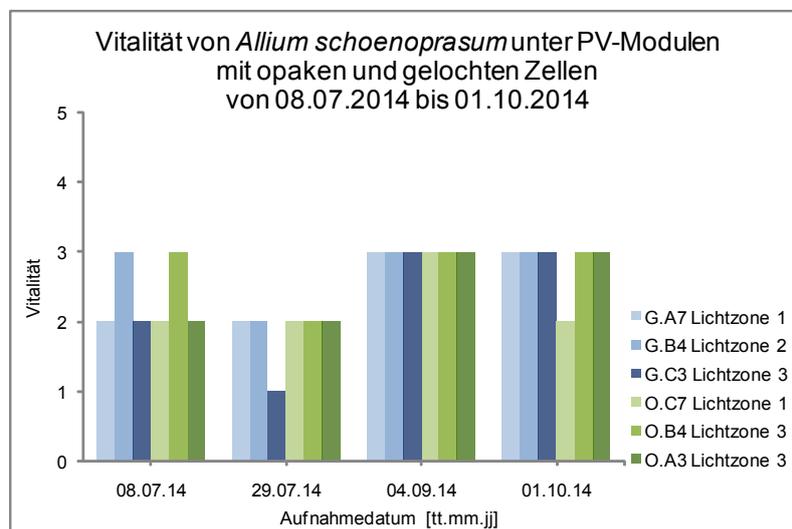


Abbildung 67: Vitalität von *Allium schoenoprasum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

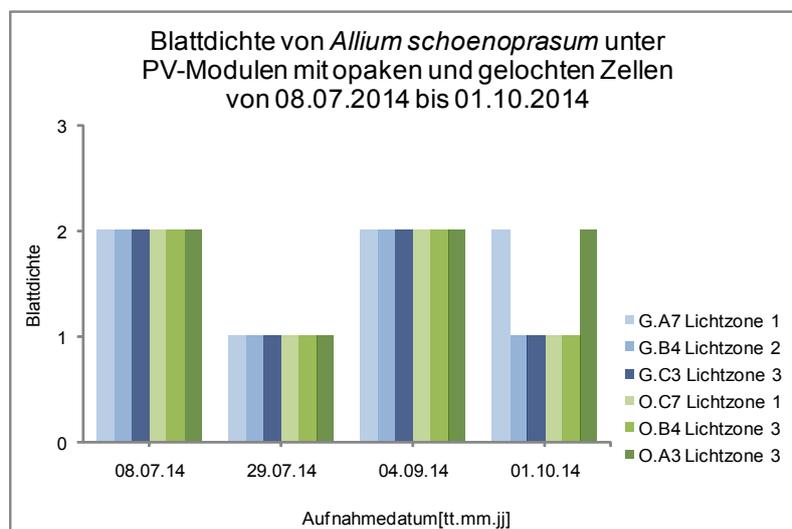


Abbildung 68: Blattdichte von *Allium schoenoprasum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.A7: Die Pflanze zeigt bei den ersten beiden Bonituren eine Vitalität von 2 (kümmernd) während der folgenden Pflanzenuntersuchungen kann ein Anstieg der Vitalität auf 3 (normal/vital) verzeichnet werden. Die Blattdichte der Pflanze zeigt bei den Bonituren, am 08.07.2014 und 29.07.2014 und am 04.09.2014 eine einheitliche Entwicklung. Bei der zweiten Bonitur ist ein Rückgang der Blattdichte von Stufe 2 (normal dicht) auf Stufe 1 (wenig dicht) zu erkennen. Durch die Blütenbildung kommt es meist zu einer Schwächung der Pflanze (siehe Steckbrief S.21). Bei der letzten Bonitur ist bei der Pflanze eine Dichte der Stufe 2 (normal dicht) zu verzeichnen.

Standort O.C7: Diese Pflanze zeigt bei den ersten beiden Aufnahmen eine gleichbleibende Vitalität von Stufe 2 (kümmernd). Ein Anstieg der Vitalität auf Stufe 3 (normal/vital) ist bei der Bonitur am 04.09.2014 zu sehen. Bei der Bonitur am 01.10.2014 fällt die Vitalität auf die Stufe 2 (kümmernd). Dies kann auf die lange und intensive Sonneneinstrahlung am Nachmittag zurückzuführen sein, welche auf diesem Standort aufgrund der Lage am längsten ist. Dadurch verdunstet die Pflanze mehr Wasser als die anderen Pflanzen, die in schattigeren Lichtzonen stehen. Zu beachten ist dabei, dass die Wasserversorgung bei jeder Pflanze gleich viel ist. Beim Vergleich mit der Pflanze am Standort G.A7, wo die Nachmittagssonne geringer einstrahlt, ist die Vitalität höher. Die Blattdichte der Pflanze zeigt bei der Bonitur, am 08.07.2014 einen Wert von Stufe 2 (normal dicht). Bei der zweiten Bonitur ist ein Rückgang der Blattdichte auf 1 (wenig dicht) zu erkennen. Was wie bereits oben erwähnt, auf die Blütenbildung zurückzuführen ist (KEUTGEN 2014). Der Wert steigt bei der Bonitur am 04.09.2014. Bei der letzten Bonitur ist bei der Pflanze eine Blattdichte von der Stufe 1 (wenig dicht) zu verzeichnen.

Lichtzone 2

Standort G.B4: Die Pflanze zeigt bei allen Boniturterminen eine Vitalität von Stufe 3 (normal/vital). Ausgenommen davon ist das Ergebnis der zweiten Bonitur am 29.07.2014, hier kann ein Rückgang der Vitalität auf Stufe 2 (kümmernd) festgestellt werden. Im Vergleich mit den Pflanzen in der Lichtzone 1 und 3 (ausser die Pflanze am Standort O.B4) wird hier bei der ersten Bonitur die höchste Vitalität gemessen. Die Blattdichte dieser Pflanze zeigt bei den Bonituren, am 08.07.2014, 29.07.2014 und am 04.09.2014 eine sprunghafte Entwicklung. Bei der zweiten Bonitur ist aufgrund Blütenbildung ein Rückgang der Blattdichte auf Stufe 1 (wenig dicht) zu sehen. Danach steigt die Blattdichte auf Stufe 2 (normal dicht). Bei der letzten Bonitur zeigt die Pflanze eine Dichte von Stufe 1 (wenig dicht).

Lichtzone 3

Standort G.C3: Die Pflanze weist bei der zweiten Bonitur die niedrigste Vitalität (Stufe 1, teilweise abgestorben) auf. Bei der dritten Bonitur steigt die Vitalität der Pflanze um 2 Stufen auf Stufe 3 (normal/vital). Die Blattdichte der Pflanze zeigt bei den Bonituren, am 08.07.2014. und 29.07.2014 und am 04.09.2014 eine sprunghafte Entwicklung. Bei der zweiten Bonitur ist ein Rückgang der Dichte zu erkennen. Bei der letzten Bonitur ist bei der Pflanze eine Dichte von der Stufe 1 (wenig dicht) zu verzeichnen.

Standort O.B4: Die Pflanze weist eine ähnliche Entwicklung auf wie die Pflanze am Standort G.B4. Bei allen Boniturterminen kann eine Vitalität von Stufe 3 (normal/vital) verzeichnet werden außer bei der zweiten Bonitur hier wird ein Rückgang der Vitalität auf Stufe 2 (kümmernd) festgestellt. Die Blattdichte zeigt, wie ein Großteil der anderen Pflanzen, eine sprunghafte Entwicklung.

Standort O.A3: Die Pflanze zeigt bezüglich Vitalität eine ähnliche Entwicklung wie die Pflanze am Standort G.A7. Die Blattdichte der Pflanze zeigt bei den Bonituren, am 08.07.2014, am 04.09.2014 und am 01.10.2014 eine einheitliche Entwicklung (normal dicht). Bei der zweiten Bonitur ist ein Rückgang der Blattdichte zu erkennen. Durch die Blütenbildung kommt es wie bereits oben erwähnt meist zu einer Schwächung der Pflanze (siehe Steckbrief S.21). Zusätzlich ist dies die Pflanze mit der geringsten Strahlung. Im Vergleich zur Pflanze mit der höchsten Strahlung, (G.A7) können bezüglich Vitalität und Blattdichte hier keine Unterschiede festgestellt werden.

4.2.1.2 Infloreszenz bei *Allium schoenoprasum*

Im Diagramm in Abbildung 69 wird die Infloreszenz von *Allium schoenoprasum* dargestellt.

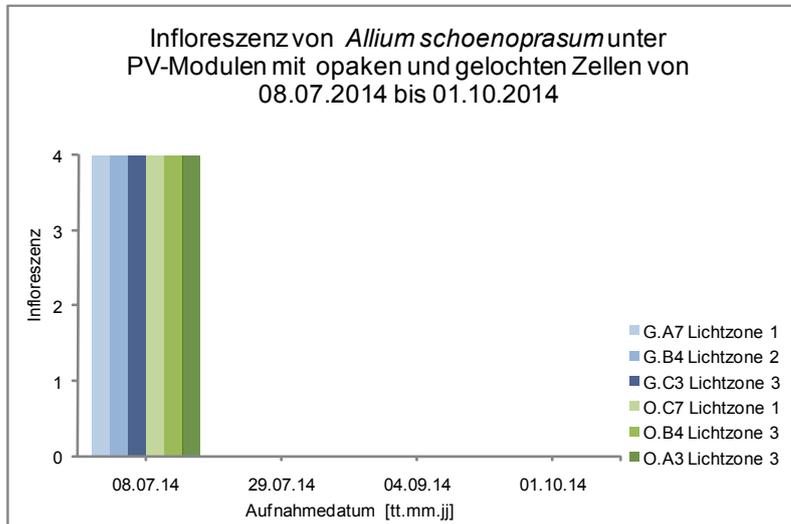


Abbildung 69: Infloreszenz von *Allium schoenoprasum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.A7: Die Pflanze zeigt eine Blütenbildung am 08.07.2014 (Blühklasse 4 viele Blüten < 20 Blüten).

Standort O.C7: Die Pflanze zeigt ebenso am 08.07.2014 eine Blütenbildung von Blühklasse 4 (viele Blüten > 20 Blüten).

Lichtzone 2

Standort G.B4: Die Pflanze zeigt bei der Bonitur am 08.07.2014 eine Blütenbildung von Blühklasse 4 (viele Blüten > 20 Blüten).

Lichtzone 3

Standort G.C3: Bei dieser Pflanze ist am 08.07.2014 eine Blütenbildung von Blühklasse 4 (viele Blüten > 20 Blüten) ersichtlich.

Standort O.B4: Die Pflanze zeigt bei der Bonitur am 08.07.2014 eine Blütenbildung von Blühklasse 4 (viele Blüten > 20 Blüten).

Standort O.A3: Hier kann ebenso eine Blütenbildung (Blühklasse 4) am 08.07.2014 beobachtet werden.

4.2.1.3 Kubisches Volumen bei *Allium schoenoprasum*

Die Abbildung 70 und die Tabelle 4 stellen das kubische Volumen sowie den Gesamtzuwachs von *Allium schoenoprasum* dar.

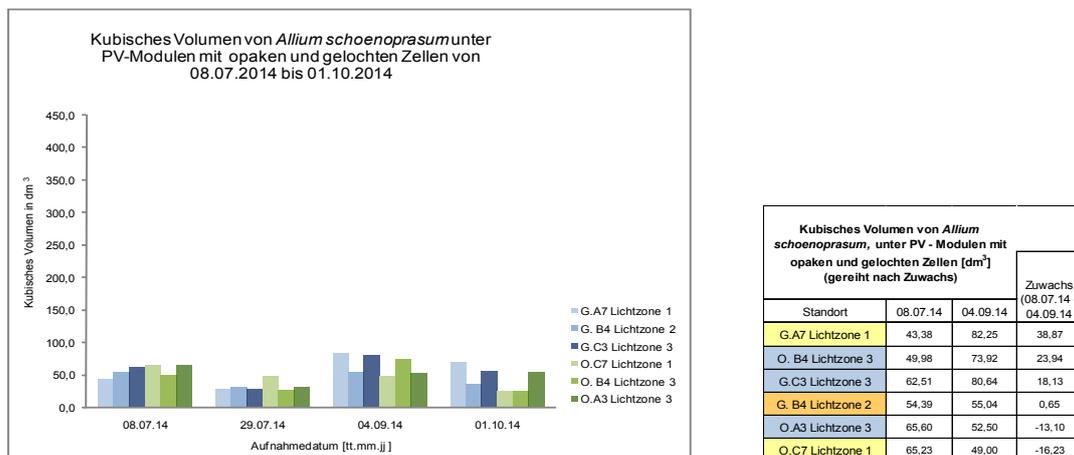


Abbildung 70: Kubisches Volumen von *Allium schoenoprasum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 4: Kubisches Volumen und Gesamtzuwachs von *Allium schoenoprasum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.A7: Die Pflanze zeigt von der ersten zur zweiten Bonitur einen Rückgang des Volumens, danach hat die Pflanze einen Zuwachs, der zum Ende wieder abfällt. Das Endvolumen beträgt 69,60 dm³. Die Pflanze hat einen Gesamtzuwachs von 26,20 dm³.

Standort O.C7: Die Pflanze zeigt nach der zweiten Bonitur nur einen geringen Zuwachs. Bei der letzten Bonitur weist diese das geringste Endvolumen von 24,90 dm³ auf. Das Volumen dieser Pflanze verringert sich gesamt betrachtet um 16,20 dm³. Trotz ähnlicher Lichtbedingungen, wie die Pflanze am Standort G.A7, verliert die Pflanze hier an Volumen. Dies könnte wiederum auf die höhere Sonneneinstrahlung zurückzuführen sein, wodurch die Pflanze schneller austrocknet.

Lichtzone 2

Standort G.B4: Die Pflanze zeigt eine ähnliche Entwicklungskurve wie die restlichen Pflanzen. Sie erreicht ein Endvolumen von 36,30 dm³. Das Höchstvolumen wird am 04.09.14 gemessen und beträgt 55 dm³. Die Pflanze hat einen Zuwachs von 0,60 dm³.

Lichtzone 3

Standort G.C3: Das Endvolumen bei dieser Pflanze beträgt 55,90 dm³. Das Höchstvolumen beläuft sich auf 80,60 dm³. Die Pflanze gehört zu jenen mit den höchsten Zuwachs. Dieser beträgt 18,10 dm³.

Standort O.B4: Eine ähnliche Entwicklungskurve wie die restlichen Schnittlauchpflanzen zeigt diese Pflanze. Zu Beginn hat die Pflanze eine gute Entwicklung, das Volumen nimmt ab der Bonitur am 04.09.2014 deutlich ab. Die Pflanze erreicht ein Endvolumen von 26 dm³. Das Höchstvolumen ist 73,90 dm³. Der Gesamtwuchs beträgt 23,90 dm³.

Standort O.A3: Die Pflanze zeigt ab der Bonitur vom 04.09.2014 eine gleichbleibende Entwicklung, da sie im Verhältnis zu den anderen die niedrigste Sonnenstrahlung erhält. Sie erlangt ein Endvolumen von 53,20 dm³. Die Pflanze verliert ab dem 08.07.2014 ein Volumen von 12,40 dm³.

4.2.1.4 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse bei *Allium schoenoprasum*

Gesamt betrachtet weist *Allium schoenoprasum* in allen Lichtzonen eine mittelmäßige Entwicklung auf. Dies lässt sich unter anderem anhand der Vitalität und der Blattdichte ableiten. Die Pflanze am strahlungsärmsten Standort O.A3 weist beim Gesamtwuchs einen Rückgang auf. Ebenso zeigt die Pflanze mit der längsten Sonneneinstrahlung einen Rückgang beim Gesamtwuchs. Dies kann aufgrund der Wasserversorgung zurückzuführen sein. Anhand der Diagramme ist eine Schwächung aller Pflanzen nach der Blüte erkennbar. Um eine Schwächung nach der Blüte zu vermeiden, kann ein Rückschnitt der Blüten gemacht werden (KEUTGEN 2014). Weiters ist im Herbst ein schnelleres Abwelken der Blätter von Pflanzen an sonnenintensiveren Plätzen ersichtlich. Bei der letzten Bonitur sind auf der opaken Fläche mehrere dürre Blätter an den Pflanzen, also ein schnelleres Einziehen der Pflanzen beobachtbar (siehe Abbildung 72). Das kann, auf die längere Sonneneinstrahlung durch die Nachmittagssonne zurückzuführen sein. Zusätzlich kann dies auch mit der Wasserversorgung zusammenhängen, welche durch eine höhere Transpiration aufgrund der Sonneneinstrahlung entsteht. Hinsichtlich Infloreszenz kann bei jeder Pflanze eine Blütenbildung bei der ersten Bonitur am 08.07.2014 verzeichnet werden (siehe Abbildung 71).

<i>Allium schoenoprasum</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm ³] (08.07.14- 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	38,87	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze, Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.
G. B4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	0,65	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze, Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.
G.C3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	18,13	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze, Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.
O.C7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	-16,23	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze, Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.
O. B4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	23,94	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze, Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.
O.A3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	-13,10	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze, Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.

Tabelle 5: Bewertungsmatrix von *Allium schoenoprasum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

In Tabelle 5 wird die Bewertungsmatrix von *Allium schoenoprasum* gezeigt. In der Tabelle sind der Vitalitätswert, der Zuwachs und die Infloreszenz beschrieben. Die Pflanze wächst an sonnigen, jedoch auch an halbschattigen Standorten (KREUZER 1998). *Allium schoenoprasum* wurde aufgrund der Schattenverträglichkeit gewählt. Die Pflanze wurde in jeder Zone getestet. Alle Pflanzen haben einen Vitalitätswert von Stufe 3 (normal/vital). Die Pflanzen sind aufgrund der Ergebnisse für jede Zone des PV-Dachgartens geeignet. Jedes Exemplar hatte eine Blütenbildung



Abbildung 71: *Allium schoenoprasum* 24.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 72: *Allium schoenoprasum* 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

4.2.2 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*, Mangold

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort	G.A7 Lichtzone 1	G.B4 Lichtzone 2	G.C2 Lichtzone 3	O.C7 Lichtzone 1	O.B4 Lichtzone 3	O.A2 Lichtzone 3
B	*	weiß	☉☾	366,49 MJ/m²J	160,33 MJ/m²J	99,51 MJ/m²J	334,48 MJ/m²J	91,80 MJ/m²J	88,95 MJ/m²J

Tabelle 6: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

* nach der Kühltemperaturinduktion von mind. 1 Monat

4.2.2.1 Vitalität und Blattdicke bei *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*

In den Abbildungen 73 und 74 ist die Vitalität und die Blattdicke von *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* dargestellt.

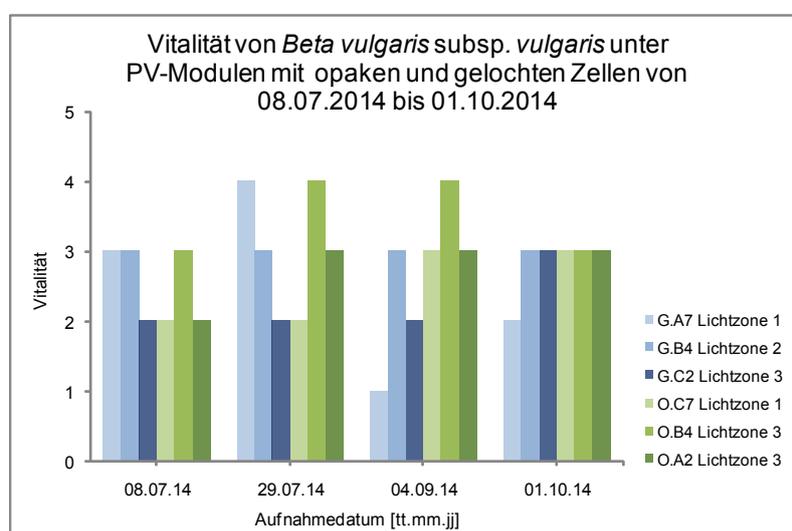


Abbildung 73: Vitalität von *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

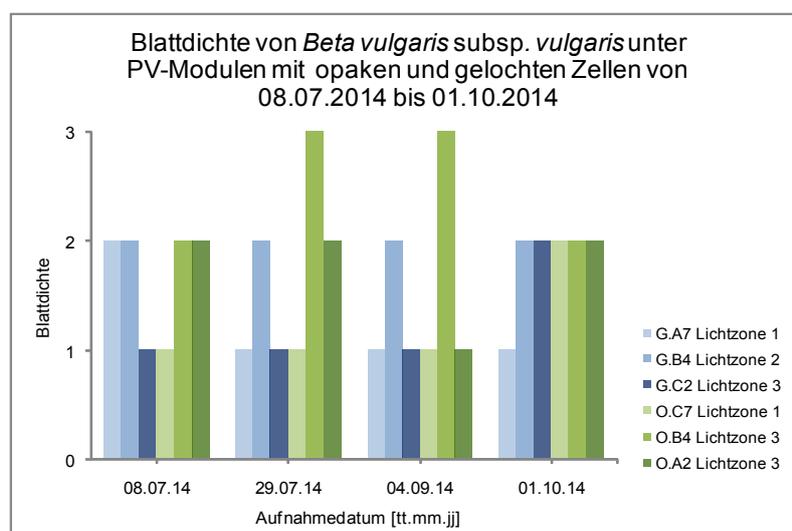


Abbildung 74: Blattdicke von *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.A7: Bei der Betrachtung der Vitalität zeigt die Pflanze bei den ersten beiden Bonituren eine ansteigende Vitalität von Stufe 3 (normal/vital) auf Stufe 4 (wüchsig). Ab der dritten Bonitur am 04.09.2014 sinkt diese auf Stufe 1 (teilweise abgestorben). Ein Anstieg der Vitalität wird bei der letzten Aufnahme verzeichnet. Hinsichtlich der Blattdichte zeigt die Pflanze auf diesem Standort bei der ersten Bonitur am 08.07.2014 einen Wert von Stufe 2 (normal dicht). Am 29.07.2014 erfolgt ein Abfallen der Dichte. Die Dichte bleibt bei den folgenden Bonituren konstant auf Stufe 1 (wenig dicht). Anzumerken ist, dass die Pflanze bei der Montage von Messinstrumenten verletzt worden ist und dadurch eine kümmernde langsame Entwicklung aufweist. Das widerspiegelt sich deutlich in der Vitalität und der Blattdichte.

Standort O.C7: Hier zeigt die Pflanze bei den ersten beiden Bonituren eine Vitalität von Stufe 2 (kümmernd). Die Vitalität steigt bis zum 04.09.2014 auf Stufe 3 (normal/vital) und bleibt konstant. Bei der Blattdichte der Pflanze O.C7 wird von 08.07.2014 bis einschließlich 04.09.2014 eine Blattdichte von Stufe 1 (wenig dicht) gemessen. Bei der letzten Aufnahme hat sich die Blattdichte um eine Stufe erhöht. Die Blattdichte ist vergleichsweise bei der Pflanze am Standort G.A7 ebenso niedrig, wobei dies bei der Pflanze am Standort G.A7 verletzungsbedingt ist.

Lichtzone 2

Standort G.B4: Die Pflanze zeigt eine gleichbleibende Entwicklung in Bezug auf Vitalität und Blattdichte. Die Vitalität bleibt konstant auf Stufe 3 (normal/vital). Die Blattdichte steht die gesamte Vegetationsperiode auf Stufe 2 (normal dicht).

Lichtzone 3

Standort G.C2: Die Pflanze zeigt auf diesem Standort ebenso eine konstante Entwicklung der Vitalität sowie der Blattdichte. Ein Anstieg der Blattdichte und der Vitalität ist beim letzten Boniturtermin zu sehen.

Standort O.B4: Die Vitalität zeigt zwischen 08.07.2014 und 04.09.2014 eine ansteigende Entwicklung von Stufe 3 (normal/vital) auf Stufe 4 (wüchsig). In Bezug auf die Blattdichte kann die Pflanze in den ersten beiden Monaten ebenso eine ansteigende Entwicklung vorweisen, welche bis zum 04.09.2014 beständig auf Stufe 3 (sehr dicht) bleibt. Bei der letzten Bonitur ist ein Rückgang der Blattdichte zu verzeichnen. Diese Pflanze hat die stärkste Entwicklung aller Pflanzen, hat aber im Gegensatz zu den anderen Pflanzen bei der letzten Bonitur absteigende Werte.

Standort O.A2: Die Pflanze auf dem Standort zeigt bei der ersten Bonitur eine

Vitalität von 2 (kümmernd). In weiterer Folge steigt diese auf 3 (normal/vital) und bleibt konstant. Was die Blattdichte betrifft, zeigt die Pflanze bei fast allen Boniturterminen einen Wert von 2 (normal dicht), außer bei der Bonitur am 04.09.2014 fällt diese auf Stufe 1 (wenig dicht).

4.2.2.2 Kubisches Volumen bei *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*

Das Diagramm in der Abbildung 75 und die Tabelle 7 zeigt das kubische Volumen und den Gesamtwuchs von *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*.

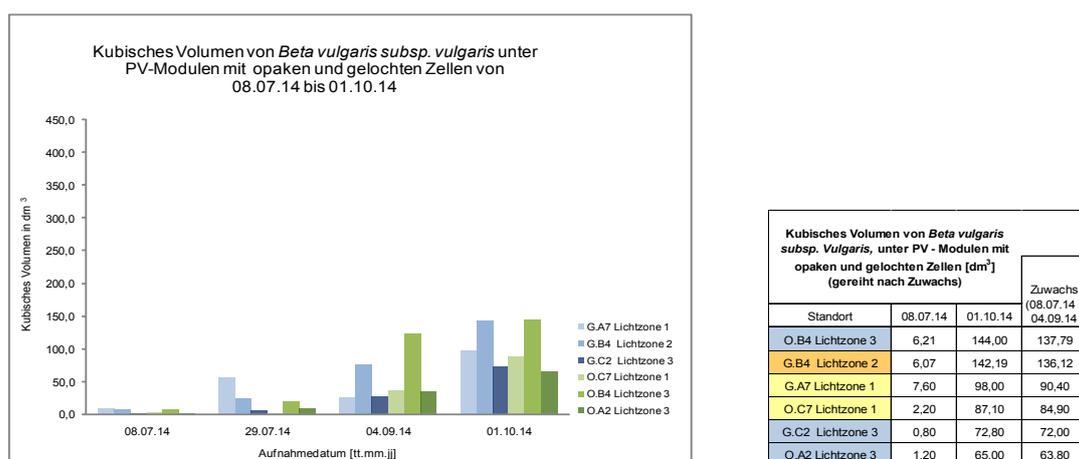


Abbildung 75: Kubisches Volumen von *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 7: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.A7: Die Pflanze zeigt an diesem Standort bis zur zweiten Bonitur eine gute Entwicklung. Wie bereits oben erwähnt, ist sie bei Montagearbeiten verletzt worden, dies führt zu einer deutlichen Reduktion des Volumens, was bei der Bonitur am 04.09.2014 ersichtlich ist. Bei der letzten Aufnahme wird ein Volumen von 98 dm³ erreicht. Der Gesamtwuchs beläuft sich auf 90,40 dm³. Hier ist anzumerken, dass die Pflanze trotz Verletzung mehr Zuwachs erreicht hat, als die Pflanze am Standort O.C7.

Standort O.C7: Die Pflanze zeigt eine geringe Entwicklung. Trotz gutem Gesamtzustand und ausreichend Licht erreicht diese ein Endvolumen von 87,10 dm³. Der Zuwachs beträgt bei dieser Pflanze 84,90 dm³.

Lichtzone 2

Standort G.B4: Die Pflanze hat eine gute Entwicklung, sie erreicht ein Volumen von 142,20 dm³. Der Gesamtwuchs beträgt 136,10 dm³.

Lichtzone 3

Standort G.C2: Diese Pflanze hat einen geringen Zuwachs und hat bei der letzten Bonitur ein Gesamtvolumen von 72,80 dm³. Der Zuwachs beläuft sich auf 72 dm³.

Standort O.B4: Eine gute Entwicklung lässt sich bei dieser Pflanze feststellen. Sie zeigt ein gutes Wachstum und hat bei der letzten Bonitur am 01.10.14 ein Volumen von 144 dm³. Der Gesamtzuwachs beläuft sich auf 137,80 dm³. Die Pflanze zeigt im Vergleich mit den anderen Pflanzen in dieser Lichtzone (G.C2 und O.A2) einen deutlich höheren Zuwachs. Die Pflanze am Standort G.B4 hat eine ähnlich starke Entwicklung hinsichtlich Zuwachs. Bei der letzten Bonitur zeigt diese Pflanze ebenso einen hohen Zuwachs.

Standort O.A2: Die Pflanze hat den geringsten Zuwachs und erreicht ein Volumen 65 dm³, der Gesamtzuwachs beträgt 63,80 dm³. Dies ist auch die Pflanze mit dem strahlungsärmsten Standort.

4.2.2.3 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse bei *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*

Zusammenfassend kann hier gesagt werden, dass *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* grundsätzlich sonnige bis halbschattige Standorte bevorzugt (STEIN 2013). Im Vergleich bezüglich Lichtzonen gibt es geringe Unterschiede. Gute Entwicklung zeigen die Pflanzen im lichterem Schatten, da hier die optimale Wasser- und Lichtversorgung vorherrscht. Dazu ist anzumerken, dass alle Pflanzen die gleiche Menge an Wasser zu Verfügung haben, die Transpiration der sonnenbestrahlten Pflanzen jedoch deutlich höher ist. Des Weiteren können die Pflanzen in den schattigeren Zonen eine leichte Schosserbildung zeigen und deshalb eine schnelle Entwicklung bezüglich Blattdichte und Volumen vorweisen. Dies könnte der Grund des schnellen Wachstums sein, das ersichtlich ist bei den Pflanzen am Standort G.B4 und O.B4. Die Pflanze am Standort O.C7 hat optimale Lichtverhältnisse und aufgrund der Abendsonne die höchste Bestrahlung. Der Zuwachs ist jedoch eher gering beziehungsweise weist die Pflanze eine konstante gleichbleibende Entwicklung auf. Die Pflanzen in den strahlungsärmeren Bereichen (lichter Schatten) zeigen teilweise eine stärkere und schnellere Entwicklung. Wobei zusätzlich die Pflanze am Standort O.B4 von der Abendsonne profitiert und somit den höchsten Zuwachs erlangte. Die Pflanze mit der geringsten Strahlung O.A2 zeigt das geringste Wachstum. Alle außer die beschädigte Pflanze (Standort G.A7) haben bei der letzten Bonitur einen ähnlichen Entwicklungsstand.

<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm ³] (08.07.14-01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	90,40	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!
G.B4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	136,12	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!
G.C2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	72,00	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!
O.C7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	84,90	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!
O.B4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 4 sehr gut geeignet	137,79	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!
O.A2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	63,80	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!

Tabelle 8: Bewertungsmatrix von *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

In Tabelle 8 wird die Bewertungsmatrix von *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* dargestellt. Hier sind der Vitalitätswert, der Zuwachs und die Infloreszenz angeführt. Die Pflanze wurde aufgrund deren Schattenverträglichkeit ausgewählt (STEIN 2013). *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* wurde in jeder Zone getestet. Aufgrund des Vitalitätswertes wurden zwei Pflanzen als nicht geeignet eingestuft. Hierzu ist zu erwähnen, dass die Pflanze am Standort G.A7 bei Montagearbeiten verletzt wurde und deshalb so schlecht abgeschnitten hat. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die Pflanze in jeder Lichtzone gedeiht. Abbildung 76 zeigt die Pflanze nach der Pflanzung. In den Abbildungen 77 und 78 sind die Pflanzen vor der Ernte zu sehen.



Abbildung 76: *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* 16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 77: *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 78: *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

4.2.3 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, Kopfkohl/Wirsing

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort	G.B6 Lichtzone 2	G.C3 Lichtzone 3	G.B1 Lichtzone 3	O.B1 Lichtzone 3	O.A3 Lichtzone 3	O.B6 Lichtzone 3
B	V-IX	gelb	○	191,48 MJ/m ² J	95,20 MJ/m ² J	149,17 MJ/m ² J	132,45 MJ/m ² J	71,50 MJ/m ² J	124,66 MJ/m ² J

Tabelle 9: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

4.2.3.1 Vitalität und Blattdichte bei *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*

In den Abbildungen 79 und 80 ist die Vitalität und die Blattdichte von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* dargestellt.

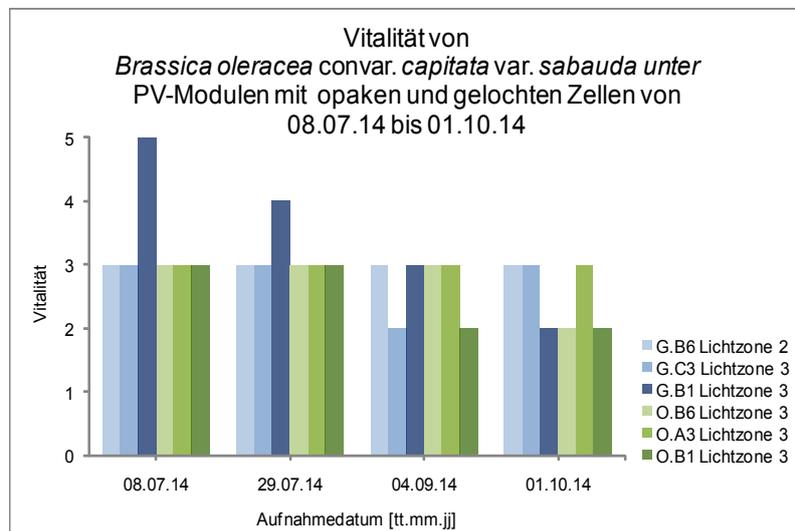


Abbildung 79: Vitalität von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

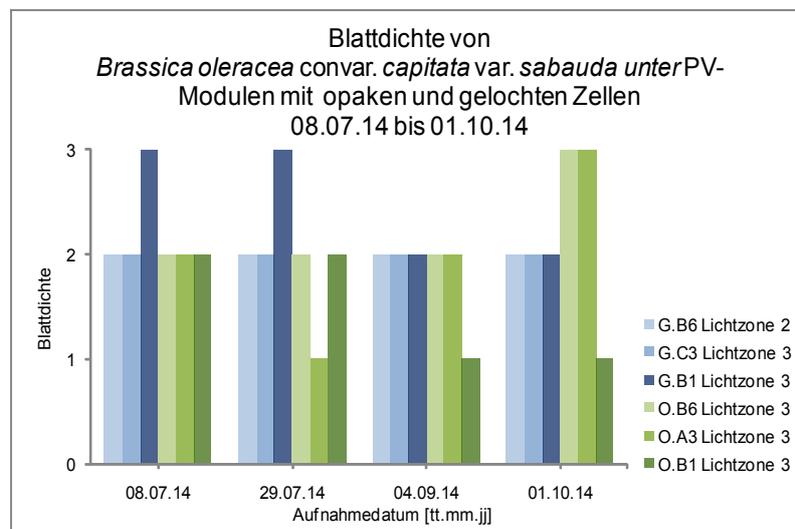


Abbildung 80: Blattdichte von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2:

Standort G.B6: Die Pflanze weist eine konstant bleibende Vitalität von Stufe 3 (normal/vital) auf. Ebenso die Blattdichte zeigt eine gleichbleibende Entwicklung von Stufe 2 (normal dicht).

Lichtzone 3:

Standort G.C3: Die Pflanze weist eine ähnliche Vitalität auf wie die Pflanze am Standort G.B6 und bleibt konstant auf Stufe 3 (normal/vital). Hinsichtlich Blattdichte zeigt die Pflanze eine stetige Dichte von Stufe 2 (normal dicht).

Standort G.B1: Die Pflanze zeigt bei der ersten Bonitur am 08.07.2014 eine Vitalität von Stufe 5 (üppig) bei den weiteren Bonituren wird die Pflanze um je eine Stufe herabgestuft. Bei der letzten Bonitur weist die Pflanze eine Vitalität von Stufe 2 (kümmernd) auf. Die Pflanze zeigt im Vergleich zu den anderen Kohlpflanzen eine konstant sinkende Vitalität, während die anderen Kohlpflanzen meist eine gleichbleibende Vitalität beibehalten. Ein ähnlicher Entwicklungsverlauf ist ersichtlich bei der Blattdichte. Zu Beginn der Vegetationsuntersuchung wird eine Blattdichte von Stufe 3 (sehr dicht) festgestellt. Bei der Bonitur am 04.09.2014 sinkt die Blattdichte um eine Stufe und bleibt stetig auf der Stufe 2 (normal dicht).

Standort O.B6: Die Pflanze zeigt eine konstant bleibende Vitalität von 3 (normal/vital). Bei der letzten Bonitur ist ein Sinken der Vitalität zu verzeichnen. Im Bezug auf die Blattdichte zeigt diese eine stetige Entwicklung. Bei der letzten Bonitur steigt die Blattdichte. Die Pflanze erreicht bei der letzten Bonitur einen Dichtewert von 3 (sehr dicht).

Standort O.A3: Hinsichtlich der Vitalität hat die Pflanze eine ähnliche Entwicklung wie die Pflanze auf dem Standort O.B6, hier bleibt sie jedoch konstant auf Stufe 3 (normal/vital). Die Blattdichte bei dieser Pflanze zeigt eine sprunghafte Entwicklung. Diese sinkt bei der Bonitur am 29.07.2014 von Stufe 2 (normal dicht) auf Stufe 1 (wenig dicht). Bei der folgenden Bonitur kann bereits ein Anstieg der Blattdichte verzeichnet werden. Eine Blattdichte von 3 (sehr dicht) ist bei der letzten Bonitur ersichtlich.

Standort O.B1: Die Vitalität der Pflanze zeigt während der ersten beiden Bonituren einen Wert von Stufe 3 (normal/vital) dieser fällt bei der Bonitur am 04.09.2014 auf 2 (kümmernd) und bleibt konstant. Eine korrelierende Entwicklung zeigt sich in Bezug auf die Blattdichte. Die Pflanze zeigt bei den ersten beiden Bonituren im Juli eine Blattdichte von Stufe 2 (normal dicht). Bei den weiteren Aufnahmen wurde ein Dichtewert von 1 (wenig dicht) erreicht.

4.2.3.2 Kubisches Volumen bei *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*

Das Diagramm in der Abbildung 81 und die Tabelle 10 zeigen das kubische Volumen und den Gesamtwuchs von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*.

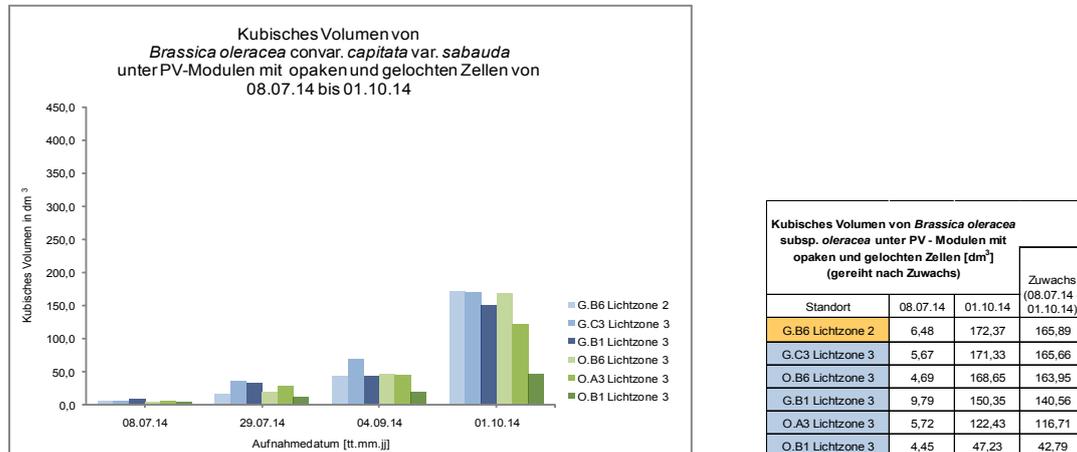


Abbildung 81: Kubisches Volumen von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 10: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2

Standort G.B6: Die Pflanze zeigt bei den ersten Bonituren ein langsames Wachstum. Erst, bei den letzten beiden Bonituren konnte ein deutliches Wachstum festgestellt werden. Die Pflanze erreicht ein Gesamtvolumen von 172,40 dm³ und hat somit einen Zuwachs von 165,90 dm³. Anzumerken ist, dies ist der Standort mit der höchsten Strahlung. Hier wurde ein Kopf gebildet.

Lichtzone 3

Standort G.C3: Die Pflanze hat ein steigendes Wachstum. Sie erzielt bei der Bonitur am 04.09.2014 den größten Zuwachs. Insgesamt erreicht die Pflanze ein Volumen von 171,30 dm³. Was der Pflanze am Standort G.B6 nahekommt, ebenso der Zuwachs ist beinahe gleich und beläuft sich auf 165,70 dm³. Die Pflanze erzielt einen hohen Zuwachs, hat jedoch keinen Kopf ausgebildet.

Standort G.B1: Die Pflanze zeigt ein geringes Wachstum. Bei der letzten Bonitur wird eine starke Entwicklung festgestellt. Sie hat ein Endvolumen von 150,30 dm³. Der Zuwachs ist 140,60 dm³. Die Pflanze hat eine Kopfbildung. Hier ist zu erwähnen, dass die Pflanze ein „Grenzfall“ ist, der Pflanzenstandort ist direkt an der Grenze zur Lichtzone 2. Hinsichtlich Entwicklung kann die Pflanze teilweise davon profitieren.

Standort O.B6: Die Pflanze erzielt ein steigendes Wachstum, bei der letzten Bonitur kann der größte Zuwachs festgestellt werden. Die Pflanze hat einen Zuwachs von 168,60 dm³. Der Zuwachs beläuft sich hier auf 164,00 dm³. Hier ist ein Kopf ausgebildet. Beim Vergleich mit der Pflanze am Standort G.C3, diese hat einen ähnlichen Zuwachs erlangt, aber keinen Kopf ausgebildet. Jedoch ist hier hinzuzufügen, dass es sich bei dieser Pflanze ebenfalls um einen „Grenzfall“ handelt, was sich hinsichtlich Entwicklung beziehungsweise Wuchsform bemerkbar macht.

Standort O.A3: Hier ist ab der zweiten Bonitur ein Wachstum ersichtlich. Die Pflanze erlangt ein Volumen von 122,40 dm³. Der Gesamtzuwachs ist 116,00 dm³. Es kann keine Kopfbildung festgestellt werden.

Standort O.B1: Gesamt betrachtet hat diese Pflanze das niedrigste Wachstum sie erreicht ein Gesamtvolumen von 47,20 dm³. Dies bedeutet einen Zuwachs von 42,80 dm³, ebenso wurde kein Kopf gebildet.

4.2.3.3 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse bei *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*

Im Vergleich, hinsichtlich der unterschiedlichen Lichtzonen, kann betreffend Vitalität und Blattdichte kaum oder nur gering ein Unterschied festgestellt werden, da sich die Pflanzen vorwiegend in der Lichtzone 3 („Schatten“) befinden. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass die Pflanzen welche einer höheren Strahlung ausgesetzt waren, eine andere Entwicklung aufweisen. Die Pflanze am Standort G.B6 wuchs in der Lichtzone 2. Dies kann der Grund für eine gleichbleibende Entwicklung und eine Kopfbildung sein. Die übrigen Pflanzen sind alle in Lichtzone 3 eingestuft, wobei es hier auch zu differenzieren gilt. Die Pflanzen am Standort G.B1 und O.B6 befinden sich in der Lichtzone 3 („Schatten“), haben jedoch einen höheren Strahlungswert und grenzen an die Lichtzone 2 („lichter Schatten“) an (ersichtlich in Abbildung 65). Dies machte sich in der Wuchsform bemerkbar, indem diese Pflanzen einen festen Kopf ausgebildet haben, während die übrigen Pflanzen nur Stängelblätter ausbildeten und keine Kopfbildung vorweisen können (siehe Abbildung 84). Zusätzlich ist anzumerken, dass alle Pflanzen mehr oder weniger von Schädlingen befallen sind. Am Beginn der Kultur zeigen die Pflanzen einen Befall von weißer Fliege. In weiterer Folge wurden an den Blättern Fraßspuren bemerkt, welche auf die Raupen der Kohleule zurückzuführen sind (siehe Abbildung 82 und 83). Grundsätzlich ist *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* nur für die lichtereren Zonen des PV-Dachgartens geeignet. Weiters sind Maßnahmen bezüglich Schädlingen zu treffen.

<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm ³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.B6 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	165,89	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht
G.C3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	165,66	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht
G.B1 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	140,56	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht
O.B6 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	163,95	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht
O.A3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	116,71	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht
O.B1 Lichtzone 3	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	42,79	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht

Tabelle 11: Bewertungsmatrix von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 11 zeigt die Bewertungsmatrix von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*. Hier wird der Vitalitätswert, der Zuwachs und die Infloreszenz angeführt. Die Pflanze wurde in der Lichtzone 2 und 3 getestet. *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* bevorzugt einen sonnigen Standort (STEIN 2013), laut SCHUHMANN (2017) ist die Pflanze auch schattenverträglich. Die Pflanze wurde für die helleren Standorte im PV-Dachgarten gewählt. Anhand der Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass sich *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* für die helleren Standorte (Lichtzone 1 „hell“ und Lichtzone „lichter Schatten“) im PV-Dachgarten eignet, da die Pflanze an strahlungsarmen Standorten keinen Kopf ausbildet.



Abbildung 82: Kohl ohne Kopf 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 83: Befall von Weißer Fliege bei Kohl 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 84: Fraßspuren bei Kohlpflanzen 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

4.2.4 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Capsicum annuum*, Chili

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort	G.B7 Lichtzone 2	G.B4 Lichtzone 2	G.A2 Lichtzone 2	O.B7 Lichtzone 2	O.B4 Lichtzone 3	O.C2 Lichtzone 3
B	V-X	weiß	○	247,13 MJ/m ² /J	160,33 MJ/m ² /J	189,32 MJ/m ² /J	242,63 MJ/m ² /J	91,80 MJ/m ² /J	155,90 MJ/m ² /J

Tabelle 12: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Capsicum annuum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

4.2.4.1 Vitalität und Blattdicke bei *Capsicum annuum*

Die dargestellten Diagramme in den Abbildungen 85 und 86 zeigen die Vitalität und die Blattdicke von *Capsicum annuum*.

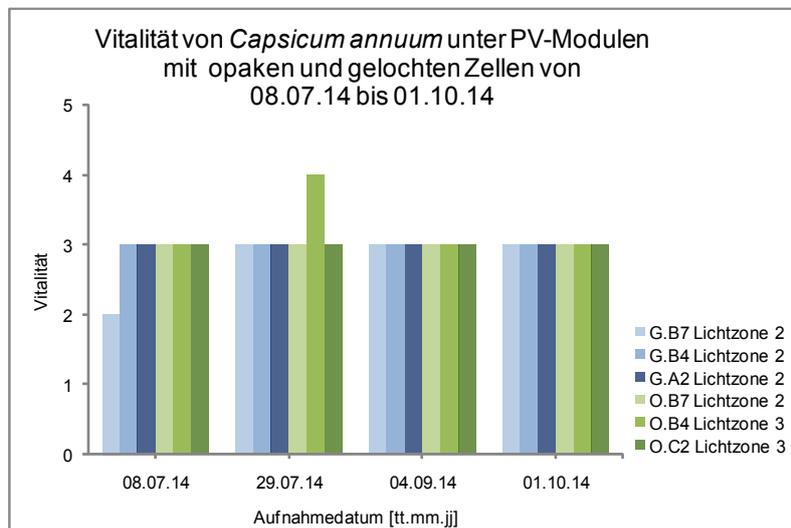


Abbildung 85: Vitalität von *Capsicum annuum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

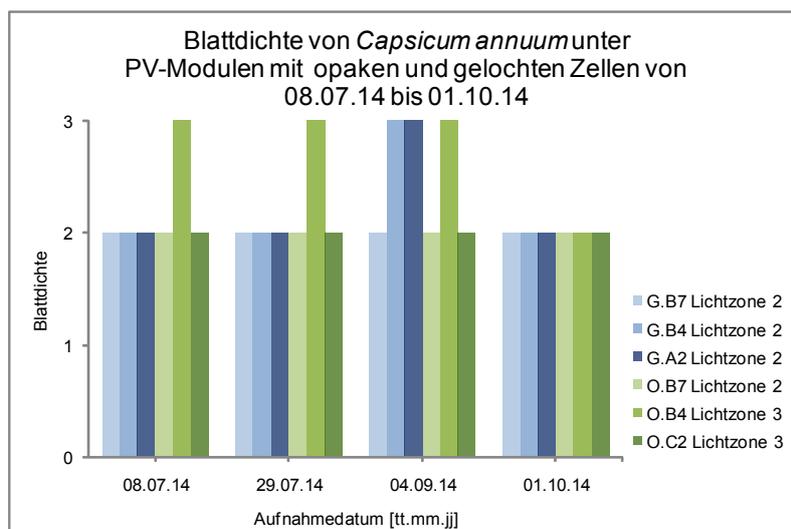


Abbildung 86: Blattdichte von *Capsicum annuum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2

Standort G.B7: Die Vitalität der Pflanze zeigt bei der ersten Bonitur einen Wert von Stufe 2 (kümmernd) bei den folgenden Boniturterminen steigt die Vitalität auf Stufe 3 (normal/vital) und bleibt konstant. Die Blattdichte weist eine gleichbleibende Entwicklung von Stufe 2 (normal dicht) auf.

Standort G.B4: Bei der Pflanze zeigt sich eine stetige Vitalität von Stufe 3 (normal/vital). Die Blattdichte ist bei den ersten beiden Boniturterminen auf Stufe 2 (normal dicht), steigt bei der Bonitur am 04.09.2014 auf Stufe 3 (sehr dicht). Bei der letzten Bonitur sinkt die Blattdichte auf Stufe 2 (normal dicht).

Standort G.A2: Die Vitalität der Pflanze ist gleichbleibend auf Stufe 3 (normal/vital). Ebenso die Blattdichte ist konstant auf Stufe 2 (normal dicht).

Standort O.B7: Die Vitalität sowie die Blattdichte zeigt den gleichen Entwicklungsverlauf wie die Pflanze auf dem Standort G.A2.

Lichtzone 3

Standort O.B4: Diese Pflanze zeigt beim ersten Boniturtermin eine Vitalität von Stufe 3 (normal/vital), bei der zweiten Bonitur steigt diese auf Stufe 4 (wüchsig). Beim folgenden Boniturtermin fällt die Vitalität auf Stufe 3 (normal/vital) und bleibt konstant. Die Blattdichte ist bei den ersten drei Boniturterminen auf Stufe 3 (sehr dicht) einzustufen. Bei der letzten Bonitur am 01.10.2014 sinkt die Blattdichte auf Stufe 2 (normal dicht).

Standort O.C2: Die Entwicklung der Pflanze ist ähnlich der Pflanze am Standort G.A2. Die Vitalität ist konstant auf Stufe 3 (normal/vital), die Blattdichte ist während der gesamten Untersuchungszeit auf Stufe 2 (normal dicht).

4.2.4.2 Infloreszenz bei *Capsicum annuum*

Die Abbildung 87 zeigt die Infloreszenz von *Capsicum annuum*.

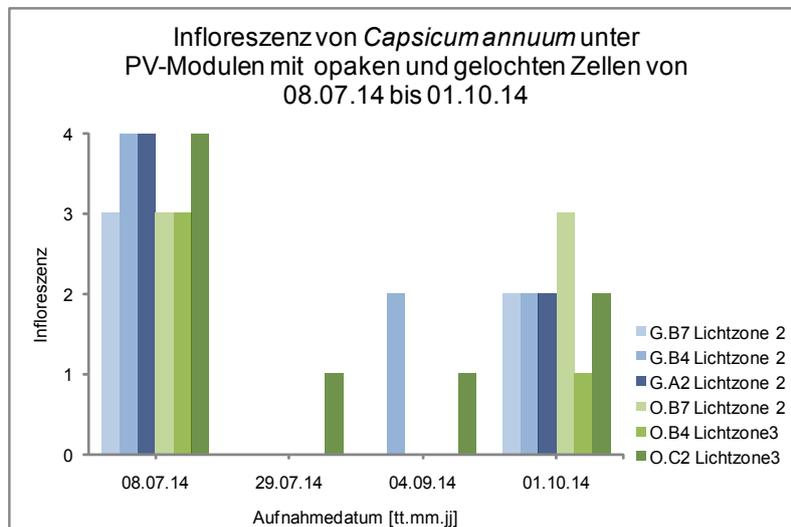


Abbildung 87: Infloreszenz von *Capsicum annuum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2

Standort G.B7: Die Pflanze zeigt bei der ersten Bonitur zahlreiche Blüten-Blühklasse 3 (zahlreiche Blüten, 10-20 Blüten), in weiterer Folge ist bei der Bonitur am 01.10.2014 eine Blütenbildung (Blühklasse 2 (wenige Blüten, 4-10 Blüten)) zu sehen.

Standort G.B4: Bei dieser Pflanze ist am ersten Boniturtermin eine hohe Anzahl an Blüten zu sehen (Blühklasse 4 (viele Blüten < 20 Blüten)). Weiters ist eine Blütenbildung am 04.09.2014 und am 01.10.2014 ersichtlich- Blühklasse 2 (wenige Blüten, 4-10 Blüten).

Standort G.A2: Beim ersten Boniturtermin zeigt diese Pflanze ähnlich wie die Pflanze am Standort G.B4 eine hohe Blütenanzahl der Blühklasse 4 (viele Blüten < 20 Blüten). Am letzten Boniturtermin sind Blüten der Blühklasse 2 (wenige Blüten, 4-10 Blüten) vorhanden.

Standort O.B7: Hier kann bei der ersten und bei der letzten Bonitur eine Blütenbildung der Blühklasse 3 (zahlreiche Blüten, 10-20 Blüten) festgestellt werden. Die Pflanze hat bei der letzten Bonitur gesamt betrachtet die höchste Blütenanzahl von Blühklasse 3 (zahlreiche Blüten, 10-20 Blüten).

Lichtzone 3

Standort O.B4: Diese Pflanze zeigt ebenfalls am ersten sowie am letzten Boniturtermin Blüten- Blühklasse 3 (zahlreiche Blüten, 10-20 Blüten). Bei der Bonitur am 01.10.2014 weist diese Pflanze im Vergleich zu den anderen Pflanzen die geringste Blütenbildung auf- Blühklasse 1 (einzelne bis rare Blüten 1-3 Blüten). Ein Grund hierfür könnte sein, dass dies der strahlungsärmste Standort ist.

Standort O.C2: Die Pflanze zeigt bei jedem Boniturtermin eine Blütenbildung. Bei der ersten Bonitur Blühklasse 4 (viele Blüten < 20 Blüten), bei den zwei Folgeterminen- Blühklasse 1 (einzelne bis rare Blüten 1-3 Blüten) und bei der letzten Bonitur, Blühklasse 2 (wenige Blüten, 4-10 Blüten).

4.2.4.3 Ertrag bei *Capsicum annuum*

In der Abbildung 88 wird der Ertrag von *Capsicum annuum* dargestellt. Die Ernte wird im September 2014 durchgeführt.

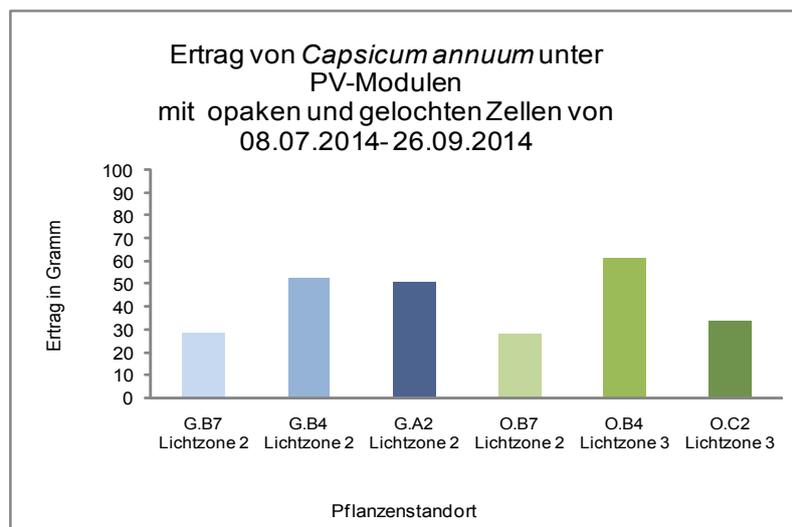


Abbildung 88: Ertrag von *Capsicum annuum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2

Standort G.B7: Die Pflanze erreicht einen Ertrag von 28,70 g.

Standort G.B4: Bei dieser Pflanze ist der Ertrag von 52,00 g hoch.

Standort G.A2: Ähnlich wie bei der Blütenbildung kann ein beinahe gleicher Ertrag erzielt werden, wie bei der Pflanze am Standort G.B4. Die Pflanze erlangt einen Ertrag von 50,50 g.

Standort O.B7: Der niedrigste Ertrag wurde auf diesem Standort mit 27,90 g erreicht.

Lichtzone 3

Standort O.B4: Den höchsten Ertrag erzielt diese Pflanze auf dem schattigsten Standort mit 61,40 g.

Standort O.C2: Die Pflanze erzielt einen Ertrag von 33,40 g.

4.2.4.4 Kubisches Volumen bei *Capsicum annuum*

Das Diagramm in der Abbildung 89 und die Tabelle 13 zeigen das kubische Volumen sowie den Gesamtzuwachs von *Capsicum annuum*.

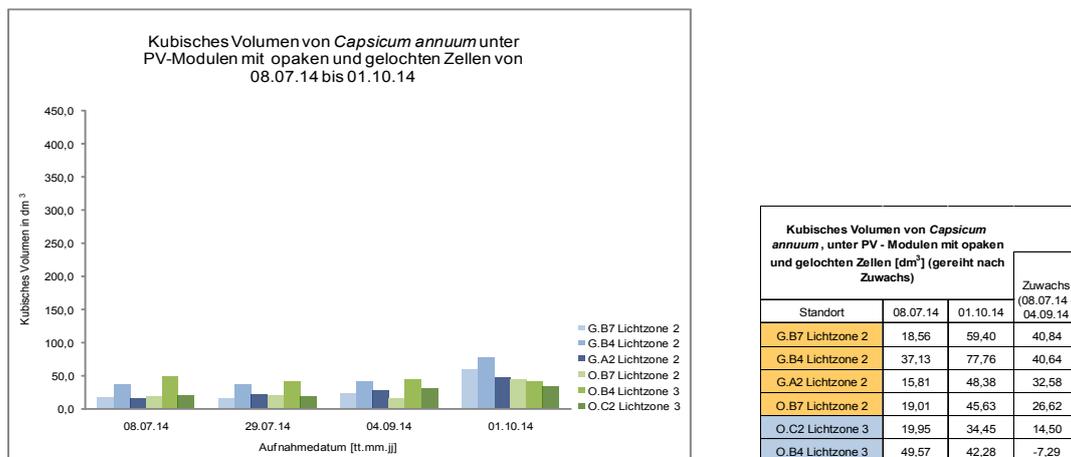


Abbildung 89: Kubisches Volumen von *Capsicum annuum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 13: Kubisches Volumen und Gesamtzuwachs von *Capsicum annuum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2

Standort G.B7: Die Pflanze hat eine gute Entwicklung und erlangt ein Volumen von 59,40 dm³. Der Zuwachs der Pflanze ist 40,80 dm³.

Standort G.B4: Hier weist die Pflanze vergleichbar mit der Pflanze am Standort G.B7, eine langsam ansteigende Entwicklung auf, sie erreicht ein Volumen von 77,80 dm³ und hat einen Gesamtzuwachs von 40,60 dm³.

Standort G.A2: Diese Pflanze zeigt ebenso eine ansteigende Entwicklung und erreicht ein Volumen von 48,40 dm³. Der Gesamtzuwachs beläuft sich auf 32,60 dm³.

Standort O.B7: Bei der Pflanze zeigt sich während der ersten Bonituren kaum eine Entwicklung. Am letzten Boniturtermin kann jedoch ein deutliches Wachstum verzeichnet werden und die Pflanze erreicht ein Volumen von 45,60 dm³. Der Zuwachs beläuft sich auf 26,60 dm³.

Lichtzone 3

Sandort O.B4: Die Pflanze zeigt kaum eine Entwicklung eher eine Verminderung des Volumens und erreicht ein Volumen von 42,30 dm³. Die Pflanze hat eine Reduktion des Volumens um 7,30 dm³.

Standort O.C2: Bei der Pflanze wird das geringste Volumen von 34,50 dm³ und der geringste Zuwachs von 14,50 dm³ ermittelt. Dies ist gesamt betrachtet das niedrigste Ergebnis von allen Chili Pflanzen.

4.2.4.5 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse bei *Capsicum annuum*

Es kann beobachtet werden, dass *Capsicum annuum* eine gute bis mittelmäßige Entwicklung aufweist. Die Pflanzen, die die höchste Strahlung erhalten, haben einen höheren Zuwachs erlangt. Dies ist bei den Pflanzen auf der gelochten Fläche deutlich ersichtlich, diese haben den höchsten Zuwachs. Die Pflanzen in der Lichtzone 3 (O.B4. O.C2) weisen den geringsten Zuwachs an Volumen oder eine Abnahme des Volumens. Die Pflanzen zeigen im Hinblick auf die Lichtzonen bei der Blattdichte und der Vitalität keine Unterschiede in der Entwicklung. Die Blütenbildung ist bei den strahlungsstärkeren Pflanzen tendenziell höher. Bei der Fruchtbildung zeigen die Pflanzen an den strahlungsärmeren Standorten größtenteils höhere Erträge. Dies kann auf die Wasserversorgung zurückzuführen sein. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass die Pflanzen die im Oktober Blüten gebildet haben, aufgrund der Jahreszeit und der Temperatur kaum Früchte entwickelten.

<i>Capsicum annuum</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm ³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.B7 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	40,84	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung
G.B4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	40,64	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung
G.A2 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	32,58	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung
O.B7 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	26,62	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung
O.B4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	-7,29	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung
O.C2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	14,50	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung

Tabelle 14: Bewertungsmatrix von *Capsicum annuum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Bewertungsmatrix von *Capsicum annuum* ist in der oben dargestellten Tabelle 14 zu sehen. Es zeigt neben dem Vitalitätswert, den Zuwachs und die

Infloreszenz. *Capsicum annuum* bevorzugt grundsätzlich sonnige Standorte (STEIN 2013). Die Pflanze wurde für die helleren Standorte im PV-Dachgarten gewählt. *Capsicum annuum* wurde in den Lichtzonen 2 und 3 getestet. Aufgrund der guten Ergebnisse in den Lichtzonen 2 und 3, ist davon auszugehen, dass diese in der Lichtzone 1 ebenso gut gedeiht. Jede Pflanze hat Blüten und somit auch Früchte ausgebildet (siehe Abbildungen 90, 91, 92).



Abbildung 90: *Capsicum annuum* 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 91: *Capsicum annuum* 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 92: *Capsicum annuum* 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

4.2.5 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Eruca sativa*, Rucola, Rauke

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort	G.C5 Lichtzone 3	G.A3 Lichtzone 3	G.B1 Lichtzone 3	O.A5 Lichtzone 3	O.C3 Lichtzone 3	O.B1 Lichtzone 3
B	V-VII	gelb	☉☉	129,14 MJ/m²/J	139,58 MJ/m²/J	90,98 MJ/m²/J	86,06 MJ/m²/J	141,93 MJ/m²/J	132,45 MJ/m²/J

Tabelle 15: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

4.2.5.1 Vitalität und Blattdicke bei *Eruca sativa*

In den Abbildungen 93 und 94 wird die Vitalität und die Blattdicke von *Eruca sativa* gezeigt. Hierzu ist zu sagen, dass alle Pflanzen in der Lichtzone 3 wachsen, wobei die Strahlungsintensität an jedem Standort variiert (siehe Tabelle 15).

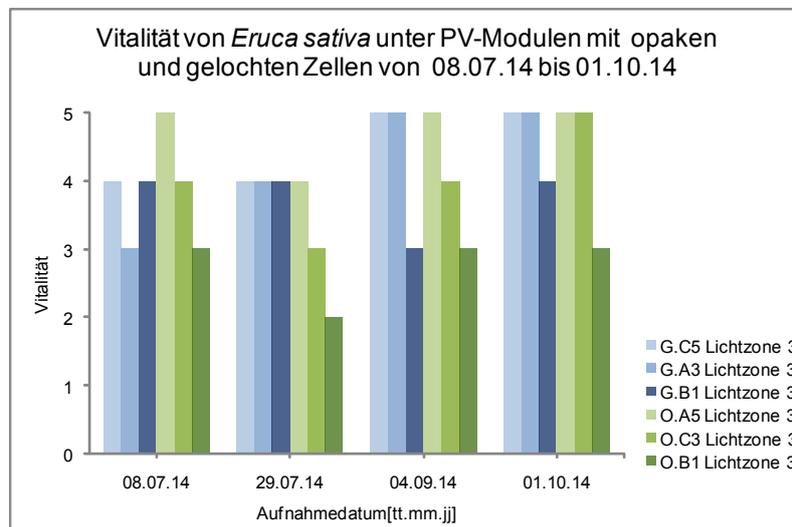


Abbildung 93: Vitalität von *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

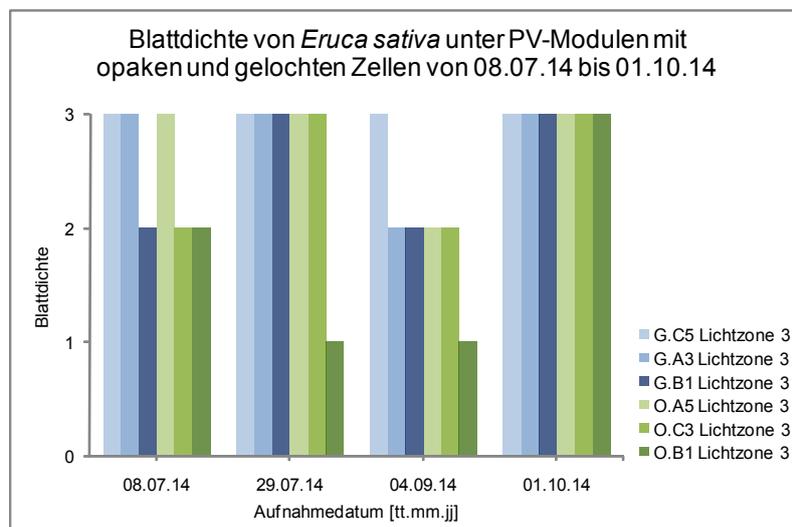


Abbildung 94: Blattdicke von *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 3

Standort G.C5: Die Pflanze hat bei der ersten und zweiten Bonitur eine Vitalität von Stufe 4 (wüchsig). In weiterer Folge steigt die Vitalität auf Stufe 5 (üppig). Die Blattdichte ist bei der Pflanze konstant auf Stufe 3, also sehr dicht.

Standort G.A3: Die Vitalität der Pflanze zeigt einen steigenden Verlauf von Stufe 3 (normal/vital) auf Stufe 5 (üppig). Die Pflanze hat bei den ersten beiden Aufnahmen eine Blattdichte von Stufe 3 (sehr dicht). In weiterer Folge am 04.09.14 verringert sich die Dichte um eine Stufe, also normal dicht. Bei der letzten Bonitur erreicht die Pflanze eine Blattdichte von Stufe 3 (sehr dicht).

Standort G.B1: Die Vitalität der Pflanze zeigt sich beständig, ausgenommen am 04.09.2014 fällt die Vitalität von 4 (wüchsig) auf 3 (normal/vital). Bei dieser Pflanze schwankt die Blattdichte zwischen Stufe 2 (normal dicht) und Stufe 3 (sehr dicht).

Standort O.A5: Die Vitalität der Pflanze ist sehr gut, denn sie hat an allen Boniturterminen mit einer Ausnahme Vitalitätsstufe 5 (üppig) erreicht. Die Pflanze hat den gleichen Entwicklungsverlauf bezüglich Blattdichte wie die Pflanze am Standort G.A3.

Standort O.C3: Die Vitalität nimmt zwischen 08.07.2014 und 29.07.2014 ab. Anschließend kann ein stetiger Anstieg der Vitalität auf Stufe 5 (üppig) verzeichnet werden. Hier zeigt die Pflanze eine wechselnde Blattdichte die sich zwischen Stufe 2 (normal dicht) und Stufe 3 (sehr dicht) bewegt.

Standort O.B1: Die Vitalität der Pflanze ist bei allen Boniturterminen auf Stufe 3 (normal/vital). Die niedrigste Vitalität von Stufe 2 (kümmernd) wird am 29.07.2014 verzeichnet. Die Pflanze zeigt bei der ersten Bonitur eine Blattdichte von Stufe 2 (normal dicht), diese fällt bei den folgenden Boniturterminen auf die Stufe 1 (wenig dicht). Bei der letzten Untersuchung zeigt die Pflanze eine enorme Verbesserung der Blattdichte, ein Anstieg auf Stufe 3 (sehr dicht) ist zu verzeichnen.

4.2.5.2 Infloreszenz bei *Eruca sativa*

In der Abbildung 95 wird die Infloreszenz von *Eruca sativa* dargestellt.

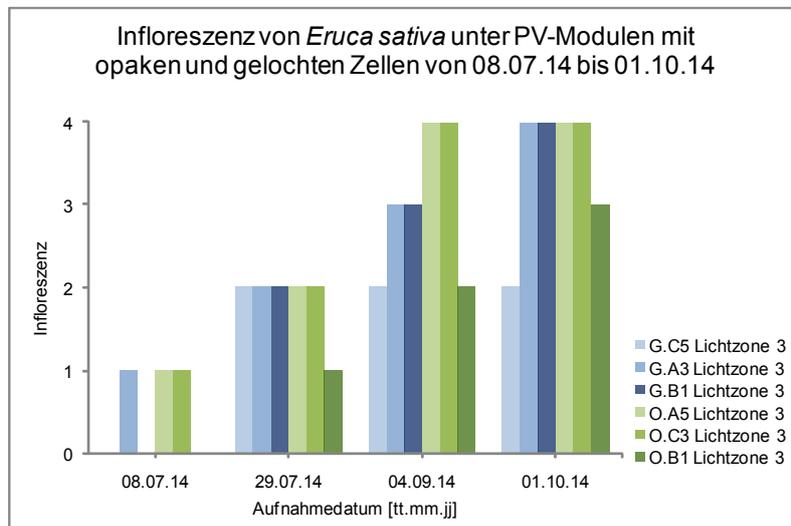


Abbildung 95: Infloreszenz von *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 3

Standort G.C5: Die Pflanze hat ab der zweiten Bonitur eine Blütenbildung von Blühklasse 2 (wenige Blüten, 4-10 Blüten).

Standort G.A3: Hier zeigt die Pflanze ab der ersten Bonitur Blüten. Die Blütenbildung steigt stetig an, bei der letzten Bonitur blüht die Pflanze am stärksten (Blühklasse 4, viele Blüten > 20 Blüten).

Standort G.B1: Die Pflanze zeigt ab der zweiten Bonitur eine Blütenbildung von Blühklasse 2 (wenige Blüten, 4-10 Blüten). Die Blütenbildung steigt bei den folgenden Boniturterminen konstant an, bei der letzten Bonitur am 01.10.2014 erreicht die Pflanze die Blühklasse 4 (viele Blüten > 20 Blüten).

Standort O.A5: Die Pflanze zeigt ab der zweiten Bonitur eine Blütenbildung der Blühklasse 2 (wenige Blüten, 4-10 Blüten). Bei den folgenden Boniturterminen wird die Blühklasse 4 bestimmt.

Standort O.C3: Die Pflanze zeigt bezüglich Blütenbildung einen ähnlichen Entwicklungsverlauf wie die Pflanze am Standort O.A5.

Standort O.B1: Bei der Pflanze bilden sich ab der zweiten Bonitur einzelne Blüten (Blühklasse 1, einzelne bis rare Blüten). Im weiteren Verlauf nehmen die Blüten stetig zu. Bei der letzten Bonitur zeigt die Pflanze viele Blüten (Blühklasse 3, zahlreiche Blüten 10-20 Blüten)

4.2.5.3 Kubisches Volumen bei *Eruca sativa*

Das kubische Volumen und der Gesamtwuchs von *Eruca sativa* zeigen das Diagramm in der Abbildung 96 und die Tabelle 16.

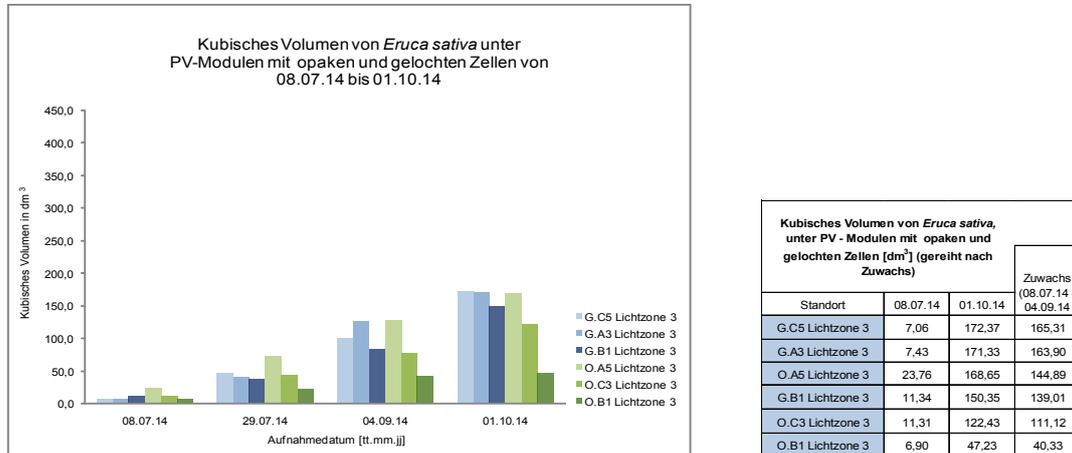


Abbildung 96: Kubisches Volumen von *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 16: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 3

Standort G.C5: Die Pflanze hat bei allen Bonituren das höchste Volumen und hat ein Endvolumen von 172,40 dm³. Das ergibt einen Gesamtwuchs von 165,30 dm³.

Standort G.A3: Hier erzielt die Pflanze ähnliche Ergebnisse wie die Pflanze am Standort G.C5. Die Pflanze erreicht an diesem Standort 171,30 dm³ Gesamtvolumen und einen Zuwachs von 163,90 dm³.

Standort G.B1: Die Pflanze an diesem Standort erlangt ein Volumen von 150,30 dm³. Der Zuwachs beträgt 139,00 dm³.

Standort O.A5: Das Volumen dieser Pflanze beläuft sich auf 168,60 dm³. Der Gesamtwuchs ist 144,90 dm³.

Standort O.C3: Hier erreicht die Pflanze ein Gesamtvolumen von 122,40 dm³ und einen Zuwachs von 111,10 dm³.

Standort O.B1: Den niedrigsten Zuwachs weist die Pflanze auf diesen Standort auf. Die Pflanze hat anfangs ein ansteigendes Wachstum. Bei den letzten beiden Boniturterminen wird kaum eine Entwicklung festgestellt. Das Volumen beträgt hier 47,20 dm³ und ergibt einen Zuwachs von 40,30 dm³.

4.2.5.4 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse bei *Eruca sativa*

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass *Eruca sativa* nur in der Lichtzone 3 gepflanzt ist. Dennoch zeigt die Pflanze eine gute Schattenverträglichkeit, obwohl sich geringe Unterschiede in der Entwicklung (Volumen) zeigen. Allgemein kann gesagt werden, dass die Pflanzen auf der gelochten Fläche einen höheren Zuwachs haben. Eine ausreichende Wasserversorgung in sonnigeren Lagen ist wichtig. Aufgrund der hohen Temperaturen reagiert *Eruca sativa*, indem die Pflanze Blüten bildet (KEUTGEN 2014) (siehe Abbildungen 97 und 98).

<i>Eruca sativa</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm ³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.C5 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	165,31	Blüte	Bei hoher Temperatur → Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge
G.A3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	163,90	Blüte	Bei hoher Temperatur → Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge
G.B1 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	139,01	Blüte	Bei hoher Temperatur → Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge
O.A5 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	144,89	Blüte	Bei hoher Temperatur → Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge
O.C3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 4 sehr gut geeignet	111,12	Blüte	Bei hoher Temperatur → Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge
O.B1 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	40,33	Blüte	Bei hoher Temperatur → Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge

Tabelle 17: Bewertungsmatrix von *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Tabelle 17 zeigt die Bewertungsmatrix, wo Vitalität, Zuwachs und Infloreszenz von *Eruca sativa* zu sehen sind. Die Pflanze wurde aufgrund deren Schattenverträglichkeit gewählt (GREINER, WEBER 2006). *Eruca sativa* wurde ausschließlich in der Lichtzone 3 erprobt. Aufgrund der sehr guten bis guten Eignung in Lichtzone 3 ist davon auszugehen, dass die Pflanze ebenfalls in den Lichtzonen 1 und 2 gedeiht. Jede Pflanze hat Blüten ausgebildet, dies könnte zu einer starken Aussamung führen (siehe Abbildungen 97, 98).



Abbildung 97: Blütenbildung bei *Eruca sativa* 05.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 98: *Eruca sativa* 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

4.2.6 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum', Gewürzfenchel

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort	G.B6 Lichtzone 2	G.C4 Lichtzone 3	G.A2 Lichtzone 2	O.B6 Lichtzone 2	O.A4 Lichtzone 3	O.C2 Lichtzone 3
Fr	VI-VIII	gelb	☉☉	247,13 MJ/m ² /J	95,20 MJ/m ² /J	189,32 MJ/m ² /J	242,63 MJ/m ² /J	71,50 MJ/m ² /J	155,90 MJ/m ² /J

Tabelle 18: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

4.2.6.1 Vitalität und Blattdichte bei *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum'

Die dargestellten Diagramme in den Abbildungen 99 und 100 zeigen neben der Vitalität die Blattdichte von *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum'.

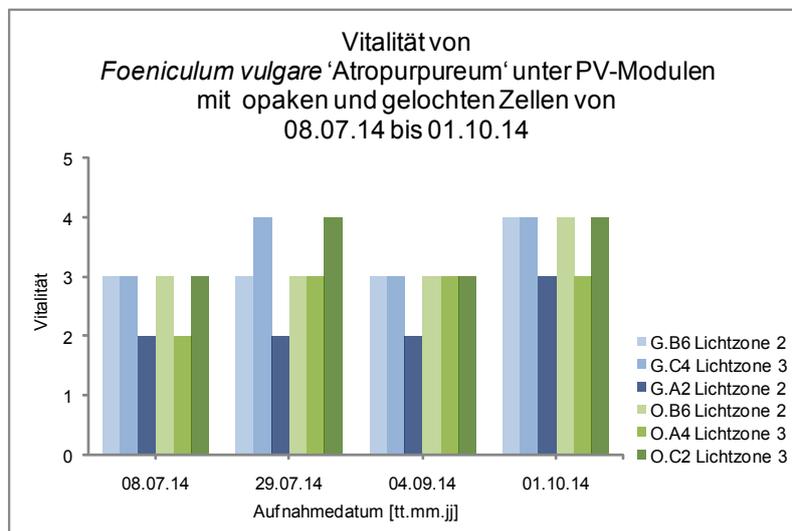


Abbildung 99: Vitalität von *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

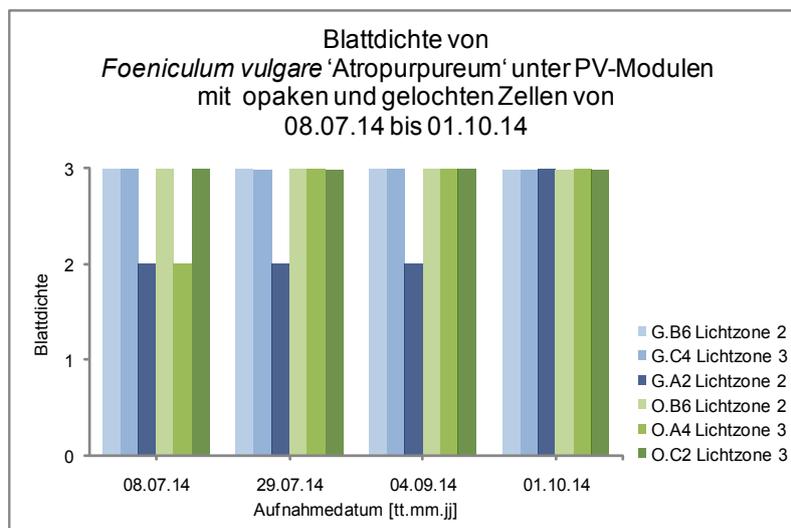


Abbildung 100: Blattdichte von *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2

Standort G.B6: Die Vitalität von Stufe 3 (normal/vital) ist während der ersten drei Bonituren konstant. Anschließend steigt diese bei der letzten Bonitur um eine Stufe. Die Pflanze weist eine beständige Blattdichte von Stufe 3 (sehr dicht) auf.

Standort G.A2: Die Pflanze zeigt bei den ersten drei Bonituren eine Vitalität von Stufe 2 (kümmernd). Bei der letzten Bonitur erreicht diese eine Vitalität von Stufe 3 (normal/vital). Ein ähnlicher Verlauf lässt sich bei der Blattdichte feststellen.

Standort O.B6: Ähnlich wie bei der Pflanze am Standort G.B6 entwickelt sich diese Pflanze die Vitalität ist anfangs ebenso mittelmäßig (Stufe 3 (normal/vital)). Eine höhere Vitalität von Stufe 4 (wüchsig) ist bei der letzten Bonitur sichtbar. Eine konstante Blattdichte von Stufe 3 (sehr dicht) zeigt die Pflanze.

Lichtzone 3

Standort G.C4: Die Vitalität der Pflanze schwankt zwischen Stufe 3 (normal/vital) und Stufe 4 (wüchsig). Eine gleichbleibende Blattdichte von Stufe 3 (sehr dicht) kann die Pflanze auf diesem Standort aufweisen.

Standort O.A4: Die Vitalität steigt ab der zweiten Bonitur von Stufe 2 (kümmernd) auf Stufe 3 (normal/vital). Die Blattdichte dieser Pflanze erzielt ebenso ab der zweiten Bonitur einen Anstieg von Stufe 2 (normal dicht) auf Stufe 3 (sehr dicht) und diese wird konstant beibehalten.

Standort O.C2: Bei Betrachtung der Vitalität zeigt sie den gleichen Verlauf wie die Pflanze am Standort G.C4. Die Pflanze weist eine gleichbleibende Blattdichte von Stufe 3 (sehr dicht) auf.

4.2.6.2 Infloreszenz bei *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum'

Die Infloreszenz von *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' wird in der Abbildung 101 gezeigt.

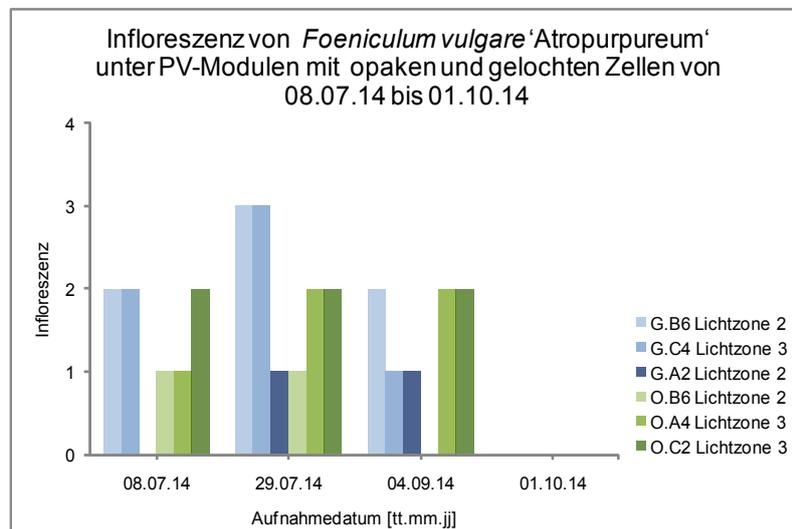


Abbildung 101: Infloreszenz von *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2

Standort G.B6: Die Pflanze zeigt bei den ersten drei Bonituren Blüten. Den Blühhöhepunkt erreicht sie am 29.07.2014 Blühklasse 3 (zahlreiche Blüten, 10-20 Blüten).

Standort G.A2: Die Pflanze an diesem Standort kann erst bei der zweiten Bonitur Blüten vorweisen. Dabei wird die Blühklasse 1 (einzelne bis rare Blüten, 1-3 Blüten) festgestellt. Die Blütenbildung hat sich aufgrund des Abknickens der Pflanze verschoben.

Standort O.B6: Die Pflanze zeigt nur zu den ersten beiden Bonituren Blüten (Blühklasse 1, einzelne bis rare Blüten, 1-3 Blüten). Bei der Bonitur am 04.09.2014 hat diese lediglich Fruchtstände.

Lichtzone 3

Standort G.C4: Diese Pflanze bringt in den ersten Monaten der Untersuchung Blüten hervor. Hier ist die höchste Blütenanzahl am 29.07.2014 zu verzeichnen, Blühklasse 3 (zahlreiche Blüten, 10-20 Blüten).

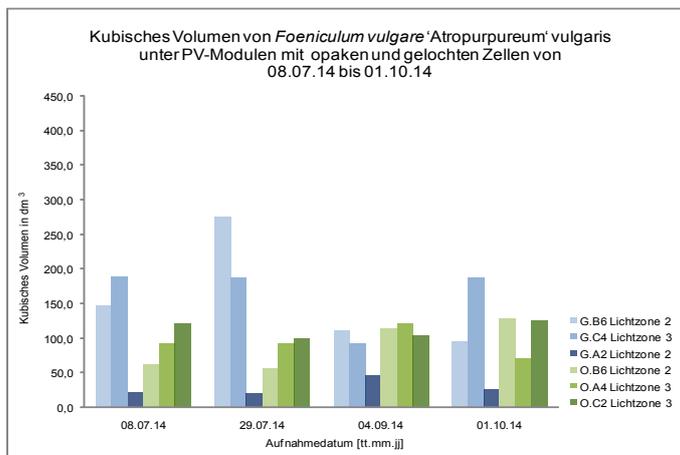
Standort O.A4: Die Pflanze weist bei der ersten Bonitur eine geringe Blütenbildung auf. In weiterer Folge hat diese eine mittelmäßige Blütenbildung-

Blühklasse 2 (wenige Blüten, 4-10 Blüten).

Standort O.C2: Auf dem Standort zeigt die Pflanze bei allen drei Boniturterminen eine mittlere konstant bleibende Blütenbildung von Blühklasse 2 (wenige Blüten, 4-10 Blüten).

4.2.6.3 Kubisches Volumen bei *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum'

Die Abbildung 102 und die Tabelle 19 zeigen das kubische Volumen und den Gesamtwuchs von *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum'.



Kubisches Volumen von <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum', unter PV-Modulen mit opaken und gelochten Zellen [dm³] (gereiht nach Zuwachs)			
Standort	08.07.14	01.10.14	Zuwachs (08.07.14 - 04.09.14)
O.B6 Lichtzone 2	61,99	129,15	67,17
O.C2 Lichtzone 3	122,11	125,91	3,80
G.A2 Lichtzone 2	22,50	26,04	3,54
G.C4 Lichtzone 3	188,89	188,16	-0,73
O.A4 Lichtzone 3	93,60	72,45	-21,15
G.B6 Lichtzone 2	147,20	95,94	-51,26

Abbildung 102: Kubisches Volumen von *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 19: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2

Standort G.B6: Die Pflanze zeigt bei den ersten beiden Bonituren ein ansteigendes Wachstum. In den weiteren Aufnahmen ist ein Rückgang des Volumens erkennbar. Das Endvolumen ist 95,90 dm³. Bis zur zweiten Bonitur erreicht der Fenchel einen Zuwachs von 128,70 dm³. In weiterer Folge nimmt das Volumen ab. Gesamt betrachtet verliert dieser um 51,30 dm³.

Standort G.A2: Die Pflanze auf dem Standort zeigt bei den ersten beiden Aufnahmen ein gleichbleibendes Volumen, das bis zum dritten Boniturtermin leicht zunimmt. Bei der letzten Aufnahme am 01.10.2014 zeigt sich eine deutliche Abnahme des Volumens. Es kann ein Endvolumen von 26 dm³ gemessen werden, was einen Zuwachs von 3,50 dm³ bedeutet. Misst man den Zuwachs bis zum 04.09.2014, so hat die Pflanze einen Zuwachs von 24,10 dm³. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass die Pflanze abgeknickt ist und darum in der ersten Zeit langsamer entwickelt.

Standort O.B6: Die Pflanze an diesem Standort zeigt einen guten Zuwachs, hier wird ein Endvolumen von 129,20 dm³ erreicht. Was einen Zuwachs von 67,20 dm³ ergibt. Dies ist der höchste Zuwachs. Der Standort verfügt über eine hohe Strahlung. Ebenso ist die Nachmittagssonne zu berücksichtigen.

Lichtzone 3

Standort G.C4: Hier zeigt die Pflanze bei den ersten beiden Aufnahmen einen Anstieg des Volumens. Das Volumen nimmt bis zur Bonitur am 04.09.2014 ab, ein Wachstum kann bei der Bonitur am 01.10.2014 gemessen werden. Das Endvolumen beträgt 188,20 dm³. Gesamt betrachtet verliert der Fenchel um 0,73 dm³ Volumen.

Standort O.A4: Die Pflanze hat in den ersten Monaten kaum einen Zuwachs, ab der dritten Bonitur kann eine Zunahme verzeichnet werden. Danach sinkt das Volumen erneut. Das Endvolumen beträgt 72,50 dm³. Das bedeutet eine Abnahme von 21,20 dm³. Das höchste Volumen kann im September vermessen werden. Hier hat die Pflanze ein Volumen 122,60 dm³ und einen Zuwachs von 29 dm³.

Standort O.C2: Diese Pflanze hat eine schwankende Entwicklung, hier beträgt das Endvolumen 125,90 dm³. Ein Gesamtzuwachs von 3,80 dm³ kann hier ermittelt werden.

4.2.6.4 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse bei *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum'

Die Pflanze wurde in Lichtzone 2 („lichter Schatten“) und Lichtzone 3 („Schatten“) getestet. *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' hat eine mittelmäßige Entwicklung, ausgenommen die Pflanze G.A2 diese ist abgeknickt, eine Verbesserung zeigt sich bei der letzten Bonitur. Weiters ist ersichtlich, dass die Pflanze am Standort O.A4 aufgrund der geringsten Lichteinstrahlung das schwächste Ergebnis erbringt. Zusätzlich ist zu vermerken, dass alle Pflanzen die ersten Monate von Läusen befallen waren, dies bewirkte eine mäßige Entwicklung und ein Absterben der Triebe und Blätter. Bei der letzten Bonitur wurde bei allen Pflanzen ein Neuaustrieb aus der Basis festgestellt (siehe Abbildung 104). Bei allen Pflanzen kann mehr oder weniger eine Blütenbildung festgestellt werden (siehe Abbildung 104). Bei der letzten Bonitur am 01.10.2014 ist keine Blütenbildung zu verzeichnen, jedoch haben die Pflanzen Fruchtstände gebildet.

<i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum'				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm ³] (08.07.14- 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.B6 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	-51,26	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw.Samenbildung
G.C4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	-0,73	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw.Samenbildung
G.A2 Lichtzone 2	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	3,54	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw.Samenbildung
O.B6 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	67,17	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw.Samenbildung
O.A4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	-21,15	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw.Samenbildung
O.C2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	3,80	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw.Samenbildung

Tabelle 20: Bewertungsmatrix von *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

In der Tabelle 20 wird die Bewertungsmatrix von *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' dargestellt. Hier sind Vitalitätswert, Zuwachs und Infloreszenz ersichtlich. *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' wurde aufgrund seiner Schattenverträglichkeit gewählt (SCHMIDHAMMER 2014). Die Pflanze wurde in den Lichtzonen 2 („lichter Schatten“) und 3 („Schatten“) getestet. *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' hat sich in den getesteten Lichtzonen gut bewährt. Es ist davon auszugehen, dass die Pflanze ebenso in der Lichtzone 1 („hell“) wächst. Jede Pflanze hat Blüten und Samen ausgebildet.



Abbildung 103: *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 104: *Foeniculum vulgare* 'Atropurpureum' 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

4.2.7 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Lactuca sativa* var. *capitata*, Kopfsalat

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort	G.C7 Lichtzone 1	G.C4 Lichtzone 3	G.B2 Lichtzone 3	O.A7 Lichtzone 1	O.A4 Lichtzone 3	O.B2 Lichtzone 3
B	VII	weiß	○	346,79 MJ/m²/J	95,20 MJ/m²/J	137,52 MJ/m²/J	264,02 MJ/m²/J	71,50 MJ/m²/J	120,67 MJ/m²/J

Tabelle 21: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Lactuca sativa* var. *capitata* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

4.2.7.1 Vitalität und Blattdichte bei *Lactuca sativa* var. *capitata*

Die Abbildungen 105 und 106 zeigen die Vitalität und die Blattdichte von *Lactuca sativa* var. *capitata*.

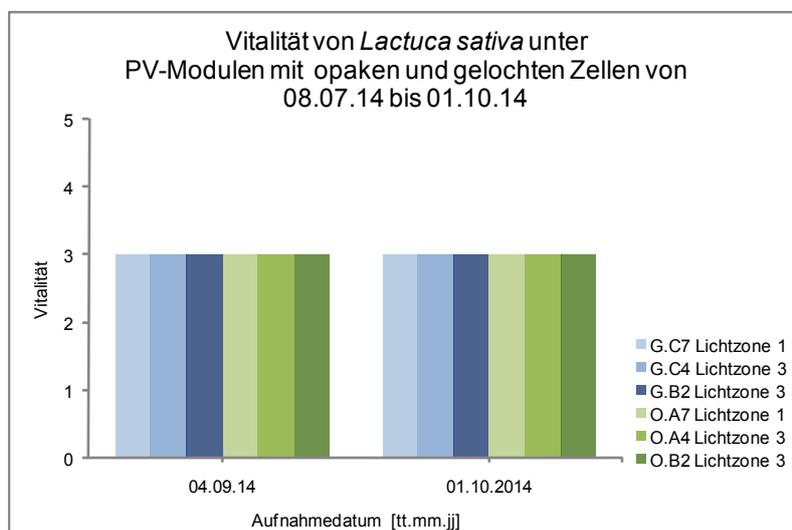


Abbildung 105: Vitalität von *Lactuca sativa* var. *capitata* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

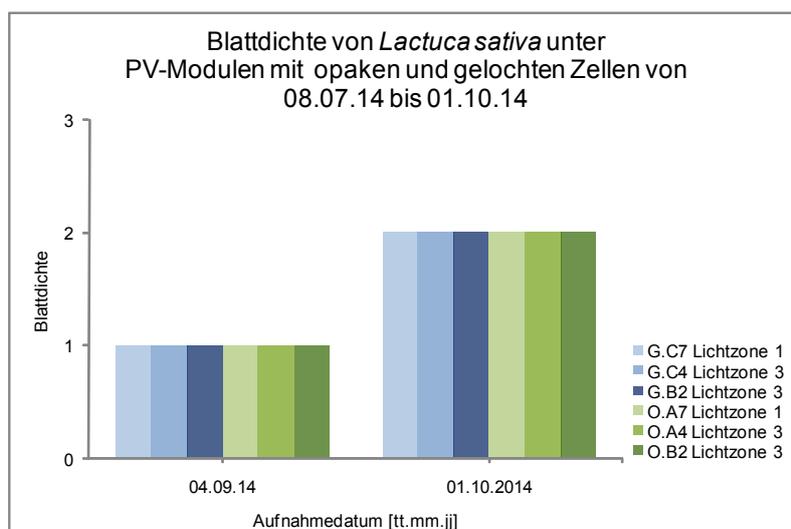


Abbildung 106: Blattdichte von *Lactuca sativa* var. *capitata* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.C7: Die Pflanze zeigt bei beiden Boniturterminen eine Vitalität von Stufe 3 (normal/vital). Die Blattdicke weist bei der ersten Bonitur eine Blattdicke von Stufe 1 (wenig dicht) auf. Bei der Bonitur am 01.10.2014 zeigt die Pflanze eine Blattdicke von Stufe 2 (normal dicht).

Standort O.A7: Die Pflanze hat bei beiden Boniturterminen eine Vitalität von Stufe 3 (normal/vital). Die Blattdicke hat einen ansteigenden Entwicklungsverlauf ähnlich der Pflanze am Standort G.C7.

Lichtzone 3

Standort G.C4: Bei beiden Boniturterminen erlangt die Pflanze eine Vitalität von Stufe 3 (normal/vital). Die Blattdicke zeigt eine steigende Entwicklung von Stufe 1 (wenig dicht) auf Stufe 2 (normal dicht).

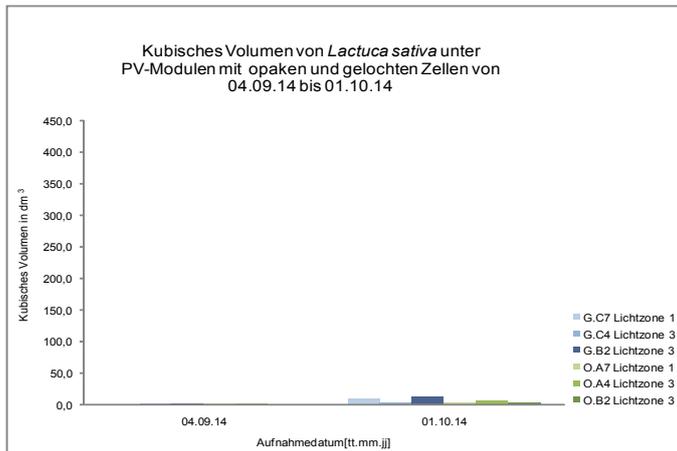
Standort G.B2: Diese Pflanze hat eine konstante Vitalität von Stufe 3 (normal/vital). Die Blattdicke kann sich bei der zweiten Bonitur von Stufe 1 (wenig dicht) auf Stufe 2 (normal dicht) steigern.

Standort O.A4: Hier zeigt die Pflanze eine Vitalität von 3 (normal/vital). Bei der ersten Bonitur weist die Pflanze eine Blattdicke von Stufe 1 (wenig dicht) auf. Danach kann wie bei den anderen Salatpflanzen ein Anstieg um eine Stufe festgestellt werden.

Standort O.B2: Die Vitalität von Stufe 3 (normal/vital) erreicht diese Pflanze bei beiden Boniturterminen. Die Blattdicke steigt von Stufe 1 (wenig dicht) auf Stufe 2 (normal dicht).

4.2.7.2 Kubisches Volumen bei *Lactuca sativa* var. *capitata*

Das kubische Volumen und der Gesamtwuchs von *Lactuca sativa* var. *capitata* wird in den Abbildungen 107 und 108 und in der Tabelle 22 gezeigt und veranschaulicht die unterschiedliche Entwicklung der Pflanzen. Dass die Daten besser lesbar sind, ist das kubische Volumen im Diagramm 108 mit einem geringeren Achsenwert dargestellt.



Standort	04.09.14	01.10.14	Zuwachs (08.07.14 - 04.09.14)
G.B2 Lichtzone 3	2,00	11,75	9,75
G.C7 Lichtzone 1	0,38	9,07	8,70
O.A4 Lichtzone 3	1,20	5,20	4,00
O.A7 Lichtzone 1	0,88	3,42	2,54
O.B2 Lichtzone 3	0,82	3,15	2,33
G.C4 Lichtzone 3	1,01	3,00	2,00

Abbildung 107: Kubisches Volumen von *Lactuca sativa* var. *capitata* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 22: Kubisches Volumen von *Lactuca sativa* var. *capitata* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

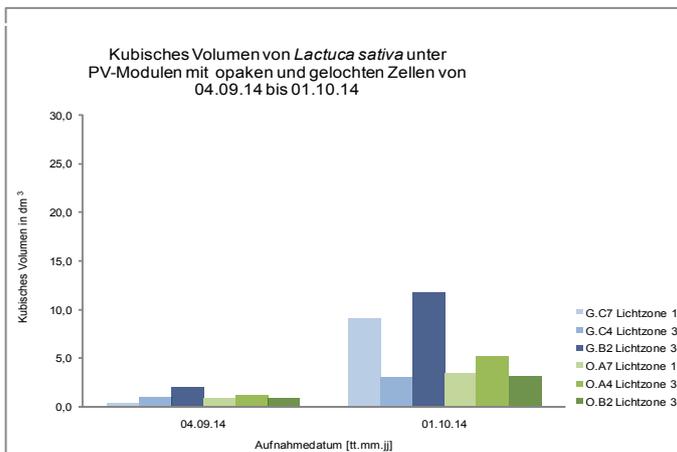


Abbildung 108: Kubisches Volumen von *Lactuca sativa* var. *capitata* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.C7: Die Pflanze hat bei der ersten Bonitur den geringsten Zuwachs. Diese zeigt aber bei der letzten Aufnahme am 01.10.2014 den zweithöchsten Zuwachs von 8,70 dm³. Das Endvolumen beträgt 9,10 dm³.

Standort O.A7: Das Endvolumen beträgt bei dieser Pflanze 3,40 dm³, was ein Zuwachs von 2,50 dm³ ist.

Lichtzone 3

Standort G.C4: Die Pflanze hat den geringsten Zuwachs, hier beträgt das Volumen 3,00 dm³. Der Zuwachs beläuft sich auf 2,00 dm³.

Standort G.B2: Diese Pflanze verzeichnet den höchsten Zuwachs mit einem Volumen von 11,70 dm³. Was einen Zuwachs von 9,70 dm³ ergibt.

Standort O.A4: Hier kann ein Endvolumen von 5,20 dm³ festgestellt werden, was ein Zuwachs von 4,00 dm³ ist.

Standort O.B2: An diesem Standort wird ebenfalls ein geringes Volumen festgestellt. Die Pflanze erreicht bei einem Volumen von 3,20 dm³ einen Zuwachs von 2,30 dm³.

4.2.7.3 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse von bei *Lactuca sativa* var. *capitata*

Die Pflanzen wurden in der Lichtzone 1 („hell“) und in der Lichtzone 3 („Schatten“) gepflanzt. Die höchste Strahlung haben die Pflanzen an den Standorten G.C7, O.A7 und O.A7 erlangt. Die Pflanze am Standort O.A4 hat den niedrigsten Strahlungswert. Der teilweise hohe Zuwachs bei Pflanzen in schattigeren Lagen kann auch eine leichte Schosserbildung der Pflanze sein. Auffällig ist, keine der Pflanzen hat eine Kopfbildung. Hier ist anzumerken, dass die Pflanzen relativ spät gepflanzt wurden, und die Temperatur als auch die Jahreszeit zusätzlich ein Faktor sind, welcher bei der Entwicklung der Salatpflanzen berücksichtigt werden muss. Zu erwähnen ist, dass der Salat eine Langtagspflanze ist und bei späteren Pflanzungen auf photoperiodisch neutrale Sorten geachtet werden sollte (KEUTGEN 2014).

<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm ³] (04.09.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.C7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	8,70	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.
G.C4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	2,00	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.
G.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	9,75	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.
O.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	2,54	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.
O.A4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	4,00	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.
O.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	2,33	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.

Tabelle 23: Bewertungsmatrix von *Lactuca sativa* var. *capitata* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Bewertungsmatrix in der Tabelle 23 zeigt den Vitalitätswert, den Zuwachs und die Infloreszenz von *Lactuca sativa* var. *capitata*. Laut PELZMANN (1997) wächst die Pflanze bevorzugt auf sonnigen Standorten und wurde für die hellen Zonen im PV-Dachgarten gewählt. *Lactuca sativa* var. *capitata* wurde in der Lichtzone 1 („hell“) und in der Lichtzone 3 („Schatten“) erprobt. Hier zeigen alle Pflanzen einen mittleren Vitalitätswert, jedoch konnte bei keinen der Pflanzen eine Kopfbildung festgestellt werden (siehe Abbildungen 110 und 111). Dies könnte auf die späte Pflanzung zurückzuführen sein, oder auf den Strahlungsmangel. Abbildung 109 zeigt die Pflanze kurz nach der Pflanzung.



Abbildung 109: *Lactuca sativa* var. *capitata* 16.09.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 110: *Lactuca sativa* var. *capitata* 14.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 111: *Lactuca sativa* var. *capitata* 14.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

4.2.8 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Mentha x piperita*, Pfefferminze

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort		G.B5 Lichtzone 3			O.B5 Lichtzone 3	
GR, Fr, WR	V-VII	blau violett	☉☉		107,45 MJ/m ² /J			89,38 MJ/m ² /J	

Tabelle 24: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

4.2.8.1 Vitalität und Blattdichte bei *Mentha x piperita*

Die Vitalität und die Blattdichte von *Mentha x piperita* wird in den dargestellten Diagrammen in den Abbildungen 112 und 113 gezeigt.

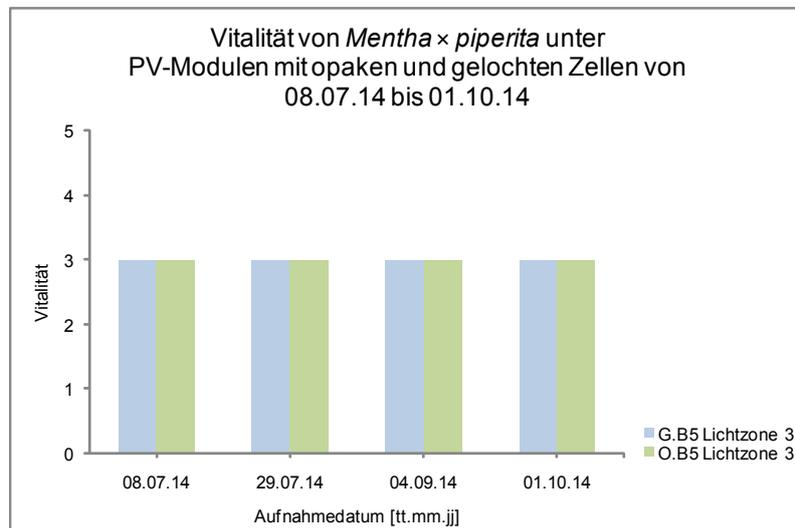


Abbildung 112: Vitalität von *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

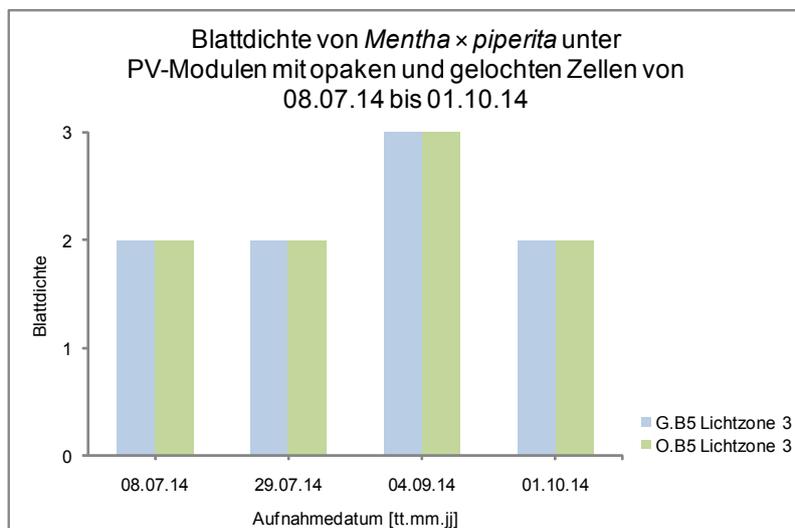


Abbildung 113: Blattdichte von *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 3

Standort G.B5: Die Pflanze zeigt bei allen Boniturterminen eine konstante Vitalität von Stufe 3 (normal/vital). Die Blattdichte ist gleichbleibend auf Stufe 2 (normal dicht) bei der Bonitur am 04.09.2014 steigt diese um eine Stufe. Bei der letzten Bonitur am 01.10.2014 sinkt die Blattdichte auf Stufe 2 (normal dicht).

Standort O.B5: Die Pflanze hat einen ähnlichen Entwicklungsverlauf wie die Pflanze am Standort G.B5.

4.2.8.2 Infloreszenz bei *Mentha x piperita*

In der Abbildung 114 wird die Infloreszenz von der *Mentha x piperita* dargestellt.

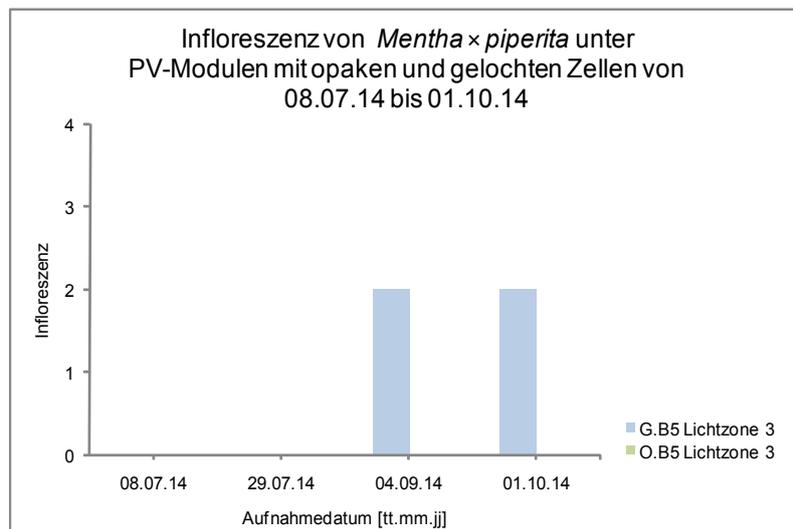


Abbildung 114: Infloreszenz von *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 3

Standort G.B5: Die Pflanze zeigt bei der dritten Bonitur am 04.09.2014 und bei der vierten Bonitur am 01.10.2014 Blüten der Blühklasse 2 (wenige Blüten 4-10 Blüten).

Standort O.B5: Die Pflanze hat keine Blüten ausgebildet. Was auf eine geringere Lichteinstrahlung zurückzuführen ist. Die Pflanze am Standort G.B5 bekommt mehr Lichteinstrahlung.

4.2.8.3 Kubisches Volumen bei *Mentha x piperita*

Das kubische Volumen und der Gesamtwuchs von *Mentha x piperita* wird in der Abbildung 115 und in der Tabelle 25 gezeigt.

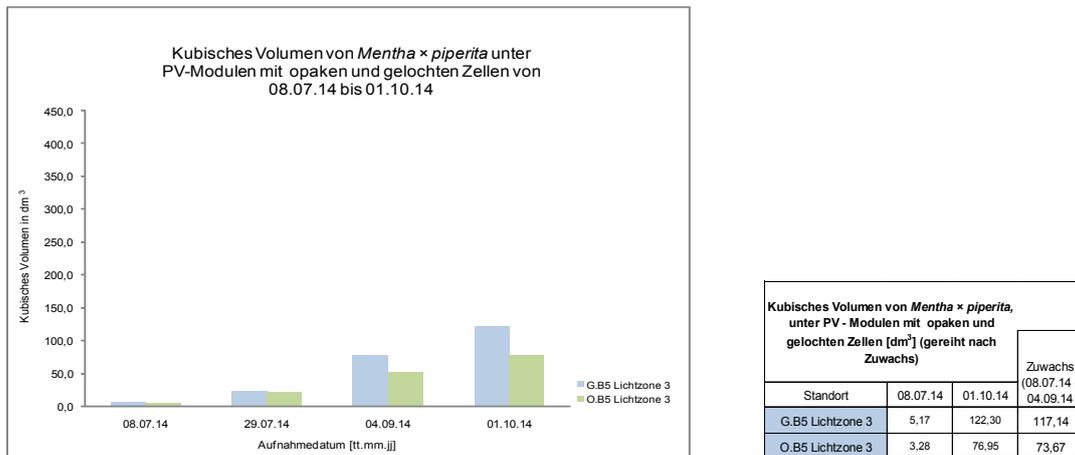


Abbildung 115: Kubisches Volumen von *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 25: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 3

Standort G.B5: Die Pflanze hat ein Volumen von 122,30 dm³ erreicht, was einen Zuwachs von 117,10 dm³ ergibt.

Standort O.B5: Hier hat die Pflanze ein Volumen von 77,00 dm³ und einen Gesamtwuchs von 73,70 dm³. Ebenso beim Gesamtwuchs sind Unterschiede aufgrund der geringeren Strahlung bemerkbar.

4.2.8.4 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse bei *Mentha x piperita*

Grundsätzlich gedeiht *Mentha x piperita* gut im PV-Dachgarten. Hier wurde die Pflanze in der Lichtzone 3 („Schatten“) getestet, was gute Ergebnisse erbringt. Jedoch sind geringe Unterschiede im Zusammenhang mit der Strahlung beobachtbar. Der Standort unter den gelochten PV-Modulen verfügt über einen höheren Anteil an direkten Lichtstrahlen, als der Standort opak (siehe Abbildung 65). Weiters ist zu erwähnen, dass die Pflanzen in Töpfe gepflanzt wurden, um ein unkontrolliertes Wachsen der Pflanzen zu verhindern (siehe Abbildung 116). Dies ist bei der Entwicklung zu berücksichtigen (Wasserversorgung und eingeschränkte Ausbreitungsmöglichkeiten). Bei der Blattdichte als auch bei der Vitalität zeigen beide Pflanzen eine gute Entwicklung. Bei der zweiten Bonitur am 29.07.2014 wurde ein Befall von Thrips festgestellt. Die Pflanze unter den gelochten PV-Modulen war stärker davon betroffen (siehe Abbildung 117). Bei der letzten Bonitur ist eine Verschlechterung des Gesamtzustands zu verzeichnen, was aufgrund der herbstlichen Temperaturen zurückzuführen ist. Weiters zeigt die Pflanze unter den gelochten PV-Modulen (Standort G.B5) eine Blütenentwicklung. Die Pflanze am Standort opak O.B5 hat keine Blüten ausgebildet. Dies kann aufgrund der geringeren Lichteinstrahlung zurückzuführen sein. Zusätzlich hat die Pflanze unter den gelochten PV-Modulen ab der dritten Bonitur ein deutlich höheres Wachstum, als die Pflanze unter den opaken PV-Modulen, was sich auf den Gesamtwuchs auswirkt.

<i>Mentha x piperita</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm ³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.B5 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	117,14	Blüte	Zierwert
O.B5 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	73,67	keine Blüte	Zierwert

Tabelle 26: Bewertungsmatrix von *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Tabelle 26 zeigt die Bewertungsmatrix von *Mentha x piperita*, hier sind der Vitalitätswert, der Zuwachs und die Infloreszenz angeführt. Die Pflanze eignet sich für schattige Standorte (SCHMIDHAMMER 2014) und wurde deshalb ausgewählt. Getestet wurde *Mentha x piperita* in der Lichtzone 3 („Schatten“), wo sich die Pflanzen gut bewährt haben. Jedoch kann die Blüte bei allzu schattigen Standorten ausbleiben (siehe Tabelle 26 und Abbildung 114). *Mentha x piperita* zeigt in der Lichtzone 3 eine gute Entwicklung. Es ist davon auszugehen, dass diese Pflanze ebenso in den Lichtzonen 1 und 2 wächst.



Abbildung 116: *Mentha x piperita*
29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG)



Abbildung 117: Thripsbefall bei
Mentha x piperita 29.07.2014
(EIGENE ERSTELLUNG)

4.2.9 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Ocimum kiliman. x basilicum*, Stauchbasilikum

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort	G.C7 Lichtzone 1	G.B4 Lichtzone 2	G.B3 Lichtzone 3	O.A7 Lichtzone 1	O.B4 Lichtzone 2	O.B3 Lichtzone 3
B	VI-IX	violett	○	346,79 MJ/m ² /J	160,33 MJ/m ² /J	145,45 MJ/m ² /J	264,02 MJ/m ² /J	166,04 MJ/m ² /J	111,88 MJ/m ² /J

Tabelle 27: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

4.2.9.1 Vitalität und Blattdichte bei *Ocimum kiliman. x basilicum*

In der Abbildungen 118 und 119 wird die Vitalität und die Blattdichte von *Ocimum kiliman. x basilicum* dargestellt.

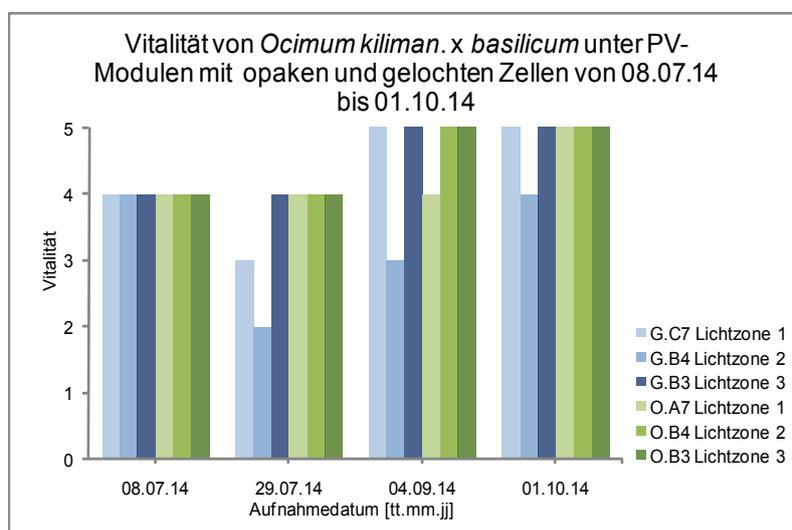


Abbildung 118: Vitalität von *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

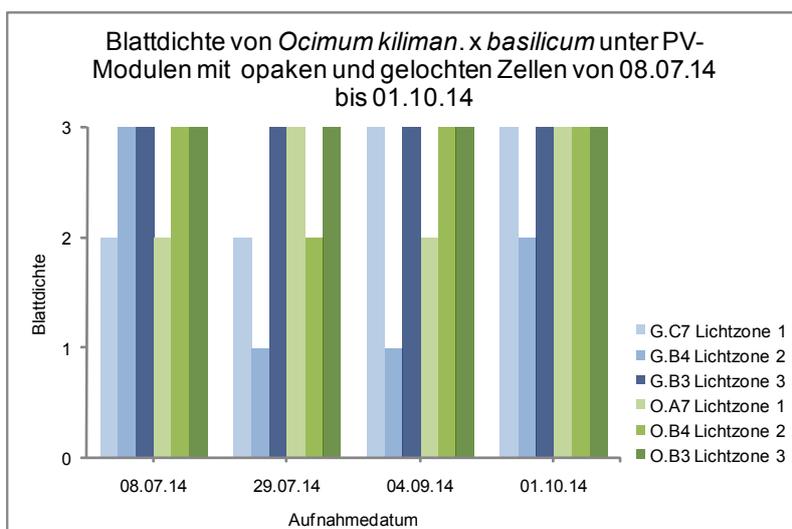


Abbildung 119: Blattdichte von *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.C7: Die Pflanze hat bei der ersten Bonitur eine Vitalität von Stufe 4 (wüchsig). Ein Sinken der Vitalität kann bei der Bonitur am 29.07.2014 festgestellt werden. Bei den folgenden Aufnahmen ist ein deutlicher Anstieg der Vitalität auf Stufe 5 (üppig) zu verzeichnen. Es ist ersichtlich, dass bei den ersten beiden Aufnahmen eine Blattdichte von Stufe 2 (normal dicht) erlangt wird. Bei der folgenden Aufnahme wird eine Steigerung der Blattdichte auf Stufe 3 (sehr dicht) festgestellt, diese bleibt konstant.

Standort O.A7: Die anfänglich konstant bleibende Vitalität von Stufe 4 (wüchsig) steigt zwischen 04.09.2014 und 01.10.2014 auf Stufe 5 (üppig). Die Pflanze hat eine schwankende Entwicklung hinsichtlich Blattdichte.

Lichtzone 2

Standort G.B4: Diese Pflanze zeigt bei der ersten Bonitur eine hohe Blattdichte. Bei den weiteren Aufnahmen ist ein Abfallen der Blattdichte zu sehen. Bei der letzten Bonitur hat die Pflanze eine Blattdichte von Stufe 2 (normal dicht). Ein ähnlicher Entwicklungsverlauf ist bei der Vitalität zu sehen.

Standort O.B4: Bezüglich Vitalität hat die Pflanze anfangs eine gleichbleibende Vitalität, diese steigt ab der dritten Bonitur von Stufe 4 (wüchsig) auf Stufe 5 (üppig). Die Pflanze hat eine Blattdichte von Stufe 3 (sehr dicht). Eine leichte Schwankung der Blattdichte ist ab dem zweiten Boniturtermin ersichtlich.

Lichtzone 3

Standort G.B3: Bei der Vitalität kann die Pflanze bei den ersten beiden Bonituren auf Stufe 4 (wüchsig) eingestuft werden, bei den folgenden Bonituren ist die Vitalität auf Stufe 5 (üppig) gestiegen. Hier weist die Pflanze eine konstant bleibende Blattdichte von Stufe 3 (sehr dicht) auf.

Standort O.B3: Hinsichtlich der Vitalität hat sie einen ähnlichen Zustand wie die Pflanze am Standort O.B4. Die Pflanze hat eine vergleichbare Entwicklung wie die Pflanze am Standort G.B3.

4.2.9.2 Infloreszenz bei *Ocimum kiliman. x basilicum*

Die Infloreszenz von *Ocimum kiliman. x basilicum* wird im dargestellten Diagramm in Abbildung 120 gezeigt.

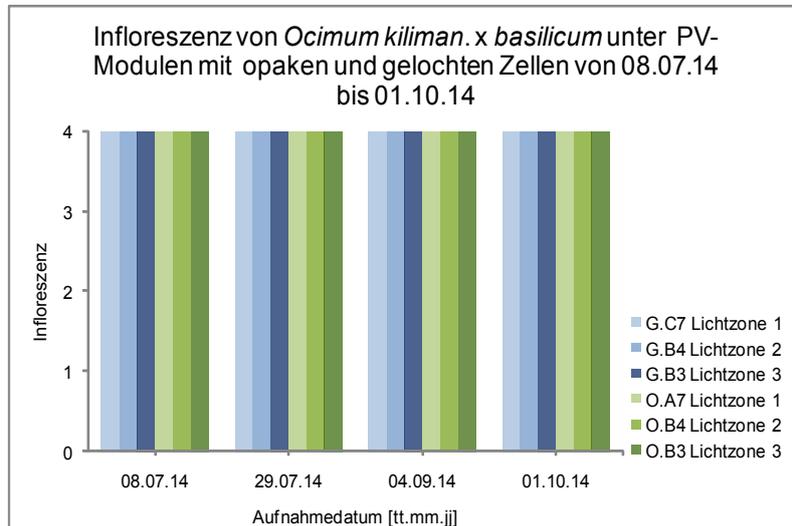


Abbildung 120: Infloreszenz von *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.C7: Die Pflanze zeigt eine dauerhafte Blüte von Blühklasse 4 (viele Blüten >20 Blüten).

Standort O.A7: Hier wird ebenso ein dauerhafter Blütenflor der Blühklasse 4 (viele Blüten >20 Blüten) verzeichnet.

Lichtzone 2

Standort G.B4: Die Pflanze weist bei allen Boniturterminen viele Blüten (Blühklasse 4 (viele Blüten >20 Blüten)) auf.

Standort O.B4: Bei dieser Pflanze kann eine konstant andauernde Blüte der Blühklasse 4 (viele Blüten >20 Blüten) beobachtet werden.

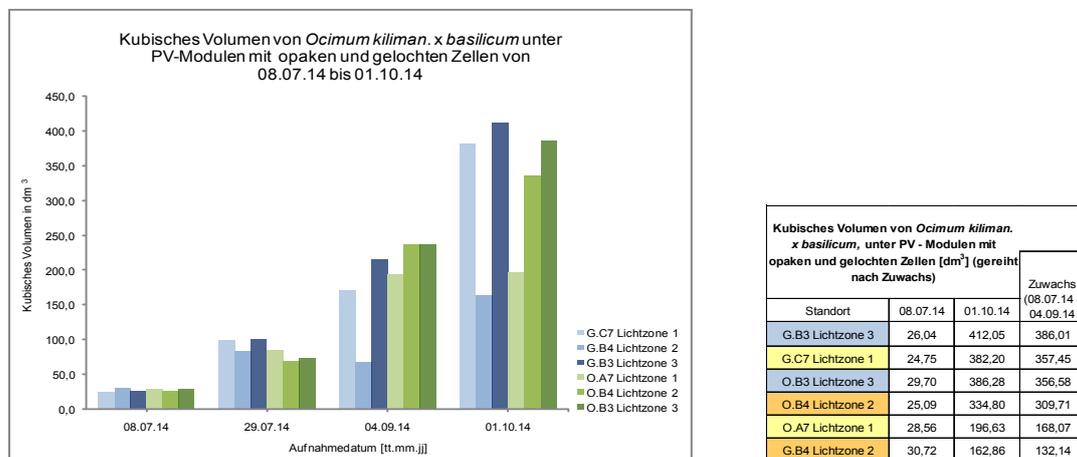
Lichtzone 3

Standort G.B3: Diese Pflanze zeigt bei allen Boniturterminen eine hohe Anzahl von Blüten (Blühklasse 4 (viele Blüten >20 Blüten)).

Standort O.B3: Bei dieser Pflanze wird wie bei den anderen Strauchbasilikumpflanzen, eine dauerhafte Blüte (Blühklasse 4 (viele Blüten >20 Blüten)) festgestellt.

4.2.9.3 Kubisches Volumen bei *Ocimum kiliman. x basilicum*

Die Abbildung 121 und die Tabelle 28 zeigen das kubische Volumen und den Gesamtzuwachs von *Ocimum kiliman. x basilicum*.



Standort	08.07.14	01.10.14	Zuwachs (08.07.14 - 04.09.14)
G.B3 Lichtzone 3	26,04	412,05	386,01
G.C7 Lichtzone 1	24,75	382,20	357,45
O.B3 Lichtzone 3	29,70	386,28	356,58
O.B4 Lichtzone 2	25,09	334,80	309,71
O.A7 Lichtzone 1	28,56	196,63	168,07
G.B4 Lichtzone 2	30,72	162,86	132,14

Abbildung 121: Kubisches Volumen von *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 28: Kubisches Volumen und Gesamtzuwachs von *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.C7: Die Pflanze zeigt eine steigende Entwicklung und erreicht ein Volumen von 382,20 dm³. Der Gesamtzuwachs beträgt 357,50 dm³.

Standort O.A7: Hierbei ist ersichtlich, dass die Pflanze bei den ersten drei Aufnahmen einen steigenden Zuwachs aufweist, danach ist eine geringe Entwicklung sichtbar. Die Pflanze erlangt ein Endvolumen von 196,20 dm³. Ein Gesamtzuwachs von 168,10 dm³ wird festgestellt.

Lichtzone 2

Standort G.B4: Hier zeigt die Pflanze erst eine ansteigende Entwicklung, bei der Bonitur am 04.04.2014 ist ein Rückgang zu verzeichnen. Die Pflanze erreicht ein Endvolumen von 162,90 dm³. Die Pflanze erlangt einen Zuwachs von 132,50 dm³.

Standort O.B4: Auf diesem Standort weist die Pflanze eine gute Entwicklung auf, sie erreicht ein Volumen von 334,80 dm³. Der Gesamtzuwachs beläuft sich auf 309,70 dm³.

Lichtzone 3

Standort G.B3: Diese Pflanze hat den höchsten Zuwachs und erreicht ein Volumen von 412,10 dm³, was einen Zuwachs von 386,00 dm³ ergibt.

Standort O.B3: Diese Pflanze erzielt ein Volumen von 386,30 dm³. Der Gesamtzuwachs beträgt 356,60 dm³.

4.2.9.4 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse bei *Ocimum kiliman. x basilicum*

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Pflanze in allen Lichtzonen gut gedeiht. Die schlechte Entwicklung der Pflanze auf dem Standort G.B4, könnte aufgrund von Wind, der durch bauliche Umstände besonders auf der westlich gelegenen Seite vorherrscht, zurückzuführen sein. Die Pflanze benötigt einen geschützten Standort, speziell Zugluft wird schlecht vertragen. Die Pflanze kann dadurch leicht Schaden nehmen (KLITZSCH 2014). Bei jeder Bonitur ist eine starke Blütenbildung bei allen Pflanzen vorhanden (siehe Abbildungen 122, 123). Die Blüten haben einen Zieraspekt und locken Insekten an, wie Bienen, Hummeln und Schmetterlinge (siehe Steckbrief Seite 29, GAISSMAYER 2017). Zusätzlich ist ersichtlich, dass die Pflanzen mit der geringsten Strahlung den höchsten Zuwachs haben, was aufgrund der Wasserversorgung sein könnte.

<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm ³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.C7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	357,45	Blüte	Zierwert, Bienenweide
G.B4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	132,14	Blüte	Zierwert, Bienenweide
G.B3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	386,01	Blüte	Zierwert, Bienenweide
O.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 4 sehr gut geeignet	168,07	Blüte	Zierwert, Bienenweide
O.B4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	309,71	Blüte	Zierwert, Bienenweide
O.B3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	356,58	Blüte	Zierwert, Bienenweide

Tabelle 29: Bewertungsmatrix von *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Bewertungsmatrix von *Ocimum kiliman. x basilicum* wird in der Tabelle 29 dargestellt. Es zeigt den Vitalitätswert, den Zuwachs und die Infloreszenz. Die Pflanze benötigt laut GAISSMAYER (2017) sonnige Standorte und wurde für die hellen Standorte im PV-Dachgarten ausgewählt. Getestet wurde die Pflanze in den Lichtzonen 1, 2 und 3. Die Pflanze ist für alle Lichtzonen sehr gut geeignet. Jede Pflanze hat Blüten ausgebildet.



Abbildung 122: *Ocimum kiliman. x basilicum* 16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 123: *Ocimum kiliman. x basilicum* 16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

4.2.10 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Origanum vulgare*, Oregano

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort	G.C6 Lichtzone 3	G.A4 Lichtzone 3	G.B2 Lichtzone 3	O.A6 Lichtzone 3	O.C4 Lichtzone 3	O.B2 Lichtzone 3
Fr1-SH1, St1, FS1	VII-IX	lila	○	157,98 MJ/m ² /J	139,58 MJ/m ² /J	137,52 MJ/m ² /J	110,64 MJ/m ² /J	166,04 MJ/m ² /J	120,67 MJ/m ² /J

Tabelle 30: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Origanum vulgare* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

4.2.10.1 Vitalität und Blattdicke bei *Origanum vulgare*

Die dargestellten Diagramme in den Abbildungen 124 und 125 geben Auskunft über die Vitalität und die Blattdicke von *Origanum vulgare*.

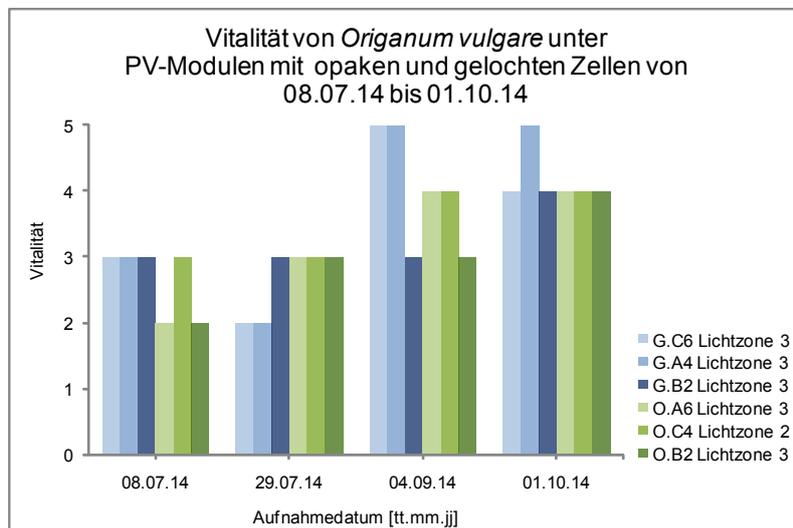


Abbildung 124: Vitalität von *Origanum vulgare* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

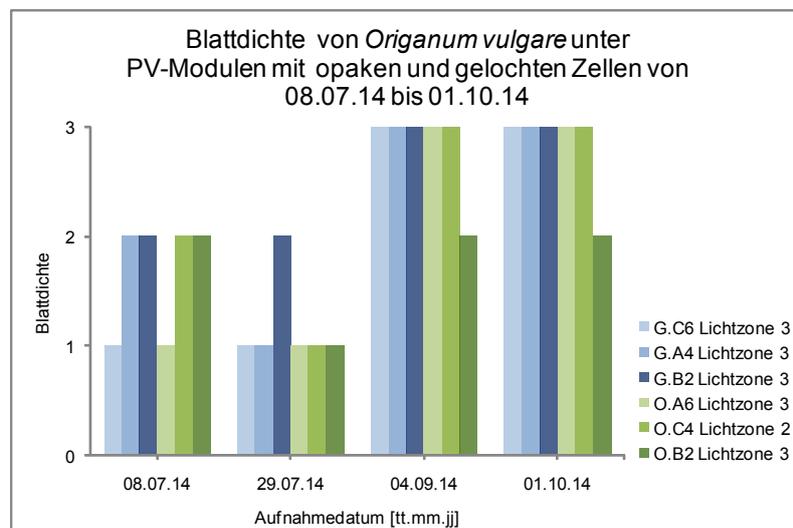


Abbildung 125: Blattdicke *Origanum vulgare* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2

Standort O.C4: Die Vitalität bei dieser Pflanze steigt während des Untersuchungszeitraums von Stufe 3 (normal/vital) auf Stufe 4 (wüchsig). Die Pflanze zeigt bei der ersten Bonitur eine Blattdichte von 2 (normal dicht), diese nimmt bei der folgenden Bonitur ab. Die Pflanze zeigt bei den letzten beiden Bonituren eine deutliche Erhöhung der Blattdichte von Stufe 2 (normal dicht) auf Stufe 3 (sehr dicht).

Lichtzone 3

Standort G.C6: Die Pflanze zeigt schwankende Ergebnisse bei der Vitalität. Zu Beginn wird eine Vitalität von Stufe 3 (normal/vital) festgestellt, diese fällt bei der zweiten Bonitur auf Stufe 2 (kümmernd). Danach ist ein Anstieg auf Stufe 5 (üppig) feststellbar. Bei der letzten Bonitur wird eine Vitalität von Stufe 4 (wüchsig) ermittelt. Diese Pflanze zeigt anfänglich eine Blattdichte von Stufe 1 (wenig dicht), welche ab der Bonitur am 04.09.2014 stark zunimmt und die Stufe 3 (sehr dicht) erreicht.

Standort G.A4: Die Vitalität ist ähnlich der Pflanze am Standort G.C6. Jedoch bei der letzten Bonitur am 01.10.14 bleibt die Vitalität auf Stufe 5 (üppig). Die Pflanze zeigt bezüglich Blattdichte einen vergleichbaren Entwicklungsverlauf wie die Pflanze am Standort G.C6.

Standort G.B2: Bei der Betrachtung der Vitalität ist eine konstante Vitalität von Stufe 3 (normal/vital) zu erkennen. Die Vitalität der Pflanze steigt im letzten Monat auf die Stufe 4 (wüchsig). Die Blattdichte entwickelt sich bei dieser Pflanze gleichmäßig. Ab der 3. Bonitur kann eine Erhöhung der Blattdichte verzeichnet werden. Die Pflanze zeigt im Vergleich zu den anderen Pflanzen bei der zweiten Bonitur die höchste Blattdichte von Stufe 2 (normal dicht).

Standort O.A6: Die Vitalität der Pflanze zeigt einen kontinuierlichen Anstieg von Stufe 2 (kümmernd) auf Stufe 4 (wüchsig). Die Pflanze kann bei der ersten Bonitur eine Blattdichte von Stufe 1 (wenig dicht) aufweisen. Die weiteren Ergebnisse waren vergleichbar mit der Pflanze am Standort G.C6.

Standort O.B2: Die Vitalität erhöht sich von Stufe 2 (kümmernd) auf Stufe 4 (wüchsig). Hier zeigt die Pflanze eine gleichbleibende Blattdichte von Stufe 2 (normal dicht), lediglich bei der zweiten Bonitur ist ein Abnehmen der Blattdichte auf Stufe 1 (wenig dicht) zu beobachten.

4.2.10.2 Infloreszenz bei *Origanum vulgare*

Die Infloreszenz von *Origanum vulgare* ist in der Abbildung 126 dargestellt.

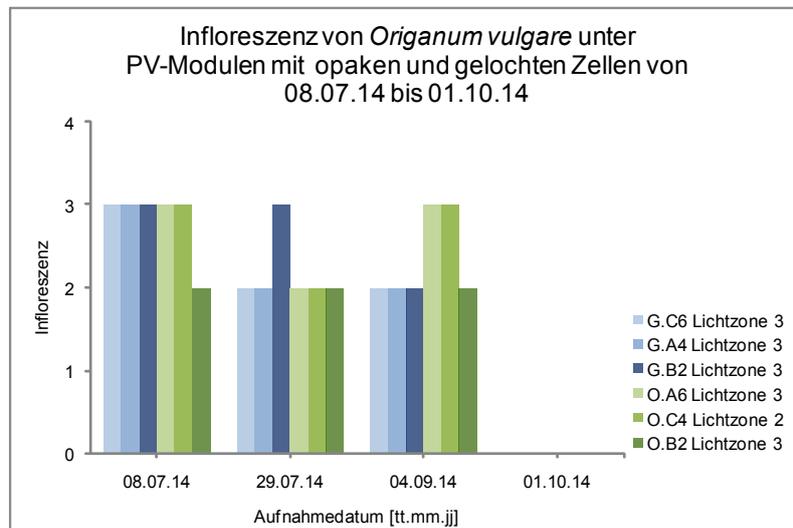


Abbildung 126: Infloreszenz von *Origanum vulgare* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2

Standort O.C4: Die Pflanze zeigt bei der ersten Bonitur Blüten und kann in die Blühklasse 3 (zahlreiche Blüten 10-20 Blüten) eingeteilt werden. Bei der zweiten Bonitur zeigt die Pflanze weniger Blüten (Blühklasse 2, wenige Blüten 4-10 Blüten). In weiterer Folge steigt die Anzahl der Blüten wieder auf die Blühklasse 3 (zahlreiche Blüten 10-20 Blüten).

Lichtzone 3

Standort G.C6: Diese Pflanze wird bei der ersten Bonitur in die Blühklasse 3 (zahlreiche Blüten 10-20 Blüten) eingestuft. Bei den folgenden zwei Bonituren sinkt die Blütenanzahl auf Blühklasse 2 (wenige Blüten 4-10 Blüten).

Standort G.A4: Hier zeigt die Pflanze bezüglich Blütenbildung einen ähnlichen Entwicklungsverlauf wie die Pflanze am Standort G.C6.

Standort G.B2: Die Blütenbildung ist bei den ersten beiden Bonituren hoch und kann in die Blütenklasse 3 (zahlreiche Blüten 10-20 Blüten) eingestuft werden bei der folgenden Bonitur sinkt die Blütenbildung um eine Blühklasse (Blühklasse 2 (wenige Blüten 4-10 Blüten)).

Standort O.A6: Diese Pflanze zeigt hinsichtlich Blühfreudigkeit ähnliche Ergebnisse wie die Pflanze am Standort O.C4.

Standort O.B2: Die Blütenbildung dieser Pflanze ist konstant, Blühklasse 2 (wenige Blüten 4-10 Blüten).

4.2.10.3 Kubisches Volumen bei *Origanum vulgare*

Anhand des Diagramms in Abbildung 127 und der Tabelle 31 wird das kubische Volumen sowie der Gesamtwuchs von *Origanum vulgare* dargestellt.

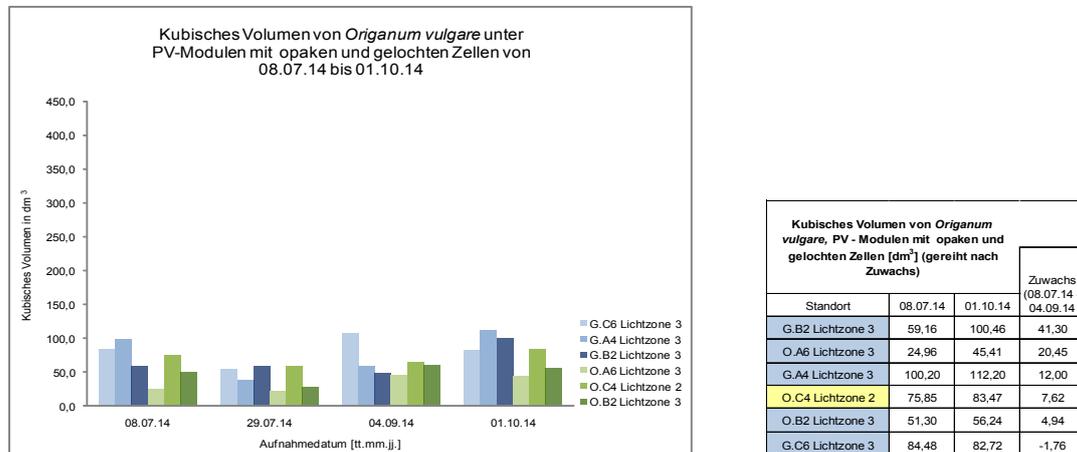


Abbildung 127: Kubisches Volumen von *Origanum vulgare* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 31: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von *Origanum vulgare* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 2

Standort O.C4: Die Pflanze weist eine normale Entwicklung auf. Das Endvolumen beträgt 83,50 dm³. Die Pflanze hat einen Zuwachs von 7,60 dm³. Die Pflanze hat die höchste Strahlung erlangt.

Lichtzone 3

Standort G.C6: Die Pflanze zeigt einen guten Zuwachs. Nach der Hauptblüte verliert sie etwas an Volumen. Ein deutlicher Zuwachs ist bei der Bonitur am 04.09.2014 zu erkennen. Das Endvolumen beträgt 82,70 dm³. Die Pflanze hat einen Gesamtwuchs von 24,30 dm³.

Standort G.A4: Die Pflanze zeigt bei der ersten Bonitur und bei der letzten Bonitur den höchsten Zuwachs. Dazwischen verliert sie an Volumen. Das Endvolumen ist 112,20 dm³. Dies ergibt einen Gesamtwuchs von 12,00 dm³.

Standort G.B2: Die Pflanze hat bei den ersten beiden Bonituren ein konstant bleibendes Volumen, ab der 3. Bonitur am 04.09.2014 verliert sie an Volumen, was aufgrund der Blütenbildung sein könnte. Diese Pflanze zeigt bei den ersten beiden Bonituren die höchste Blütenbildung, im Vergleich zu den anderen Indikatorpflanzen (siehe Abbildung 126). Bei der letzten Bonitur kann trotz niedriger Strahlung bei dieser Pflanze der höchste Gesamtwuchs von 41,30 dm³ ermittelt werden, das Volumen beläuft sich auf 100,50 dm³.

Standort O.A6: Hier erlangt die Pflanze die geringste Strahlung. Das könnte der Grund für das geringe Wachstum sein. Die Pflanze hat das geringste Volumen von 45,40 dm³. Jedoch einen relativ hohen Zuwachs von 20,40 dm³. Zusätzlich ist anzumerken, dass die Pflanze bei der Bonitur am 04.09.2014 stark blüht.

Standort O.B2: Die Pflanze hat ein Endvolumen von 56,20 dm³ und einen Zuwachs von 4,90 dm³. Dies ist somit der niedrigste Zuwachs. Anzumerken ist, dass dieser Standort zu den strahlungsärmeren Plätzen zählt, was sich im Wachstum als auch in der Blüte widerspiegelt (siehe Abbildungen 126 und 127).

4.2.10.4 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse bei *Origanum vulgare*

Origanum vulgare ist eine Pflanze die in der vollen Sonne gedeiht (GREINER, WEBER 2006). Hier ist anzumerken, dass alle Pflanzen außer die Pflanze am Standort O.C4 in der Lichtzone 3 („Schatten“) gepflanzt sind. Trotz niedriger Strahlung erbringen die Indikatorpflanzen in der Lichtzone 3 ebenso gute Ergebnisse. Alle Pflanzen zeigen bei den ersten drei Boniturterminen eine mittelmäßige bis hohe Bildung von Blüten, welche später zu Samenständen werden (siehe Abbildung 128). Das Volumen fällt jedoch nach dem Hauptflor bei beinahe allen Pflanzen (siehe Abbildung 127). Die Pflanze am Standort G.B2 hat trotz strahlungsarmen Standort die höchsten Entwicklungserfolge erbracht.

<i>Origanum vulgare</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm ³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.C6 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	-1,76	Blüte	Zierwert
G.A4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	12,00	Blüte	Zierwert
G.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	41,30	Blüte	Zierwert
O.A6 Lichtzone 3	Vitalitätswert 4 sehr gut geeignet	20,45	Blüte	Zierwert
O.C4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 4 sehr gut geeignet	7,62	Blüte	Zierwert
O.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	4,94	Blüte	Zierwert

Tabelle 32: Bewertungsmatrix von *Origanum vulgare* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Bewertungsmatrix von *Origanum vulgare* wird in der Tabelle 32 dargestellt, hier sind der Vitalitätswert, der Zuwachs und die Infloreszenz zu sehen. Die Pflanze wächst bevorzugt an sonnigen Plätzen (GREINER, WEBER 2006). *Origanum vulgare* wurde für die hellen Standorte im PV-Dachgarten ausgewählt. Getestet wurde die Pflanze in den Lichtzonen 2 („lichter Schatten“) und 3 („Schatten“), wo sie

sich gut bewährte. Jedes Exemplar hat Blüten ausgebildet. Aufgrund der Ergebnisse ist davon auszugehen, dass *Origanum vulgare* ebenso in der Lichtzone 1 („hell“) gedeiht.



Abbildung 128: *Origanum vulgare*
01.10.2014 (EIGENE
ERSTELLUNG).

4.2.11 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*, Stangenbohne

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort	G.A6 Lichtzone 2	G.C2 Lichtzone 3	O.A7 Lichtzone 1	O.C4 Lichtzone 2
B	VII-IX	lila	○	179,62 MJ/m ² /J	99,51 MJ/m ² /J	264,02 MJ/m ² /J	166,04 MJ/m ² /J

Tabelle 33: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

4.2.11.1 Vitalität und Blattdicke bei *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*

In den Abbildungen 129 und 130 wird die Vitalität und die Blattdicke von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* dargestellt.

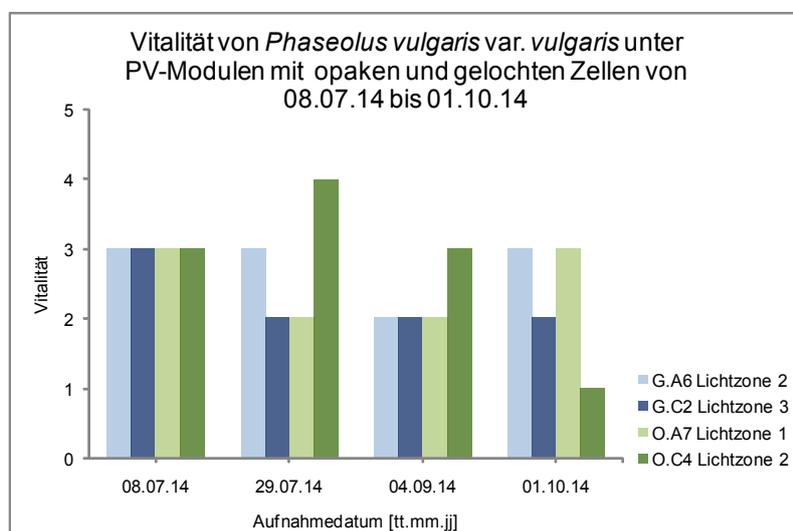


Abbildung 129: Vitalität von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

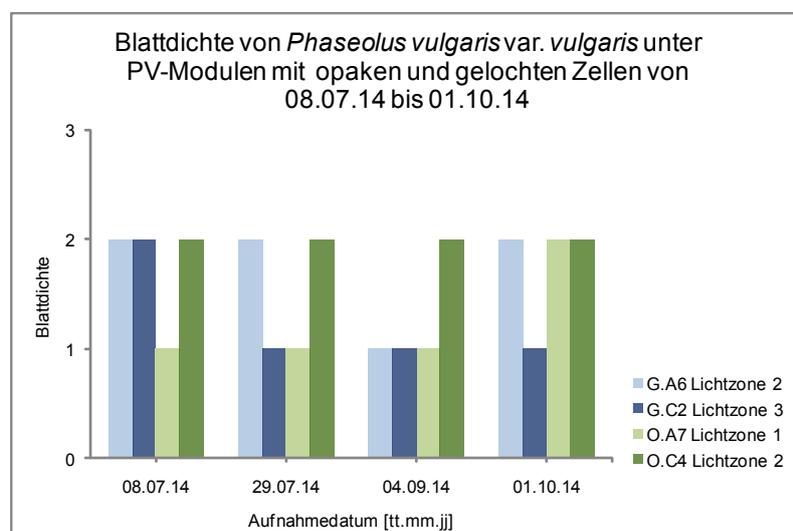


Abbildung 130: Blattdicke von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort O.A7: Eine Vitalität von Stufe 3 (normal/vital) kann bei der Bonitur am 08.07.2014 festgestellt werden. Bei den beiden weiteren Bonituren ist ein Rückgang der Vitalität erkennbar. Bei der letzten Bonitur am 01.10.2014 verbessert sich die Vitalität um 1 Stufe und steigt auf Stufe 3 (normal/vital). Hier zeigt die Pflanze eine konstante Blattdicke von Stufe 1 (wenig dicht). Bei der letzten Bonitur ist ein Anstieg der Blattdicke auf Stufe 2 (normal dicht) ersichtlich.

Lichtzone 2

Standort G.A6: Die Vitalität der Pflanze zeigt eine konstante Entwicklung. Eine Verringerung der Vitalität ist bei der Bonitur am 04.09.2014 ersichtlich. Die Blattdicke der Pflanze zeigt einen identischen Verlauf. Das Sinken der Blattdicke kann mit der Blütenbildung zusammenhängen.

Standort O.C4: Hinsichtlich Vitalität zeigt die Pflanze bei den ersten beiden Aufnahmen einen ansteigenden Verlauf und hat eine Vitalität von Stufe 4 (wüchsig). Bei den folgenden Aufnahmen ist eine Verschlechterung der Vitalität erkennbar. Die Pflanze hat bei der letzten Bonitur am 01.10.2014 eine Vitalität von 1 (teilweise abgestorben). Dazu ist anzumerken, dass die Pflanze zwar reichlich Laub hat, jedoch der Abendsonne ausgesetzt ist, was zur Verfärbung und teilweise zum Vertrocknen des Laubes führt. Hier ist die Wasserversorgung ebenfalls zu berücksichtigen. Die Pflanze hat eine konstante Blattdicke von Stufe 2 (normal dicht).

Lichtzone 3

Standort G.C2: Die Pflanze hat bei der ersten Bonitur eine hohe Blattdicke. Diese fällt bei der zweiten Bonitur von Stufe 2 (normal dicht) auf Stufe 1 (wenig dicht) und bleibt konstant. Übereinstimmend mit der Blattdicke sind die Ergebnisse der Vitalität.

4.2.11.2 Infloreszenz bei *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*

Die Infloreszenz von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* wird in der Abbildung 131 dargestellt.

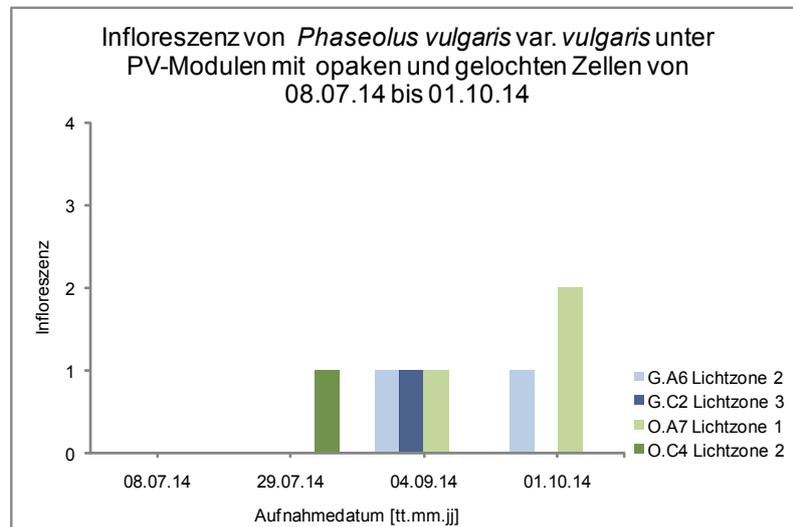


Abbildung 131: Infloreszenz von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort O.A7: Hier zeigt die Pflanze bei den Boniturterminen am 04.10.2014 Blühklasse 1 (einzelne bis rare Blüten, 1-3 Blüten) und am 01.10.2014 Blüten der Blühklasse 2 (wenige Blüten, 4-10). Diese können jedoch aufgrund der Jahreszeit nicht mehr zu Früchten heranwachsen.

Lichtzone 2

Standort G.A6: Die Pflanze zeigt bei den Boniturterminen am 04.10.2014 und am 01.10.2014 Blüten (Blühklasse 1 einzelne bis rare Blüten, 1-3 Blüten).

Standort O.C4: Die Pflanze weist lediglich bei der Bonitur am 29.07.2014 Blüten auf (Blühklasse 1 (einzelne bis rare Blüten, 1-3 Blüten)).

Lichtzone 3

Standort G.C2: Die Pflanze zeigt nur bei der Bonitur am 04.10.2014 Blüten (Blühklasse 1 (einzelne bis rare Blüten, 1-3 Blüten)).

4.2.11.3 Ertrag bei *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*

In der gezeigten Grafik in der Abbildung 132 ist der Ertrag von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* dargestellt.

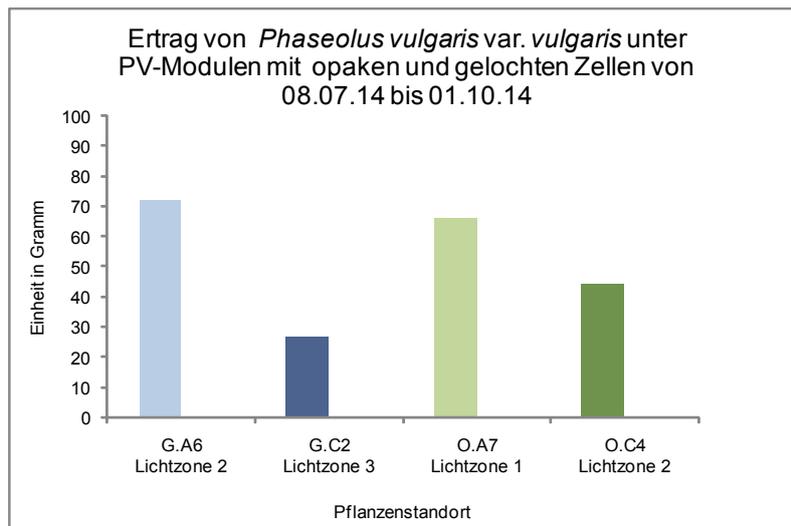


Abbildung 132: Ertrag von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort O.A7: Hier erzielt die Pflanze einen Ertrag von 65,90 g.

Lichtzone 2

Standort G.A6: Die Pflanze erzielt einen Ertrag von 71,90 g.

Standort O.C4: Diese Pflanze hat einen Ertrag von 43,90 g.

Lichtzone 3

Standort G.C2: Die Pflanze erlangt einen Ertrag von 26,70 g.

4.2.11.4 Kubisches Volumen bei *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*

Das kubische Volumen und der Gesamtwuchs von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* ist in der Abbildung 133 und in der Tabelle 34 dargestellt. Da die Pflanze angesät wurde, ist das Endvolumen auch der Gesamtwuchs.

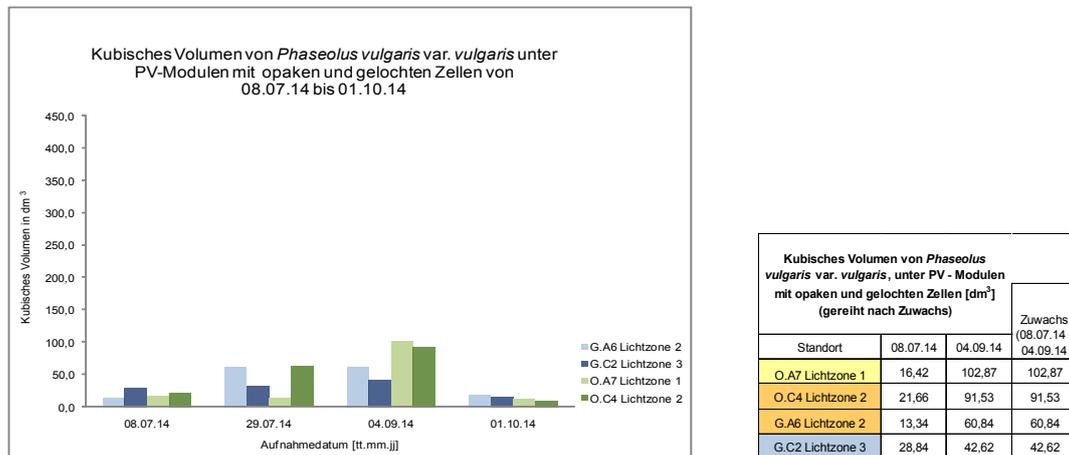


Abbildung 133: Kubisches Volumen von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 34: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort O.A7: Hier zeigt sich bei den ersten beiden Bonituren ein Stillstand hinsichtlich des Zuwachses. Es kann erst bei der Bonitur am 04.09.2014 ein deutlicher Zuwachs ermittelt werden. Die Pflanze hat ein Endvolumen von 102,90 dm³. Der Gesamtwuchs bis am 04.09.2014 belaufen sich auf 102,90 dm³

Lichtzone 2

Standort G.A6: Die Pflanze zeigt bei den ersten drei Bonituren einen steigenden Zuwachs. Bei der Bonitur am 01.10.2014 ist ein Rückgang des Volumens zu erkennen. Dies ist auf die Jahreszeit zurückzuführen. Höchstes Volumen und ebenso Endvolumen am 04.09.2014 ist 60,80 dm³. Der Gesamtwuchs bis zum 04.09.2014 beträgt 60,80 dm³.

Standort O.C4: Die Pflanze zeigt ebenfalls bis zur dritten Aufnahme ein stetiges Wachstum und erreicht ein Höchstvolumen von 91,50 dm³. Das Endvolumen oder der Gesamtwuchs bis zum 04.09.2014 sind 91,50 dm³.

Lichtzone 3

Standort G.C2: Hier zeigt sich ein geringer Zuwachs. Die Pflanze hat ebenfalls einen Rückgang bei der letzten Bonitur. Das Höchstvolumen beträgt bei dieser Pflanze 42,60 dm³. Der Gesamtwuchs beziehungsweise das Endvolumen bis

zum 04.09.2014 ergibt 42,60 dm³. Dies ist die Pflanze mit dem geringsten Zuwachs, diese befindet sich in der Lichtzone 3 („Schatten“).

4.2.11.5 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse bei *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* im PV-Dachgarten gedeiht (siehe Abbildung 134). Die Pflanze wurde in allen Lichtzonen getestet. Zu beachten sind die Lichtverhältnisse, denn die Pflanzen im südlich orientierten Bereich, also in den lichtintensiveren Zonen schneiden am besten ab. Dennoch haben alle Indikatorpflanzen geblüht und in weiterer Folge Früchte hervorgebracht (siehe Abbildung 135 und Abbildung 136). Am Standort G.C2 ist die Strahlung am geringsten, was sich deutlich auf die Entwicklung der Pflanze auswirkt. Zusätzlich sind Bohnen windempfindlich, was in diesem Fall zu berücksichtigen ist. Ebenfalls muss die Wasserversorgung beachtet werden. Weiters ist die Sortenwahl zu berücksichtigen. Einige Sorten vertragen nicht so hohe Temperaturen, dies verursacht ein Abstoßen der Blüten oder Früchte (VOLMARY 2016). Ebenso sollte die Schattenverträglichkeit der Sorte beachtet werden.

<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm ³] (08.07.14 - 04.09.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.A6 Lichtzone 2	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	47,50	Blüte	Blütenbildung wichtig sonst keine Frucht.
G.C2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	13,78	Blüte	Blütenbildung wichtig sonst keine Frucht.
O.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	86,46	Blüte	Blütenbildung wichtig sonst keine Frucht.
O.C4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	69,87	Blüte	Blütenbildung wichtig sonst keine Frucht.

Tabelle 35: Bewertungsmatrix von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

In der Tabelle 35 ist die Bewertungsmatrix von *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* dargestellt. Hier sind der Vitalitätswert, der Zuwachs und die Infloreszenz zu sehen. Die Pflanze gedeiht grundsätzlich an sonnigen Standorten, deshalb wurde die Pflanze für die hellen Plätze im PV-Dachgarten gewählt (KREUZER 1998). Die Pflanze wurde in jeder Lichtzone getestet. Beinahe alle Pflanzen haben einen Vitalitätswert von 2 (kümmernd). Jedes Exemplar hat geblüht und in weiterer Folge Früchte ausgebildet. *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* ist nur bedingt für den PV-Dachgarten geeignet. Hier wird ein heller, windgeschützter Platz bevorzugt.



Abbildung 134: *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*
29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 135: *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*
28.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 136: *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*,
Früchte 06.10.2014
(EIGENE ERSTELLUNG).

4.2.12 Ergebnisse der vegetationstechnischen Untersuchung bei *Raphanus sativus* var. *sativus*, Radieschen

Lebensbereich	Blühzeit	Blühfarbe	Standort	G.C7 Lichtzone 1	G.C4 Lichtzone 3	G.B2 Lichtzone 3	O.A7 Lichtzone 1	O.A4 Lichtzone 3	O.B2 Lichtzone 3
B	VI-VII	weiß, rosa	○	346,79 MJ/m ² /J	95,20 MJ/m ² /J	137,52 MJ/m ² /J	264,02 MJ/m ² /J	71,50 MJ/m ² /J	120,67 MJ/m ² /J

Tabelle 36: Standortinformation und Strahlungswerte bei *Raphanus sativus* var. *sativus* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

4.2.12.1 Vitalität und Blattdichte bei *Raphanus sativus* var. *sativus*

Die dargestellten Diagramme in den Abbildungen 137 und 138 zeigen die Vitalität und die Blattdichte von *Raphanus sativus* var. *sativus*. Anzumerken ist, dass hierbei nur die Entwicklung des Laubes beurteilt wurde.

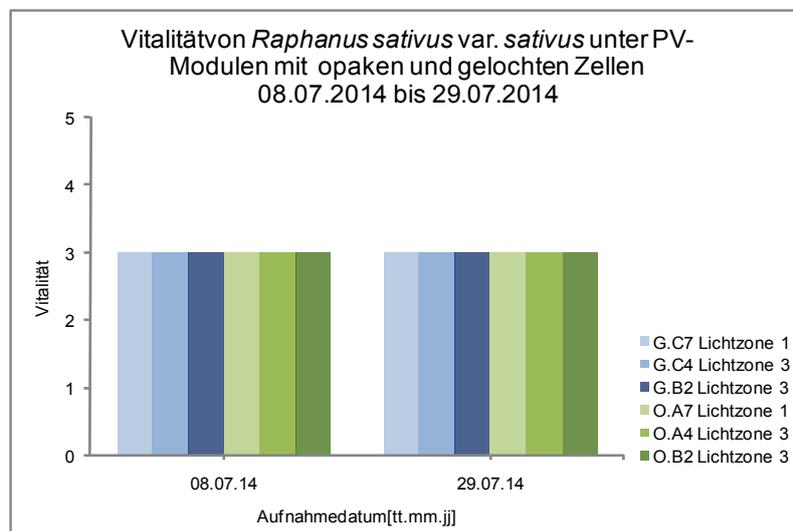


Abbildung 137: Vitalität von *Raphanus sativus* var. *sativus* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

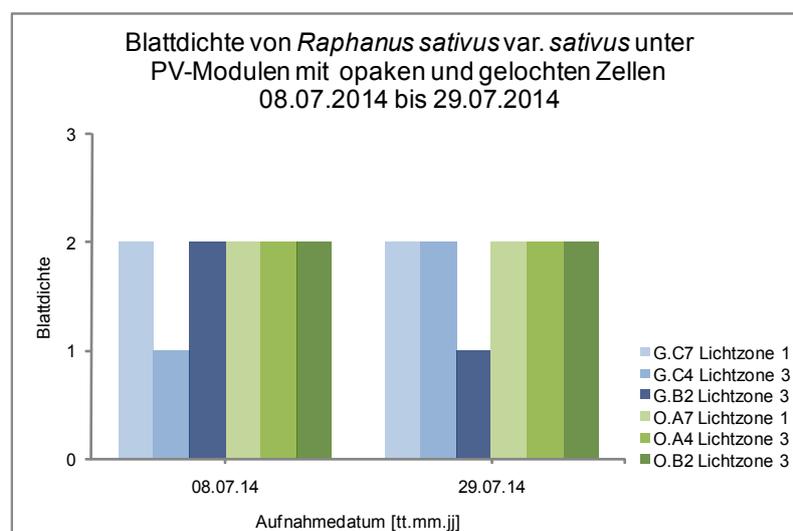


Abbildung 138: Blattdichte von *Raphanus sativus* var. *sativus* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.C7: Die Pflanze zeigt bei der Vitalität Stufe 3 (normal/vital) und bei der Blatt-dichte Stufe 2 (normal dicht) eine einheitliche Entwicklung.

Standort O.A7: Hier zeigt die Pflanze einen ähnlichen Entwicklungsverlauf wie die Pflanze am Standort G.C7. Die Vitalität und die Blatt-dichte haben ebenso eine konstante Entwicklung.

Lichtzone 3

Standort G.C4: Die Vitalität ist die gesamte Vegetationsperiode gleichbleibend auf Stufe 3 (normal/vital). Bei der Bonitur am 08.07.2014 kann bei der Pflanze eine geringere Blatt-dichte von Stufe 1 (wenig dicht) festgestellt werden. Bei der folgenden Bonitur am 29.07.2014 erhöht sich die Blatt-dichte um eine Stufe.

Standort G.B2: Die Pflanze zeigt bezüglich Vitalität eine konstante Entwicklung von Stufe 3 (normal/vital). Die Blatt-dichte nimmt bei der zweiten Bonitur von Stufe 2 (normal dicht) auf Stufe 1 (wenig dicht) ab.

Standort O.A4: Hier zeigt die Pflanze hinsichtlich Vitalität eine gleichbleibende Entwicklung von Stufe 3 (normal/vital). Die Pflanze hat eine konstant bleibende Blatt-dichte von Stufe 2 (normal dicht).

Standort O.B2: Die Pflanze weist eine ähnliche Entwicklung wie die anderen Pflanzen unter den opaken PV-Modulen auf.

4.2.12.2 Infloreszenz bei *Raphanus sativus* var. *sativus*

Das Diagramm in der Abbildung 139 zeigt die Blütenbildung der Pflanzen.

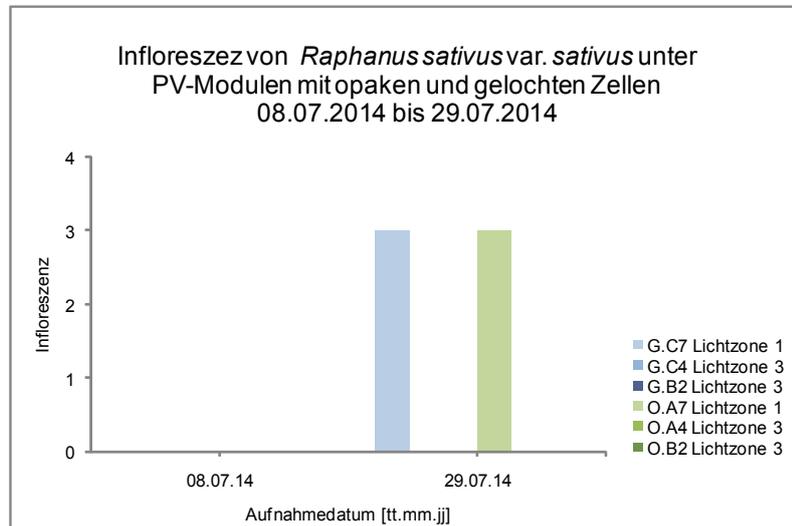


Abbildung 139: Infloreszenz von *Raphanus sativus* var. *sativus* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.C7: Bei der zweiten Bonitur zeigt die Pflanze eine starke Blütenbildung (Blühklasse 3, zahlreiche Blüten 10-20 Blüten).

Standort O.A7: Hier zeigt die Pflanze bei der zweiten Bonitur ebenso eine Blütenbildung (Blühklasse 3) (siehe Abbildung 144).

Alle weiteren Versuchsexemplare von dieser Art haben keine Blüten ausgebildet.

4.2.12.3 Kubisches Volumen bei *Raphanus sativus* var. *sativus*

In den Abbildungen 140, 141 und in der Tabelle 37 ist das kubische Volumen und der Gesamtwuchs von *Raphanus sativus* var. *sativus* dargestellt. Dass die Daten besser lesbar sind, ist das kubische Volumen im Diagramm 141 mit einem geringeren Achsenwert dargestellt. Hier wurde das Laub der Pflanze vermessen, da die Pflanze angesät wurde, ist das Endvolumen ebenso der Gesamtwuchs.

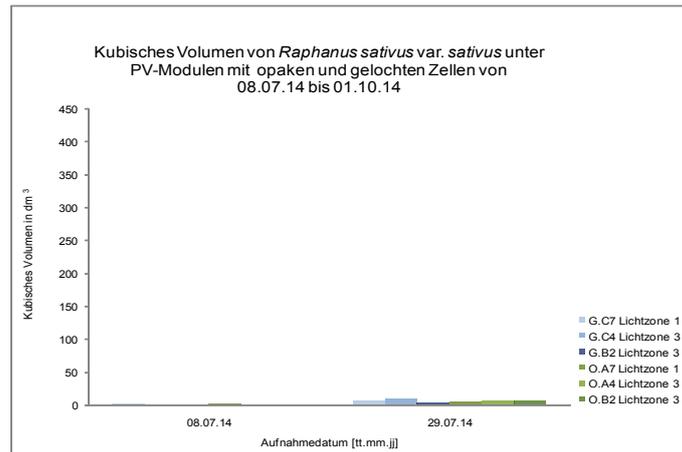
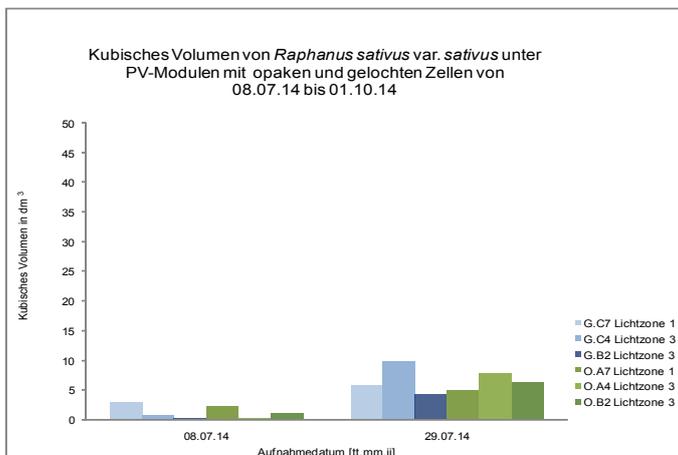


Abbildung 140: Kubisches Volumen von *Raphanus sativus* var. *sativus* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).



Standort	Kubisches Volumen von <i>Raphanus sativus</i> , unter PV - Modulen mit opaken und gelochten Zellen [dm ³] (gereiht nach Zuwachs)		Zuwachs (08.07.14 - 04.09.14)
	08.07.14	29.07.2014	
G.C4 Lichtzone 3	0,72	9,83	9,83
O.A4 Lichtzone 3	0,26	7,85	7,85
O.B2 Lichtzone 3	1,05	6,27	6,27
G.C7 Lichtzone 1	2,91	5,93	5,93
O.A7 Lichtzone 1	2,37	4,90	4,90
G.B2 Lichtzone 3	0,33	4,29	4,29

Abbildung 141: Kubisches Volumen von *Raphanus sativus* var. *sativus* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Tabelle 37: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von *Raphanus sativus* var. *sativus* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Lichtzone 1

Standort G.C7: Bei der ersten Bonitur erreicht die Pflanze den stärksten Zuwachs. Die Pflanze erlangt ein Endvolumen und einen Gesamtwuchs von 5,93 dm³.

Standort O.A7: Hier zeigt die Pflanze zu Beginn eine gute Entwicklung, bei der letzten Aufnahme hat die Pflanze ein Endvolumen und somit einen Gesamtwuchs von 4,90 dm³.

Lichtzone 3

Standort G.C4: Die Pflanze zeigt bei der ersten Bonitur ein geringes Volumen von $0,72 \text{ dm}^3$. Bei der letzten Aufnahme erreicht die Pflanze ein Endvolumen und einen Gesamtwuchs von $9,83 \text{ dm}^3$.

Standort G.B2: Die Pflanze weist bei der ersten Aufnahme ein geringes Blattvolumen auf, bei der letzten Untersuchung wird ein Endvolumen und zugleich der Gesamtwuchs von $4,29 \text{ dm}^3$ ermittelt.

Standort O.A7: Hier zeigt die Pflanze zu Beginn eine gute Entwicklung, bei der letzten Aufnahme hat die Pflanze ein Endvolumen und einen Gesamtwuchs von $4,90 \text{ dm}^3$.

Standort O.A4: Hierbei hat die Pflanze bei der ersten Aufnahme ein Volumen von $0,26 \text{ dm}^3$, bei der zweiten Bonitur hat die Pflanze ein Endvolumen und somit einen Gesamtwuchs von $7,85 \text{ dm}^3$.

Standort O.B2: Die Pflanze hat ein Endvolumen beziehungsweise einen Gesamtwuchs von $6,27 \text{ dm}^3$.

4.2.12.4 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse von *Raphanus sativus* var. *sativus*

Bei dieser Pflanze ist zu bemerken, dass hier während der Untersuchung hauptsächlich auf den Zustand der Laubentwicklung geachtet wurde. Bei der Ernte wurde die Knollenentwicklung untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass *Raphanus sativus* var. *sativus* ausschließlich an hellen Standorten ein gutes Wachstum sowie eine normale Entwicklung zeigt. Zusätzlich ist auf eine regelmäßige und ausreichende Wasserversorgung zu achten (siehe Steckbrief Seite 32). Grundsätzlich kann beobachtet werden, dass die Knollenbildung aufgrund des Strahlungsmangels eher gering war. Auch die Qualität der entwickelten Knollen war nicht optimal. Je Standort konnten Unterschiede festgestellt werden (siehe Abbildungen 142 und 143). Ebenfalls zu beachten ist, dass bei zu hoher Temperatur der Laubwuchs begünstigt wird (siehe Steckbrief Seite 32 (KEUTGEN 2014)). An den Standorten G.C4 und O.A4 ist der höchste Laubzuwachs zu verzeichnen. Hierbei ist ersichtlich, dass an beiden Standorten die Pflanzen kaum Knollen ausgebildet haben und mehr Blattmasse hervorbringen. Dies ist auf den Strahlungsmangel zurückzuführen (siehe Abbildung 144). Die Abbildungen zeigen die Knollenentwicklung an zwei unterschiedlichen Standorten. In der Abbildung 142 sind die Pflanzen vom Standort G.C4, wo der geringste Strahlungswert gemessen wird. In der Abbildung 143 werden die Pflanzen vom Standort G.C7 gezeigt. Hier ist die höchste Strahlung. Neben der

geringen Knollenbildung aufgrund des Lichtmangels ist die Knollenqualität von der Wasserversorgung abhängig. Da die Wasserversorgung über eine automatisierte Anlage basiert, kann dies ebenfalls ein Grund sein, für eine mangelhafte Knollenbildung (siehe Steckbrief Seite 32 (KEUTGEN 2014)).



Abbildung 142: *Raphanus sativus* var. *sativus* Standort G.C4 19.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).



Abbildung 143: *Raphanus sativus* var. *sativus* Standort G.C7 19.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

Standort	Bewertung Vitalitätswert Juli (Bewertung von Laub)	Zuwachs in [dm ³] (08.07.14 - 29.07.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.C7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	3,02	Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung
G.C4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 nicht geeignet	9,11	keine Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung
G.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 nicht geeignet	3,96	keine Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung
O.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	2,54	Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung
O.A4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 nicht geeignet	7,59	keine Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung
O.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 nicht geeignet	5,22	keine Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung

Tabelle 38: Bewertungsmatrix von *Raphanus sativus* var. *sativus* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Tabelle 38 zeigt die Bewertungsmatrix von *Raphanus sativus* var. *sativus*. Es sind der Vitalitätswert, der Zuwachs und die Infloreszenz abgebildet. Die Pflanze benötigt einen sonnigen Standort (STEIN 2013). *Raphanus sativus* var. *sativus* wurde für die hellen Standorte im PV-Dachgarten gewählt. Getestet wurde diese in den Lichtzonen 1 („hell“) und 3 („Schatten“). Anzumerken ist, dass die Bewertung anhand der oberirdischen Pflanzenteile erfolgt ist. Hier zeigen die Pflanzen einen

mittleren Vitalitätswert. Die Pflanzen bringen teilweise Blüten hervor. Obwohl die Pflanzen einen guten Laubwuchs aufweisen, bleibt die Knollenbildung bei den Pflanzen in der Lichtzone 3 aus (siehe Abbildung 142). Daher eignet sich *Raphanus sativus* var. *sativus* ausschließlich für helle Standorte (Lichtzone 1).



Abbildung 144: *Raphanus sativus* var. *sativus* 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).

4.3 Zusammenfassung und Empfehlung

Die Tabelle 39 zeigt die Bewertungsmatrix. Hier sind alle getesteten Indikatorpflanzen angeführt und zeigt die Bewertung jeder Pflanze. Details zur Bewertung oder zum Farbcode, kann im unten angeführten Bewertungsschlüssel entnommen werden.

<i>Allium schoenoprasum</i>					<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz	Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	38,87	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze. Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.	G.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	90,40	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!
G.B4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	0,65	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze. Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.	G.B4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	136,12	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!
G.C3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	18,13	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze. Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.	G.C2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	72,00	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!
O.C7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	-16,23	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze. Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.	O.C7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	84,90	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!
O.B4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	23,94	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze. Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.	O.B4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 4 sehr gut geeignet	137,79	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!
O.A3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	-13,10	Blüte	Zierwert, jedoch schwächt die Pflanze. Rückschnitt der Blüte wird empfohlen.	O.A2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	63,80	keine Blüte	Blütenbildung nicht erwünscht, Kühltemperaturinduktion!
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i>					<i>Capsicum annuum</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz	Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.B6 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	165,89	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht	G.B7 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	40,84	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung
G.C3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	165,66	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht	G.B4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	40,64	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung
G.B1 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	140,56	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht	G.A2 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	32,58	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung
O.B6 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	163,95	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht	O.B7 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	26,62	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung
O.A3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	116,71	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht	O.B4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	-7,29	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung
O.B1 Lichtzone 3	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	42,79	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht	O.C2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	14,50	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung
<i>Eruca sativa</i>					<i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum'				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz	Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.C5 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	165,31	Blüte	Bei hoher Temperatur – Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge	G.B6 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	-51,26	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw. Samenbildung
G.A3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	163,90	Blüte	Bei hoher Temperatur – Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge	G.C4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	-0,73	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw. Samenbildung
G.B1 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	139,01	Blüte	Bei hoher Temperatur – Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge	G.A2 Lichtzone 2	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	3,54	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw. Samenbildung
O.A5 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	144,89	Blüte	Bei hoher Temperatur – Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge	O.B6 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	87,17	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw. Samenbildung
O.C3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 4 sehr gut geeignet	111,12	Blüte	Bei hoher Temperatur – Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge	O.A4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	-21,15	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw. Samenbildung
O.B1 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	40,33	Blüte	Bei hoher Temperatur – Blütenbildung, starkes aussamen ist die Folge	O.C2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	3,80	Blüte	Blütenbildung erwünscht, wichtig für Fruchtbildung bzw. Samenbildung
<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i>					<i>Mentha x piperita</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm³] (04.09.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz	Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.C7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	8,70	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.	G.B5 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	117,14	Blüte	Zierwert
G.C4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	2,00	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.	O.B5 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	73,67	keine Blüte	Zierwert
G.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	9,75	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.					
O.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	2,54	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.					
O.A4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	4,00	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.					
O.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	2,33	keine Blüte	Blüte ist nicht erwünscht, Blütenbildung häufig bei Fröhsorten.					
<i>Ocimum kiliman . x basilicum</i>					<i>Origanum vulgare</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz	Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm³] (08.07.14 - 01.10.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.C7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	357,45	Blüte	Zierwert, Bieneweide	G.C6 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	-1,76	Blüte	Zierwert
G.B4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	132,14	Blüte	Zierwert, Bieneweide	G.A4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	12,00	Blüte	Zierwert
G.B3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	386,01	Blüte	Zierwert, Bieneweide	G.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	41,30	Blüte	Zierwert
O.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 4 sehr gut geeignet	168,07	Blüte	Zierwert, Bieneweide	O.A6 Lichtzone 3	Vitalitätswert 4 sehr gut geeignet	20,45	Blüte	Zierwert
O.B4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	309,71	Blüte	Zierwert, Bieneweide	O.C4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 4 sehr gut geeignet	7,62	Blüte	Zierwert
O.B3 Lichtzone 3	Vitalitätswert 5 sehr gut geeignet	356,58	Blüte	Zierwert, Bieneweide	O.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 geeignet	4,94	Blüte	Zierwert
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>					<i>Raphanus sativus</i>				
Standort	Bewertung Vitalitätswert September	Zuwachs in [dm³] (08.07.14 - 04.09.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz	Standort	Bewertung Vitalitätswert Juli (Bewertung von Laub)	Zuwachs in [dm³] (08.07.14 - 29.07.14)	Infloreszenz	Erläuterung zur Infloreszenz
G.A6 Lichtzone 2	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	47,50	Blüte	Blütenbildung wichtig sonst keine Frucht.	G.C7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	3,02	Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung
G.C2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	13,78	Blüte	Blütenbildung wichtig sonst keine Frucht.	G.C4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 nicht geeignet	9,11	keine Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung
O.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 2 nicht geeignet	86,46	Blüte	Blütenbildung wichtig sonst keine Frucht.	G.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 nicht geeignet	3,96	keine Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung
O.C4 Lichtzone 2	Vitalitätswert 3 geeignet	69,87	Blüte	Blütenbildung wichtig sonst keine Frucht.	O.A7 Lichtzone 1	Vitalitätswert 3 geeignet	2,54	Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung
					O.A4 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 nicht geeignet	7,59	keine Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung
					O.B2 Lichtzone 3	Vitalitätswert 3 nicht geeignet	5,22	keine Blüte	keine Blüte erwünscht, Blütenbildung mindert Knollenbildung

Bewertungsschlüssel	
Vitalität	Infloreszenz
Vitalitätswert 4-5 sehr gut geeignet	Blüte
Vitalitätswert 3 geeignet	keine Blüte
Vitalitätswert 1-2 nicht geeignet	

Tabelle 39: Bewertungsmatrix der Indikatorpflanzen (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die ausgewählten Indikatorpflanzen unterschiedliche und teilweise überraschende Ergebnisse erbracht haben. Zusätzlich konnte beobachtet werden, dass das Klima beziehungsweise die Temperatur auf dem Dach, die Pflanzen beeinflusst und der Strahlungsmangel dadurch teilweise kompensiert wird.

Allium schoenoprasum entwickelt sich an allen Standorten mittelmäßig. Laut Hypothese gedeiht diese Art an sonnigen und halbschattigen Standorten (KREUZER 1998). Es konnten geringe Unterschiede in Bezug auf Vitalität, Pflanzenzuwachs, Blattdichte und Infloreszenz in den unterschiedlichen Lichtzonen festgestellt werden. Die Pflanzen an den schattigeren Standorten schneiden teilweise besser ab, als die auf den lichtintensiveren Standorten. Dies könnte mit der Wasserversorgung zusammenhängen. Um eine dauerhafte Ernte zu ermöglichen, sollte nach der Blüte ein Rückschnitt erfolgen, um einen Neuaustrieb zu erwirken und eine Schwächung nach der Blüte zu vermeiden (KEUTGEN 2014).

Beta vulgaris subsp. vulgaris, zeigt eine gute Entwicklung und die Eignung für den PV-Dachgarten. Die Pflanze ist laut Hypothese für sonnige bis halbschattige Standorte geeignet. Die Pflanzen in der Lichtzone 3 („Schatten“) zeigen trotz Schatten ebenso gute Ergebnisse. Zusätzlich hat dieser aufgrund der unterschiedlichen Blattfärbung einen zierenden Wert.

Brassica oleracea convar. capitata var. sabauda erzielt grobe Unterschiede in der Entwicklung. Diese Art gedeiht am besten an sonnigen Standorten (STEIN 2013). Laut SCHUMANN (2017) eignet sich die Pflanze auch für den schattigen Standort. Jedoch zeigen sich hier Auswirkungen durch die Schattierung der PV-Module, indem bei den Pflanzen teilweise keine Kopfbildung zustande kam. Die Pflanze ist also vorzugsweise für die Lichtzone 1 („hell“) bis maximal Lichtzone 2 („lichter Schatten“) geeignet. Vorbeugend sollten Maßnahmen gegen Schädlinge getroffen werden, um eine gute Entwicklung zu gewährleisten.

Capsicum annuum gedeiht bevorzugt auf sonnigen, warmen Standorten (STEIN 2013). In Anbetracht der Hypothese gedeiht die Pflanze besonders in der Lichtzone 1 („hell“). Die Pflanze wurde ausschließlich in den Lichtzonen 2 („lichter Schatten“) und 3 („Schatten“) getestet. Dennoch zeigen die Pflanzen in der Lichtzone 2 („lichter Schatten“) und in der Lichtzone 3 („Schatten“) überraschende Resultate. Eine hohe Anzahl an Früchten konnten die Pflanzen am Standort der Lichtzone 3 hervorbringen. Dabei könnte ebenso die Temperatur ein beeinflussender Faktor sein sowie die Wasserversorgung. Hier konnten kaum Auswirkungen im Wuchsverhalten aufgrund der Schattierung festgestellt werden.

Eruca sativa gedeiht grundsätzlich an sonnigen bis halbschattigen Standorten (GREINER, WEBER 2006), laut Hypothese eignet sich die Art für die Lichtzone 1 („hell“) und Lichtzone 2 („lichter Schatten“). Alle Pflanzen wuchsen in der Lichtzone 3 („Schatten“). Die Pflanzen zeigen eine gute Entwicklung. Hier konnten kaum Folgen aufgrund der Schattierung festgestellt werden. Jedoch wurden viele Blüten und anschließend viele Samen ausgebildet, was problematisch werden könnte (unkontrolliertes Wachsen in den Beeten).

***Foeniculum vulgare* ‘Atropurpureum‘** gedeiht laut SCHMIDHAMMER (2014) in sonnigen bis halbschattigen Lagen. Die Pflanze soll sich hinsichtlich der Hypothese besonders gut in der Lichtzone 1 („hell“) und in der Lichtzone 2 („lichter Schatten“) entwickeln. Die Pflanzen wurden in den Lichtzonen 2 („lichter Schatten“) und 3 („Schatten“) getestet und haben sich gegen Ende der Vegetationsperiode gut etabliert. Auch die Pflanzen welche in der Lichtzone 3 („Schatten“) stehen, zeigen eine gute Entwicklung hinsichtlich der untersuchten Parameter.

Lactuca sativa var. capitata gedeiht laut Hypothese am besten auf sonnigen Plätzen in der Lichtzone 1 („hell“). Aufgrund der späten Pflanzzeit (September) können die Ergebnisse nur bedingt herangezogen werden und sind wenig aussagekräftig. Hier empfiehlt sich eine Wiederholung. *Lactuca sativa var. capitata* ist eine Langtagspflanze, um gut entwickelte Salathäuptel zu erhalten, ist es empfehlenswert, die Pflanzen auf hellen Standorten (Lichtzone 1 („hell“)) zu pflanzen. Zusätzlich ist auf die Sortenwahl zu achten (KEUTGEN 2014). Schnittsalate könnten sich laut KLITZSCH (2015) für halbschattige Standorte gut eignen.

Mentha x piperita soll sich der Hypothese nach, besonders gut in der Lichtzone 1 („hell“) und in der Lichtzone 2 („lichter Schatten“) entwickeln. Die Pflanze wurde ausschließlich in der Lichtzone 3 („Schatten“) gepflanzt. Dennoch zeigen die Pflanzen trotz der Schattierung eine gute Entwicklung. Zu bemerken ist, dass die Pflanzen, obwohl sie sich nur begrenzt ausbreiten konnten, trotzdem positive Ergebnisse erbrachten. Die Blütenbildung ist in der Lichtzone 3 („Schatten“) jedoch gering bis ausbleibend.

Ocimum kiliman. x basilicum erbringt sehr gute Ergebnisse und es wurden keine Auswirkung durch die Beschattung festgestellt. Die Pflanze hat sich in allen Lichtzonen gut entwickelt. Es konnten keine Unterschiede in Bezug auf Vitalität, Pflanzenzuwachs, Blattdichte und Infloreszenz in den unterschiedlichen Lichtzonen vermerkt werden. Laut KOCH, MATTHES (2015) bevorzugt die Pflanze warme Plätze, dies dürfte die Entwicklung zusätzlich positiv beeinflusst haben. In Anbetracht der Hypothese zeigt sich hier, dass *Ocimum kiliman. x basilicum* nicht ausschließlich für die Lichtzone 1 („hell“) geeignet ist.

Origanum vulgare gedeiht grundsätzlich auf sonnigen Standorten (GREINER, WEBER 2006). Dennoch zeigt die Pflanze bei der letzten Bonitur, trotz Lichtzone 3 („Schatten“) eine angemessene Entwicklung hinsichtlich der untersuchten Parameter. Die Hypothese kann hier widerlegt werden. Denn die Pflanze gedeiht nicht ausschließlich in der Lichtzone 1 („hell“), sondern eignet sich ebenso für die Lichtzone 2 („lichter Schatten“) und Lichtzone 3 („Schatten“).

Phaseolus vulgaris var. vulgaris wurde stark durch die Strahlungsintensität und die Schattierung der Module beeinflusst und es konnten Unterschiede festgestellt werden in Bezug auf Wuchs und Fruchtbildung. Hier ist zu erwähnen, dass diese Pflanze vorzugsweise in windstillen Lagen gedeiht und einen warmen, sonnigen Standort benötigt (KREUZER 1998). Die aufgestellte Hypothese, dass die Pflanze bevorzugt in der Lichtzone 1 („hell“) wächst, bestätigt sich hier.

Raphanus sativus var. sativus erzielt unterschiedliche Ergebnisse. Hier sind die Auswirkungen der Schattierung deutlich erkennbar. Die Pflanzen bildeten teilweise nur sparsam Knollen aus. Die Radieschenpflanzen in der Lichtzone 3 („Schatten“) hatten keine bis kaum Knollen. Zusätzlich war die Wasserversorgung nicht optimal. Ebenso spielt die hohe Temperatur eine bedeutende Rolle, diese regt die Laubbildung zusätzlich an (KEUTGEN 2014). Hier erweist sich die aufgestellte Hypothese, dass die Pflanzen vorzugsweise in der Lichtzone 1 („hell“) wachsen, für richtig.

4.4 Vorschlag und zusätzliche Arten für den PV-Dachgarten

Im folgenden Kapitel wird anhand der vorliegenden Ergebnisse ein Überblick gegeben, welche Gemüse- und Kräuterpflanzen sich für eine intensive Dachbegrünung in Kombination mit Photovoltaikanlage eignen (siehe Tabelle 40). Die Pflanzempfehlung ist anhand der untersuchten Indikatorpflanzen entstanden. Auf Basis der Indikatorpflanzen und deren Untersuchungsergebnisse wurden Gemüse- und Kräuterpflanzen gewählt, die sich ebenfalls eignen könnten. Hierbei handelt es sich zum Teil um Pflanzen derselben Gattung, welche ähnliche Standortbedingungen aufweisen wie die getesteten Indikatorpflanzen. Zusätzlich werden Pflanzen aufgezeigt, welche ebenso auf schattigen Standorten gedeihen. Laut SCHUMANN (2014) sind folgende Gemüse- und Kräuterpflanzen schattenverträglich: *Brassica oleracea var. gongylodes*, *Brassica rapa chinensis*, *Levisticum officinale*, *Melissa officinalis*, *Pisum sativum*, *Portulaca oleracea ssp. sativa*, *Rheum rhabarbarum*, *Tropaeolum*. Diese Pflanzen sind in der Pflanzempfehlung zusätzlich angeführt. In der Tabelle sind die Pflanzen je nach Lichtbedarf den drei Lichtzonen („hell“, „lichter Schatten“ und „Schatten“) zugeordnet. Anzumerken ist, dass die Pflanzen der selben Gattung, welche auf der Versuchsfläche nicht gepflanzt wurden und daher nicht getestet wurden, unter anderem mit Hilfe der Indikatorpflanzen eingestuft wurden. In der Pflanzempfehlung werden außerdem

Anmerkungen und der Zieraspekt sei es durch Blüte oder Blatt angeführt. Es zeigt sich eine große Palette an Pflanzen, welche sich für den PV-Dachgarten eignen. Um die Pflanzenauswahl zu vergrößern und den Gemüseanbau auf dem Dach zu fördern und lukrativer zu gestalten, ist es empfehlenswert, zusätzliche Arten zu testen und zu untersuchen. Interessante Testergebnisse könnten beispielsweise *Apium graveolens*, *Asparagus officinalis*, *Beta vulgaris*, *Cucumis sativus*, *Solanum tuberosum*, erbringen. Hierbei müsste für einige Arten die Aufbauhöhe des Substrats erhöht werden.

	Pflanze	Lichtzonen			Zieraspekt ja/nein	Anmerkung
		Lichtzone 1 „hell“	Lichtzone 2 „lichter Schatten“	Lichtzone 3 „Schatten“		
	<i>Allium schoenoprasum</i> , Schnittlauch	x	x	x	ja, Blüte	Rückschnitt der Blüte bringt höheren Ertrag
	<i>Allium ampeloprasum</i> , Lauch	x	x	x	nein	
	<i>Allium cepa</i> , Speisezwiebel	x	x	x	nein	
	<i>Allium sativum</i> , Knoblauch	x	x	x	nein	
	<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Mangold	x	x	x	ja, buntes Laub	
	<i>Spinacia oleracea</i> , Spinat	x	x		nein	
	<i>Tetragonia tetragonioides</i> , Neuseeländer Spinat	x	x		nein	
	<i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> , Kopfkohl	x	x		nein	Sortenwahl beachten, hoher Nährstoffbedarf, Maßnahmen gegen Schädlinge
	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i> , Kohlrabi	x	x		nein	gleichmäßige Bodenfeuchtigkeit ist wichtig → Knollen platzen
	<i>Brassica rapa chinensis</i> , Pak Choi	x	x		nein	
	<i>Capsicum annuum</i> , Chili, Paprika	x	x		nein	gute Entwicklung aufgrund der erhöhten Temperatur
	<i>Cucurbita maxima</i> , Riesen Kürbis	x	x		nein	nährstoffreiche Böden, benötigt viel Platz
	<i>Cucurbita pepo</i> convar. <i>gironmontina</i> , Zucchini	x	x		nein	nährstoffreiche Böden
	<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>esculentum</i> , Tomate	x			nein	auf Sortenwahl achten, bei zu dunklem Standort Blütenabwurf, geschützte Lagen
	<i>Solanum melongena</i> , Melanzani	x			nein	
	<i>Eruca sativa</i> , Rucola	x	x	x	nein	bei hohen Temperaturen starke Blütenbildung → sät sich stark aus
	<i>Foeniculum vulgare</i> , Gewürzfenichel	x	x	x	ja, gut kombinierbar mit Stauden und Gräser	mehrfährig
	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> , Kopfsalat	x			nein	Vorsicht bei der Sortenwahl → Kopfbildung bleibt aus bei Strahlungsmangel
	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>crispa</i> , Schnittsalat	x	x		nein	
	<i>Valerianella locusta</i> , Feldsalat	x	x	x	nein	anfällig auf schossen,
	<i>Levisticum officinale</i> , Liebstöckel	x	x	x	nein	
	<i>Melissa officinalis</i> , Zitronenmelisse	x	x	x	ja, Blüte	mehrfährig, wuchert stark
	<i>Mentha x piperita</i> , Pfefferminze	x	x	x	ja, Blüte	wuchert stark, im Schatten kaum Blütenbildung
	<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Strauchbasilikum	x	x	x	ja, Blüte	Bienenweide
	<i>Origanum vulgare</i> , Oregano	x	x	x	ja, Blüte	mehrfährig
	<i>Origanum majorana</i> , Majoran	x	x	x	ja, Blüte	einjährig
	<i>Rosmarinus officinalis</i> , Rosmarin	x	x	x	ja, Blüte	mehrfährig
	<i>Salvia officinalis</i> , Salbei	x	x	x	ja, Blüte	mehrfährig
	<i>Thymus vulgaris</i> , Thymian	x	x	x	ja, Blüte	mehrfährig
	<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Bohne	x	x*		nein	windgeschützte Lage, *gedeiht auch im Halbschatten, jedoch weniger Ertragreich → Sortenwahl
	<i>Pisum sativum</i> , Erbse	x	x		nein	auch als Rankpflanze geeignet
	<i>Portulaca oleracea</i> ssp. <i>sativa</i> , Gemüseportulak	x	x	x	nein	kurze Kulturzeit
	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> , Radsichen	x			nein	Knollengröße abhängig von Lichtintensität und Temperatur, ausreichende Feuchtigkeit → holzige Knolle
	<i>Rheum rhabarbarum</i> , Rhabarber	x	x	x	Blüte, Fruchtstand,	braucht viel Platz, nährstoffreiche Böden
	<i>Tropaeolum</i> , Kapuzinerkresse	x	x	x	ja, Blüte, Blatt	auch als Rankpflanze geeignet

Tabelle 40: Pflanzenempfehlung für den PV-Dachgarten

5 Speicherung von CO₂ in ausgewählten Gemüsepflanzen

In diesem Kapitel wird eruiert, wieviel CO₂ können ausgewählte Gemüse- und Kräuterpflanzen des PV-Dachgartens speichern. Hat der Anbau von Gemüse- und Kräuterpflanzen im PV-Dachgarten eine Relevanz hinsichtlich Klima beziehungsweise den Klimawandel? Des Weiteren wird festgestellt, anhand welcher gemessenen Parameter das CO₂-Speicherpotential errechnet werden kann.

Der Klimawandel, eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Die Erde wird aufgrund des hohen Verbrauchs an fossilen Brennstoffen zum Treibhaus. Die Auswirkungen sind in vielen Regionen der Erde ebenso in Österreich bereits spürbar (GREENPEACE 2017). Pflanzen beeinflussen das Klima sowie die Wasserkreisläufe auf der Erde. Außerdem können Pflanzen große Mengen an CO₂ speichern. Aufgrund von Grünlandverlust, Abholzung und Erweiterung der Städte gehen solche CO₂-Speicher verloren (PFLANZENFORSCHUNG.DE 2017).

Jeder EU-Bürger hat einen jährlichen CO₂ Ausstoß von 9,1 Tonnen. Die Herstellung eines Mobiltelefons und deren Gebrauch erzeugt 26 kg CO₂. Eine Tafel Milkschokolade verursacht 1,47 kg CO₂ (MYCLIMATE 2017). Im Vergleich dazu, kann eine Buche die 120 Jahre alt ist, 35 m hoch und einen Stammdurchmesser von 50 cm (gemessen auf 1,3m Höhe) hat, 3,5 Tonnen CO₂ speichern. Ein Hektar Wald kann pro Jahr in etwa 13 Tonnen CO₂ speichern (STIFTUNG UNTERNEHMEN WALD 2017).

Bei einer Forschungsarbeit über die CO₂-Speicherfähigkeit von unterschiedlichen Gemüsepflanzen wurden *Cynara cardunculus*, *Solanum lycopersicum*, *Brassica oleracea* var. *italica*, *Brassica oleracea* var. *botrytis*, *Lactuca sativa*, *Capsicum annuum*, *Citrullus lanatus* und *Cucumis melo* untersucht. Hier wurden alle Teile der Pflanzen entnommen und begutachtet, auch Früchte und Wurzeln. Es wurde die Kohlenstoffaufnahme anhand Einzelpflanzen errechnet, hierbei wurde nur die jährliche Biomasse in Betracht gezogen. Auf diese Weise wurde der gesamt fixierte Kohlenstoff beziehungsweise der CO₂-Gehalt festgestellt. Dabei zeigt die höchste CO₂-Speicherfähigkeit *Cynara cardunculus* mit 1.854 g CO₂ je Pflanze, dies ist aufgrund der hohen Biomasse zurückzuführen. Neben der Biomasse wurde noch die Pflanzendichte pro m² mit einbezogen, was ebenso ein entscheidender Faktor ist. (CARVAJAL, 2017).

5.1 Methode zur Erhebung des gespeicherten CO₂

Um das CO₂ Bindungspotenzial bei Pflanzen (krautiger Teil) feststellen zu können, kommt die Glühverlustmethode zum Einsatz. Diese Glühverlustmethode wird grundsätzlich in der Bodenkunde zur Berechnung des Kohlenstoffanteils der organischen Bodensubstanz verwendet. Die Methode kann bei Pflanzen ebenfalls angewendet werden. Bei der Bestimmung des Kohlenstoffanteils der Pflanzen mittels Glühverlustmethode kann anhand des Umrechnungsfaktors 3,67 die Masse des aus der Luft gebundenen CO₂ ermittelt werden (WÖRDEHOFF et al. 2011).

Anhand der Differenz des Gewichts der getrockneten und der verglühten Pflanzen kann der Anteil des gespeicherten Kohlenstoffs festgestellt werden. In weiterer Folge wird der Wert mit dem Faktor des Atommassenverhältnisses von CO₂ (Kohlenstoffdioxid) und C (Kohlenstoff) multipliziert. Welcher besagt, dass bei der Photosynthese aus 3,67 kg CO₂ 1 kg C aufgebaut wird (WÖRDEHOFF et al. 2011).

$$\Delta m [g] = \text{getrocknete Blattmasse [g]} - \text{verglühte Blattmasse [g]}$$

$$\text{gespeicherte CO}_2 \text{ Masse [g]} = \Delta m \times 3,67$$

Δm [g] Gewichts-differenz aus der getrockneten und verglühten Blattmasse

3,67 Faktor aus CO₂ und C Atommassen Verhältnis

Der Faktor von 3,67 ergibt sich aus dem Verhältnis der Elementmassen von Kohlenstoff (C) und Sauerstoff (O). Die Masse von C entspricht hierbei etwa 12 kg und die für O ca. 16 kg. Demzufolge hat CO₂ eine Masse von 44 kg. Durch die Verbrennung von 1 g C entstehen 3,67 g CO₂ (WÖRDEHOFF et al. 2011).

5.1.1 Ermittlung des gespeicherten CO₂ durch Glühverlust

Um das CO₂ Bindungspotenzial zu ermitteln, werden die Pflanzen zerlegt. Dabei werden die einzelnen Teile (Blatt, Frucht und die restlichen Pflanzenteile) gewogen. Um die Pflanzen untereinander vergleichen zu können, werden diese im Trockenschrank bei 85 °C getrocknet, bis eine Gewichtskonstanz erreicht wird. Anschließend werden die Pflanzen mittels Küchenmaschine zerkleinert und auf tausendstel Gramm genau abgewogen. Dann werden diese in einem Muffelofen bei 550 °C verglüht. Die Pflanzenteile werden je nach Masse und Pflanzenteil zwischen 2 und 6 Stunden verglüht, bis ebenso eine konstante Gewichtskonsistenz erreicht wird. Die Proben werden erst im abgekühlten Zustand gewogen. Damit die Asche

keine Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen kann, wird die Probe in einem Exsikkator abgekühlt. Die Proben werden auf tausendstel Gramm genau abgewogen. Um das CO₂-Bindungspotenzial herauszufinden, wird die Gewichtsänderung aus trockener Biomasse und verglühter Biomasse ermittelt anschließend wird der erhaltene Wert mit dem Faktor 3,67 multipliziert. Die bei der Untersuchung erhaltenen Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen ersichtlich (siehe Tabellen 41, 42, 43, 44, 45).

5.1.2 CO₂ Aufnahme von Pflanzen

Die Pflanze entzieht im Zuge der Photosynthese CO₂ aus der Atmosphäre. Aus der Kombination H₂O und CO₂ welche im Blatt zusammenkommen, entsteht energiereicher Zucker (Traubenzucker). Der wird unmittelbar an Ort und Stelle aufgebraucht oder in Stärke umgewandelt. Die umgewandelte Stärke sorgt für das Wachstum der Pflanze oder wird in der Pflanze gespeichert. Der Kohlenstoff (C) aus dem CO₂ wird in der Pflanze sozusagen in Form von Biomasse gespeichert (WALDVERBAND 2015).

5.1.3 Ermittlung der Blattfläche

Anhand der Blattfläche ist es ebenso möglich, den CO₂-Gehalt in der Pflanze zu ermitteln. Durch das Wachsen der Pflanze entsteht mehr Biomasse und somit mehr CO₂ Aufnahme beziehungsweise CO₂-Gehalt. Um die Blattfläche zu ermitteln, werden die einzelnen Blätter der Referenzpflanzen eingescannt. Wichtig ist hierbei, dass sich die Blätter nicht überlappen. Die Blattfläche wird mithilfe des Programmes WinFolia errechnet (siehe Abbildung 145 und 146). Anhand der ermittelten Messgrößen aus den Referenzpflanzen, dem kubischen Pflanzenvolumen, und der Blattfläche, wird für jede Pflanzenart ein Korrelationsfaktor k ermittelt.

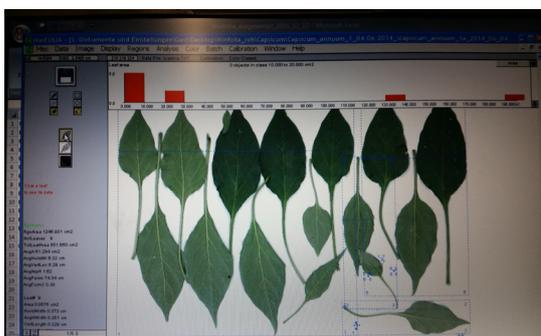


Abbildung 145: Ermittlung der Blattfläche mit Winfolia (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

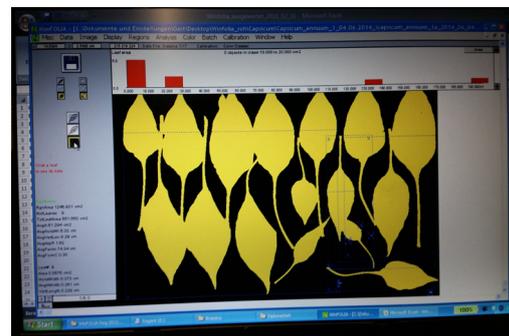


Abbildung 146: Ermittlung der Blattfläche mit Winfolia (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

5.1.4 Ermittlung des kubischen Volumen

Das kubische Pflanzenvolumen errechnet sich durch Multiplikation von:

Höhe (h) x Breite (b) x Tiefe (t)

5.1.5 Regressionsanalyse

Die Regressionsanalyse ist eine Auswahl von statistischen Analyseverfahren. Das Ziel diesen oft eingesetzten Analyseverfahren ist, Beziehungen zwischen einer abhängigen Variable und einer oder mehreren unabhängigen Variablen herauszufinden. Verwendet wird die Regressionsanalyse dann, wenn Werte der abhängigen Variablen zu prognostizieren sind oder um Zusammenhänge quantitativ zu beschreiben (BURSKA 2016).

Mathematische Darstellung der Beziehung:

$$y = f(x) + e, \text{ im eindimensionalen Fall}$$

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) + e, \text{ im } n - \text{dimensionalen Fall}$$

y bezeichnet die abhängige Variable und x bezeichnet eine oder mehrere unabhängige Variablen. Die gesuchte oder angenommene Funktion wird durch f bezeichnet. Den Fehler bzw. das Residuum des Modells wird durch e bezeichnet (BURSKA 2016).

5.2 Ermittlung des CO₂-Speicherpotential anhand der gemessenen Parameter

Nachfolgend wird eruiert welche der drei gemessenen Parameter sich für das berechnen des CO₂-Speicherpotential eignen. Zusätzlich wird ein Überblick in tabellarischer Form über das kubische Volumen, die berechnete Blattfläche, die Biomasse in trockener und verglühter Form und das gespeicherte CO₂ der Pflanzen gegeben. Dabei ist anzumerken, dass das CO₂ anhand der bereits oben angeführten Formel errechnet wurde (getrocknete Masse minus verglühter Masse mal Faktor 3,67 (siehe Kapitel 5.1)). Bei der Auswahl der Pflanzen wurde auf unterschiedliche Blattgrößen und teilweise unterschiedliche Wuchsformen geachtet. Die Pflanzen wurden an drei unterschiedlichen Zeitpunkten entnommen. Die erste Entnahme war zu Beginn der Pflanzung am 04.06.2014. Hier wurde je Art eine Jungpflanze vermessen. Die zweite Pflanzengruppe wurde am 12.08.2014 weggenommen. Die letzte Entnahme der dritten Pflanzengruppe wurde im Herbst am Ende der Wachstumsperiode vorgenommen (10.10.2014).

5.2.1 *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, Kopfkohl/Wirsing

Datum der Entnahme [tt.mm.jjjj]	Höhe [cm]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	kubisches Pflanzenvolumen [dm ³]	Blattfläche [cm ²]	Masse trocken [g]	Masse verglüht [g]	Gespeichertes CO ₂ [g]
04.06.2014	32	31	27	26,784	1340,903	5,18	0,845	15,90945
12.08.2014	59	57	56	188,328	1609,283	36,2	3,099	121,48067
10.10.2014	53	70	53	196,63	7790,561	65,62	9,848	204,68324

Tabelle 41: Biometrische Daten *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Das ermittelte Volumen von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* unterscheidet sich aufgrund der unterschiedlichen Pflanzengrößen. Dies zeigt sich ebenso bei der von Winfolia ermittelten Blattfläche als auch bei der Masse (siehe Tabelle 41).

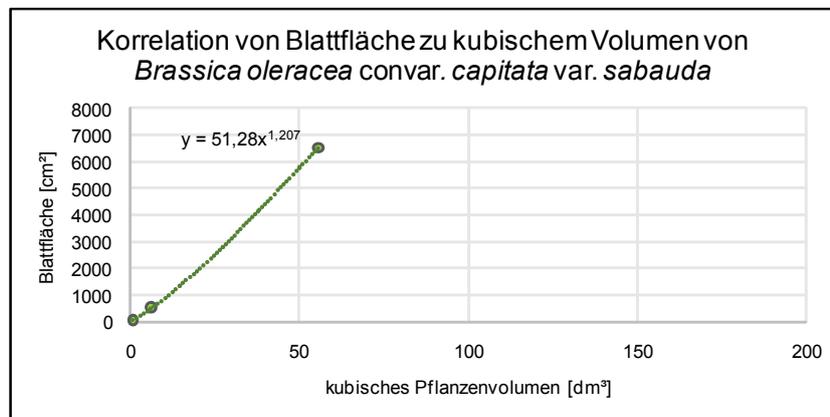


Abbildung 147: Korrelation von Blattfläche zu kubischen Volumen von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Abbildung 147 zeigt, dass die Kurve ansteigend verläuft. Hier zeigt die Kurve eine Annäherung beziehungsweise ein Durchlaufen der Punkte, dass lässt auf einen Zusammenhang zwischen Blattfläche und kubischen Volumen schließen. Die Regressionskurve lautet $y = 51,28x^{1,207}$.

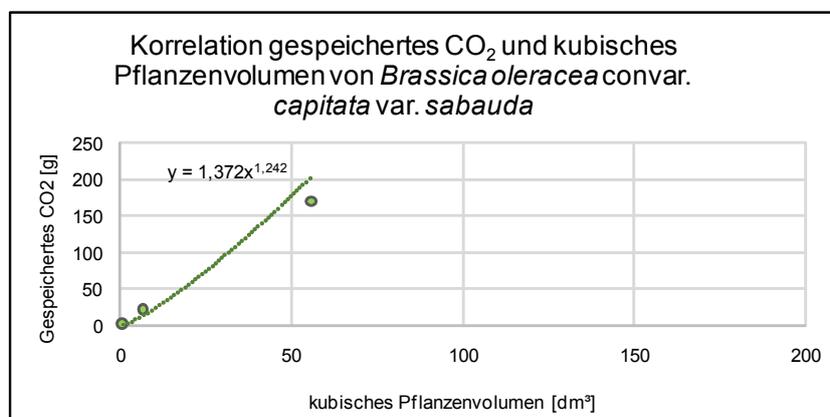


Abbildung 148: Korrelation gespeichertes CO₂ und kubisches Volumen von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

In der Abbildung 148 zeigt die Trendlinie zwischen gespeicherter CO₂ Masse und kubischen Volumen einen steilen Anstieg und eine geringe Annäherung an die Punkte. Hier kann ein schwacher Zusammenhang zwischen den beiden Parametern festgestellt werden. Diese wird mit der Regressionsformel $y = 1,372x^{1,242}$ beschrieben.

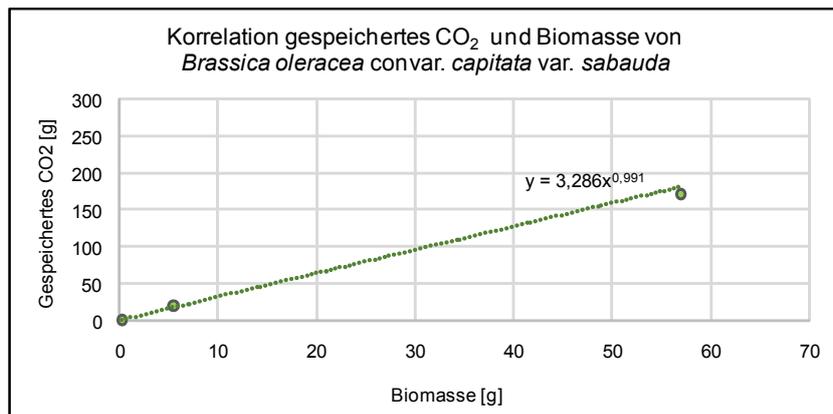


Abbildung 149: Korrelation gespeichertes CO₂ und Biomasse *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Abbildung 149 zeigt, einen Anstieg der Kurve, welche eine Annäherung an die Punkte zeigt. Eine Korrelation zwischen dem gespeicherten CO₂ und der Biomasse ist erkennbar. Die Formel dazu lautet: $y = 3,286x^{0,991}$.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein Zusammenhang zwischen Blattfläche und kubischen Volumen besteht. Ebenso können beim gespeicherten CO₂ und der Biomasse Zusammenhänge festgestellt werden. Zwischen gespeicherten CO₂ und kubischen Volumen kann keine Interaktion erkannt werden. Was bedeutet, dass mittels kubischen Volumens die Blattfläche ermittelbar ist, dies könnte auf die kompakte Wuchsform zurückzuführen sein. Es kann kein korrekter CO₂ Wert mittels kubischen Volumen errechnet werden. Anhand der Biomasse ist der CO₂ Wert eruiierbar.

5.2.2 Capsicum annum

Datum der Entnahme [tt.mm.jjjj]	Höhe [cm]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	kubisches Pflanzenvolumen [dm ³]	Blattfläche [cm ²]	Masse trocken [g]	Masse verglüht [g]	Gespeichertes CO ₂ [g]
04.06.2014	53	32	30	50,88	1059,049	6,07	0,781	19,41063
12.08.2014	53	16	15	12,72	190,854	11,56	0,938	38,98274
10.10.2014	60	30	33	59,4	3022,536	39,04	4,157	128,02061

Tabelle 42: Biometrische Daten *Capsicum annum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Das Volumen von *Capsicum annum* unterscheidet sich durch die unterschiedlichen Pflanzengrößen. Dies zeigt sich ebenso bei der von Winfolia ermittelten Blattfläche sowie bei der Masse (siehe Tabelle 42).

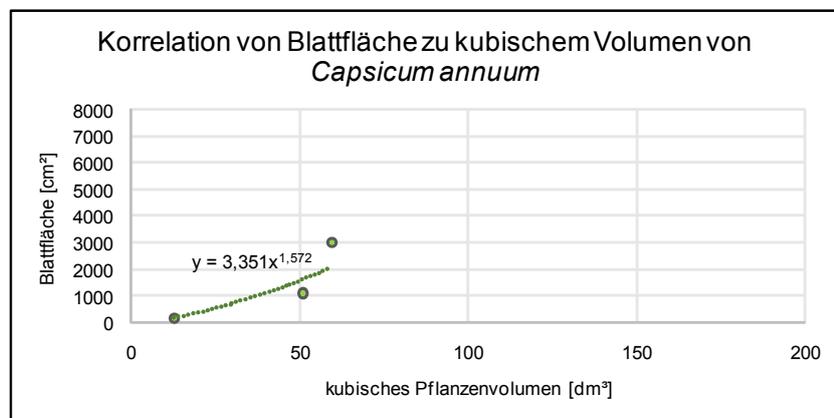


Abbildung 150: Korrelation von Blattfläche zu kubischen Volumen *Capsicum annum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Abbildung 150 zeigt, die Kurve, welche leicht ansteigt und kaum eine Annäherung an die gegebenen Punkte aufweist. Ein Korrelieren zwischen Blattfläche und kubischem Volumen bei *Capsicum annum* kann nicht festgestellt werden. Die Regressionsformel lautet: $y = 3,351x^{1,572}$.

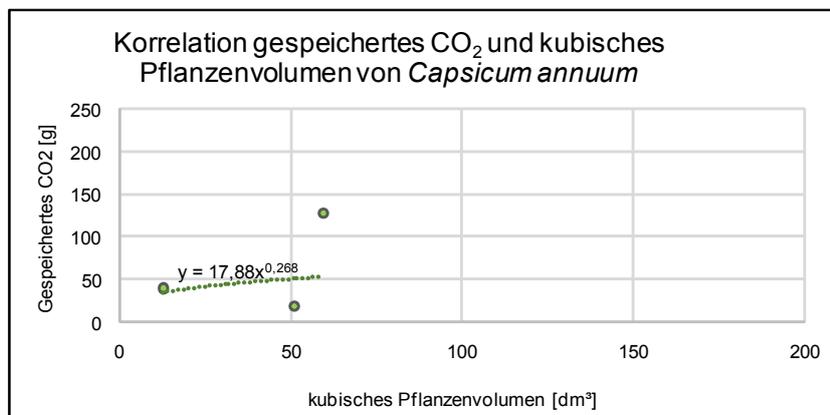


Abbildung 151: Korrelation gespeichertes CO₂ und kubisches Volumen von *Capsicum annum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

In der Abbildung 151 zeigt die Trendlinie zwischen gespeichertem CO₂ und

kubischen Pflanzenvolumen einen flachen Verlauf. Die Kurve zeigt keine Annäherung an die gegebenen Punkte. Hier ist keine Korrelation zwischen gespeichertem CO₂ und kubischen Volumen vorhanden. Die Regressionsformel lautet $y = 17,88x^{0,268}$.

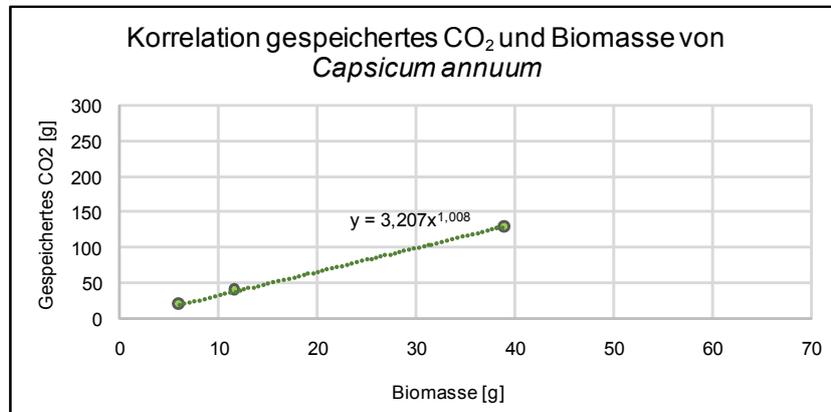


Abbildung 152: Korrelation gespeichertes CO₂ und Biomasse von *Capsicum annuum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

In der Abbildung 152 ist die Korrelation zwischen der Biomasse und dem gespeicherten CO₂ von *Capsicum annuum* dargestellt. Hier zeigt die Kurve einen stetig ansteigenden Verlauf und ein Durchlaufen der gegebenen Punkte. Ein Zusammenhang zwischen den Parametern Biomasse und gespeicherten CO₂ ist deutlich ersichtlich. Die Formel dazu lautet $y = 3,207x^{1,008}$.

Zusammenfassend ist zu erwähnen, dass hier kein Bezug zwischen Blattfläche und kubischen Volumen erkennbar ist. Zwischen gespeichertem CO₂ und kubischen Volumen kann ebenfalls keine Interaktion festgestellt werden. Beim gespeicherten CO₂ und der Biomasse sind Zusammenhänge ersichtlich. Das bedeutet, dass die Blattfläche anhand des kubischen Volumens nicht bestimmt werden kann. Mittels kubischen Volumen kann kein korrekter CO₂ Wert berechnet werden. Anhand der Biomasse ist der CO₂ Wert kalkulierbar.

5.2.3 *Eruca sativa*, Rucola

Datum der Entnahme [tt.mm.jjjj]	Höhe [cm]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	kubisches Pflanzenvolumen [dm ³]	Blattfläche [cm ²]	Masse trocken [g]	Masse verglüht [g]	Gespeichertes CO ₂ [g]
04.06.2014	8	16	10	1,28	55,217	0,42	0,058	1,32854
12.08.2014	72	54	28	108,864	305,921	13,54	1,568	43,93724
10.10.2014	24	41	48	47,232	2382,352	41,13	6,233	128,07199

Tabelle 43: Biometrische Daten *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Das Volumen von *Eruca sativa* unterscheidet sich durch die unterschiedlichen Pflanzengrößen. Erkennbar ist hier, dass die von Winfolia ermittelte Blattfläche kein großes Volumen voraussetzt, siehe Tabelle 43.

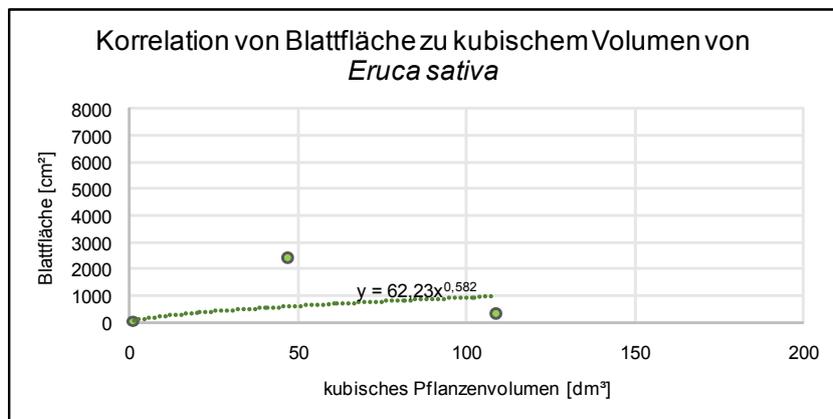


Abbildung 153: Korrelation von Blattfläche zu kubischen Volumen von *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

In der Abbildung 153 ist ersichtlich, dass die Kurve flach verläuft. Die Kurve zeigt keine Annäherung an die gegebenen Punkte. Eine Beziehung zwischen Blattfläche und kubischen Volumen ist hier nicht gegeben. Die Regressionsformel lautet $y = 62,23x^{0,582}$.

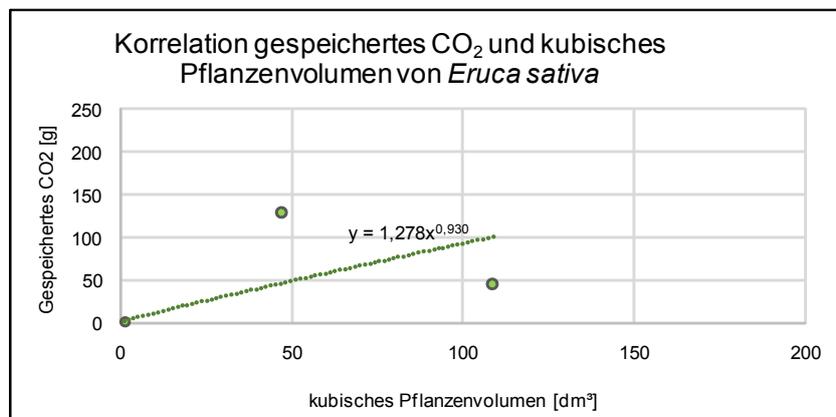


Abbildung 154: Korrelation gespeichertes CO₂ und kubisches Volumen von *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Kurve in der Abbildung 154, welche die Korrelation der beiden Parameter

beschreibt, zeigt einen ansteigenden Verlauf und eine starke Abweichung in Bezug auf die gegebenen Punkte. Eine Beziehung zwischen gespeicherter CO₂ Masse und dem kubischen Volumen ist nicht vorhanden. Die Regressionsformel lautet hier $y = 1,278x^{0,930}$.

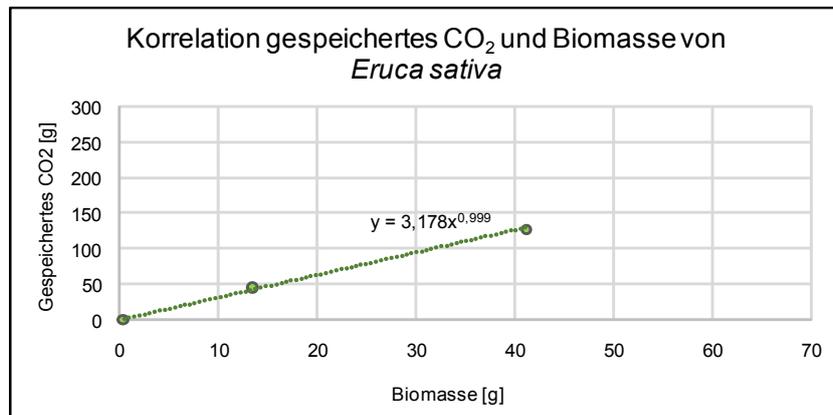


Abbildung 155: Korrelation gespeichertes CO₂ und Biomasse von *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Abbildung 155 zeigt die Korrelation zwischen dem gespeicherten CO₂ und der Biomasse von *Eruca sativa*. Hier zeigt die Kurve, welche die gegebenen Punkte durchläuft einen stetig steigenden Verlauf. Ein Zusammenhang zwischen beiden ist hier gut ersichtlich. Die Formel dazu lautet $y = 3,178x^{0,999}$.

Zusammenfassend wurde herausgefunden, dass kein Bezug zwischen Blattfläche und kubischen Volumen besteht. Zwischen gespeicherten CO₂ und kubischen Volumen können ebenso keine Zusammenhänge ermittelt werden. Beim gespeicherten CO₂ und der Biomasse besteht ein Zusammenhang. Das bedeutet, dass die Blattfläche anhand des kubischen Volumens nicht feststellbar ist. Anhand des kubischen Volumen kann kein CO₂ Wert berechnet werden. Mit der Biomasse ist der CO₂ Wert zu bestimmen.

5.2.4 *Mentha x piperita*, Pfefferminze

Datum der Entnahme [tt.mm.jjjj]	Höhe [cm]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	kubisches Pflanzenvolumen [dm ³]	Blattfläche [cm ²]	Masse trocken [g]	Masse verglüht [g]	Gespeichertes CO ₂ [g]
04.06.2014	12	14	9	1,512	109,632	0,51	0,019	1,80197
12.08.2014	49	40	38	74,48	935,63	12,76	1,148	42,61604
10.10.2014	42	52	56	122,304	3719,654	25,29	2,859	82,32177

Tabelle 44: Biometrische Daten *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Das Volumen von *Mentha x piperita* korreliert mit Blattfläche und der Masse (siehe Tabelle 44).

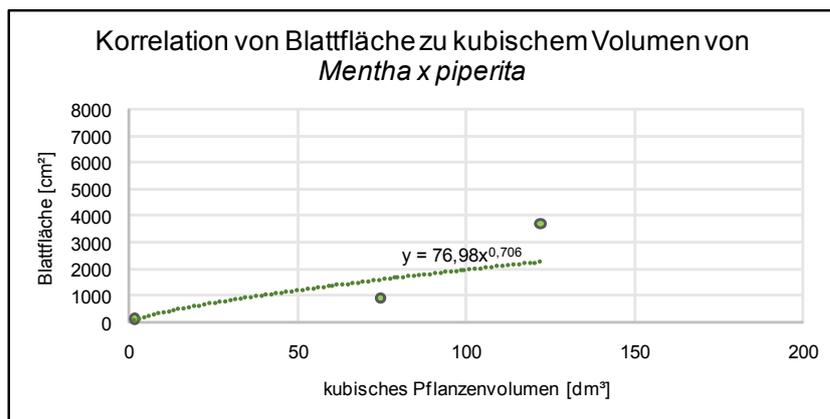


Abbildung 156: Korrelation von Blattfläche zu kubischen Volumen von *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

In der Abbildung 156 zeigt sich, dass die Kurve einen flachen Anstieg aufweist und eine schwache Annäherung zu den Punkten gegeben ist. Eine Beziehung zwischen den beiden Parametern ist nicht vorhanden. Die Regressionsformel lautet hierbei $y = 76,98x^{0,706}$.

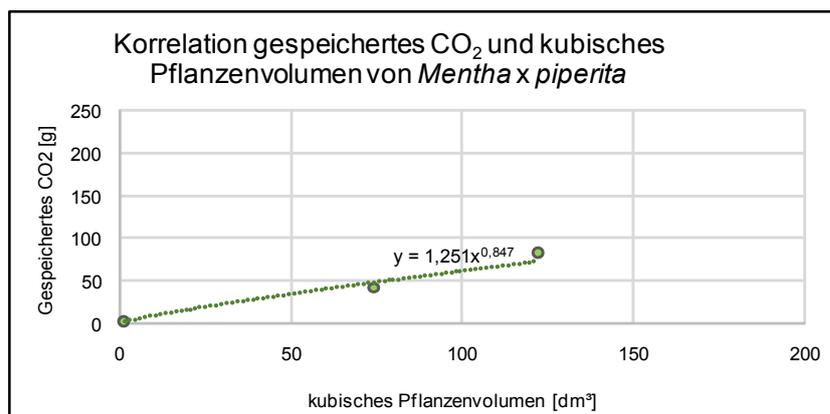


Abbildung 157: Korrelation gespeichertes CO₂ und kubisches Volumen von *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Abbildung 157 zeigt die Korrelation zwischen dem kubischen Pflanzenvolumen und dem gespeicherten CO₂ von *Mentha x piperita*. Hier zeigt die Kurve einen flach

ansteigenden Verlauf. Eine Annäherung an die gegebenen Punkte ist vorhanden. Eine Verbindung zwischen dem kubischen Pflanzenvolumen und dem gespeicherten CO₂ ist hier vorhanden. Die Formel dazu lautet $y = 1,251x^{0,847}$.

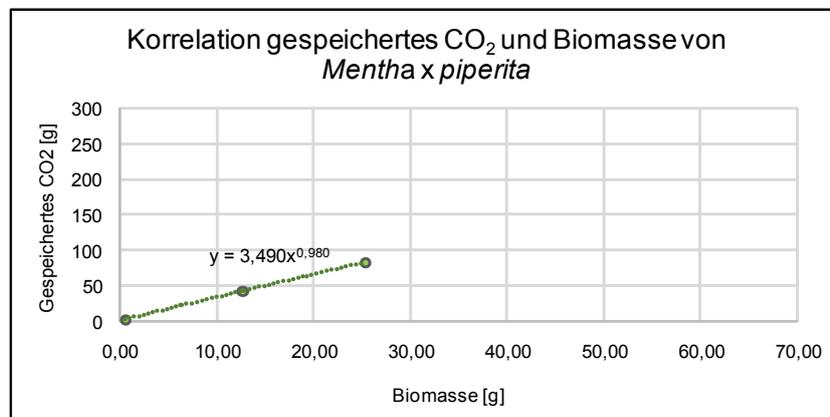


Abbildung 158: Korrelation gespeichertes CO₂ und Biomasse von *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Kurve in der Abbildung 158, welche die Korrelation zwischen gespeicherter CO₂ Masse und Biomasse veranschaulicht, zeigt einen flach steigenden Verlauf. Es besteht eine Beziehung zwischen gespeicherter CO₂ Masse und Biomasse, da eine Annäherung der Kurve an die gegebenen Punkte vorhanden ist. Die Regressionsformel lautet hier $y = 3,490x^{0,980}$.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass kein Bezug zwischen Blattfläche und kubischen Volumen besteht. Zwischen gespeicherten CO₂ und kubischen Volumen können Zusammenhänge festgestellt werden. Beim gespeicherten CO₂ und der Biomasse besteht eine Interaktion. Das bedeutet, dass die Blattfläche anhand des kubischen Volumens nicht ermittelt werden kann. Anhand des kubischen Volumen könnte hier ein CO₂ Wert berechnet werden. Ebenso mit der Biomasse ist der CO₂ Wert zu errechnen.

5.2.5 *Ocimum kiliman. x basilicum*, Strauchbasilikum

Datum der Entnahme [tt.mm.jjjj]	Höhe [cm]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	kubisches Pflanzenvolumen [dm ³]	Blattfläche [cm ²]	Masse trocken [g]	Masse verglüht [g]	Gespeichertes CO ₂ [g]
04.06.2014	32	31	27	26,784	1340,903	5,18	0,845	15,90945
12.08.2014	59	57	56	188,328	1609,283	36,2	3,099	121,48067
10.10.2014	53	70	53	196,63	7790,561	65,62	9,848	204,68324

Tabelle 45: Biometrische Daten *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

In Tabelle 45 ist ersichtlich, dass die von Winfolia ermittelte Blattfläche von *Ocimum kiliman. x basilicum* im Verhältnis zum Volumen sehr hoch ist.

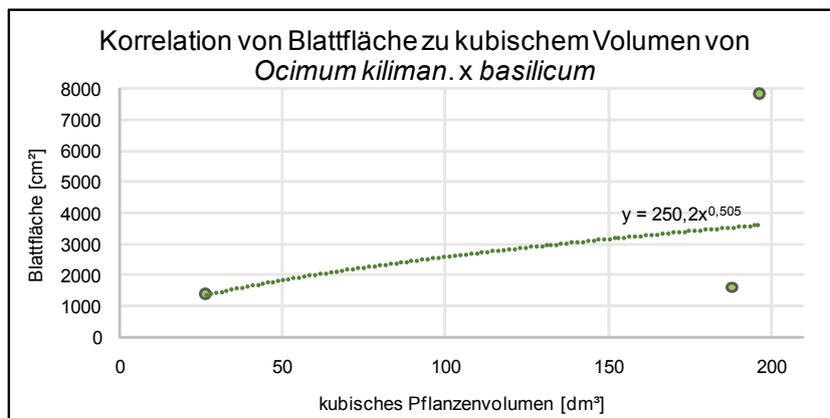


Abbildung 159: Korrelation von Blattfläche zu kubischen Volumen von *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Abbildung 159 zeigt, dass die Kurve einen flachen Verlauf aufweist. Hier ist keine Annäherung der Kurve an die gegebenen Punkte vorhanden. Ein Zusammenhang zwischen Blattfläche und kubischen Volumen von *Ocimum kiliman. x basilicum* ist nicht feststellbar. Die Regressionsformel lautet $y = 250,2x^{0,505}$.

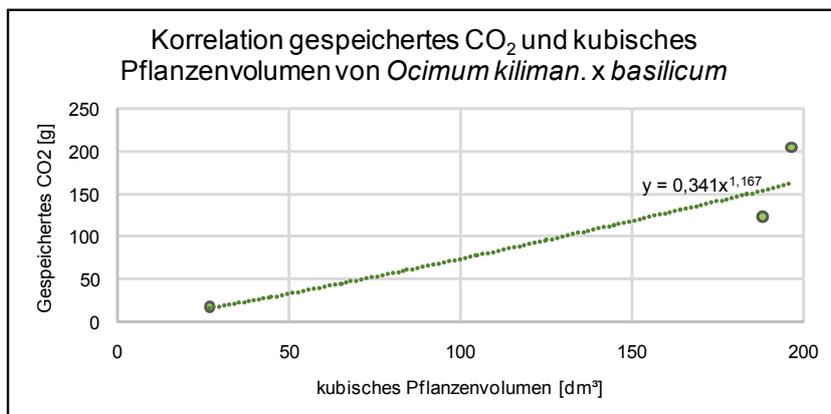


Abbildung 160: Korrelation gespeichertes CO₂ und kubisches Volumen von *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Abbildung 160 zeigt die Korrelation zwischen dem kubischen Pflanzenvolumen

und dem gespeicherten CO₂ von *Ocimum kiliman. x basilicum*. Hier zeigt die Kurve einen stetig steigenden Verlauf und eine Abweichung von den gegebenen Punkten. Eine Verbindung, beziehungsweise ein Zusammenhang zwischen dem kubischen Pflanzenvolumen und dem gespeicherten CO₂ ist nicht erkennbar. Die Formel ist $y = 0,341x^{1,167}$.

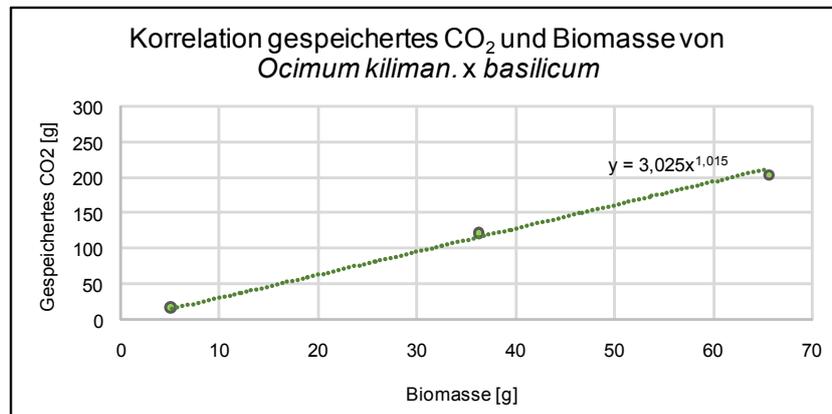


Abbildung 161: Korrelation gespeichertes CO₂ und Biomasse von *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

In der Abbildung 161 zeigt die Kurve zwischen dem gespeicherten CO₂ und der Biomasse einen ansteigenden Verlauf. Eine Annäherung der Kurve an die gegebenen Punkte ist vorhanden. Hier kann eine Verbindung zwischen dem gespeicherten CO₂ und der Biomasse festgestellt werden. Diese wird mit der Regressionsformel $y = 3,025x^{1,015}$ beschrieben.

Zusammenfassend kann entnommen werden, dass keine Interaktion zwischen Blattfläche und kubischen Volumen besteht. Zwischen gespeichertem CO₂ und kubischem Volumen können ebenso keine Zusammenhänge festgestellt werden. Beim gespeicherten CO₂ und der Biomasse ist eine Verbindung vorhanden. Das bedeutet, dass die Blattfläche anhand des kubischen Volumens nicht eruiert werden kann. Mittels kubischen Volumen kann ebenfalls kein CO₂ Wert berechnet werden. Mit der Biomasse ist der CO₂ Wert ermittelbar.

5.3 Berechnung des gespeicherten CO₂ ausgewählter Gemüsepflanzen im PV-Dachgarten (in der Vegetationsperiode 2014)

In diesem Kapitel wird berechnet, wieviel CO₂ die gewählten Pflanzen im PV-Dachgarten während der Vegetationsperiode 2014 gespeichert haben. Jede Pflanze einer Art wuchs in verschiedenen Lichtzonen beziehungsweise unter unterschiedlichen Lichtbedingungen. Um einen repräsentativen Querschnitt jeder Pflanzenart zu erlangen, wurde der Mittelwert von der trockenen Biomasse festgestellt und in weiterer Folge das CO₂ bestimmt. Dabei wurde zuerst der Mittelwert jeder Lichtzone berechnet. Anschließend wurden alle erhaltenen Werte addiert und ebenso gemittelt. Um das gespeicherte CO₂ zu eruieren, wurde der berechnete Mittelwert mit dem Korrelationskoeffizienten, welcher bei den Untersuchungen im Kapitel 5.2 ermittelt wurde, multipliziert. Um eine Vorstellung zu bekommen, wieviel CO₂-Speicherpotential auf einer größeren Fläche vorhanden ist, wurde zusätzlich berechnet wieviel CO₂ durchschnittlich auf einer 1000 m² großen Fläche gespeichert werden kann. Dabei wurde mit Hilfe von Literatur der passende Pflanzabstand herangezogen (siehe Pflanzensteckbriefe Seiten 23-29) und im Anschluss hochgerechnet.

5.3.1 *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, Kopfkohl/Wirsing

<i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i>					
Standort der Pflanze	Biomasse trocken in [g]	Biomasse trocken Mittelwert je Lichtzone in [g]	Biomasse trocken Mittelwert Gesamt in [g]	Gespeichertes CO ₂ in [g] → Biomasse trocken Gesamt x Korrelations Koeffizient (3,286)	Gespeichertes CO ₂ in [kg] auf 1000m ² bei einem Pflanzabstand von 50x40cm (5.000 Pflanzen)
G.B6 Lichtzone 2	235,58	235,58	} 204,27	671,21	3356,07
G.C3 Lichtzone 3	233,82	} 172,95			
G.B1 Lichtzone 3	199,10				
O.B6 Lichtzone 3	229,33				
O.A3 Lichtzone 3	154,62				
O.B1 Lichtzone 3	47,88				

Tabelle 46: Auswertung des gespeicherten CO₂ bei *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Tabelle 46 zeigt die trockene Biomasse von *Brassica oleracea* convar. *capitata*, diese wurden je Lichtzone gemittelt. Weiters wurde das CO₂-Speicherpotential von *Brassica oleracea* convar. *capitata* ermittelt. Der CO₂-Wert wurde mit dem Korrelationskoeffizienten berechnet, dieser wurde anhand der untersuchten Daten bestimmt (siehe Kapitel 5.2.1). Mittels errechneten Wert kann angenommen werden, wieviel CO₂-Speicherpotential bei einer ähnlichen Pflanzenentwicklung eine Fläche von 1000 m² aufweist. Hochgerechnet würde dies 3.356,07 kg betragen. Der Pflanzabstand beträgt dabei 50x40 cm, was auf einer Fläche von 1000 m² 5.000 Pflanzen sind.

5.3.2 *Capsicum annuum*, Chili

<i>Capsicum annuum</i>					
Standort der Pflanze	Biomasse trocken in [g]	Biomasse trocken Mittelwert je Lichtzone in [g]	Biomasse trocken Mittelwert Gesamt in [g]	Gespeichertes CO ₂ in [g] → Biomasse trocken Gesamt x Korrelations Koeffizient (3,207)	Gespeichertes CO ₂ in [kg] auf 1000m ² bei einem Pflanzabstand von 50x60cm (3.333 Pflanzen)
G.B7 Lichtzone 2	17,20	} 17,00	} 16,13	51,73	172,43
G.B4 Lichtzone 2	18,50				
G.A2 Lichtzone 2	16,27				
O.B7 Lichtzone 2	16,02				
O.B4 Lichtzone 3	15,69	} 15,27			
O.C2 Lichtzone 3	14,84				

Tabelle 47: Auswertung des gespeicherten CO₂ bei *Capsicum annuum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Tabelle 47 zeigt die trockene Biomasse von *Capsicum annuum*, welche je Lichtzone gemittelt wurde. In weiterer Folge wurde das CO₂-Speicherpotential von *Capsicum annuum* ermittelt. Der CO₂-Wert wurde mittels Korrelationskoeffizienten berechnet, dieser wurde anhand der untersuchten Daten bestimmt (siehe Kapitel 5.2.2). Angesichts des errechneten Wertes kann angenommen werden, wieviel CO₂-Speicherpotential eine Fläche von 1000 m² hat, wenn sich die Pflanzen ähnlich entwickeln. Hochgerechnet würde dies 172,45 kg betragen. Der Pflanzabstand beträgt 50x60 cm, was auf einer Fläche von 1000 m² 3.333 Pflanzen sind.

5.3.3 *Eruca sativa*, Rucola

<i>Eruca sativa</i>					
Standort der Pflanze	Biomasse trocken in [g]	Biomasse trocken Mittelwert je Lichtzone in [g]	Biomasse trocken Mittelwert Gesamt in [g]	Gespeichertes CO ₂ in [g] → Biomasse trocken Gesamt x Korrelations Koeffizient (3,178)	Gespeichertes CO ₂ in [kg] auf 1000m ² bei einem Pflanzabstand von 15x20cm (33.333 Pflanzen)
G.C5 Lichtzone 3	48,09	} 39,14	39,14	124,39	4146,19
G.A3 Lichtzone 3	47,82				
G.B1 Lichtzone 3	42,36				
O.A5 Lichtzone 3	47,13				
O.C3 Lichtzone 3	35,00				
O.B1 Lichtzone 3	14,45				

Tabelle 48: Auswertung des gespeicherten CO₂ bei *Eruca sativa* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Tabelle 48 zeigt die trockene Biomasse von *Eruca sativa*, welche gemittelt wurde. Weiters wurde das CO₂-Speicherpotential von *Eruca sativa* ermittelt. Der CO₂-Wert wurde mit dem Korrelationskoeffizienten berechnet, dieser wurde anhand der untersuchten Daten bestimmt (siehe Kapitel 5.2.3). Mittels errechneten Wert kann angenommen werden, wieviel CO₂-Speicherpotential eine Fläche von 1000 m² hat, wenn eine ähnliche Pflanzenentwicklung besteht. Hochgerechnet würde dies 4.146,19 kg betragen. Der Pflanzabstand beträgt dabei 15x20 cm, was auf einer Fläche von 1000 m² 33.333 Pflanzen sind.

5.3.4 *Mentha x piperita*, Pfefferminze

<i>Mentha x piperita</i>					
Standort der Pflanze	Biomasse trocken in [g]	Biomasse trocken Mittelwert je Lichtzone in [g]	Biomasse trocken Mittelwert Gesamt in [g]	Gespeichertes CO ₂ in [g] → Biomasse trocken Gesamt x Korrelations Koeffizient (3,490)	Gespeichertes CO ₂ in [kg] auf 1000m ² bei einem Pflanzabstand von 40x40cm (6.000Pflanzen)
G.B5 Lichtzone 3	19,27	16,20	16,20	56,52	339,12
O.B5 Lichtzone 3	13,12				

Tabelle 49: Auswertung des gespeicherten CO₂ bei *Mentha x piperita* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Tabelle 49 zeigt die Daten von *Mentha x piperita*, hier wurde die trockene Biomasse gemittelt. Weiters wurde das CO₂-Speicherpotential von *Mentha x piperita* eruiert. Der CO₂-Wert wurde mit dem Korrelationskoeffizienten berechnet, welcher anhand der untersuchten Daten ermittelt wurde (siehe Kapitel 5.2.4). Mit dem errechneten Wert kann angenommen werden, wieviel CO₂-Speicherpotential eine Fläche von 1000 m² hat, wenn eine ähnliche Pflanzenentwicklung vorherrscht. Hochgerechnet würde dies 339,12 kg betragen. Der Pflanzabstand beträgt dabei 40x40 cm, das sind auf einer Fläche von 1000 m² 6.000 Pflanzen.

5.3.5 *Ocimum kiliman. x basilicum*, Strauchbasilikum

<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i>					
Standort der Pflanze	Biomasse trocken in [g]	Biomasse trocken Mittelwert je Lichtzone in [g]	Biomasse trocken Mittelwert Gesamt in [g]	Gespeichertes CO ₂ in [g] → Biomasse trocken Gesamt x Korrelations Koeffizient (3,025)	Gespeichertes CO ₂ in [kg] auf 1000m ² bei einem Pflanzabstand von 50x50cm (4.000 Pflanzen)
G.C7 Lichtzone 1	126,99	240,96	531,56	1607,98	6431,92
G.B4 Lichtzone 2	279,89				
G.B3 Lichtzone 3	901,93				
O.A7 Lichtzone 1	354,92	487,065			
O.B4 Lichtzone 2	694,24				
O.B3 Lichtzone 3	831,41				

Tabelle 50: Auswertung des gespeicherten CO₂ bei *Ocimum kiliman. x basilicum* (EIGENE ERSTELLUNG 2015).

Die Tabelle 50 zeigt die Daten von *Ocimum kiliman. x basilicum*, hier wurde die trockene Biomasse gemittelt. Weiters wurde das CO₂-Speicherpotential von *Ocimum kiliman. x basilicum* errechnet. Der CO₂-Wert wurde mit dem Korrelationskoeffizienten berechnet, welcher anhand der untersuchten Daten ermittelt wurde (siehe Kapitel 5.2.5). Mit dem errechneten Wert kann angenommen werden, wieviel CO₂-Speicherpotential eine Fläche von 1000 m² hat, wenn eine ähnliche Pflanzenentwicklung vorliegt. Hochgerechnet würde dies 6.431,92 kg betragen. Der Pflanzabstand beträgt dabei 50x50 cm, das sind auf einer Fläche von 1000 m² 4.000 Pflanzen.

Zusammenfassend konnte herausgefunden werden, dass keine Beziehung zwischen kubischen Volumen und der Blattfläche besteht. Das kubische Volumen und die Blattfläche korrelieren nur bei *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* miteinander. Ein Grund hierfür könnte der kompakte Wuchs von *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* sein. Bei den anderen vier untersuchten Pflanzen konnten keine Zusammenhänge diesbezüglich festgestellt werden. Zwischen gespeichertem CO₂ und kubischen Volumen ist ebenso keine Verbindung zu erkennen. Außer bei *Mentha x piperita*, hier kann eine Korrelation ermittelt werden. Alle weiteren Versuchspflanzen zeigen keine Korrelation zwischen gespeichertem CO₂ und kubischen Volumen. Bei der Biomasse und dem gespeichertem CO₂ ist eine Interaktion vorhanden. Das bedeutet, dass auf Basis des kubischen Volumen das gespeicherte CO₂ einer Pflanze nicht berechnet werden kann. Die Blattfläche kann anhand des kubischen Volumen ebenfalls nicht ermittelt werden. Hier gibt es jedoch Ausnahmen, wie sich bei *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* zeigt. Die Möglichkeit besteht, dass es ausschließlich bei extrem kompakt wachsenden Pflanzen zu einer Korrelation von kubischen Volumen und Blattfläche kommt. Dazu sind weitere Versuche notwendig. Das CO₂-Speicherpotential einer Pflanze konnte hier nur mittels Biomasse eruiert werden. Hier ist jedoch anzumerken, dass die oben errechneten Werte hinsichtlich CO₂-Speicherpotential mit Vorsicht zu betrachten sind. Vergleichsweise zeigt die Untersuchung über die CO₂-Aufnahme der wichtigsten Anbaupflanzen in der Region Murcia von Prof. Micaela Carvajal, dass, *Capsicum annuum* eine CO₂-Aufnahme von 1.029 g (Trockene Biomasse 740 g) hat. Im PV-Dachgarten zeigt *Capsicum annuum* eine CO₂-Aufnahme von 51,73 g. (Trockene Biomasse 16,13 g). Bei den Kohlarten zeigt die Untersuchung von Prof. Micaela Carvajal, folgende Ergebnisse: *Brassica oleracea* var. *italica* ‚Naxos‘ 238,70 g CO₂ (Trockene Biomasse 161,90 g) und *Brassica oleracea* var. *botrytis* 342,50 g CO₂ (Trockene Biomasse 238,20 g). Im Vergleich konnte im PV-Dachgarten bei *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* eine errechnete CO₂-Aufnahme von 671,21 g (Trockene Biomasse 204,27 g) festgestellt werden. Hierbei ist anzumerken, dass bei der Untersuchung von Prof. Micaela Carvajal die Wurzeln und die Früchte ebenso miteinbezogen wurden.

6 Resümee und Reflexion

In dieser Arbeit wird der Einfluss von semitransparenten PV-Modulen auf Gemüse- und Kräuterpflanzen beobachtet. Dazu werden ausgewählte Gemüse- und Kräuterpflanzen, sozusagen Indikatorpflanzen mit unterschiedlichen Lichtansprüchen in den PV-Dachgarten gepflanzt und getestet. Der PV-Dachgarten befindet sich am Gelände der Universität für Bodenkultur Wien, im 19. Bezirk in Wien. Diese Arbeit betrachtet die Entwicklung der Pflanzen in der Vegetationsperiode 2014.

Ziel dieser Arbeit ist, herauszufinden welche Pflanzen unter der Schatteneinwirkung durch PV-Module wachsen. Aufgrund der Gegebenheiten werden die Pflanzbeete in drei unterschiedliche Lichtzonen unterteilt: „hell“, „lichter Schatten“ und „Schatten“. In der Vegetationsperiode 2014 wird monatlich eine Bonitur durchgeführt. Es wird dabei jede Pflanze vermessen und in weiterer Folge die Vitalität, die Blattdichte sowie die Infloreszenz bestimmt. Ebenso wird die Fruchtbildung und der Ertrag begutachtet. Herauszufinden ist: welche beziehungsweise gibt es Auswirkungen durch die Beschattung auf die Gemüse- und Kräuterpflanzen hinsichtlich der oben genannten Parameter.

Von den zwölf Gemüse- und Kräuterpflanzen eignet sich nicht jede Pflanze in jeder Lichtzone. Hierzu ist anzumerken, dass nicht alle Pflanzen in jeder Lichtzone getestet wurden. Da die Einteilung der Lichtzonen und der darauf basierende Pflanzplan zu Beginn auf der Grundlage des Sonnenwegdiagramms festgelegt wurde. Die Ermittlung der Strahlungsverhältnisse mittels hemisphärischer Fotografie wurde zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt. Dadurch hat sich die Zonierung verändert. *Allium schoenoprasum*, *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*, *Ocimum kiliman. x basilicum* und *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* wurden in jeder Lichtzone getestet.

Allium schoenoprasum eignet sich laut GAISSMAYER (2017) grundsätzlich für sonnige Standorte. Die Art wurde im PV-Dachgarten in allen Zonen getestet, hierbei haben die Pflanzen eine mittelmäßige Entwicklung erzielt. Für sehr schattige Bereiche ist die Pflanze jedoch nur bedingt geeignet. Zusätzlich ist die Schwächung nach der Blüte zu beachten, außerdem ist eine gute Wasserversorgung besonders an sonnigen Standorten wichtig.

Beta vulgaris* subsp. *vulgaris ist ebenso für halbschattige Plätze geeignet (STEIN 2013). In jeder getesteten Lichtzone (Lichtzonen 1,2,3) entwickelte sich die Pflanze gut. Beachtliche Ergebnisse erbrachten die Pflanzen in der Lichtzone 2 („lichter Schatten“) und der Lichtzone 3 („Schatten“).

Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda wurde in der Lichtzone 2 und in der Lichtzone 3 („Schatten“) gepflanzt. Die Pflanze gedeiht besonders gut an sonnigen Plätzen, helle halbschattige Standorte sollen sich laut KLITZSCH (2017) ebenso eignen. Die Pflanze hat sich an zu schattigen Standorten nicht bewährt. Da nicht bei jeder Pflanze eine Kopfbildung stattgefunden hat. Was in strahlungsintensiveren Lagen (Lichtzone 1 („hell“)) anders sein könnte. Hier würden weitere Testversuche aufschlussreich sein.

Capsicum annuum wurde in der Lichtzone 2 („lichter Schatten“) und in der Lichtzone 3 („Schatten“) erprobt. Obwohl *Capsicum annuum* sonnige Standorte benötigt, (KEUTGEN 2014) hat sich die Pflanze erstaunlich gut entwickelt. In jeder Lichtzone zeigte die Art hinsichtlich der untersuchten Parameter gute Ergebnisse. Trotz der Schattierung wurden Blüten und Früchte ausgebildet.

Eruca sativa wurde ausschließlich in der Lichtzone 3 („Schatten“) getestet. Die Pflanze hat sich trotzdem gut entwickelt. Da diese auch für halbschattige Standorte geeignet ist (SCHUMANN 2017). Ob die Pflanze in helleren Standorten ebenso gut gedeiht, ist ungewiss, jedoch anzunehmen. Hier sind zusätzliche Untersuchungen notwendig.

***Foeniculum vulgare* ‘*Atropurpureum*‘** wurde in der Lichtzone 2 („lichter Schatten“) und in der Lichtzone 3 („Schatten“) gepflanzt. Laut SCHMIDHAMMER (2017) gedeiht die Pflanze an sonnigen bis absonnigen Standorten. Hier zeigten sich erst am Ende der Vegetationsperiode Entwicklungserfolge, indem die Pflanzen einen dichten Austrieb an der Basis zeigten. Um genauere Aussagen treffen zu können, werden weitere Untersuchungen empfohlen, beziehungsweise sind längere Untersuchungszeiträume nötig.

Lactuca sativa* var. *capitata wurde in der Lichtzone 1 („hell“) und in der Lichtzone 3 („Schatten“) gepflanzt. Hier war der Pflanzzeitpunkt sehr spät, was die Entwicklung zusätzlich beeinflusst hat. Die Pflanzen haben kein Haupt ausgebildet. Die stärkste Entwicklung konnte an helleren Standorten festgestellt werden. In schattigeren Lagen neigt *Lactuca sativa* var. *capitata* zu Schosserbildung (BAAKE 2017). Die Sortenwahl beziehungsweise Sorteneignung ist ein entscheidender Faktor, je Jahreszeit ist die Art empfindlich gegenüber Temperatur, Tageslänge und Lichtintensität (KEUTGEN 2014). Aufgrund der späten Pflanzung sind hier weitere Untersuchungen notwendig, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen.

Mentha x piperita wurde ausschließlich in der Lichtzone 3 („Schatten“) getestet. Allgemein entwickelten sich die Pflanzen gut, halbschattige bis sonnige Plätze

gelten als beliebte Standorte (PURLE 2017). Zu beachten ist, dass die Pflanzen in Töpfen gepflanzt wurden, was eine zusätzliche Beeinträchtigung war. (Wasserversorgung, Ausbreitungsmöglichkeit). Trotzdem haben sich die Pflanzen erstaunlich gut entwickelt. Dennoch kann keine aufschlussreiche Beurteilung abgegeben werden. Weitere Untersuchungen werden empfohlen.

Origanum vulgare wurde in der Lichtzone 2 („lichter Schatten“) und in der Lichtzone 3 („Schatten“) getestet. Generell bevorzugt die Pflanze sonnige, warme Standorte. (PURLE 2017) *Origanum vulgare* zeigte hier trotz schattiger Standorte ein gutes Pflanzenwachstum. Die Pflanze erbrachte gute Ergebnisse hinsichtlich Vitalität, Blattdichte und Infloreszenz. Untersuchungen oder Pflanzungen in der Lichtzone 1 („hell“) wären zu empfehlen. Zusätzlich sollten die Pflanzen über einen längeren Zeitraum beobachtet werden.

Ocimum kiliman. x basilicum bevorzugt sonnige Standorte (GAISSMAYER 2017). Im PV-Dachgarten haben sich die Pflanzen in allen Lichtzone gut bewährt. Die Art zeigte hinsichtlich Vitalität, Blattdichte, Infloreszenz, und Zuwachs in jeder Lichtzone ausserordentlich gute Ergebnisse.

Phaseolus vulgaris var. vulgaris wächst am besten an sonnigen, warmen Standorten (KREUZER 1998). Dies war auch im PV-Dachgarten ersichtlich, die Pflanze erbrachte in der Lichtzone 1 („hell“) das beste Resultat. Das konnte bezüglich Vitalität und Infloreszenz festgestellt werden. In der Lichtzone 2 („lichter Schatten“) und in der Lichtzone 3 („Schatten“) zeigten die Pflanzen zwar teilweise eine gute Entwicklung in puncto Vitalität und Blattdichte, jedoch war die Blütenbildung und in weiterer Folge der Ertrag eher geringer. Auffallend war hier, dass die Pflanzen welche im südlichen Bereich der Anlage gepflanzt wurden, eine bessere Entwicklung hinsichtlich Ertrag erzielten.

Raphanus sativus var. sativus wurde in der Lichtzone 1 („hell“) und in der Lichtzone 3 („Schatten“) gepflanzt. Laut RÖSEMEIER (2017) eignet sich *Raphanus sativus var. sativus* auch für schattigere Standorte. Im PV-Dachgarten zeigten die Pflanzen in den schattigen Zonen keine Entwicklungserfolge. Die Laubbildung war normal, jedoch wurden kaum Knollen ausgebildet. In der Lichtzone 1 („hell“) haben sich die Pflanzen normal entwickelt, hier bestand eine Knollenbildung.

Zu den meisten Gemüse- und Kräuterpflanzen kann nur bedingt eine Beurteilung abgegeben werden, da diese nicht in allen Lichtzonen getestet wurden. Haben sich die Pflanzen einer Art in der Lichtzonen 2 („lichter Schatten“) und in der Lichtzone 3 („Schatten“) gut bewährt, ist davon auszugehen, dass diese ebenso

gute Erfolge in der Lichtzone 1 („hell“) erbringen. Dennoch sind weitere Versuche erforderlich. Ein weiterer Faktor neben der Schattierung ist die Wasserversorgung. Auf der Versuchsanlage wurden alle Pflanzen mittels Tropfschlauch mit der gleichen Menge Wasser versorgt. Pflanzen an sonnigen Standorten wurden dadurch nicht immer optimal versorgt. Beispielsweise *Raphanus sativus* var. *sativus* und *Allium schoenoprasum*. In diesem Bereich sind Optimierungen und zusätzliche Untersuchungen erforderlich.

Allgemein können zwischen der Vitalität und dem kubischen Volumen keine oder nur geringe Zusammenhänge festgestellt werden. Denn die Pflanzen haben trotz geringem Wachstum eine hohe Vitalitätsstufe erreicht oder umgekehrt. Bereits MACHER (2016), konnte feststellen, dass die Abmessungen der Pflanze (kubisches Pflanzenvolumen) wenig bis keine Rückschlüsse auf die Vitalität der Pflanze haben. Eine Bewertung diesbezüglich wurde in dieser Arbeit daher nicht gemacht, die Daten sind rein informativ beigefügt.

Die Reduktion von CO₂ ist unter anderem eine Maßnahme gegen den Klimawandel. Um festzustellen wie hoch das CO₂-Speicherpotential bei Gemüse- und Kräuterpflanzen im PV-Dachgarten ist, wurden in der Vegetationsperiode 2014 von ausgewählten Arten je drei Pflanzen zu unterschiedlichen Zeitpunkten entnommen. Diese wurden zerlegt und vermessen und anschließend getrocknet und verglüht. Die erhaltenen Daten dieser Pflanzen dienen in weiterer Folge als Grundlage für weitere Analysen.

Die Pflanzenarten die getestet wurden, weisen eine unterschiedlich hohe Blattfläche auf, obwohl sie teilweise beinahe ein ähnliches Volumen hatten. Deshalb ist ein Vergleich der unterschiedlichen Arten kaum möglich. Hier ist die Wuchsform der einzelnen Pflanzen zu berücksichtigen. Im Vergleich mit *Eruca sativa* hat *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* trotz ähnlich hohen Volumen eine höhere Blattfläche, was in weiterer Folge eine höheres CO₂-Speicherpotential bedeutet. Zwischen Blattfläche und kubischen Volumen konnte keine Korrelation beobachtet werden. Ausnahme ist jedoch *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, hier zeigte sich ein Zusammenhang. Dies könnte auf den kompakten Wuchs der Pflanze zurückzuführen sein. Dazu sind weitere Forschungen nötig, um präzise Aussagen machen zu können. Eine Korrelation zwischen gespeichertem CO₂ und kubischen Volumen konnte ausgeschlossen werden. Beim gespeichertem CO₂ und der Biomasse ist ein Zusammenhang beziehungsweise eine Korrelation gegeben. Dennoch ist hier noch Forschungsbedarf. Untersuchungen jeder Pflanzenart in den unterschiedlichen Lichtzonen sind erforderlich, damit genauere Aussagen gemacht werden können.

Hinsichtlich CO₂-Speicherpotential im PV-Dachgarten in der Vegetationsperiode 2014 kann anhand der errechneten Werte folgendes festgestellt werden:

Brassica oleracea conva. capitata var. sabauda zeigt ein hohes CO₂-Speicherpotential. Die Pflanze konnte in der Vegetationsperiode 2014 durchschnittlich 671,21 g CO₂ aufnehmen.

Capsicum annuum konnte durchschnittlich 51,73 g CO₂ speichern.

Eruca sativa hat eine durchschnittliche CO₂-Aufnahme von 124,39 g.

Mentha x piperita zeigt ein durchschnittliches Speicherpotential von 56,52 g CO₂.

Diese Werte wurden anhand der Biomasse berechnet und sind deshalb nur Annahmen. Hier wurde ein durchschnittlicher Wert aller Pflanzen errechnet, welcher ein repräsentativer Querschnitt aller Pflanzen sein soll. Weitere Untersuchungen in diesem Bereich sind notwendig.

Abschließend ist anzuraten, das Monitoring für die mehrjährigen Gemüse- und Kräuterpflanzen in den folgenden Jahren fortzuführen. Diese Versuchspflanzen sind noch in der Anwuchsphase und haben weder kalte Winter, lange Regenzeiten, starke Konkurrenz durch Fremdaufwuchs und vieles mehr erlebt. Ebenso ist eine Untersuchung von zusätzlichen Gemüse- und Kräuterpflanzen empfehlenswert. Das führt zu aussagekräftigeren Forschungsergebnissen und einer größeren Auswahl an Arten. Um genauere Daten bezüglich CO₂-Speicherpotential zu erlangen, ist in diesem Bereich noch Forschungsarbeit notwendig. Aufgrund der erlangten Erkenntnisse wären Untersuchungen und Forschungen hinsichtlich Biomasse im Zusammenhang mit gespeichertem CO₂ empfehlenswert.

7 Quellenverzeichnis

7.1 Quellenverzeichnis für Literatur

AGRITURISMO CASCINA TORRINE (2015): *Origanum vulgare*. Online unter: <http://www.cascinamolintorrine.com/origano.html> (02.02.2015).

BAAKE, K. (2017): Schosserbildung. Online unter: <http://www.bio-gaertner.de/pflanzenkrankheiten/Schosserbildung> (10.08.2017).

BIGGS, M., CUSHNIE, J., FLOWERDEW, B., GUINNESS, B. (2003): Die 700 schönsten Gartenpflanzen. Delius Klasing Verlag, Bielefeld.

BURSKA, W. (2016): Regressionsanalyse. Online unter: http://www.stksachs.uni-leipzig.de/tl_files/media/pdf/lehrbuecher/informatik/Regressionsanalyse.pdf (13.07.2016).

CARVAJAL, M. (2017): Untersuchung über die CO₂-Aufnahme durch die wichtigsten Anbaupflanzen in der Region Murcia. Online unter: http://www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_aleman.pdf (13.08.2017).

CROCUS (2014): Crocus gardening website. Online unter: http://www.crocus.co.uk/plants/_foeniculum-vulgare-giant-bronze/classid.2805/ (13.12.2014).

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie/ Grundlagen und Methoden. Verlag Ulmer, Stuttgart.

DUWE, K. (2011): *Mentha x piperita*. Online unter: http://www.pflanzen-lexikon.com/Box/Mentha_x_piperita.html (19.12.2014).

FINK, R. (2014): *Lactuca sativa* var. *capitata*. Online unter: www.pflanzenfee.at/info/impressum Fink <http://> (02.02.2015).

FLORINETH, F. (2012): Pflanzen statt Beton. 2. Auflage, Patzer Verlag, Berlin-Hannover.

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT (2012): Jederzeit frische Stadttomaten. Online unter: <http://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2012/februar/jederzeit-frische-stadttomaten.html> (22.01.2015).

GAISSMAYER, D. (2017): *Allium schoenoprasum*, *Ocimum kiliman. x basilicum*, *Mentha x piperita*.

Online unter: https://www.pflanzenversand-gaissmayer.de/article_detail,C6920953EF374E10AAA728B40D1DBCF1-

[74E10AAA728B40D1DBCF1-](https://www.pflanzenversand-gaissmayer.de/article_detail,C6920953EF374E10AAA728B40D1DBCF1-)

[Allium+schoenoprasum+-+Schnittlauch,e341c939716f4a4c0503b081e](https://www.pflanzenversand-gaissmayer.de/article_detail,C6920953EF374E10AAA728B40D1DBCF1-)

[2cf0c65,C6920953EF374E10AAA728B40D1DBCF1,de.html](https://www.pflanzenversand-gaissmayer.de/article_detail,C6920953EF374E10AAA728B40D1DBCF1,de.html) (15.08.2017).

https://www.pflanzenversand-gaissmayer.de/article_detail,B21118C22C3F468D86380213D

[4809BD8-Ocimum+kilimandscharicum+x+basilicum+purpurascens+](https://www.pflanzenversand-gaissmayer.de/article_detail,B21118C22C3F468D86380213D)

African+Blue+-+Rotgruenes+Strauch-Basilikum,c9b38df01f4766
1e36692c20048c1c7d,B21118C22C3F468D86380213D4809BD8,de.html
(15.08.2017).

https://www.pflanzenversand-gaissmayer.de/article_detail,Wuerz-+und+Heilpflanzen+fuer+Bauerngaerten-Mentha+x+piperita+var.+piperita+Agnes+-+Pfefferminze+Agnes,28e4a896654da49216bcb8429daf65d4,C6920953EF374E10AAA728B40D1DBCf1,de.html (15.12.2017).

GREENPEACE (2017): Klima schützen!. Online unter: <http://www.greenpeace.org/austria/de/themen/klima/> (12.08.2017)

GREINER, K., WEBER, A. (2006): Kräuter. Gräfe und Unzer Verlag GmbH, MÜNCHEN.

GÖTZ, H., HÄUSSERMANN, M. (2007) Stauden, BDS-Handbuch III. Österreichischer Agrarverlag Druck- und Verlagsges.m.b.H. Nfg.KG Wien.

HANS, M. (2015): *Ocimum kiliman. x basilicum*. Online unter: http://www.raritätengärtneremanfredhans.de/epages/63701025.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/63701025/Categories/Imprint (03.01.2015).

HLOUSEK, C. (2014): Erhebung von Strahlungsintensitäten mittels Hemisphärischer Fotografien und Analyse der beschattenden Wirkung der Ufervegetation. Universität für Bodenkultur, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Masterarbeit, Wien.

HUDAK, R. (200): Küchengarten, Für Einsteiger Schritt für Schritt zu frischer Ernte. Gräfe und Unzer Verlag GmbH, München.

HÜFING, G. (2009): Leitfaden – Dachbegrünung in Wien, „die umweltberatung“ Wien. Online unter: http://images.umweltberatung.at/html/leitfaden_dachbegruenung.pdf (06.01.2015).

JACOB, H. (2014): *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda* Online unter: <http://www.pictokon.net/bilder/juni-bilder/gemuese-anbau-13-kohlgemuese-winteranbau-wirsingkohl.html> (09.08.2014).

KEUTGEN, A. (2014): Spezielle Gemüseproduktion. Universität für Bodenkultur, Wien.

KLITZSCH, M. (2014): *Ocimum kiliman. x basilicum*. Online unter: <http://www.gartenlexikon.de/pflanzen/strauchbasilikum.html> (10.10.2015).

KLITZSCH, M. (2017): *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*, Schnittsalat. Online unter: <http://www.gartenlexikon.de/gartenpraxis/gemuese/wirsing.html> (10.08.2017). Online unter: <http://www.gartendialog.de/gartengestaltung/gemuesegarten/schnittsalat-anbau.html> (10.08.2017).

KOCH, B., MATTHES, G. (2015): *Ocimum kiliman. x basilicum*. Online unter: http://www.baldur-garten.at/produkt/Kraeuter_und_mehr/4659/Gemuese+und+Kraeuter/Kraeuter+und+Gewuerze+Pflanzen/Garten-Basilikum/detail.html (10.10.2015).

KÖNIG J., UTZER K. (2014): Dachgärten in Verbindung mit Photovoltaik – Untersuchung des Einflusses von Photovoltaikmodulen mit unterschiedlicher Lichtdurchlässigkeit und Lichtverteilung auf das Pflanzenwachstum. Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.

KREMER, A. (2015): Pflanzen unter lichtdurchlässigen Photovoltaikmodulen. Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Beschattungen durch lichtdurchlässige Photovoltaikmodule auf Indikatorpflanzen. Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.

KREUZER, J. (1998): Kreuzers Gartenpflanzen-Lexikon, Band.7: Gemüse, Kräuter, Kulturpilze. Thalacker Verlag GmbH & Co. KG, Braunschweig.

KRUG, H., LIEBIEG, H., STÜTZEL, H. (2002): Gemüseproduktion. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.

LIEBEREI, R., REISDORFF, C. (2012): Nutzpflanzen. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart.

MACHER, M. (2016): INTENSIVE DACHBEGRÜNUNG IN KOMBINATION MIT PHOTOVOLTAIK. Untersuchung des Einflusses von lichtdurchlässigen Photovoltaikmodulen auf mehrjährige Pflanzen am Beispiel PV-Dachgarten BOKU. Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.

MÜLLER, C. (2011): Urban Gardening - Über die Rückkehr der Gärten in die Stadt. Oekom Verlag, München.

PELZMANN, H. (1997): Gemüsebau Praxis. 5. Auflage Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg.

PFLANZENFORSCHUNG.DE (2017) Klima. Das Klima prägt die Pflanzenwelt und Pflanzen wiederum unser Klima.

Online unter: <http://www.pflanzenforschung.de/de/themen/lebensbasis-pflanze/klima/> (20.08.2017).

PURLE, T. (2017): Online unter: Kräuter von A-Z. Online unter: <http://www.kraeuter-buch.de/kraeuter/alle-kraeuter> (10.08.2017).

RÖSEMEIER, J. (2017): Gemüse und Kräuter im Schatten. Online unter: <http://www.ecowoman.de/25-haus-garten/2375-gemuese-obst-und-kraeuter-im-schatten-tipps-fuer-den-schattengarten> 15.08.2017).

RÖTHLEIN, B. (2012): Tomaten und Salat aus dem Dachgarten nebenan. Online unter: <http://www.welt.de/dieweltbewegen/article106156361/Tomaten-und-Salat-aus-dem-Dachgarten-nebenan.html> (26.01.2015).

SCHMIDHAMMER, A. (2014): *Foeniculum vulgare* ‚Atropurpureum‘, *Mentha x piperita*,

Online unter: http://www.hameter-shop.at/WinArboR.dll/WINARBOR_DETAIL?SHOP_ID=2731105&FILTER=119183&PCMD=~57494E4152424F525F4C495354094D49443

D31313931383326515545525954 (12.07.2014).

Online unter: http://www.hameter-shop.at/winarbor.dll/WINARBOR_DETAIL?SHOP_ID=2694673&FILTER=119183&PCMD=~57494E4152424F525F4C495354094D49443D3 (10.07.2014).

SCHUMANN, E. (2017): Gemüse und Kräuter für den Schatten. Online unter: <http://www.tinto.de/tipps/gemuese-und-kraeuter-fuer-den-schatten/> (10.08.2017).

SETZERMANN, T. (2013): Photovoltaik: die Funktion. Online unter: <http://www.solarladen.de/photovoltaik-funktion> (01.02.2015).

STEIN, S. (2013): Gemüse, Die besten Arten und Sorten.2. Auflage, BLV Buchverlag GmbH &Co. KG, München.

STICHTING DE LUCHTSINGEL (2016): Dakakker. Online unter: <http://www.luchtsingel.org> (20.06.2016).

STIFTUNG MYCLIMATE - THE CLIMATE PROTECTION PARTNERSHIP (2017): Entscheiden Sie sich für aktiven Klimaschutz: Berechnen und kompensieren Sie Ihren persönlichen CO₂-Fussabdruck. Online unter: <https://de.myclimate.org/de/privatpersonen/> (05.08.2017).

STIFTUNG UNTERNEHMEN WALD (2017): Wie viel Kohlendioxid (CO₂) speichert der Wald bzw. ein Baum.

Online unter: <http://www.wald.de/wie-viel-kohlendioxid-co2-speichert-der-wald-bzw-ein-baum/#more-399> (20.08.2017).

VOLMARY, H., HÜDEPOHL, F. (2015): *Ocimum kiliman.x basilicum*. Online unter: <http://www.volmary.com/de/produkte/kraeuter/basilikum/strauchbasilikum/strauchbasilikum-magic-blue.html> (25.06.2015).

VOLMARY, N.(2016): Schadbilder bei Bohnen (Busch- und Stangenbohnen). Online unter: <http://www.nebelung.de/wissenswertes/kulturprobleme-schaedlinge/probleme-kulturpflanzen/bohlen/> (20.09.2016).

WALDVERBAND (2015): Photosynthese Detailwissen. Online unter: <http://www.rundumwaldundholz.at/> (05.07.2017).

WELTN24 GMBH (2015): Das sind die Vor- und Nachteile von Sonnenenergie. Online unter: <http://www.welt.de/wirtschaft/energie/specials/sonne-solar/article8815308/Das-sind-die-Vor-und-Nachteile-von-Sonnenenergie.html> (05.02.2015).

WÖRDEHOFF, R., SPELLMANN, H., EVERS, J., NAGEL, J. (2011): Kohlenstoffstudie Forst und Holz Niedersachsen; Hrsg. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA). Band 6; Universität Göttingen, Universitätsverlag Göttingen;

ZIMMERMANN, A. (2011): Landschaft Konstruieren. Materialien, Techniken, Bauelemente. 2. Auflage. Birkhäuserverlag. Basel.

7.2 Quellenverzeichnis für Abbildungen

CONTACT YARA (2017): *Allium cepa*. Online unter: <http://www.yara.us/agriculture/crops/onion/key-facts/agronomic-principles/> (12.07.2017).

DANZ, W. (2015): *Brassica rapa* subsp. *chinensis*. Online unter: <https://cucinaepiu.wordpress.com/2015/08/13/pak-choi/> (12.07.2017).

EINBOCK GMBH, (2017): *Solanum melongena*. Online unter: <https://www.gartenbista.de/gemuese/aubergine-anbau-aussaat-pflege-1244> (12.07.2017).

FUTUREAD NEUE MEDIEN GMBH & CO.KG, (2016): *Allium sativum*. Online unter: <https://www.garten-ratgeber.com/knoblauch-anpflanzen/> (05.09.2016).

GUTE KÜCHE MEDIEN GMBH, (2016): *Origanum majorana*. Online unter: <https://www.gutekueche.at/majoran-artikel-1230> (05.09.2016).

HAMMERSCHMIDT, D. (2016) *Allium ampeloprasum*. Online unter: <http://www.gartenratgeber.net/pflanzen/porree-lauch.html> (05.09.2016).

KRUG, H., LIEBIEG, H., STÜTZEL, H. (2002): Gemüseproduktion. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.

MELZER, M. (2016): *Cucurbita maxima*. Online unter: <https://www.apothekenumschau.de/heilpflanzen/kuerbis> (12.07.2017).

MERTENS, K. (2013): Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis. 2 Auflage, Carl Hanser Verlag. München.

OASE PRODUCTS GMBH, (2016): *Tropaelum maju*. Online unter: <http://www.balkon-oase.de/pflanzenlexikon/kapuzinerkresse-balkonhubsch-uppig-essbar> (07.09.2016).

SELBSTERNTE SERVICES E.U., (2017): *Pisum sativum*. Online unter: <http://www.selbsternte.at/selbsternte-standorte/wien-hietzing-angermayergasse/> (13.07.2017).

SYMPTOMAT.DE, (2016): *Tetragonia tetragonioides*. Online unter: http://symptomat.de/Neuseel%C3%A4nder_Spinat (05.09.2016).

WIEN.GV.AT, (2014): Verortung Schwackhöferhaus. Online unter: <https://www.wien.gv.at/stadtplan/> (05.12.2014)

WIKIPEDIA, (2016): *Lactuca sativa* var. *crispa*. Online unter: <http://de.wikipedia.org/wiki/Schnittsalat> (05.09.2016).

ZIMMERMANN, A. (2011): Landschaft Konstruieren. Materialien, Techniken, Bauelemente. 2. Auflage. Birkhäuserverlag. Basel.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau und Funktionsweise einer Solarzelle (MERTENS 2013, S.84).....	4
Abbildung 2: Einfache Intensivbegrünung (ZIMMERMANN 2008, S.458).....	6
Abbildung 3: Intensivbegrünung (ZIMMERMANN 2008, S.458).....	6
Abbildung 4: Dakakker Rotterdam, 04.06.2016 (EIGENE ERSTELLUNG).....	7
Abbildung 5: Dakakker Rotterdam, 04.06.2016 (EIGENE ERSTELLUNG).....	7
Abbildung 6: Strukturdiagramm, Zusammenwirken von Ökosystemen und Pflanzenbaulichen Maßnahmen (Eigene Überarbeitung 2016, Quelle KRUG et al. 2002).....	8
Abbildung 7: Photoperiodische Reaktion von Gemüsepflanzen (Eigene Überarbeitung 2016, Quelle KRUG et al. 2002).....	13
Abbildung 8: Verortung Schwachhöferhaus (EIGENE ERSTELLUNG, 2014, Quelle: WIEN. GV.AT,).....	15
Abbildung 9: Dachterrasse, Blickrichtung Osten (EIGENE ERSTELLUNG, 2014).....	15
Abbildung 10: Ansicht B-B' (EIGENE ERSTELLUNG).....	16
Abbildung 11: Ansicht A-A' (EIGENE ERSTELLUNG).....	16
Abbildung 12: Grundriss, Pergola von oben mit PV-Modulen (Eigene Erstellung).....	16
Abbildung 13: Aufstellungsplatz der Pergola, 29.04.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	17
Abbildung 14: Unterkonstruktion der Pergola, 29.04.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	17
Abbildung 15: Einbau der Dränmatte, 30.04.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	17
Abbildung 16: Bretterboden im Pflanzbeet, 30.04.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	17
Abbildung 17: Versuchsanlage, 06.05.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	17
Abbildung 18: Aufbau der Vegetationstragschicht mit Kontrollschacht und Blähschiefer, 06.05.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	18
Abbildung 19: Aufbau der Vegetationstragschicht mit Kontrollschacht Filtervlies und Intensivsubstrat, 06.05.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	18
Abbildung 20: Schichtaufbau der Vegetationstragschicht (EIGENE ERSTELLUNG, 2014).....	18
Abbildung 21: Bewässerung der Versuchsanlage, Tropfschlauch, 16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	19
Abbildung 22: Versuchsanlage, mit PV-Modulen gedeckt, 01.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	19
Abbildung 23: PV-Modul gelochte Zellen, 01.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	19
Abbildung 24: PV-Modul opake Zellen, 01.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	19
Abbildung 25: <i>Allium schoenoprasum</i> , 16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	21
Abbildung 26: <i>Allium schoenoprasum</i> 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	21
Abbildung 27: <i>Allium schoenoprasum</i> 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	21
Abbildung 28: <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , 04.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	22
Abbildung 29: <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , 29.07.2014. (EIGENE ERSTELLUNG).....	22
Abbildung 30: <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , 28.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	22

Abbildung 31: <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> , 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	23
Abbildung 32: <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> , 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	23
Abbildung 33: <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> mit Fraßspuren, 14.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	23
Abbildung 34: <i>Capsicum annuum</i> , 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	24
Abbildung 35: <i>Capsicum annuum</i> , 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	24
Abbildung 36: <i>Capsicum annuum</i> , 28.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	24
Abbildung 37: <i>Eruca sativa</i> , 04.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	25
Abbildung 38: <i>Eruca sativa</i> , 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	25
Abbildung 39: <i>Eruca sativa</i> , 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	25
Abbildung 40: <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum', 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	26
Abbildung 41: <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum', 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	26
Abbildung 42: <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum', 10.07.2016 (EIGENE ERSTELLUNG, 2014).....	26
Abbildung 43: <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> , 16.09.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	27
Abbildung 44: <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> , 14.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	27
Abbildung 45: <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> , 14.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	27
Abbildung 46: <i>Mentha x piperita</i> , 12.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	28
Abbildung 47: <i>Mentha x piperita</i> , 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	28
Abbildung 48: <i>Mentha x piperita</i> , 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	28
Abbildung 49: <i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	29
Abbildung 50: <i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	29
Abbildung 51: <i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	29
Abbildung 52: <i>Origanum vulgare</i> , 16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG,).....	30
Abbildung 53: <i>Origanum vulgare</i> , 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	30
Abbildung 54: <i>Origanum vulgare</i> , 25.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	30
Abbildung 55: <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	31
Abbildung 56: <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> mit Früchten, 28.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	31
Abbildung 57: <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Früchte, 06.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	31
Abbildung 58: <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> , 04.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	32
Abbildung 59: <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> , 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	32
Abbildung 60: <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> , 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	32
Abbildung 61: Sonnendiagramm (ATB BECKER, 2014).....	33
Abbildung 62: Pflanzplan (EIGENE ERSTELLUNG 2014).....	34

Abbildung 63: Codierung der Pflanzen (EIGENE ERSTELLUNG 2014)	35
Abbildung 64: Aufnahme Spiegelreflexkamera mit Fischaugenobjektiv, zeigt einen Standort im Beet, dabei ist erkennbar, die Dachkonstruktion mit gelochten PV-Modulen 10.08.2014 (NACH WEIXELBAUMER LAUFENDE MASTERARBEIT).....	36
Abbildung 65: Auswertung Hemiview (EIGENE ERSTELLUNG 2014)	38
Abbildung 66: Lichtzonenplan (EIGENE ERSTELLUNG 2014)	38
Abbildung 67: Vitalität von <i>Allium schoenoprasum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	45
Abbildung 68: Blattdichte von <i>Allium schoenoprasum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	45
Abbildung 69: Infloreszenz von <i>Allium schoenoprasum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	48
Abbildung 70: Kubisches Volumen von <i>Allium schoenoprasum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015)....	49
Abbildung 71: <i>Allium schoenoprasum</i> 24.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	51
Abbildung 72: <i>Allium schoenoprasum</i> 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	51
Abbildung 73: Vitalität von <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	52
Abbildung 74: Blattdichte von <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	52
Abbildung 75: Kubisches Volumen von <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	54
Abbildung 76: <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> 16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	56
Abbildung 77: <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	56
Abbildung 78: <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	56
Abbildung 79: Vitalität von <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	57
Abbildung 80: Blattdichte von <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	57
Abbildung 81: Kubisches Volumen von <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	59
Abbildung 82: Kohl ohne Kopf 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	61
Abbildung 83: Befall von Weißer Fliege bei Kohl 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	61
Abbildung 84: Fraßspuren bei Kohlpflanzen 02.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	61
Abbildung 85: Vitalität von <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	62
Abbildung 86: Blattdichte von <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	62
Abbildung 87: Infloreszenz von <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	64
Abbildung 88: Ertrag von <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	65
Abbildung 89: Kubisches Volumen von <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	66
Abbildung 90: <i>Capsicum annuum</i> 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	68
Abbildung 91: <i>Capsicum annuum</i> 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	68
Abbildung 92: <i>Capsicum annuum</i> 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	68
Abbildung 93: Vitalität von <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	69
Abbildung 94: Blattdichte von <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	69
Abbildung 95: Infloreszenz von <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	71
Abbildung 96: Kubisches Volumen von <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	72

Abbildung 97: Blütenbildung bei <i>Eruca sativa</i> 05.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	73
Abbildung 98: <i>Eruca sativa</i> 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	73
Abbildung 99: Vitalität von <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015)...	74
Abbildung 100: Blattdichte von <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	74
Abbildung 101: Infloreszenz von <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	76
Abbildung 102: Kubisches Volumen von <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	77
Abbildung 103: <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum' 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	79
Abbildung 104: <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum' 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	79
Abbildung 105: Vitalität von <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	80
Abbildung 106: Blattdichte von <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	80
Abbildung 107: Kubisches Volumen von <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	82
Abbildung 108: Kubisches Volumen von <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	82
Abbildung 109: <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> 16.09.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	84
Abbildung 110: <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> 14.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	84
Abbildung 111: <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> 14.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	84
Abbildung 112: Vitalität von <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	85
Abbildung 113: Blattdichte von <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	85
Abbildung 114: Infloreszenz von <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	86
Abbildung 115: Kubisches Volumen von <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	87
Abbildung 116: <i>Mentha x piperita</i> 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	89
Abbildung 117: Thripsbefall bei <i>Mentha x piperita</i> 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	89
Abbildung 118: Vitalität von <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	90
Abbildung 119: Blattdichte von <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	90
Abbildung 120: Infloreszenz von <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	92
Abbildung 121: Kubisches Volumen von <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	93
Abbildung 122: <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> 16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	95
Abbildung 123: <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> 16.06.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	95
Abbildung 124: Vitalität von <i>Origanum vulgare</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	96
Abbildung 125: Blattdichte <i>Origanum vulgare</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	96
Abbildung 126: Infloreszenz von <i>Origanum vulgare</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	98
Abbildung 127: Kubisches Volumen von <i>Origanum vulgare</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	99
Abbildung 128: <i>Origanum vulgare</i> 01.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).....	101
Abbildung 129: Vitalität von <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	102

Abbildung 130: Blattdichte von <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	102
Abbildung 131: Infloreszens von <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	104
Abbildung 132: Ertrag von <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	105
Abbildung 133: Kubisches Volumen von <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	106
Abbildung 134: <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).	108
Abbildung 135: <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> 28.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).	108
Abbildung 136: <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Früchte 06.10.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).	108
Abbildung 137: Vitalität von <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	109
Abbildung 138: Blattdichte von <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	109
Abbildung 139: Infloreszenz von <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	111
Abbildung 141: Kubisches Volumen von <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	112
Abbildung 140: Kubisches Volumen von <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	112
Abbildung 142: <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> Standort G.C4 19.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).	114
Abbildung 143: <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> Standort G.C7 19.08.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).	114
Abbildung 144: <i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> 29.07.2014 (EIGENE ERSTELLUNG).	115
Abbildung 145: Ermittlung der Blattfläche mit Winfolia (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	125
Abbildung 146: Ermittlung der Blattfläche mit Winfolia (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	125
Abbildung 147: Korrelation von Blattfläche zu kubischen Volumen von <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	127
Abbildung 148: Korrelation gespeichertes CO ₂ und kubisches Volumen von <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	127
Abbildung 149: Korrelation gespeichertes CO ₂ und Biomasse <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	128
Abbildung 150: Korrelation von Blattfläche zu kubischen Volumen <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	129
Abbildung 151: Korrelation gespeichertes CO ₂ und kubisches Volumen von <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	129
Abbildung 152: Korrelation gespeichertes CO ₂ und Biomasse von <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	130
Abbildung 153: Korrelation von Blattfläche zu kubischen Volumen von <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	131
Abbildung 154: Korrelation gespeichertes CO ₂ und kubisches Volumen von <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	131
Abbildung 155: Korrelation gespeichertes CO ₂ und Biomasse von <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).	132
Abbildung 156: Korrelation von Blattfläche zu kubischen Volumen von <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE	

ERSTELLUNG 2015).....	133
Abbildung 157: Korrelation gespeichertes CO ₂ und kubisches Volumen von <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	133
Abbildung 158: Korrelation gespeichertes CO ₂ und Biomasse von <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	134
Abbildung 159: Korrelation von Blattfläche zu kubischen Volumen von <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	135
Abbildung 160: Korrelation gespeichertes CO ₂ und kubisches Volumen von <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	135
Abbildung 161: Korrelation gespeichertes CO ₂ und Biomasse von <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	136

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Pflanzen (Eigene Erstellung, 2014).....	20
Tabelle 2: Lichzonen der einzelnen Pflanzen (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	39
Tabelle 3: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Allium schoenoprasum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	45
Tabelle 4: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von <i>Allium schoenoprasum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	49
Tabelle 5: Bewertungsmatrix von <i>Allium schoenoprasum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	51
Tabelle 6: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	52
Tabelle 7: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	54
Tabelle 8: Bewertungsmatrix von <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	56
Tabelle 9: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	57
Tabelle 10: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	59
Tabelle 11: Bewertungsmatrix von <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>sabauda</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	61
Tabelle 12: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	62
Tabelle 13: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	66
Tabelle 14: Bewertungsmatrix von <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	67
Tabelle 15: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	69
Tabelle 16: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	72
Tabelle 17: Bewertungsmatrix von <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	73
Tabelle 18: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	74
Tabelle 19: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	77
Tabelle 20: Bewertungsmatrix von <i>Foeniculum vulgare</i> 'Atropurpureum' (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	79
Tabelle 21: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	80
Tabelle 22: Kubisches Volumen von <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	82
Tabelle 23: Bewertungsmatrix von <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	83
Tabelle 24: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	85

Tabelle 25: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	87
Tabelle 26: Bewertungsmatrix von <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	88
Tabelle 27: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	90
Tabelle 28: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	93
Tabelle 29: Bewertungsmatrix von <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	94
Tabelle 30: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Origanum vulgare</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	96
Tabelle 31: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von <i>Origanum vulgare</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	99
Tabelle 32: Bewertungsmatrix von <i>Origanum vulgare</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	100
Tabelle 33: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	102
Tabelle 34: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von <i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	106
Tabelle 35: Bewertungsmatrix von <i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	107
Tabelle 36: Standortinformation und Strahlungswerte bei <i>Raphanus sativus var. sativus</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	109
Tabelle 37: Kubisches Volumen und Gesamtwuchs von <i>Raphanus sativus var. sativus</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	112
Tabelle 38: Bewertungsmatrix von <i>Raphanus sativus var. sativus</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	114
Tabelle 39: Bewertungsmatrix der Indikatorpflanzen (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	116
Tabelle 40: Pflanzenempfehlung für den PV-Dachgarten.....	121
Tabelle 41: Biometrische Daten <i>Brassica oleracea convar. capitata var. sabauda</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	127
Tabelle 42: Biometrische Daten <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	129
Tabelle 43: Biometrische Daten <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	131
Tabelle 44: Biometrische Daten <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	133
Tabelle 45: Biometrische Daten <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	135
Tabelle 46: Auswertung des gespeicherten CO ₂ <i>Brassica oleracea convar. capitata var. sabauda</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	137
Tabelle 47: Auswertung des gespeicherten CO ₂ <i>Capsicum annuum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	138
Tabelle 48: Auswertung des gespeicherten CO ₂ <i>Eruca sativa</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	138
Tabelle 49: Auswertung des gespeicherten CO ₂ <i>Mentha x piperita</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	139
Tabelle 50: Biometrische Daten <i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> (EIGENE ERSTELLUNG 2015).....	139

10 Anhang

10.1 Boniturbogen von 08.07.2014

Bonitur									
Seitennr: 1		Datum: 08.07.2014		Wetter: sonnig				Bearbeiterin: Andrea Buchart	
Standort: PV-Dachgarten - gelochte Zellen									
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien									
Anmerkungen:									
Arten	Vitalität		Blattdichte	Infloreszenz					
	5 uppig		3 sehr dicht	0 keine Blüten (0)					
	4 wüchsig		2 normal	1 einzelne bis rare Blüten (1-3)					
	3 Pflanzen normal/vita		1 wenig	2 wenige Blüten (4-10)					
	2 Pflanzen kümmern			3 zahlreiche Blüten (11-20)					
1 Pflanzen teilweise at			4 viele Blüten (>20)					kub. Vol.	
Arten	Vitalität	Blattdichte	Infloreszenz	Höhe (cm)	Blüte (cm)	Breite (cm)	Tiefe (cm)	(dm3)	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Süd	2	2	4	34	35	44	29	43,384	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Mitte	3	2	4	35	36	42	37	54,39	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Nord	2	2	4	38	39	47	35	62,51	
<i>Allium schoenoprasum</i> ø	2,33333	2	4	35,666667	36,666667	44,333333	33,66667	53,23448	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Süd	3	2	0	15	0	22	23	7,59	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Mitte	3	2	0	17		21	17	6,069	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Nord	2	1	0	7		10	12	0,84	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> ø	2,66667	1,66666667	0	13	0	17,666667	17,33333	3,980889	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Süd	3	2	0	18	0	20	18	6,48	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Mitte	3	2	0	15		18	21	5,67	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Nord	5	3	0	17		24	24	9,792	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> ø	3,66667	2	0	50	0	62	63	21,942	
<i>Capsicum annuum</i> , Süd	2	2	3	52	0	21	17	18,564	
<i>Capsicum annuum</i> , Mitte	3	2	4	55		27	25	37,125	
<i>Capsicum annuum</i> , Nord	3	2	4	52		19	16	15,808	
<i>Capsicum annuum</i> ø	2,66667	2	3,66666667	53	0	22,333333	19,33333	23,83233	
<i>Eruca sativa</i> , Süd	4	3	0	14	0	21	24	7,056	
<i>Eruca sativa</i> , Mitte	3	2	1	11	27	25	27	7,425	
<i>Eruca sativa</i> , Nord	4	2	0	15		28	27	11,34	
<i>Eruca sativa</i> ø	3,66667	2,33333333	0,33333333	13,333333	13,5	24,666667	26	8,551111	
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Süd	2	1	2	108	110	47	29	147,204	
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Mitte	2	1	2	108	90	53	33	188,892	
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Nord	1	1	0	50		30	15	22,5	
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> ø	1,66667	1	1,33333333	88,666667	100	43,333333	25,66667	98,61704	Lausbefall
<i>Mentha</i> x <i>piperita</i> , Süd	3	2	0	16	0	19	17	5,168	
<i>Mentha</i> x <i>piperita</i> , Mitte								0	
<i>Mentha</i> x <i>piperita</i> , Nord								0	
<i>Mentha</i> x <i>piperita</i> ø	3	2	0	16	0	19	17	5,168	
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , Süd	4	2	4	33	53	30	25	24,75	
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , Mitte	4	3	4	30	49	32	32	30,72	
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , Nord	4	3	4	28	48	30	31	26,04	
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> ø	4	2,66666667	4	30,333333	50	30,666667	29,33333	27,28652	
<i>Origanum vulgare</i> , Süd	3	1	3	60	60	44	32	84,48	
<i>Origanum vulgare</i> , Mitte	3	2	3	47	52	52	41	100,204	
<i>Origanum vulgare</i> , Nord	3	2	3	41	59	39	37	59,163	
<i>Origanum vulgare</i> ø	3	1,66666667	3	49,333333	57	45	36,66667	81,4	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Süd	3	2	0	39	0	18	19	13,338	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Mitte	3	2	0	66		19	23	28,842	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Nord								0	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> ø	3	2	0	52,5	0	18,5	21	20,39625	
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> , Süd	3	2	0	16	0	13	14	2,912	
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> , Mitte	3	1	0	8		9	10	0,72	noch kein Speicherorgan ausgebildet
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> , Nord	3	2	0	11		6	5	0,33	Speicherorgane z.t. ausgebildet
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i> ø	3	1,66666667	0	11,666667	0	9,33333333	9,66667	1,052593	

Bonitur									
Seitennr: 1			Datum: 08.07.2014		Wetter: sonnig			Bearbeiterin: Andrea Buchart	
Standort: PV-Dachgarten - opake Zellen									
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien									
									Anmerkungen:
Arten	Vitalität	Blattdichte	Infloreszenz						
	5 üppig	3 sehr dicht	0 keine Blüten (0)						
	4 wüchsig	2 normal	1 einzelne bis rare Blüten (1-3)						
	3 Pflanzen normal/vita	1 wenig	2 wenige Blüten (4-10)						
	2 Pflanzen kümmern		3 zahlreiche Blüten (11-20)						
1 Pflanzen teilweise at		4 viele Blüten (>20)						kub. Vol.	
Arten	Vitalität	Blattdichte	Infloreszenz	Höhe (cm)	h Blüte (cm)	Breite (cm)	Tiefe (cm)	(dm3)	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Süd	2	2	4	37	38	41	43	65,231	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Mitte	3	2	4	34	35	42	35	49,98	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Nord	2	2	4	40	42	40	41	65,6	
<i>Allium schoenoprasum</i> ø	2,33333	2	4	37	38,333333	41	39,66667	60,17433	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Süd	2	1	0	10	0	17	13	2,21	Lausbefall, Mehltau
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Mitte	3	2	0	15		18	23	6,21	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Nord	2	2	0	10		12	10	1,2	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> ø	2,33333	1,66666667	0	11,66667	0	15,666667	15,33333	2,802593	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Süd	3	2	0	12	0	23	17	4,692	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Mitte	3	2	0	13		22	20	5,72	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Nord	3	2	0	13		18	19	4,446	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> ø	3	2	0	12,66667	0	21	18,66667	4,955333	
<i>Capiscum annuum</i> , Süd	3	2	3	48	48	22	18	19,008	
<i>Capiscum annuum</i> , Mitte	3	3	3	54		34	27	49,572	
<i>Capiscum annuum</i> , Nord	3	2	4	50		19	21	19,95	
<i>Capiscum annuum</i> ø	3	2,333333333	3,33333333	50,66667	48	25	22	27,86667	
<i>Eruca sativa</i> , Süd	5	3	1	24	30	33	30	23,76	
<i>Eruca sativa</i> , Mitte	4	2	1	13	21	30	29	11,31	
<i>Eruca sativa</i> , Nord	3	2	0	15		23	20	6,9	
<i>Eruca sativa</i> ø	4	2,333333333	0,66666667	17,33333	25,5	28,666667	26,33333	13,08474	
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Süd	2	1	1	77	87	23	35	61,985	Lausbefall
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Mitte	2	1	1	80	94	30	39	93,6	Lausbefall
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i>	2	1	2	89	92	28	49	122,108	Lausbefall
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> ø	2	1	2	80	#DIV/0!	22	18	31,68	
<i>Mentha x piperita</i> , Süd	3	2	0	13	0	14	18	3,276	Blattunterseite mit Sporen
<i>Mentha x piperita</i> , Mitte								0	Blattunterseite mit Sporen
<i>Mentha x piperita</i> , Nord								0	Blattunterseite mit Sporen
<i>Mentha x piperita</i> ø	3	2	0	13	0	14	18	3,276	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Süd	4	2	4	30	50	34	28	28,56	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Mitte	4	3	4	32	55	28	28	25,088	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Nord	4	3	4	33	47	30	30	29,7	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> ø	4	2,66666667	4	31,66667	50,66667	30,666667	28,66667	27,83852	
<i>Organum vulgare</i> , Süd	2	1	3	39	51	32	20	24,96	
<i>Organum vulgare</i> , Mitte	3	2	3	50	64	37	41	75,85	
<i>Organum vulgare</i> , Nord	2	2	2	45	54	38	30	51,3	
<i>Organum vulgare</i> ø	2,33333	1,66666667	2,6666667	44,66667	56,33333	35,666667	30,33333	48,32437	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Süd	3	1	0	48	48	18	19	16,416	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Mitte	3	2	0	57		19	20	21,66	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Nord								0	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> ø	3	1,5	0	52,5	48	18,5	19,5	18,93938	
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i> , Süd	3	2	0	14	0	13	13	2,366	
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i> , Mitte	3	2	0	11		4	6	0,264	Speicherorgane z.t. ausgebildet
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i> , Nord	3	2	0	13		9	9	1,053	Speicherorgane z.t. ausgebildet
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i> ø	3	2	0	12,66667	0	8,6666667	9,33333	1,024593	Speicherorgane z.t. ausgebildet, Blätter angefressen

10.2 Boniturbogen von 29.07.2014

Bonitur									
Seitennr: 2		Datum: 29.07.2014						Bearbeiterin: Andrea Buchart	
Standort: PV-Dachgarten - gelochte Zellen Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien									
Arten	Vitalität		Blattdichte	Infloreszenz				Anmerkungen:	
	5 üppig	4 wüchsig	3 sehr dicht	2 normal	1 einzelne bis rare Blüten (1-3)				
	3 Pflanzen normal/vital	1 wenig	1 wenig	2 wenige Blüten (4-10)					
	2 Pflanzen kümmern			3 zahlreiche Blüten (11-20)					
	1 Pflanzen teilweise abge			4 viele Blüten (>20)					
Arten	Vitalität	Blattdichte	Infloreszenz	Höhe (cm)	h Blüte (cm)	Breite (cm)	Tiefe (cm)	kub. Vol.	
								(dm3)	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Süd	2	1	0	30	0	34	28	28,56	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Mitte	2	1	0	28	0	29	40	32,48	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Nord	1	1	0	27	0	30	35	28,35	
<i>Allium schoenoprasum</i> ø	1,6666667	1	0	28,3333333	0	31	34,3333333	30,1561	
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> , Süd	4	1	0	32	0	51	34	55,488	
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> , Mitte	3	2	0	22	0	35	30	23,1	
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> , Nord	2	1	0	16	0	18	16	4,608	
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> ø	3	1,33333333	0	23,3333333	0	34,6666667	26,6666667	21,57037	
<i>Brassica oleracea subsp. oleracea</i> , Süd	3	2	0	19	0	30	29	16,53	
<i>Brassica oleracea subsp. oleracea</i> , Mitte	3	2	0	25	0	40	37	37	
<i>Brassica oleracea subsp. oleracea</i> , Nord	4	3	0	25	0	35	38	33,25	
<i>Brassica oleracea subsp. oleracea</i> ø	3,33333333	2,33333333	0	23	0	35	34,6666667	27,90667	
<i>Capsicum annuum</i> , Süd	3	2	0	50	0	19	18	17,1	
<i>Capsicum annuum</i> , Mitte	3	2	0	58	0	25	25	36,25	
<i>Capsicum annuum</i> , Nord	3	2	0	55	0	20	20	22	
<i>Capsicum annuum</i> ø	3	2	0	54,3333333	0	21,3333333	21	24,34133	
<i>Eruca sativa</i> , Süd	4	3	2	27	34	36	48	46,656	
<i>Eruca sativa</i> , Mitte	4	3	2	22	48	41	46	41,492	
<i>Eruca sativa</i> , Nord	4	3	2	24	43	37	42	37,296	
<i>Eruca sativa</i> ø	4	3	2	24,3333333	41,6666667	38	45,3333333	41,91822	
<i>Foeniculum vulgare var. azoricum</i> , Süd	2	1	3	93	109	69	43	275,931	
<i>Foeniculum vulgare var. azoricum</i> , Mitte	3	1	3	94	123	50	40	188	
<i>Foeniculum vulgare var. azoricum</i> , Nord	1	1	1	50	57	20	21	21	
<i>Foeniculum vulgare var. azoricum</i> ø	2	1	2,33333333	79	96,3333333	46,3333333	34,6666667	126,8916	
<i>Mentha × piperita</i> , Süd	3	2	0	25	0	29	31	22,475	
<i>Mentha × piperita</i> , Mitte								0	
<i>Mentha × piperita</i> , Nord								0	
<i>Mentha × piperita</i> ø	3	2	0	25	0	29	31	22,475	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Süd	3	2	4	38	54	53	49	98,686	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Mitte	2	1	4	30	58	55	50	82,5	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Nord	4	3	4	43	52	47	50	101,05	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> ø	3	2	4	37	54,6666667	51,6666667	49,6666667	94,94611	
<i>Organum vulgare</i> , Süd	2	1	2	47	58	39	30	54,99	
<i>Organum vulgare</i> , Mitte	2	1	2	39	49	33	30	38,61	
<i>Organum vulgare</i> , Nord	3	2	3	41	59	39	37	59,163	
<i>Organum vulgare</i> ø	2,33333333	1,33333333	2,33333333	42,3333333	55,3333333	37	32,3333333	50,64478	
<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> , Süd	3	2	0	134	0	21	22	61,908	
<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> , Mitte	2	1	0	54	0	35	17	32,13	
<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> , Nord								0	
<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> ø	2,5	1,5	0	94	0	28	19,5	51,324	
<i>Raphanus sativus var. sativus</i> , Süd	3	2	3	24	0	19	13	5,928	
<i>Raphanus sativus var. sativus</i> , Mitte	3	2	0	28	0	27	13	9,828	
<i>Raphanus sativus var. sativus</i> , Nord	3	1	0	26	0	11	15	4,29	
<i>Raphanus sativus var. sativus</i> ø	3	1,66666667	1	26	0	19	13,6666667	6,751333	

Bonitur									
Seitennr: 2		Datum: 29.07.2014					Bearbeiterin: Andrea Buchart		
Standort: PV-Dachgarten - opake Zellen Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien									
Arten	Vitalität		Blattdichte	Infloreszenz					Anmerkungen:
	5 üppig	4 wüchsig	3 sehr dicht	0 keine Blüten (0)	1 einzelne bis rare Blüten (1-3)				
	3 Pflanzen normal/vital	2 Pflanzen kümmerl	2 normal	1 wenig	2 wenige Blüten (4-10)				
	1 Pflanzen teilweise abge				3 zahlreiche Blüten (11-20)				
					4 viele Blüten (>20)			kub. Vol.	
Arten	Vitalität	Blattdichte	Infloreszenz	Hohe (cm)	h Blüte (cm)	Breite (cm)	Tiefe (cm)	(dm3)	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Süd	2	1	0	32	0	34	45	48,96	viele abgestorbene Blätter
<i>Allium schoenoprasum</i> , Mitte	2	1	0	29	0	34	28	27,608	viele abgestorbene Blätter
<i>Allium schoenoprasum</i> , Nord	2	1	0	31	0	34	29	30,566	viele abgestorbene Blätter
<i>Allium schoenoprasum</i> ø	2	1	0	30,666667	0	34	34	35,4507	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Süd	2	1	0	10	0	14	9	1,26	Lausbefall
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Mitte	4	3	0	27	0	25	28	18,9	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Nord	3	2	0	19	0	25	17	8,075	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> ø	3	2	0	18,666667	0	21,333333	18	7,168	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Süd	3	2	0	17	0	36	33	20,196	Blätter zerfr., weniger Befall v. weißer Fliege al bei geloc
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Mitte	3	1	0	21	0	39	35	28,665	Blätter zerfressen, Befall von weißer Fliege
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Nord	3	2	0	19	0	26	25	12,35	Blätter zerfressen, Befall von weißer Fliege
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> ø	3	1,666667	0	19	0	33,666667	31	19,8297	
<i>Capsicum annuum</i> , Süd	3	2	0	49	0	20	21	20,58	geringe Fruchtentwicklung
<i>Capsicum annuum</i> , Mitte	4	3	0	56	0	27	28	42,336	viele Früchte, gute Entwicklung
<i>Capsicum annuum</i> , Nord	3	2	1	50	50	19	20	19	geringe Fruchtentwicklung
<i>Capsicum annuum</i> ø	3,3333333	2,3333333	0,33333333	51,666667	16,666667	22	23	26,1433	
<i>Eruca sativa</i> , Süd	4	3	2	32	77	52	44	73,216	
<i>Eruca sativa</i> , Mitte	3	3	2	23	41	46	41	43,378	
<i>Eruca sativa</i> , Nord	2	1	1	18	56	36	34	22,032	
<i>Eruca sativa</i> ø	3	2,3333333	1,66666667	24,333333	58	44,666667	39,666667	43,1133	
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Süd	2	1	1	70	99	30	27	56,7	Lausbefall, einige Stämme abgestorben
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Mitte	2	1	2	62	95	32	47	93,248	Lausfall, einige Stämme abgestorben
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Nord	3	1	2	70	92	30	48	100,8	
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> ø	2,3333333	1	1,66666667	67,333333	95,333333	30,666667	40,666667	83,9721	
<i>Mentha</i> x <i>piperita</i> , Süd	3	2	0	21	0	35	29	21,315	nicht so stark gefärbte Blätter (als bei gelocht)
<i>Mentha</i> x <i>piperita</i> , Mitte								0	
<i>Mentha</i> x <i>piperita</i> , Nord								0	
<i>Mentha</i> x <i>piperita</i> ø	3	2	0	21	0	35	29	21,315	
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , Süd	4	3	4	42	50	48	42	84,672	
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , Mitte	4	2	4	43	59	36	44	68,112	
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , Nord	4	3	4	38	52	45	43	73,53	
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> ø	4	2,6666667	4	41	53,666667	43	43	75,809	
<i>Origanum vulgare</i> , Süd	3	1	2	36	45	28	21	21,168	Fruchtstand teilweise ausgebildet
<i>Origanum vulgare</i> , Mitte	3	1	2	50	63	30	40	60	Fruchtstand teilweise ausgebildet
<i>Origanum vulgare</i> , Nord	3	1	2	39	52	28	26	28,392	Fruchtst. teilw. Ausgeb; an d. Basis dichter Austrieb
<i>Origanum vulgare</i> ø	3	1	2	41,666667	53,333333	28,666667	29	34,6389	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Süd	2	1	0	32	0	22	20	14,08	Blätter teilw. vertrocknet, Ansatz von Blütenstand
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Mitte	4	2	1	70	46	32	28	62,72	Basisblätter teilweise vertrocknet und verfärbt
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Nord								0	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> ø	3	1,5	0,5	51	23	27	24	33,048	
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i> , Süd	3	2	3	29	50	13	13	4,901	normale Knollenbildung
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i> , Mitte	3	2	0	33	0	14	17	7,854	Knollenbildung nur teilweise
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i> , Nord	3	2	0	22	0	15	19	6,27	Knollenausbildung gut
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i> ø	3	2	1	28	16,666667	14	16,333333	6,402667	

10.3 Boniturbogen von 04.09.2014

Bonitur									
Seitennr: 3		Datum: 04.09.2014			Wetter: sonnig, 24 Grad			Bearbeiterin: Andrea Buchart	
Standort: PV-Dachgarten - gelochte Zellen Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien								Anmerkungen:	
Arten	Vitalität		Blattdichte	Infloreszenz					
	5 üppig		3 sehr dicht	0 keine Blüten (0)					
	4 wüchsig		2 normal	1 einzelne bis rare Blüten (1-3)					
	3 Pflanzen normal/vital		1 wenig	2 wenige Blüten (4-10)					
	2 Pflanzen kümmerl			3 zahlreiche Blüten (11-20)					
1 Pflanzen teilweise abge			4 viele Blüten (>20)				kub. Vol.		
Arten	Vitalität	Blattdichte	Infloreszenz	Hohe (cm)	h Blüte (cm)	Breite (cm)	Tiefe (cm)	(dm ³)	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Süd	3	2	4 Samen	35	0	50	47	82,25	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Mitte	3	2	4 Samen	43	0	40	32	55,04	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Nord	3	2	4 Samen	40	0	42	48	80,64	
<i>Allium schoenoprasum</i> ø	3	2	#DIV/0!	41,5	0	41	40	88,06	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Süd	1	1	0	19	0	35	39	25,935	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Mitte	3	2	0	33	0	46	50	75,9	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Nord	2	1	0	26	0	38	27	26,676	
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> ø	2	1,33333333	0	26	0	39,6666667	38,6666667	39,87822	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Süd	3	2		26		40	43	44,72	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Mitte	2	2		40		40	44	70,4	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Nord	3	2		29		40	38	44,08	
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> ø	2,66666667	2	#DIV/0!	31,6666667	#DIV/0!	40	41,6666667	52,77778	
<i>Capsicum annuum</i> , Süd	3	2	4 Früchte	53		23	20	24,38	
<i>Capsicum annuum</i> , Mitte	3	3	2 (Bl), 4 (Fr)	60	52	26	27	42,12	
<i>Capsicum annuum</i> , Nord	3	3	4 (Fr)	55	56	20	25	27,5	
<i>Capsicum annuum</i> ø	3	2,66666667	#DIV/0!	56	54	23	24	30,912	
<i>Eruca sativa</i> , Süd	5	3	2	44	57	46	50	101,2	
<i>Eruca sativa</i> , Mitte	5	2	3	40	68	55	57	125,4	
<i>Eruca sativa</i> , Nord	3	2	3	29	48	60	48	83,52	
<i>Eruca sativa</i> ø	4,33333333	2,33333333	2,66666667	37,6666667	57,6666667	53,6666667	51,6666667	104,4413	
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Süd	2	1	2 (Bl) 3(Fr)	70	110	43	37	111,37	
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Mitte	2	1	1 (Bl), 2 (Fr)	77	120	40	30	92,4	
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Nord	1	1	1 (Bl), 2 (Fr)	42	53	30	37	46,62	
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> ø	1,66666667	1	#DIV/0!	63	94,3333333	37,6666667	34,6666667	82,264	
<i>Lactuca sativa</i> , Süd	3	1	0	5	0	15	5	0,375	
<i>Lactuca sativa</i> , Mitte	3	1	0	9	0	14	8	1,008	
<i>Lactuca sativa</i> , Nord	3	1	0	10	0	20	10	2	
<i>Lactuca sativa</i> ø	3	1	0	8	0	16,3333333	7,66666667	1,001778	
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> , Süd	3	3	2	41	39	42	45	77,49	
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> , Mitte								0	
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> , Nord								0	
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> ø	3	3	2	41	39	42	45	77,49	
<i>Ocimum kiliman.</i> × <i>basilicum</i> , Süd	5	3	4	52	64	63	52	170,352	
<i>Ocimum kiliman.</i> × <i>basilicum</i> , Mitte	3	1	4	51	57	40	33	67,32	
<i>Ocimum kiliman.</i> × <i>basilicum</i> , Nord	5	3	4	50	58	56	77	215,6	
<i>Ocimum kiliman.</i> × <i>basilicum</i> ø	4,33333333	2,33333333	4	51	59,6666667	53	54	145,962	
<i>Organum vulgare</i> , Süd	5	3	2	51	56	52	41	108,732	
<i>Organum vulgare</i> , Mitte	5	3	2	32	45	46	40	58,88	
<i>Organum vulgare</i> , Nord	3	3	2	45	58	37	29	48,285	
<i>Organum vulgare</i> ø	4,33333333	3	2	42,6666667	54	45	36,6666667	70,4	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Süd	2	1	1 (Bl), 3 (Fr)	195	0	13	24	60,84	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Mitte	2	1	1 (Bl), 2 (Fr)	148	0	18	16	42,624	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Nord								0	
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> ø	2	1	1	171,5	0	15,5	20	53,165	

Bonitur								
Seitennr: 3			Datum: 04.09.2014		Wetter: sonnig, 24 Grad		Bearbeiterin: Andrea Buchart	
Standort: PV-Dachgarten - opake Zellen Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien						Anmerkungen:		
Arten	Vitalität		Blattdichte	Infloreszenz		kub. Vol.		
	5 üppig	4 wüchsig	3 sehr dicht	0 keine Blüten (0)	1 einzelne bis rare Blüten (1-3)			
	3 Pflanzen normal/vital	1 wenig	2 normale	2 wenige Blüten (4-10)	3 zahlreiche Blüten (11-20)			
	2 Pflanzen kümmern			3 zahlreiche Blüten (11-20)				
	1 Pflanzen teilweise abge			4 viele Blüten (>20)				
Arten	Vitalität	Blattdichte	Infloreszenz	Hohe (cm)	h Blüte (cm)	Breite (cm)	Tiefe (cm)	(dm3)
<i>Allium schoenoprasum</i> , Süd	3	2	3 Samen	35		35	40	49
<i>Allium schoenoprasum</i> , Mitte	3	2	3 Samen	42		44	40	73,92
<i>Allium schoenoprasum</i> , Nord	3	2	3 Samen	43		33	37	52,503
<i>Allium schoenoprasum</i> ø	3	2	#DIV/0!	40	#DIV/0!	37,3333333	39	58,24
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Süd	3	1		21		45	38	35,91
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Mitte	4	3		42		55	53	122,43
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> , Nord	3	1		27		35	37	34,965
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> ø	3,33333333	1,66666667	#DIV/0!	30	#DIV/0!	45	42,6666667	57,6
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Süd	3	2		29		40	40	46,4
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Mitte	3	2		32		38	38	46,208
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> , Nord	2	1		19		33	32	20,064
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i> ø	2,66666667	1,66666667	#DIV/0!	26,6666667	#DIV/0!	37	36,6666667	36,17778
<i>Capsicum annuum</i> , Süd	3	2	4 Frucht	48		20	18	17,28
<i>Capsicum annuum</i> , Mitte	3	3	4 Frucht	56	57	29	27	43,848
<i>Capsicum annuum</i> , Nord	3	2	1 Bl, 3 Fr	49	52	24	27	31,752
<i>Capsicum annuum</i> ø	3	2,33333333	#DIV/0!	51	54,5	24,3333333	24	29,784
<i>Eruca sativa</i> , Süd	5	2	4	43	70	60	50	129
<i>Eruca sativa</i> , Mitte	4	2	4	32	62	44	55	77,44
<i>Eruca sativa</i> , Nord	3	1	2	27	64	40	39	42,12
<i>Eruca sativa</i> ø	4	1,66666667	3,33333333	34	65,3333333	48	48	78,336
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Süd	2	1	4 (Samen)	60	109	50	38	114
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Mitte	2	1	2(BI), 4 (Sa)	73	101	42	40	122,64
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> , Nord	2	1	2 (BI), 2 (Sa)	77	96	30	45	103,95
<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> ø	2	1	#DIV/0!	70	102	40,6666667	41	116,7133
<i>Lactuca sativa</i> , Süd	3	1		7		14	9	0,882
<i>Lactuca sativa</i> , Mitte	3	1		8		15	10	1,2
<i>Lactuca sativa</i> , Nord	3	1		7		9	13	0,819
<i>Lactuca sativa</i> ø	3	1	#DIV/0!	7,33333333	#DIV/0!	12,6666667	10,6666667	0,990815
<i>Mentha x piperita</i> , Süd	3	3		24		45	47	50,76
<i>Mentha x piperita</i> , Mitte								0
<i>Mentha x piperita</i> , Nord								0
<i>Mentha x piperita</i> ø	3	3	#DIV/0!	24	#DIV/0!	45	47	50,76
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , Süd	4	2	4	50	63	66	59	194,7
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , Mitte	5	3	4	58	66	60	68	236,41
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> , Nord	5	2	4	57	58	59	70	235,41
<i>Ocimum kiliman.</i> x <i>basilicum</i> ø	4,66666667	2,33333333	4	55	62,3333333	61,6666667	65,6666667	222,7194
<i>Onganum vulgare</i> , Süd	4	3	3	41	52	34	33	46,002
<i>Onganum vulgare</i> , Mitte	4	3	3	50	63	41	32	65,6
<i>Onganum vulgare</i> , Nord	3	2	2	44	52	36	38	60,192
<i>Onganum vulgare</i> ø	3,66666667	2,66666667	2,66666667	45	55,6666667	37	34,3333333	57,165
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Süd	2	1	1, 2	167		28	22	102,872
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Mitte	3	2	14 Früchte	113		27	30	91,53
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , Nord								0
<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> ø	2,5	1,5	#DIV/0!	140	#DIV/0!	27,5	26	100,1

10.4 Boniturbogen von 01.10.2014

Bonitur									
Seitennr: 2		Datum: 01.10.2014		Wetter: regen 21 Grad			Bearbeiterin: Andrea Buchart		
Standort: PV-Dachgarten - gelochte Zellen Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien							Anmerkungen:		
Arten	Vitalität		Blattdichte	Infloreszenz					
	5 üppig		3 sehr dicht	0 keine Blüten (0)					
	4 wüchsig		2 normal	1 einzelne bis rare Blüten (1-3)					
	3 Pflanzen normal/vital		1 wenig	2 wenige Blüten (4-10)					
				3 zahlreiche Blüten (11-20)					
				4 viele Blüten (>20)				kub. Vol.	
Arten	Vitalität	Blattdichte	Infloreszenz	Höhe (cm)	h Blüte (cm)	Breite (cm)	Tiefe (cm)	(dm ³)	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Süd	3	2	Frucht	40	0	47	37	69,56	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Mitte	3	1	Frucht	30	0	31	39	36,27	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Nord	3	1	Frucht	27	0	45	46	55,89	
<i>Allium schoenoprasum</i> ø	3	1,33333333	0	32,3333333	0	41	40,6666667	53,91044	
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> , Süd	2	1	0	40	0	49	50	98	
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> , Mitte	3	2	0	37	0	61	63	142,191	
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> , Nord	3	2	0	35	0	52	40	72,8	
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> ø	2,66666667	1,66666667	0	37,3333333	0	54	51	102,816	
<i>Brassica oleracea subsp. oleracea</i> , Süd	3	2	0	29	0	42	46	56,028	
<i>Brassica oleracea subsp. oleracea</i> , Mitte	3	2	0	37	0	47	48	83,472	
<i>Brassica oleracea subsp. oleracea</i> , Nord	2	2	0	26	0	37	35	33,67	
<i>Brassica oleracea subsp. oleracea</i> ø	2,66666667	2	0	30,6666667	0	42	43	55,384	
<i>Capsicum annuum</i> , Süd	3	2	2 (4)	60	0	30	33	59,4	
<i>Capsicum annuum</i> , Mitte	3	2	2(20)	72	0	30	36	77,76	
<i>Capsicum annuum</i> , Nord	3	2	2 (4)	64	0	28	27	48,384	
<i>Capsicum annuum</i> ø	3	2	2	65,3333333	0	29,3333333	32	61,32622	
<i>Eruca sativa</i> , Süd	5	3	2	42	68	57	72	172,368	
<i>Eruca sativa</i> , Mitte	5	3	4	35	54	55	89	171,325	
<i>Eruca sativa</i> , Nord	4	3	4	34	54	66	67	150,348	
<i>Eruca sativa</i> ø	4,66666667	3	3,33333333	37	57,3333333	59,3333333	76	166,8453	
<i>Foeniculum vulgare var. azoricum</i> , Süd	3	1	Fr (3)	60	109	41	39	95,94	
<i>Foeniculum vulgare var. azoricum</i> , Mitte	3	1	Fr (3)	80	100	49	48	188,16	
<i>Foeniculum vulgare var. azoricum</i>	2	1	Fr (1)	30	69	28	31	26,04	
<i>Foeniculum vulgare var. azoricum</i> ø	2,66666667	1	0	56,6666667	92,6666667	39,3333333	39,3333333	87,66963	
<i>Lactuca sativa</i> , Süd	3	2	0	12	0	27	28	9,072	
<i>Lactuca sativa</i> , Mitte	3	2	0	13	0	21	11	3,003	
<i>Lactuca sativa</i> , Nord	3	2	0	15	0	29	27	11,745	
<i>Lactuca sativa</i> ø	3	2	0	13,3333333	0	25,6666667	22	7,52889	
<i>Mentha × piperita</i> , Süd	3	2	2	42	0	52	56	122,304	
<i>Mentha × piperita</i> , Mitte								0	
<i>Mentha × piperita</i> , Nord								0	
<i>Mentha × piperita</i> ø	3	2	2	42	0	52	56	122,304	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Süd	5	3	4	65	76	84	70	382,2	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Mitte	4	2	4	52	60	54	58	162,864	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Nord	5	3	4	67	72	82	75	412,05	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> ø	4,66666667	2,66666667	4	61,3333333	69,3333333	73,3333333	67,6666667	304,3496	
<i>Origanum vulgare</i> , Süd	4	3	Fr (2)	47	56	40	44	82,72	
<i>Origanum vulgare</i> , Mitte	5	3	0	33	47	68	50	112,2	
<i>Origanum vulgare</i> , Nord	4	3	0	46	56	52	42	100,464	
<i>Origanum vulgare</i> ø	4,33333333	3	0	42	53	53,3333333	45,3333333	101,5467	
<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> , Süd	3	2	1 (12)	194	0	13	24	60,528	
<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> , Mitte	2	1	0 (2)	147	0	18	16	42,336	
<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> , Nord								0	
<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> ø	2,5	1,5	0,5	170,5	0	15,5	20	52,855	

Bonitur									
Seitennr: 2 opakes Modul				Datum: 01.10.2014		Wetter: regen 21 Grad		Bearbeiterin: Andrea Buchart	
Bonitur									
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien									
Arten	Vitalität		Blattdichte	Infloreszenz					Anmerkungen:
	5 üppig		3 sehr dicht	0 keine Blüten (0)					
	4 wüchsig		2 normal	1 einzelne bis rare Blüten (1-3)					
	3 Pflanzen normal/vital		1 wenig	2 wenige Blüten (4-10)					
2 Pflanzen kümmerl			3 zahlreiche Blüten (11-20)						
1 Pflanzen teilweise abge			4 viele Blüten (>20)					kub. Vol.	
Arten	Vitalität	Blattdichte	Infloreszenz	Höhe (cm)	h Blüte (cm)	Breite (cm)	Tiefe (cm)		
<i>Allium schoenoprasum</i> , Süd	2	1	frucht	28	0	33	27	24,948	von Ringelblume bedrängt
<i>Allium schoenoprasum</i> , Mitte	3	1	frucht	22	0	32	37	26,048	
<i>Allium schoenoprasum</i> , Nord	3	2	frucht	40	0	38	35	53,2	
Allium schoenoprasum ø	2,6666667	1,3333333	0	30	0	34,3333333	33	33,99	
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> , Süd	3	2	0	45	0	44	44	87,12	Blätter angefressen
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> , Mitte	3	2	0	48	0	60	50	144	2 Pflanzen
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i> , Nord	3	2	0	36	0	42	43	65,016	
Beta vulgaris subsp. vulgaris ø	3	2	0	43	0	48,6666667	45,6666667	95,56511	
<i>Brassica oleracea subsp. oleracea</i> , Süd	2	3	0	28	0	40	43	48,16	starke Fraßspuren, Häupel ausgebildet
<i>Brassica oleracea subsp. oleracea</i> , Mitte	3	3	0	39	0	37	40	57,72	Häupel nicht ausgebildet
<i>Brassica oleracea subsp. oleracea</i> , Nord	2	1	0	22	0	23	23	11,638	Häupel nicht ausgebildet
Brassica oleracea subsp. oleracea ø	2,3333333	2,3333333	0	29,6666667	0	33,3333333	35,3333333	34,9474	
<i>Capsicum annuum</i> , Süd	3	2	3 (3)	62	0	32	23	45,632	
<i>Capsicum annuum</i> , Mitte	3	2	1 (4)	54	0	29	27	42,282	
<i>Capsicum annuum</i> , Nord	3	2	2 (3)	53	0	26	25	34,45	
Capsicum annuum ø	3	2	2	56,3333333	0	29	25	40,84167	
<i>Eruca sativa</i> , Süd	5	3	4	43	66	74	53	168,646	
<i>Eruca sativa</i> , Mitte	5	3	4	35	68	53	66	122,43	
<i>Eruca sativa</i> , Nord	3	3	3	24	41	41	48	47,232	
Eruca sativa ø	4,3333333	3	3,6666667	34	58,3333333	56	55,6666667	105,9893	
<i>Foeniculum vulgare var. azoricum</i> , Süd	3	1	Fr (3)	70	90	45	41	129,15	Treibt von unten neu aus
<i>Foeniculum vulgare var. azoricum</i> , Mitte	2	1	Fr (3)	69	95	30	35	72,45	Lausbefall
<i>Foeniculum vulgare var. azoricum</i> , Nord	3	1	Fr (3)	57	86	47	47	125,913	Treibt von unten neu aus
Foeniculum vulgare var. azoricum ø	2,6666667	1	0	65,3333333	90,3333333	40,6666667	41	108,9324	
<i>Lactuca sativa</i> , Süd	3	2	0	9	0	20	19	3,42	
<i>Lactuca sativa</i> , Mitte	3	2	0	8	0	25	26	5,2	
<i>Lactuca sativa</i> , Nord	3	2	0	10	0	15	21	3,15	
Lactuca sativa ø	3	2	0	9	0	20	22	3,96	
<i>Mentha x piperita</i> , Süd	3	2	0	27	0	50	57	76,95	kriechender Wuchs
<i>Mentha x piperita</i> , Mitte								0	
<i>Mentha x piperita</i> , Nord								0	
Mentha x piperita ø	3	2	0	27	0	50	57	76,95	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Süd	5	3	4	53	69	70	53	196,63	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Mitte	5	3	4	62	69	60	90	334,8	
<i>Ocimum kiliman. x basilicum</i> , Nord	5	3	4	58	70	74	90	386,28	
Ocimum kiliman. x basilicum ø	5	3	4	57,6666667	69,3333333	68	77,6666667	304,5569	
<i>Origanum vulgare</i> , Süd	4	3	Fr (3)	43	50	33	32	45,408	
<i>Origanum vulgare</i> , Mitte	4	3	Fr (2)	48	61	47	37	83,472	
<i>Origanum vulgare</i> , Nord	4	3		38	49	40	37	56,24	
Origanum vulgare ø	4	3	0	43	53,3333333	40	35,3333333	60,77333	
<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> , Süd	3	2	2(2)	250	0	28	22	154	
<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> , Mitte	1	2	2	80	0	27	30	64,8	
<i>Phaseolus vulgaris var. vulgaris</i> , Nord								0	
Phaseolus vulgaris var. vulgaris ø	2	2	2	165	0	27,5	26	0	

11 Curriculum Vitae

NAME **Andrea Buchar**
GEBOREN 25.02.1981 in Lilienfeld



SCHUL- UND BERUFSAUSBILDUNG

2014-2018	Master of Science, Fachrichtung Landschaftsarchitektur und Landschaftsplanung, Universität für Bodenkultur, Wien
2010-2014	Bachelorstudium of Science, Fachrichtung Landschaftsarchitektur und Landschaftsplanung, Universität für Bodenkultur, Wien
2009-2010	Berufsreife, Wien, Fachrichtung Stauden und Sommerblumen
1996-1999	Gärtnerlehre, Gärtnerei Chwala, Bad Vöslau
1995-1996	Fachschule, Tullnerbach
1991-1995	Hauptschule, Weißenbach
1987-1991	Volksschule, Furth