Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung
Landschaftsbau e.V.

Versuche in der Landespflege

Gemeinsame Veröffentlichung
der Forschungsinstitute des
deutschen Gartenbaues

Ausgabe 2019

24. Jahrgang 2019

Herausgeber: Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL)
Friedensplatz 4, 53111 Bonn
☎: 0228 – 965010-0 Fax: 0228 – 965010-20
E-Mail: info@fll.de Homepage: www.fll.de

Gesamtredaktion: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Kompetenzzentrum Garten- und Landschaftsbau Quedlinburg
Feldmark rechts der Bode 6, 06484 Quedlinburg
☎: 03946 – 970-3 Fax: 03946 – 970499
E-Mail: poststelle.qlb@llg.mule.sachsen-anhalt.de Homepage: www.llg.sachsen-anhalt.de

Druck: © Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. – FLL, Friedensplatz 4, 53111 Bonn, 1. Auflage 2019. Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Nachdruck, Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung oder Verarbeitung mit elektronischen Systemen ist ohne Genehmigung des Herausgebers unzulässig.

VERZEICHNIS DER BETEILIGTEN INSTITUTE UND FACHREDAKTIONEN

BAD ZWISCHENAHN

Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Geschäftsbereich Gartenbau
Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau
Hogen Kamp 51
26160 Bad Zwischenahn

☎:	04403 – 6796 - 14		
Fax:	04403 – 6796 - 10		
Kontakt:	Heinrich Beltz	/	Björn Ehsen
Mail:	heinrich.beltz@lwk-niedersachsen.de	/	björn.ehsen@park-der-gaerten.de

BERNBURG

Hochschule Anhalt (HSA)
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung
Strenzfelder Allee 28
06406 Bernburg

☎:	03471 – 355 - 1150
Fax:	03471 – 355 - 1249
Kontakt:	Prof. Dr. Wolfram Kircher
Mail:	wolfram.kircher@hs-anhalt.de

BRAUNSCHWEIG

Julius-Kühn Institut (JKI)
Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau und Forst
Messeweg 11/12
38104 Braunschweig

☎:	0531 – 299 - 4404
Fax:	0531 – 299 - 3009
Kontakt:	Christiane Lehmhus
Mail:	christiane.lehmhus@julius-kuehn.de

DRESDEN-PILLNITZ

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Referat 83: Garten- und Landschaftsbau
Pillnitzer Platz 3
01326 Dresden-Pillnitz

☎:	0351 – 2612 - 8300
Fax:	0351 – 2612 - 8399
Kontakt:	Dr. Ingolf Hohlfeld
Mail:	ingolf.hohlfeld@smul.sachsen.de

ERFURT

Fachhochschule Erfurt (FHE)
Fakultät Landschaftsarchitektur, Gartenbau und Forst
Leipziger Straße 77
99085 Erfurt

☎:	0361 – 6700 - 228
Fax:	0361 – 6700 - 259
Kontakt:	Prof. Gert Bischoff
Mail:	bischoff@fh-erfurt.de

ERFURT

Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und ländlichen Raum (TLLLR)
Lehr- und Versuchszentrum Gartenbau Erfurt (LVG)
Leipziger Straße 75a
99085 Erfurt

☎:	0361 – 5741 - 57700
Fax:	0361 – 5741 - 57777
Kontakt:	Dr. Gerd Reidenbach
Mail:	gerd.reidenbach@tlllr.thueringen.de

HEIDELBERG

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg (LVG)
Sachgebiet 23: Garten- und Landschaftsbau
Diebsweg 2
69123 Heidelberg

☎:	06221 – 7484 - 24
Fax:	06221 – 7484 - 13
Kontakt:	Michael Heck
Mail:	michael.heck@lvg.bwl.de

NEUBRANDENBURG

Hochschule Neubrandenburg
Fachbereich Landschaftswissenschaften und Geomatik
Brodaer Straße 2
17033 Neubrandenburg

☎:	0395 – 5693 - 4505
Fax:	0395 – 5693 - 4999
Kontakt:	Prof. Dr. Manfred Köhler
Mail:	koehler@hs-nb.de

OSNABRÜCK

Hochschule Osnabrück
Nachhaltiges Rasenmanagement
Postfach 1940
49009 Osnabrück
☎: 0541 – 969 - 5280
Fax: 0541 – 969 - 2066
Kontakt: Prof. Dr. Wolfgang Prämaßing
Mail: w.praemassing@hs-osnabrueck.de

QUEDLINBURG

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)
Kompetenzzentrum Garten– und Landschaftsbau
Feldmark rechts der Bode 6
06484 Quedlinburg
☎: 03946 – 970 - 430
Fax: 03946 – 970 - 499
Kontakt: Dr. Axel Schneidewind
Mail: axel.schneidewind@llg.mule.sachsen-anhalt.de

STUTTGART-HOHENHEIM

Staatsschule für Gartenbau (SfG)
Sachbereich Rasen / Garten- und Landschaftsbau
Emil-Wolff-Straße 19 - 21
70599 Stuttgart
☎: 0711 – 459 - 24337
Fax: 0711 – 459 - 22730
Kontakt: Wolfgang Henle
Mail: wolfgang.henle@sfg.bwl.de

VEITSHÖCHHEIM

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (LWG)
Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau
An der Steige 15
97209 Veitshöchheim
☎: 0931 – 9801- 413
Fax: 0931 – 9801- 400
Kontakt: Rainer Berger
Mail: rainer.berger@lwg.bayern.de

WEIHENSTEPHAN

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT)
Institut für Gartenbau
Am Staudengarten 14
85354 Freising
☎: 08161 – 71 - 3658
Fax: 08161 – 71 - 3348
Kontakt: Prof. Dr. Elke Meinken / Heinz-Josef Schmitz
Mail: elke.meinken@hswt.de / heinz-josef.schmitz@hswt.de

WEIHENSTEPHAN

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT)
Institut für Landschaftsarchitektur
Am Hofgarten 4
85350 Freising
☎: 08161 – 71 - 0
Fax: 08161 – 71 - 2839
Kontakt: Prof. Dr. Swantje Duthweiler
Mail: swantje.duthweiler@hswt.de

WIEN-SCHÖNBRUNN

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau Wien-Schönbrunn (HBLFA)
Garten- und Landschaftsgestaltung, Raumordnung und Landschaftspflege
Grünbergstraße 24
A - 1130 Wien
☎: + 43 1 8135950 - 313
Fax: + 43 1 8135950 - 99
Kontakt: DI Prof. Stefan Schmidt
Mail: s.schmidt@gartenbau.at

ZÜRICH-WÄDENSWIL

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen
Grüental / Postfach 335
CH - 8820 Wädenswil
☎: +41 58934 – 5791
Fax: +41 58934 – 5750
Kontakt: Axel Heinrich
Mail: axel.heinrich@zhaw.ch

FEDERFÜHRUNG IN DER KOORDINATION

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (LWG)
Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau
Herr Rainer Berger
An der Steige 15
97209 Veitshöchheim
☎: 0931 – 9801- 413
Fax: 0931 – 9801- 400
Mail: rainer.berger@lwg.bayern.de

GESAMTREDAKTION

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)
Kompetenzzentrum Garten- und Landschaftsbau Quedlinburg
Herr Dr. Axel Schneidewind
Feldmark rechts der Bode 6
06484 Quedlinburg
☎: 03946 – 970 - 430
Fax: 03946 – 970 - 499
Mail: axel.schneidewind@llg.mule.sachsen-anhalt.de

INHALTSVERZEICHNIS

THEMENBEREICH BAUWERKSBEGRÜNUNG

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
1	Bauwerksbegrünung, Dachbegrünung, Biodiversität	Hochschule Neubrandenburg
2	Bauwerksbegrünung, Dachbegrünung, extensiv	Hochschule Neubrandenburg
3	Dachbegrünung, extensiv, Wasser	Hochschule Neubrandenburg
4	Dachbegrünung, extensiv, Düngung	LWG Veitshöchheim
5	Bauwerksbegrünung, Fassadenbegrünung, Pflanzenverwendung	Hochschule Neubrandenburg
6	Bauwerksbegrünung, Innenraumbegrünung, Pflanzenverwendung 1	Hochschule Neubrandenburg
7	Bauwerksbegrünung, Innenraumbegrünung, Pflanzenverwendung 2	Hochschule Neubrandenburg

THEMENBEREICH GEHÖLZE / STAUDEN / SOMMERBLUMEN

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
8	Stauden, Substrat, Pflege	LVG Heidelberg
9	Stauden, Kosten, Pflege	LVG Erfurt
10	Stauden, Substrat, Vitalität	LWG Veitshöchheim
11	Gehölze, Schnitt, Pflanzenverwendung	LLG Quedlinburg

THEMENBEREICH STRAßENBAUM

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
12	Straßenbaum, Substrat, Pflanzung	ZAHW Zürich
13	Straßenbaum, Selektion, Vitalität	LWG Veitshöchheim

Entwicklung der Biodiversität auf älteren Dachbegrünungen

Bauwerksbegrünung, Dachbegrünung, Biodiversität

Zusammenfassung

Die Arbeitsgruppe Dachbegrünung untersucht an der Hochschule Neubrandenburg seit 1999 extensiv begrünte Dächer. Eigens hierfür wurden Dachflächen der neuen Lehrgebäude mit einer Größe von etwa 3000m² hergerichtet. Einen Schwerpunkt der Untersuchungen bildet die Vegetationsentwicklung. Im geringen Umfang werden faunistische Untersuchungen eingeschlossen. Die Biodiversität wird im Hinblick auf die Faktoren; Substrat, Lage, Alter der Begrünungen, Flächengröße, Bepflanzungsart und klimatischer Bedingungen verglichen. Weitere Standorte in Neubrandenburg und Berlin werden vergleichend herangezogen.

Zwischenergebnisse lassen sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt wie folgt zusammenfassen. Für die Biodiversität ist weder die Stadtgröße noch die Größe der Dachfläche ausschlaggebend. Auch ist bei der unterschiedlichen Prüfung von jährlichen Klimafaktoren, etwa besonders trockenes oder nasses Frühjahr, trockener oder nasser Sommer, statistisch nicht signifikant mit der Artenzahl verknüpft, wohl aber mit dem Biomasseaufwuchs.

Das lässt den Schluss zu, dass die meisten Gründächer eine breite Amplitude besitzen, um klimatische Effekte abzupuffern. Gründächer kommen mit veränderten klimatischen Bedingungen, wie zunehmender Sommer-trockenheit oder Starkregenereignissen, gut zurecht, ohne dass der Bewuchs nachhaltig Schaden nimmt.

Es zeigte sich, dass eine gute Detailplanung notwendig ist, um bereits nach der Anlage eine hohe Artenvielfalt, und dann auch über die Jahre hinweg, zu erzielen. Die Artenzusammensetzung verändert sich zwar nach Jahrzehnten, weist aber immer noch höhere Qualitäten auf, als weniger aufwändig angelegte Einfachbegrünungen.

Das Ergebnis spricht für biodiverse Dachgestaltungen von Beginn an. Auf vielfältige Mikrostandorte kommt es an, wenn Dachflächen langfristig vielfältig bleiben sollen.

Problemstellung

Nach den FLL-Richtlinien zur Dachbegrünung (2018) werden Extensiv-, einfache Intensiv- und Intensivbegrünungen unterschieden. Der Siegeszug der Extensivbegrünungen in den letzten Jahrzehnten ist durch den geringen Pflegeaufwand begründet, allerdings mit dem Manko, dass bei den, in der Regel gleichförmigen Bauweisen der extensiven Dachbegrünung, unterschieden nach Dicke der Substratschicht, eher gleichförmige Vegetationsdecken zur Folge haben.

Diese Arbeit dient dem Ziel, eine Reihe älterer Dachbegrünungen hinsichtlich des floristischen und faunistischen Artenspektrums unter Kriterien wie Lage des Daches, Größe der Dachfläche, Lage im Stadtgebiet, Substrate sowie klimatischer Umweltparameter zu vergleichen.

Entwickeln sich nach der Initialphase differenzierte Mikrostandorte und vielfältige Vegetation von selbst, welchen Einfluss haben klimatische Unterschiede, wie sieht es mit der faunistischen Biodiversität aus?

Material und Methoden

Es stehen jährlich erhobene Vegetationsdaten von vier Dächern zur Verfügung, zwei aus Berlin (PLU, Berlin Kreuzberg seit 1986 und UFA - Fabrik, Berlin Tempelhof seit 1992), sowie die Neubrandenburger Dachflächen HS2 (Haus 2, seit 1999) und HS3 (Haus3, seit 2001). In den Sommermonaten erfolgten wöchentlich faunistische Einzeluntersuchungen zu Bienen, Hummeln, Käfern und Spinnen mittels exponierter Becherfallen.

Biodiversitätsuntersuchungen hinsichtlich der faunistischen und floristischen Vielfalt sind neben diesen vier Dächern auch in Chicago durchgeführt worden. Mit dieser Untersuchung konnte eine Auswertung und deren

Hauptkriterien, wie Alter des Dachs sowie Lage und besonderer Aufbau statistisch überprüft werden.

Prof. Dr. Manfred Köhler, Koehler@hs-nb.de, K. Ksiazek-Mikenas | Hochschule Neubrandenburg

Ergebnisse und Diskussion

Die angetragenen Linien in Abb. 1 geben für die durchschnittlichen Artenzahlen der unterschiedlichen Extensivdächer über die bisherigen Untersuchungszeiträume wider. Mit 93 Arten liegt die mittlere Artenzahl auf dem Ufa-Dach am höchsten, in den 21 Jahren mit einer Bandbreite zwischen 49 und 131 Arten. An zweiter Stelle folgt das Neubrandenburger Dach HS3 mit durchschnittlich 54,6 Arten (Bandbreite 43 bis 72 Arten) in den bis jetzt einbezogenen 12 Untersuchungsjahren. Das PLU Berlin wies durchschnittlich 41 Arten mit einer Bandbreite von 25 bis 56 Arten im Zeitraum der betrachteten 25 Jahre auf. Das Neubrandenburger Dach HS2 hat eine mittlere Artenzahl von 28 und einer Bandbreite zwischen 21 und 36 Arten in den letzten 14 Jahren.

Die statistische Überprüfung mit Klimadaten der Wetterstationen in Berlin-Dahlem und Neubrandenburg-Trollenhagen ergab bei allen Prüfszenarien sehr wenige bis keine Signifikanzen zwischen Klima und Artenzahl. Die schwankenden Artenzahlen müssen von anderen Faktoren abhängen, etwa Störungen auf den Dächern durch Reparaturen oder anderen Aktivitäten.

Einer der wenigen klimatischen Zusammenhänge wird in der nachfolgenden Abb. 2 aufgezeigt. Wärmere Winter führten zu einer leicht erhöhten Artenzahl, wie es am Beispiel des Ufa-Daches ersichtlich ist.

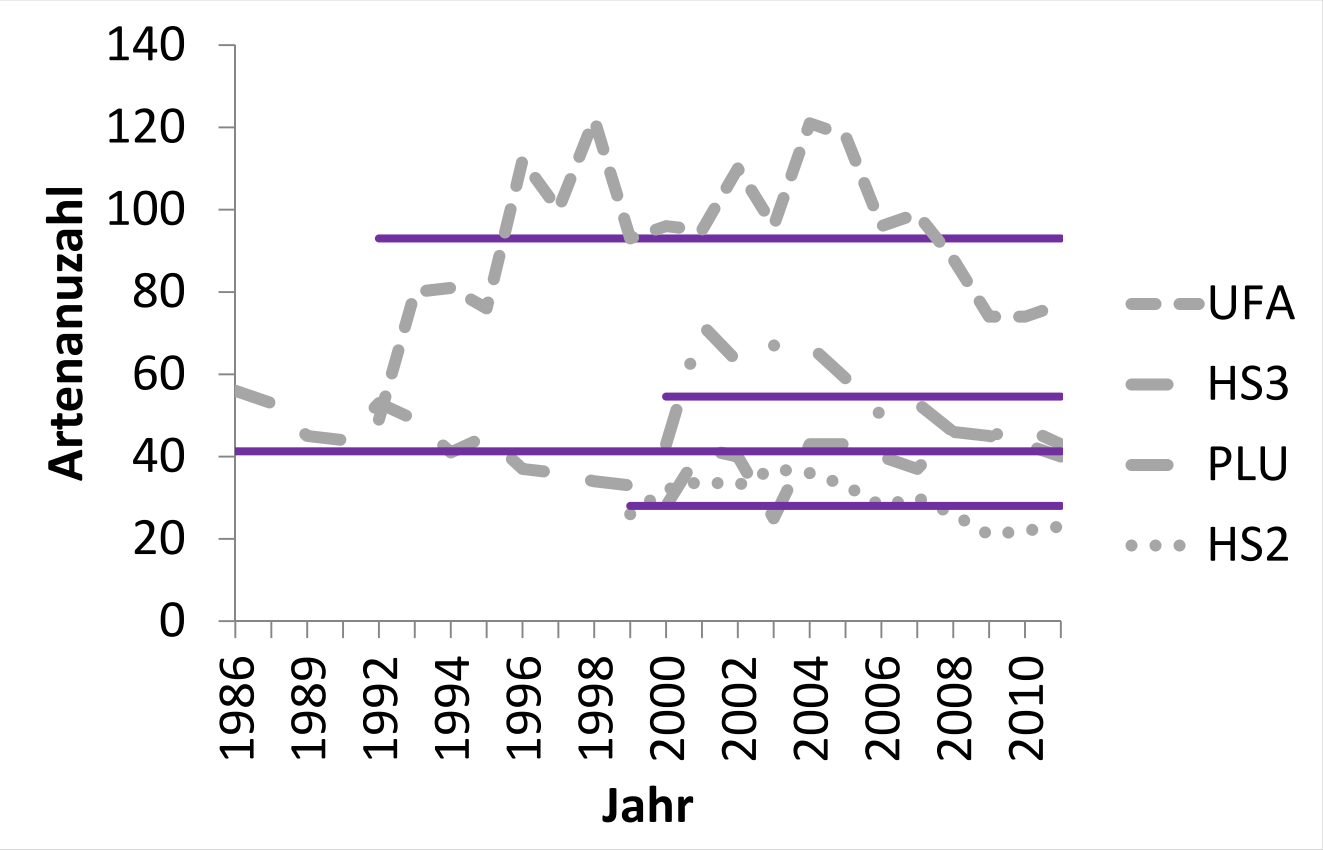


Abb. 1: Darstellung der floristischen Untersuchungen: PLU (Berlin), UFA (Berlin), HS2 und HS3 (Neubrandenburg)

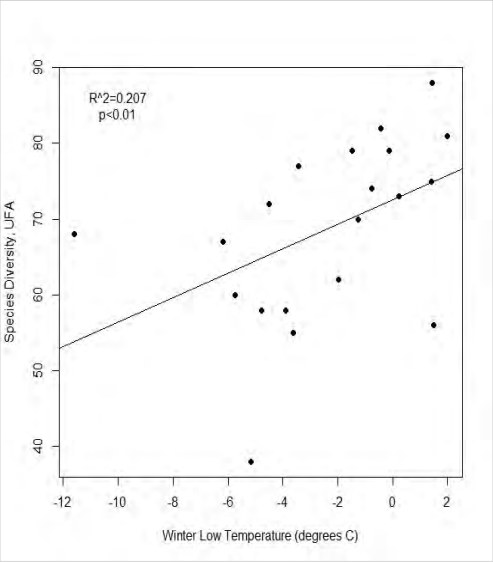


Abb. 2: Erhöhung der Artenzahlen durch wärmere Winter am Beispiel UFA (Berlin)

Die Abb. 3 zeigt die ergänzten Untersuchungsstandorte aus dem Jahr 2013 in Neubrandenburg und Berlin, an denen die Becherfallen im sommerlichen Wochenzeitraum aufgebaut waren. Mit einem Kreuz sind die Dächer aus Neubrandenburg gekennzeichnet. Diese Erhebungen belegen, dass nicht in Neubrandenburg, einer relativ kleinen Stadt mit ca. 70.000 Einwohnern und einer Anknüpfung an ein vielfältiges Umland, die höchsten Artenzahlen bei Pflanzen auf den Extensivdächern zu finden sind, sondern in Berlin. Am vielfältigsten ist das Dach „Ökowerk“ im Forst Grunewald. Hier kommen die Faktoren Alter des Daches sowie die Lage im Wald und die relativ geringe Störung als Faktoren zusammen. Das Zweit–Artenreichste Extensivdach ist das alte Dach auf dem UFA-Gelände. Die geringste Artenzahl hat das Sozialgerichtsgebäude in Neubrandenburg. Dabei handelt es sich um ein kleines halbschattiges Sedum-Moosdach mit ca. 100m² Größe und einer geringen Substratschicht.

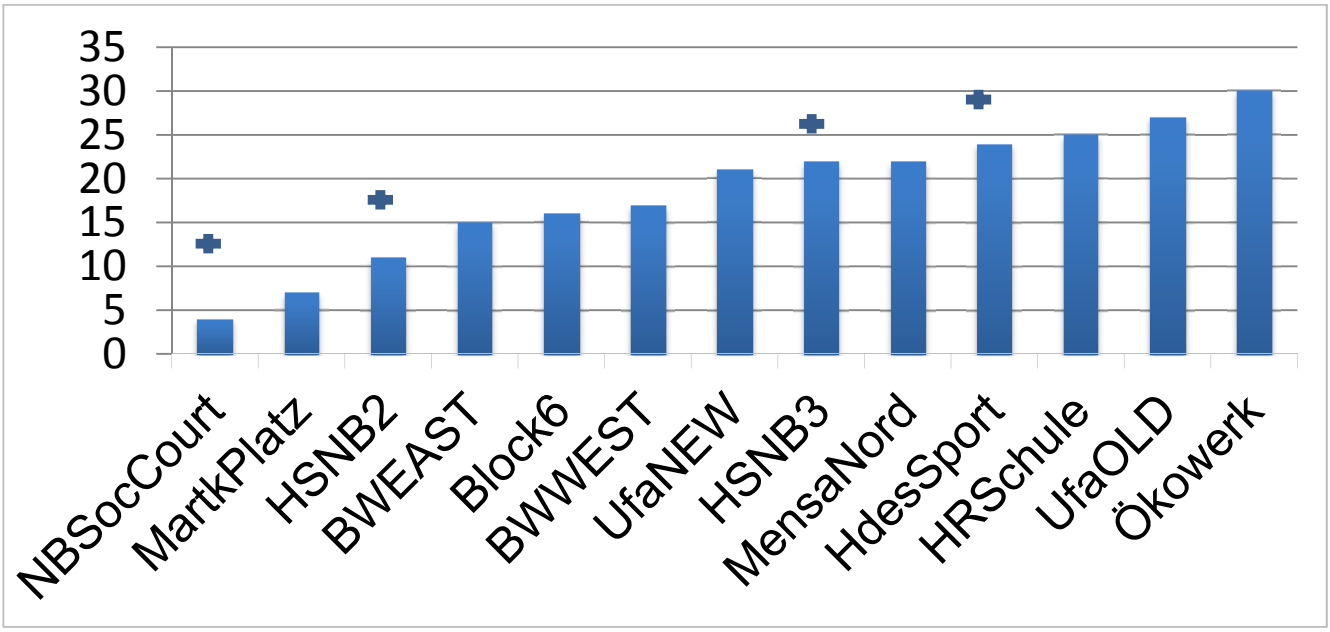


Abb. 3: Pflanzenvielfalt 2013 im Vergleich Berlin und Neubrandenburg, in der gleichen Reihenfolge staffelt sich die gefundene Vielfalt an Tieren (Insekten- und Spinnentiere)

Faunistische Auswertung der Becherfallen

Die wöchentliche Exposition war ein Kompromiss zwischen trockenfallen und durch Niederschlagswasser überlaufenden Fallen. Die Abb. 4 zeigt einen exemplarischen Setzkasten mit den präparierten Tierbeständen der Dachflächen. Interessant war die erstaunliche Wildbienendichte auf diesen Extensivdächern. In Berlin und Neubrandenburg wurden 54 Bienen-, 63 Spinnen- und 62 Käferarten bestimmt. Die Ameisen-Abundanz war mit 662 Individuen hoch, die Diversität mit nur 5 Arten sehr gering.

Die Abb. 5 bestätigt, dass eine hohe floristische Vielfalt auch eine hohe Vielfalt an Tieren zur Folge hat.

Abb. 4: Setzkasten mit präparierten Bienen

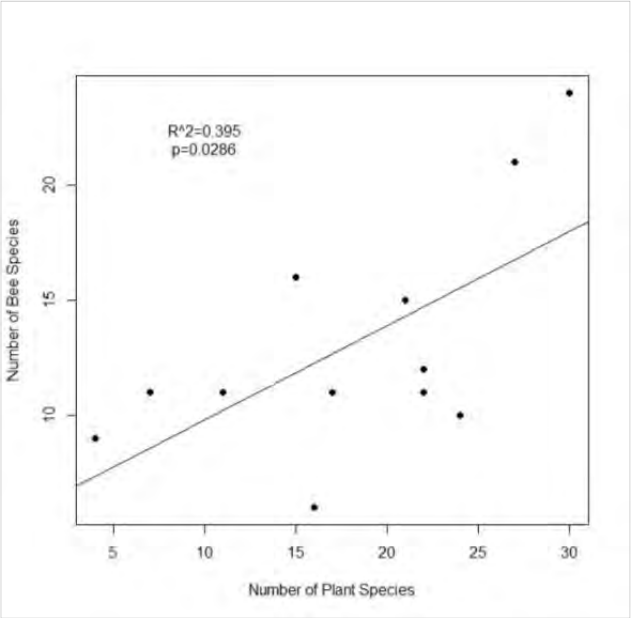


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Anzahl der Pflanzenarten und Anzahl der Bienenarten

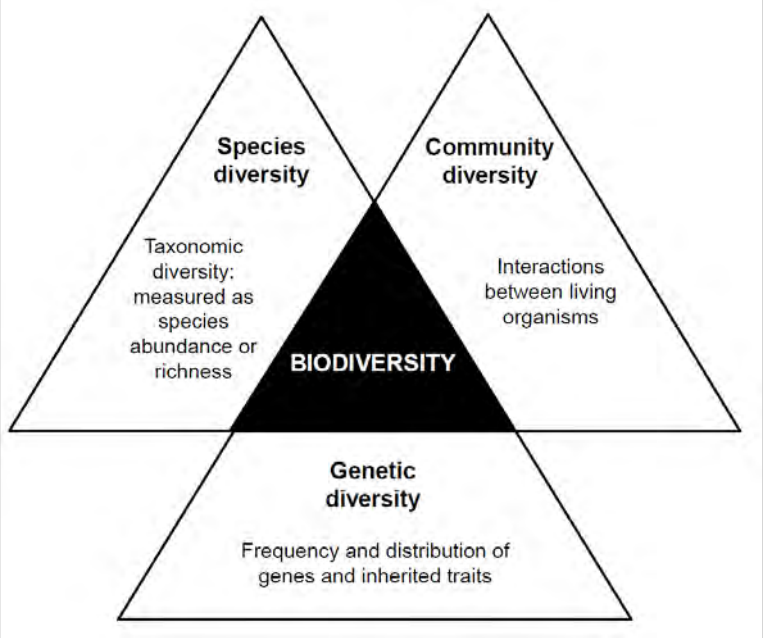


Abb. 6: Komponenten der Biodiversität

Verfolgt man das Ziel, biodiverse Dächer anzulegen, muss auf die drei in Abb. 6 genannten Aspekte Wert gelegt werden. Zunächst die Artenvielfalt, die in dieser Arbeit hervorgehoben ist, dann die Gesellschaftsvielfalt, die in der Regel mit unterschiedlichen Kleinstandorten einhergeht, sowie die genetische Vielfalt, etwa lokale Besonderheiten und/oder Varietäten.

Die Möglichkeiten, auf Dachlandschaften die urbane Pflanzen- und Tiervielfalt zu erhöhen, sind noch lange nicht voll ausgereizt. Im Rahmen von Studierendenprojekten (s. Abb. 7 und 8) werden auf dem Dach der Hochschule Neubrandenburg mit dem Anbau besonderer Gemüsesorten, als Beitrag zum urbanen Gärtnern und auch durch die Anlage von Hochbeeten und dem Einbau von Totholz als Versteckmöglichkeiten für wildlebende Organismen exemplarisch Beispiele zur Erhöhung der Biodiversität umgesetzt.

Abb. 7 und 8: Beispiele zur Erhöhung der Diversität auf Dächern der Hochschule Neubrandenburg

Langfristige Temperaturmessungen an extensiven Gründächern

Bauwerksbegrünung, Dachbegrünung, extensiv

Zusammenfassung

Seit 1999 bzw. 2001 sind auf den Gebäuden der Hochschule Neubrandenburg Extensivbegrünungen unterschiedlicher Bauweise vorhanden. Diese sind mit Sensoren ausgestattet, um die stadtklimatischen Effekte der Begrünung zu untersuchen. Da die Messanlage im Sommer 2018 komplett modernisiert wurde, war es sinnvoll eine Gesamtauswertung über diesen Zeitraum durchzuführen. Die langfristige Temperaturentwicklung innerhalb der Extensivbegrünung wurde mit einem Vergleichssensor in einem Kiesdach verglichen.
Über den Zeitraum von 20 Jahren ist ein Temperaturanstieg (Trendlinie) von ca. 1,5° im Kies und an den Vergleichspunkten oberhalb des Substrates und in 1m über dem Dach nachweisbar. Der Effekt des extensiven Gründachs besteht in einer geringfügigen Temperaturreduktion von 0,1° über diesen Zeitraum. Damit ist der Nachweis erbracht, dass Extensivbegrünungen einen nennenswerten stadtplanerischen Effekt erzielen können, der, angewandt auf alle begrünbaren Dachflächen einer Stadt, dem politischen Ziel einer Temperaturreduktion von etwa 2° deutlich nahe kommt. Planerisch ist etwa die Hälfte aller Dachflächen begrünbar. Führt man eine Begrünung an Fassaden mit ähnlichen Effekten weiter, ist die gewünschte Abkühlung von Städten allein mit der Gebäudebegrünung nahezu erfüllbar. Die Messungen werden kontinuierlich fortgeführt.

Problemstellung

Aktuell werden in der Klimadebatte Lösungen gesucht, wie dem Anteil des vom Menschen gemachten Klimawandels gegenzusteuern ist. Die Ursachen sind klar umrissen, wie großflächige Abholzungen tropischer Regenwälder, zunehmende Verstädterung mit entsprechend fortschreitender Bodenversiegelung, um nur zwei Fakten zu nennen. Was kann diesem fortschreitenden Trend in Städten entgegengesetzt werden?

Zwei Strategien werden diskutiert: Klimaanpassung (climate adaptation), entsprechende Pflanzenauswahl als eher passive oder eine Reduktion (climate mitigation), als eher aktive Maßnahmen. Mehr Vegetation in die Städte zu bringen ist als Strategie grundsätzlich empfehlenswert. „Bauen mit Grün – und damit die Reduktion des ökologischen Fußabdrucks“ sind Stichworte, die es mit Handlungsmaßnahmen zu unterstützen gilt.

Begrünte Dächer wurden bisher als eine Anpassungsstrategie gesehen, mit einer Auswahl trockenresistenter Pflanzen. Aber begrünte Dächer können auch zu einer Reduktion beitragen. Hierzu war es erforderlich auf eine langfristige Klimamessreihe zurückzugreifen, die bereits vor ca. 20 Jahren begonnen wurde. Diese Arbeit steht ergänzend zu den Arbeiten, die meistens aus sehr kurzfristigen Messungen Simulationen ableiten. Ziel war es, die Wirkungsweise von Gründächern langfristig nachzuweisen.

Material und Methoden

Auf den 1999 und 2001 neu errichteten Lehrgebäuden der Hochschule Neubrandenburg konnten bereits in der Bauphase die extensiv begrünten Dächer mit Messtechnik bauseits ausgestattet werden. U.a. wurde eine Klimastation durch die Fa. FuC Güstrow-Gülzow errichtet, die alle 10 Sekunden Messwerte liefert. Die Temperaturwerte wurden für die Auswertung zu 5 bzw. 15 Minutenwerten aggregiert und hieraus Tagesverläufe produziert, die wiederum zu einer Trendlinie über den gesamten Zeitraum zusammengeführt wurden.

Vergleichswerte auf der Basis von Stundenwerten stehen seitens des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Verfügung. Dafür wurden die Stationen Neubrandenburg-Trollenhagen seit 1996, bzw. Berlin-Tempelhof (ehemaliger Flughafen) seit 1951 herangezogen, um Veränderungen, in diesem Fall v. a. mit dem Blick auf einen möglichen Anstieg der Temperaturkurven, zu untersuchen. Es galt die These zu prüfen, wie weit Extensivbegrünungen dem allgemeinen Aufwärtstrend der letzten Jahrzehnte folgen.

Prof. Dr. Manfred Köhler, Koehler@hs-nb.de | Hochschule Neubrandenburg.

Die eigenen Messdaten wurden um Ausfallzeiten bereinigt und im Einzelfall mit Vergleichssensoren abgeglichen. Vergleichbare Einzelausfälle sind auch bei DWD Station gelegentlich zu verzeichnen.

Als Messausstattung wurden Klimatologie-Class – A-Sensoren verwendet, wie sie in der Meteorologie für Dauermessungen vorgeschrieben sind. Zu jedem Sensor gab es entsprechende Parallelmessungen, um alle Daten zunächst auf Plausibilität zu prüfen. Für die Auswertung wurde die Darstellung einer linearen Trendlinie verwendet. Alle anderen Anstiege, etwa eine exponentielle Erhöhung der letzten Jahre bedarf ausführlicher Begründungen und erhöht nicht das Verständnis.

Abb. 1: Gesamtansicht Klima-Messung Haus 2, Hochschule Neubrandenburg, August 2019

Ergebnisse und Diskussion

Zusammenfassend ist festzustellen, dass im gesamten Zeitraum über alle Jahre hinweg stetige Temperaturanstiege zu beobachten sind. Bei der Station Berlin-Tempelhof gab es jährlich einen Anstieg der Lufttemperatur von 8,7°C (1951) auf 10,8°C (2017).

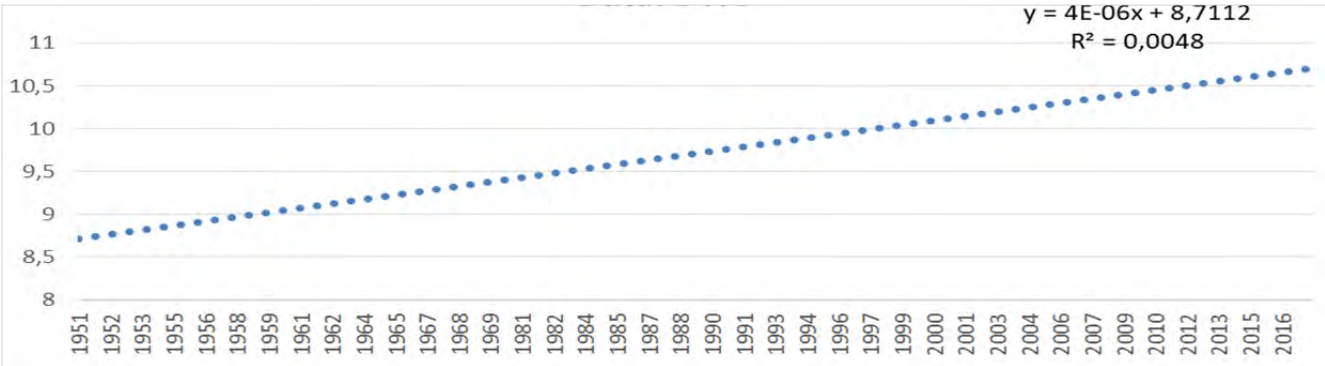


Abb. 2: Trendlinie der Lufttemperatur in °C in 2 Meter Höhe, Berlin-Tempelhof 1951-2017, basierend auf dem Stunden-Datensatz mit n= 289.747 Werten, Quelle DWD

Lufttemperaturanstiege sind auch an den Stationen in Neubrandenburg-Trollenhagen, aber auch auf der eigenen Messstation auf dem Gebäudedach in 1 m Höhe über dem Gebäude (bei den Vergleichstemperaturen direkt über dem Gründach bzw. dem Kiesdach) nachweisbar.

Dagegen wurde ein überraschendes Ergebnis im Vergleich der Messwerte innerhalb der Begrünung bzw. dem Vergleichs-Kiesdach festgestellt (s. Abb. 3). Während in den vergangenen 20 Jahren die Temperatur im Kiesdach von 10,6°C auf 11,9°C, also um 1,3°C anstieg, war die Temperatur im Gründachsubstrat sogar um 0,1°C niedriger, konkret mit einer Absenkung von 11,35°C auf 11,25°C. Der Effekt dieser Begrünungsform macht über den gesamten Untersuchungszeitraum mehr als 1,5°C aus. Die Ursache dafür liegt im Pflanzenbewuchs, der über die Jahre auf dem Dach üppiger wurde sowie in dem gespeicherten Wassergehalt des Bodens. Die etwa 50% des zurückgehaltenen jährlichen Niederschlags verdunsten aus dem Gründachsubstrat heraus und tragen somit zur Kühlung bei. Die Veröffentlichung mit der kompletten Darstellung der Ergebnisse ist beim Autor erhältlich.

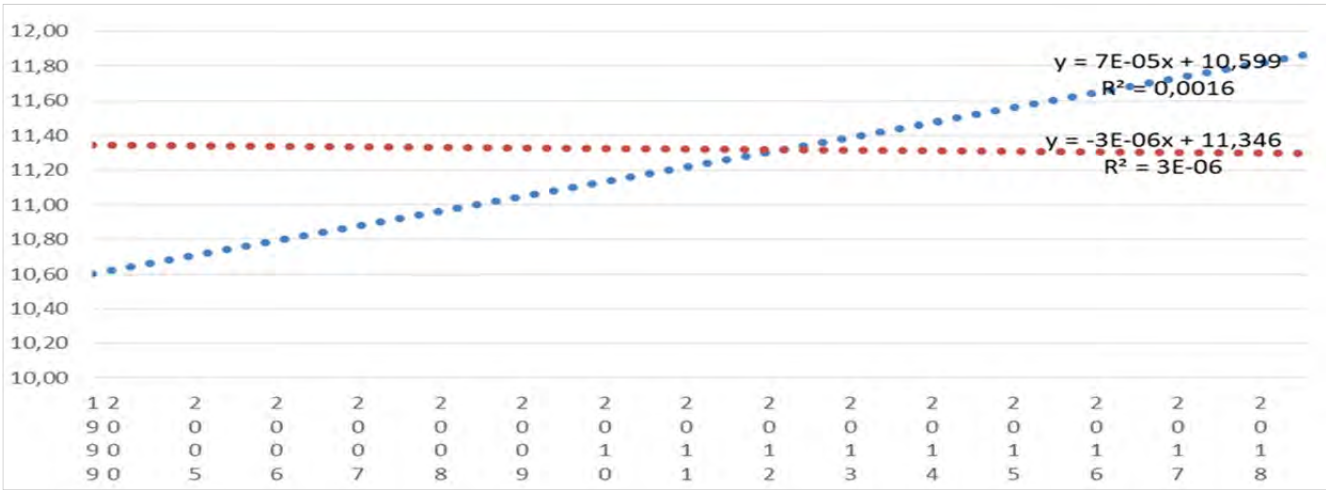


Abb. 3: Trendlinie der Temperaturen innerhalb des Gründachs (rot) bzw. innerhalb des Kiesdachs (blau) für den Zeitraum 1999-2018

Was bedeuten die Ergebnisse dieser Untersuchung klimapolitisch?

-Diese Wirkung kann noch verbessert werden, wenn es sich um ein „bewässertes Gründach“ handeln würde, also Zusatzwasser in Trockenphasen, wenn das Extensivdach bereits ausgetrocknet ist und eine geringere Verdunstungsleistung aufweist.

-In dieser Untersuchung handelt es sich um ein Sedum-Moos-Kräuter Dach. Mit einer üppigeren Vegetation z.B. aus Gräsern, hohen Kräutern und ggf. Gehölzen, ist eine weitere Optimierung möglich. Sicherlich ist das eine Spekulation, aber der Wert könnte, konservativ geschätzt, den 2 Grad Wert erreichen.

-Klimapolitisch wird als Lösung das „2 Grad-Ziel“ verfolgt. Mit einer extensiven Dachbegrünung ist das für relevante Teile der bebauten Stadt erreichbar. Gründächer als Flächenressource Klimaschutz – 2-Grad Ziel zu planen ist mit geringem Aufwand auf etwa 50% der Dachflächen einer Stadt möglich.

-In Analogie gilt das auch für begrünte Fassaden. Aktuell ist maximal nur etwa 1% der Fassadenflächen überhaupt begrünt. Die Fassadenflächen in Städten überschreiten deutlich, je nach Bautyp die in Anspruch genommene Grundfläche.

-In geeigneten Maßnahmenpaketen einer optimierten, klimagerechten Gebäudebegrünung ist in Verbindung mit anderen Maßnahmen, etwa weiteren Baumpflanzungen, wo es möglich ist, die gewünschte Temperaturabsenkung in Städten mit relativ geringem finanziellen Aufwand möglich.

Bewässerte Gründächer als Beitrag zur Regenwasserbewirtschaftung

Bauwerksbegrünung, Dachbegrünung, extensiv, Wasser

Zusammenfassung

An der Hochschule Neubrandenburg werden seit 1999 Versuche zur extensiven Dachbegrünung durchgeführt. Im Rahmen der Beteiligung an zwei Forschungsvorhaben, KURAS (Konzepte urbaner Regenwasser Abwasser Systeme) vom PTJ und anschließend „Bewässerte Gründächer" als BBSR-Projekt Im Rahmen von Zukunft Bau, wurde der Frage nachgegangen, in wie weit die positiven ökologischen Wirkungen sich durch die zusätzliche Bewässerung mit Regenwasser zu einer Win-Win Situation sowohl für die Regenwasserbewirtschaftung als auch für die Gründächer mit einem besseren Wachstum führen kann.

Es wurden auf wiegenden Dachlysimetern unterschiedliche Aufbauvarianten getestet.

Als Ergebnis wurde festgestellt, dass, mit geringem Mehraufwand für entsprechende Drainschichten, deutlich größere Niederschlagsmengen gespeichert, über einen längeren Zeitraum für die Pflanzen produktiv abgegeben und gleichzeitig die Kanalsysteme der Stadtentwässerung entlastet werden.

Zu beachten ist allerdings, dass ein höherer Bewuchs auch einen höheren Pflegeaufwand, etwa beim Schnitt zur Folge hat. Auch in Trockenphasen ist entsprechend Wasser bereitzuhalten. Berechnungen zeigten, dass Gründächer als eine Maßnahme in einem ganzen Mix mit weiteren Maßnahmen, den gewünschten Entlastungseffekt am Beispiel der Berliner Siedlungswasserwirtschaft haben.

Problemstellung

Zunehmende Verstädterung bedeutet in der Regel weitere Flächenversiegelung und damit verbunden ein schnellerer Ablauf des Niederschlagswassers. Seit Jahren werden Konzepte zur Regenwasserbewirtschaftung gesucht. Ziel ist es, Niederschlagswasser auf den Grundstücken zu halten und möglichst dort entweder zu nutzen, etwa für die Toilettenspülung oder für Garten- und Gründachbewässerungen. Die Bewässerung hätte dann noch den Effekt, Verdunstungskühlung durch die Evapotranspirationsleistung der Pflanzen zu erzeugen.

Extensive Gründächer können etwa die Hälfte des Jahresniederschlags speichern und verdunsten. Die klimawirksame Verdunstungsleistung wird aber vor allem im Sommer benötigt, wenn auf den Flächen wegen mangelnden Niederschlags zumindest in Teilen Deutschlands sommerliche Trockenheit herrscht. Regenwasserbewirtschaftung ist hier ein Lösungsansatz, zwischengespeichertes Regenwasser kann in Trockenphasen zur Bewässerung auch von Dachflächen eingesetzt werden, das kann die Verdunstungsleistung steigern, kommt dem Bewuchs zugute und hat stadtklimatische Vorteile. Eigene, vorangegangene Lysimeteruntersuchungen bestätigen, dass extensiv begrünte Dächer etwa 3 Liter/m² verdunsten können. Höherer Bewuchs, etwa aus großblättrigen Stauden bestehend, aber auch Grasbestände können bis zum Doppelten verdunsten. Das kann planerisch im Rahmen der Strategie zur „Blau-Grünen Infrastruktur" eingesetzt werden und sollte hier mit Aufbauvarianten zur Extensiven Dachbegrünung quantifiziert werden.

Material und Methoden

Auf dem Dach der Hochschule Neubrandenburg sind Lysimeter unterschiedlichen Typs seit 1999 im Einsatz. Sie bestehen im Wesentlichen aus witterungsgeschützt eingebauten Digital-Präzisionswaagen, die so mit einer Datenaufzeichnung verbunden sind, dass Gewichtsänderungen, sei es durch den Eintrag des Niederschlags oder der Bewässerung oder durch die Wasserabgabe, etwa durch die Verdunstung zeitgenau registriert werden können.

Prof. Dr. Manfred Köhler, Koehler@hs-nb.de, M. Schmidt, F. Wolff | Hochschule Neubrandenburg

Bewässerte Gründächer als Beitrag zur Regenwasserbewirtschaftung

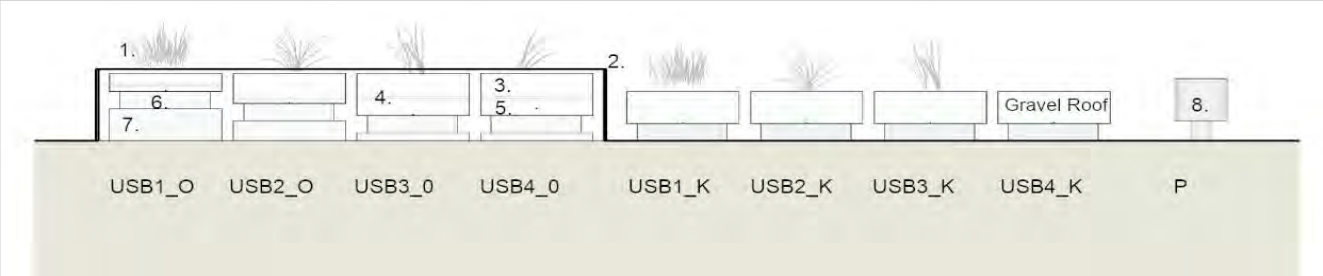


Abb. 1: Lysimeteranlage mit unterschiedlichem Aufbau, die Referenzgröße ist ein Kiesdach

Der Versuchsaufbau ist in Abb. 1 erläutert. Die Substrate sind typische Extensivsubstrate nach FLL, die von der Fa. Optigrün zur Verfügung gestellt wurden. Die Drainmaterialien sind in Aufbaustärken zwischen 1 und 10 cm verwendet. Bei der 10 cm Variante USB4_0 handelt es sich um ein Speichervolumen, das mit einem Docht zur Wasserversorgung der darüber liegenden Substratschicht ausgestattet ist. Die Vergleichsfläche USB4_K ist eine typische Kiesschüttung, wie sie vielfach im Flachdachbereich verwendet wird.

Der Bewuchs ist auf allen Flächen gleich angelegt, eine Mischung aus Sedum-Sorten, Gräsern und einigen Kräutern. Parallel werden diverse Niederschlagssammler in der Klimastation Lambrecht betrieben, die sekundengenau den ankommenden Niederschlag in Menge und Intensität erfassen. Diese Versuchsserie erfolgte in den Jahren 2017 und 2018. Beide Jahre waren klimatisch betrachtet extrem und sehr unterschiedlich. Während der Sommer 2017 als der heißeste seit Beginn der Klimaaufzeichnungen beschrieben wird, zeichnete sich der Sommer 2018 durch seine extreme Trockenheit aus. Für die hier geplanten Untersuchungen reichten die natürlichen Niederschläge nicht, in den Trockenphasen wurden Starkregenereignisse mittels künstlicher Bewässerung nachgebildet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Abb. 2 zeigt solch ein künstliches Bewässerungsereignis mit ca. 30 mm Niederschlag auf den Probeflächen nach einer längeren Phase des kompletten Austrocknens. Es ist der Zeitraum 7. bis 20. August 2018, am 15. August wurde ein kleines Regenereignis mit ca. 4 mm registriert wie die Abb. 2 zeigt. Die blaue Linie ist die Kiesfläche, von ihr läuft der Niederschlag schon während der Applikation ab. Die dicken Drainlagen können die komplette Niederschlagsmenge speichern. Nach dem Starkregen, bei weiterhin warmem Wetter liegt die Verdunstungsleistung aus Substrat und Pflanzen bei maximal 5 mm. Die Verdunstungsleistung geht über die Tage dynamisch zurück, reicht bei der Dicken Substratlage noch für eine Grundversorgung bis zum 20. August.

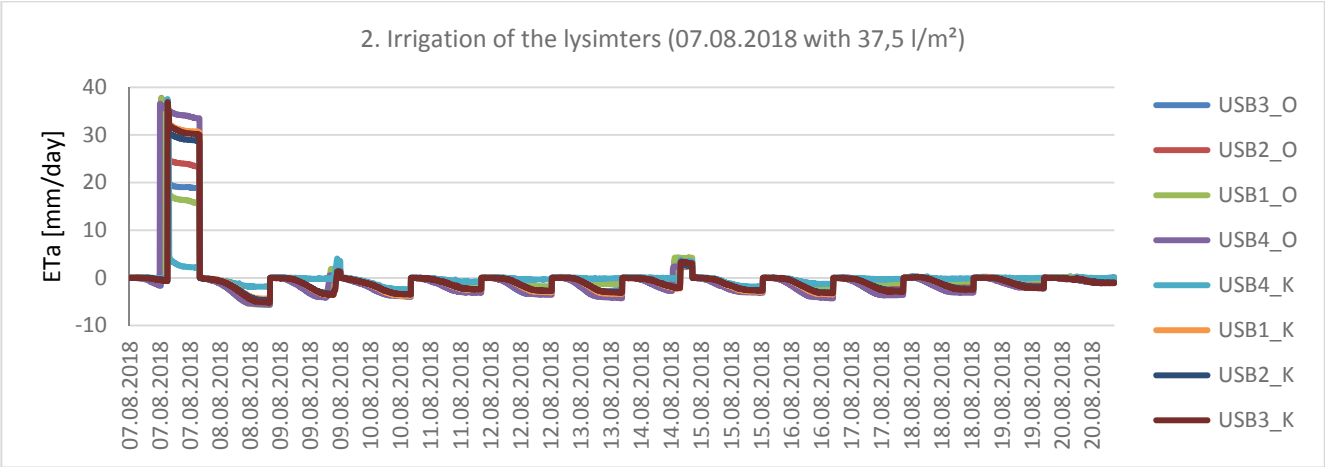


Abb. 2: Beispiel für einen Bewässerungsversuch und die langsame Abgabe von Wasser aus dem System

Prof. Dr. Manfred Köhler, Koehler@hs-nb.de, M. Schmidt, F. Wolff | Hochschule Neubrandenburg

Die Abb. 3 erläutert dieses dynamische Ablaufverhalten im Detail für die Aufbauvarianten. Diese Ergebnisse sind als Basis für die Anpassung von Berechnungsmodellen des Wasserrückhaltes und der Grundstücks-Entwässerungsplanung mittels Programmen zu sehen.

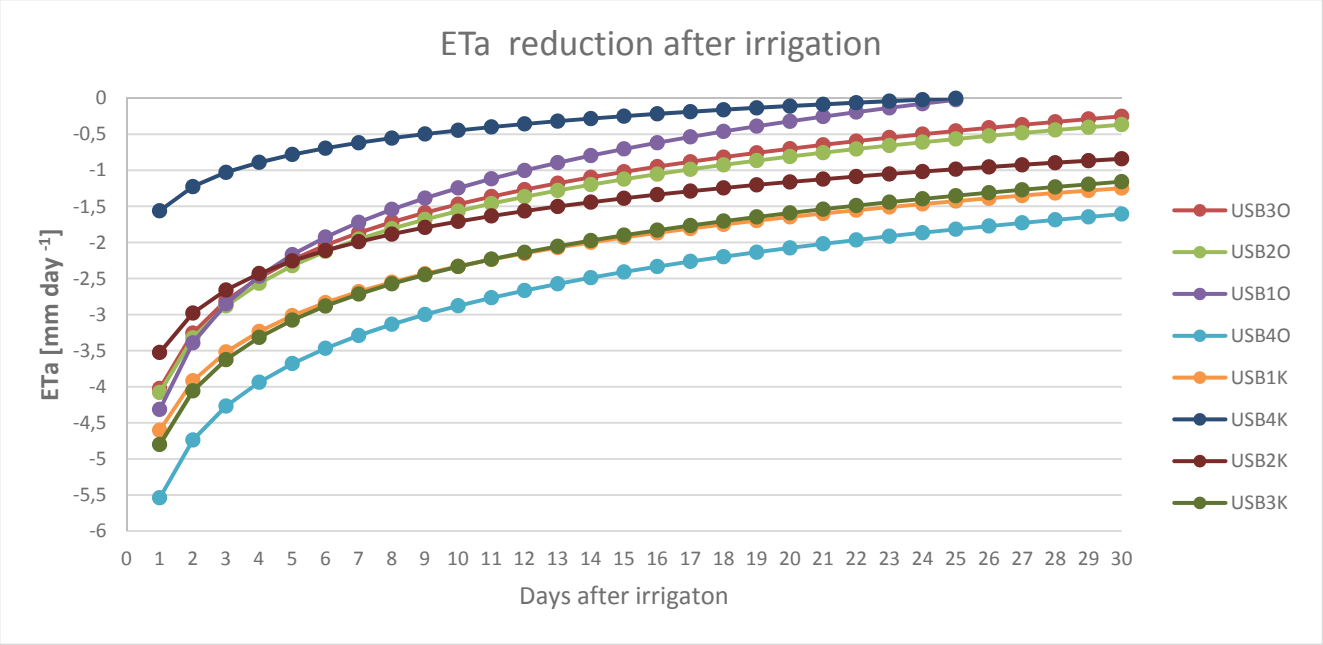


Abb. 3: Die tägliche Wasserverdunstung aus den Lysimetern nach einer Vollsättigung mit 30 mm

Sommerliche Überlaufsituationen im Gebiet der Mischwasserkanalisation Berlins ergeben immer wieder Eutrophierungsbelastungen in den stadtnahen Oberflächengewässern. Begrünte Dächer, die für den Wasserrückhalt optimiert gebaut werden, können hier mit einem geringen finanziellen Aufwand enorme Entlastungen bei den möglichen zukünftig noch stärkeren sommerlichen Regenereignissen bieten. Gründächer bieten zwei Ansätze: Zusätzliches Speichervolumen und höhere Verdunstungsleistung durch die richtige Pflanzenauswahl. Ein intelligenter Umgang mit dem Speichervolumen, auch um ggf. längere Trockenphasen, die zumindest im Berliner Raum typisch sind, schaffen die Möglichkeiten für zukünftig heftigere Niederschlagsereignisse und auch längere Trockenphasen gerüstet zu sein.

Düngung von Nahrungspflanzen auf Systemen zur Dachbegrünung

Dachbegrünung, extensiv, Düngung

Zusammenfassung

Extensive Dachbegrünungen können mit verschiedenen Bewässerungstechniken auch zur Nahrungsmittelproduktion umgestaltet werden. An der LWG wurden verschiedene Düngerarten und Düngerstufen mit unterschiedlichem Gemüse auf Dachmodellen und Kisten getestet. Bei der Düngung über die Bewässerung können sich die Pflanzen am besten entwickelten und die höchsten Erträge erzielt werden. Bei der Düngung über das Substrat gab es kaum Unterschiede in der Pflanzenentwicklung zwischen organischer und mineralischer Düngung. Dort muss lediglich die Nährstoffversorgung auch über die Bewässerung gewährleistet werden. In trocknen Sommern werden so bei der Düngung über die Bewässerung die höchsten Erträge erzielt.

Problemstellung

Herkömmliche extensive Dachbegrünungen (nach FLL-Richtlinie) eignen sich nach der Umgestaltung mit Zusatzbewässerung und Düngung auch für Produktion von Gemüse. An der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau in Veitshöchheim (LWG) wurde dies über fünf Jahre lang untersucht. Laut Empfehlung werden auf extensiv Begrünten Flachdächern lediglich 5 g Stickstoff je Quadratmeter und Jahr ausgebracht. Für eine optimale Entwicklung von Gemüsepflanzen wurde in Versuchen festgestellt, dass diese extensive Düngergabe für optimale Erträge nicht ausreicht und nach Bedarf bis zu 30 g Stickstoff je Quadratmeter nötig sind. In den Versuchen mit Gemüse auf Dachsubstrat an der LWG wurde meist mineralischer Dünger verwendet. Beim Urban Gardening von Privatverbrauchern und Initiativen ist allerdings auch regelmäßig von der Motivation zur organischen Düngung zu hören. Bisher wurde allerdings auf den Dachsubstraten für extensive Begrünungen kaum der Einsatz von organischen Düngern bei der Produktion von Nahrungspflanzen untersucht. Deshalb sollen sowohl verschiedene Düngerarten (mineralisch, organisch, flüssig) und Düngerstufen (ohne, extensiv, intensiv) untersucht werden. Neben verschiedenen Arten sollen auch Mischpflanzungen untersucht werden.

Material und Methoden

Im Sommer 2018 wurden an der LWG zwei Versuche mit unterschiedlichen Düngern auf Dachsubstraten zur Nahrungsmittelproduktion durchgeführt. Ein Versuch auf Dachmodellen erhielt drei Varianten mit verschiedenen Düngerarten bei einer Mischpflanzung „italienische Arrabbiata“. Im Kistenversuch wurden Namenia (Rübstielmus) und Spinat mit neun verschiedenen Düngerstufen und Düngerarten getestet. Bei beiden Versuchen wurden die Vitalität und der Ertrag der Pflanzen erfasst.

Die 12 Dachmodelle zu je etwa 4m² wurden einem Dachaufbau entsprechend nachgebaut. Neben einem leichten Gefälle enthielt jede Variante 8cm herkömmliches Dachsubstrat für extensive Einschichtbegrünungen. Alle drei Varianten wurden mit einer Kreislaufbewässerung betrieben. Jede Parzelle hatte einen Auffangbehälter unter dem Modell und eine Pumpe zur Zurückführung in den Wasser- und Düngerbehälter. Dort wurde dann das Frischwasser in den Kreislauf hinzugegeben. Die Mischung wurde mit Chili 'De Cayenne', Tomaten 'Principe Borghese' (frühe Buschtomate) und Paprika 'Sweet Dreams' bepflanzt. Dazwischen wurden Karotten ('Ochsenherz') und italienische Kräuter gesät (s. Abb. 1, 2 und 3).

Variante 1 erhielt mineralischen Dünger über das Substrat, Variante 2 organischen Dünger über das Substrat und Variante 3 mineralischen Dünger über die Bewässerung (s. Tab. 1). Bei allen Varianten wurden Tropfschläuche eingesetzt. Bei Variante 3 wurden diese durch den Einsatz eines neuen Bewässerungssystems unter dem Substrat ausgebracht. Variante 3 erhielt außerdem eine Drainagematte (25mm).

Florian Demling, florian.demling@lwg.bayern.de | Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim

Düngung von Nahrungspflanzen auf Systemen zur Dachbegrünung

Dachbegrünung, extensiv, Düngung

Abb. 1: Mischung Var. 1, mineralisch über Substrat

Abb. 2: Mischung Var. 2, organisch über Substrat

Abb. 3: Mischung Var. 3, mineralisch über Bewässerung

Aufgrund der ausreichenden Versorgung von Phosphor, Kalium und Magnesium über das Substrat wurde ausschließlich Stickstoff in Höhe von 30g/m² bei allen Varianten gedüngt. Bei Variante 1 und 2 wurde eine Grund- und Kopfdüngung durchgeführt. Bei Variante 3 wurden sechs Düngegaben über den Versuchsverlauf von Mai bis Juli verteilt (s. Tabelle 1). Es wurden zweimal Substrat- und Gießwasserproben genommen und analysiert. Es wurden etwa 600 bis 700 l/m² Frischwasser verbraucht.

Tab. 1: Varianten und Düngung auf den Dachmodellen

	Var. 1. mineralisch Granulat / Substrat / Tropfschläuche (4 Reihen, TA 30 cm) +mineralischer Stickstoffdünger über Substrat	**Var. 2. organisch Granulat** / Substrat / Tropfschläuche (4 Reihen, TA 30 cm) + organischer Mehrnährstoffdünger über Substrat	**Var. 3: mineralisch-Flüssig** / Drainagematte (25 mm) / Bewässerungsmatte aus Bändchengewebe mit Tropfschläuchen (3 Reihen, TA 50 cm) / Substrat + mineralischer Mehrnährstoff-dünger über Bewässerung
Düngung je Parzelle			
30.05.2018	176 g ENTEC 26 176 g Ammonium-sulfatsalpeter	904 g Biosol SW	562 g Ferty 2
11.06.2018	-	-	562 g Ferty 2
20.06.2018	-	-	562 g Ferty 2
27.06.2018	176 g ENTEC 26 176 g Ammonium-sulfatsalpeter	904 g Biosol SW	562 g Ferty 2
05.07.2018	-	-	562 g Ferty 2
12.07.2018	-	-	562 g Ferty 2

Beim zweiten Versuch mit verschiedenen Düngern wurden 24 Kisten zu je 40 cm x 60 cm aufgestellt und in drei Wiederholungen mit 8 Varianten eingeteilt (s. Tab. 2). Es wurden noch 2 Schalen für Variante 9 mit Topfsubstrat aufgestellt. Alle Kisten wurden mit einem Regner mehrmals täglich bewässert. Es wurden Namenia (Rübstielmus) und Spinat im Sommer 2018 angebaut (s. Abb. 4).

Abb. 4: Kistenversuch mit Spinat am 10.09.2018

Tab. 2: Dünger-Varianten im Kistenversuch mit Spinat und Namenia

Var.	Düngergabe		Entspricht g N/m²	Zusammen-setzung Dünger			Düngerart
	Düngung	Düngung		N	P	K	
1	0 g	0 g	0 g	0	0	0	Ohne
2	4,6 g ENTEC 26	0 g	5 g N/m²	26	0	0	Mineralisch
3	9,2 g ENTEC 26	9,2 g ENTEC 26	20 g N/m²	26	0	0	Mineralisch
4	16 g Ferty 2	16 g Ferty 2	20 g N/m²	15	5	15	Mineralisch, Wasser
5	17 g Biosol SW	0 g	5 g N/m²	7	1	1	Organisch
6	34 g Biosol SW	34 g Biosol SW	20 g N/m²	7	1	1	Organisch
7	68,5 Kleepura	68,5 Kleepura	20 g N/m²	3,5	0,8	3,4	Organisch
8	30 g Orgapur	30 g Orgapur	20 g N/m²	8	6	6	Organisch
9	Keine / Topfsubstrat	Keine / Topfsubstrat	0	0	0	0	Ohne

Ergebnisse und Diskussion

Die Vitalität von Tomaten auf den Dachmodellen wurde überwiegend positiv bewertet (s. Abb. 5). Bei allen Varianten gab es teils Mängel von einzelnen Pflanzen mit bis zu 20%. Mit sehr guter Vitalität wurde die Tomate bei Variante 3 beschrieben. Die Vitalität der Kräuter auf den Dachmodellen wurde lediglich mit rund 30% mit guter Vitalität benannt. Die Vitalität war auch dort bei allen Varianten sehr ähnlich (s. Abb. 6).

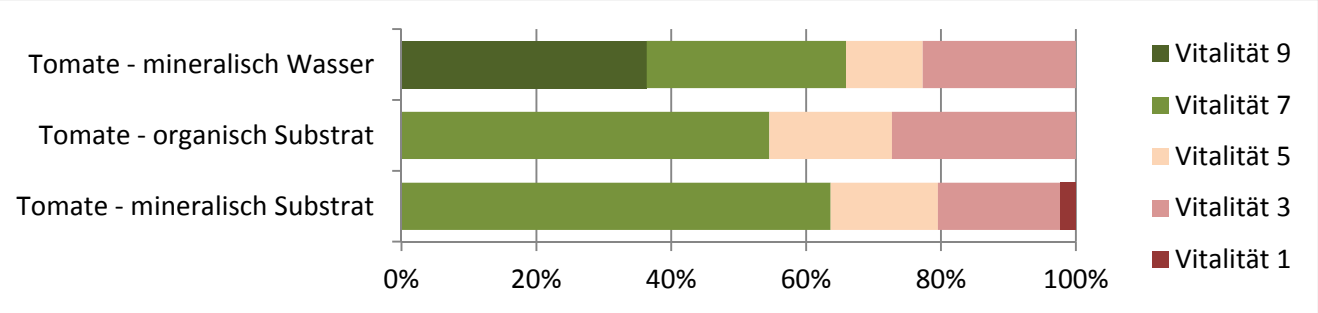


Abb. 5: Vitalität von Tomaten ‚Principe Borghese' in der Arrabbiata-Mischpflanzung bei unterschiedlichen Anbausystemen auf Dachmodellen (1=starke Mängel, 3=Mangelerscheinungen, 5=geringe Mängel, 7=gute Pflanzenentwicklung, 9=hervorragende Pflanzenentwicklung, n=144)

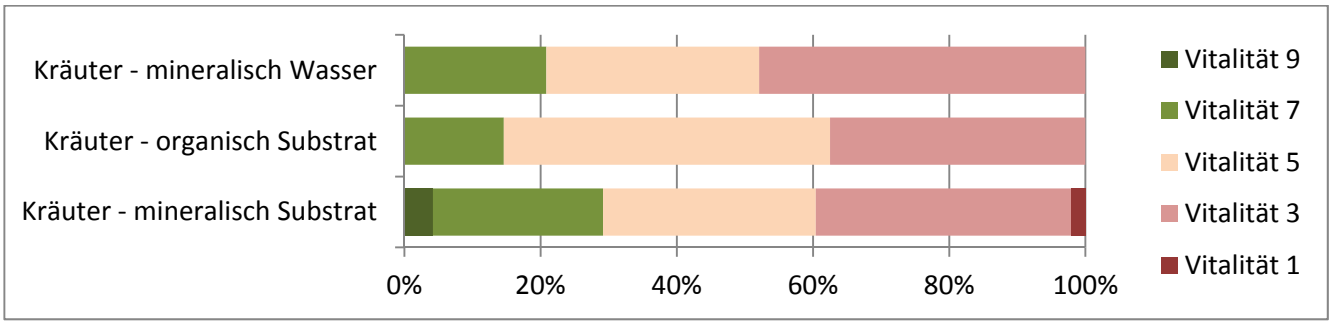


Abb. 6: Vitalität von gesäten Kräutern in der Arrabbiata-Mischpflanzung bei unterschiedlichen Anbausystemen auf Dachmodellen (1=starke Mängel, 3=Mangelerscheinungen, 5=geringe Mängel, 7=gute Pflanzenentwicklung, 9=hervorragende Pflanzenentwicklung, n=144)

Die Erträge von Paprika, Chili, Karotten und Kräutern lagen bei den Dachmodellen insgesamt bei rund 1kg/m² und unterschieden sich kaum zwischen den Varianten. Bei den Tomaten wurden wesentlich höhere Erträge festgestellt (s. Abb. 7). Bei Variante 3 (Düngung über Bewässerung) wurden im Mittel rund 10kg/m² geerntet. Der Tomaten-Ertrag bei Variante 2 (organisch über Substrat) war sogar etwas höher als bei Variante 1 (mineralisch über Substrat). Im Versuchsjahr 2018 kam es zu wenig Niederschlag. Die Verfügbarkeit des Düngers im Substrat kann beim Einsatz von Tropfschläuchen nicht ausreichend verfügbar gemacht werden. Bei der Düngung über die Bewässerung werden die Pflanzen direkt damit versorgt.

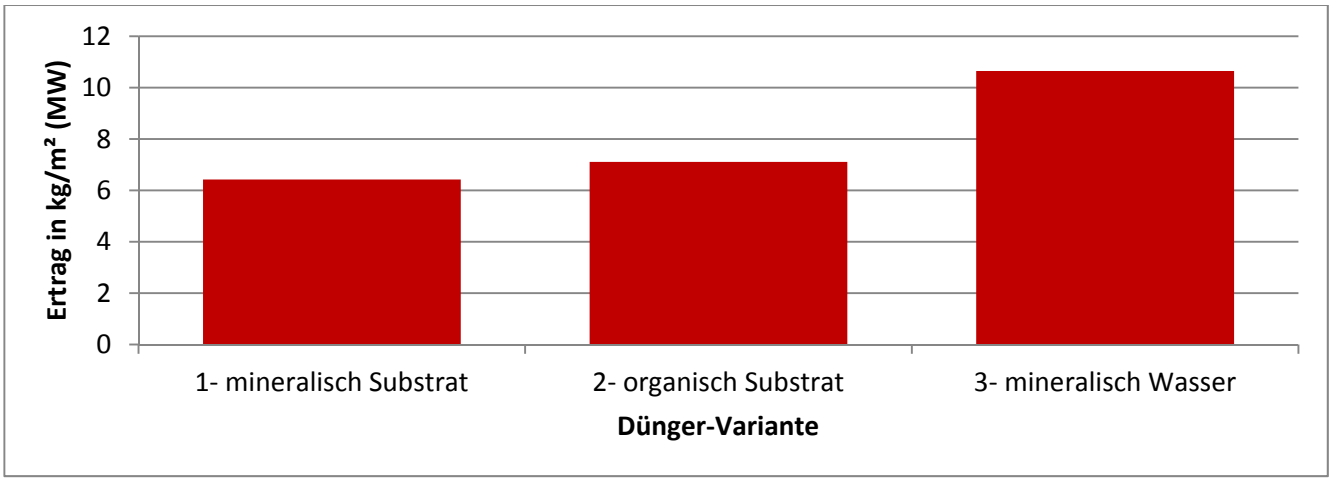


Abb. 7: Mittlerer Tomaten-Ertrag bei den Düngervarianten auf den Dachmodellen 2018

Sowohl bei Spinat als auch bei Namenia auf den Kisten wurden bei den Varianten ohne Düngung die schlechtesten Vitalitäten festgestellt (s. Abb. 8). Bei Variante 9 im Topfsubstrat wurden allerdings teils sehr gute Entwicklungen mit Vitalitäten der Boniturnote 9 kurz nach der Aussaat verzeichnet.

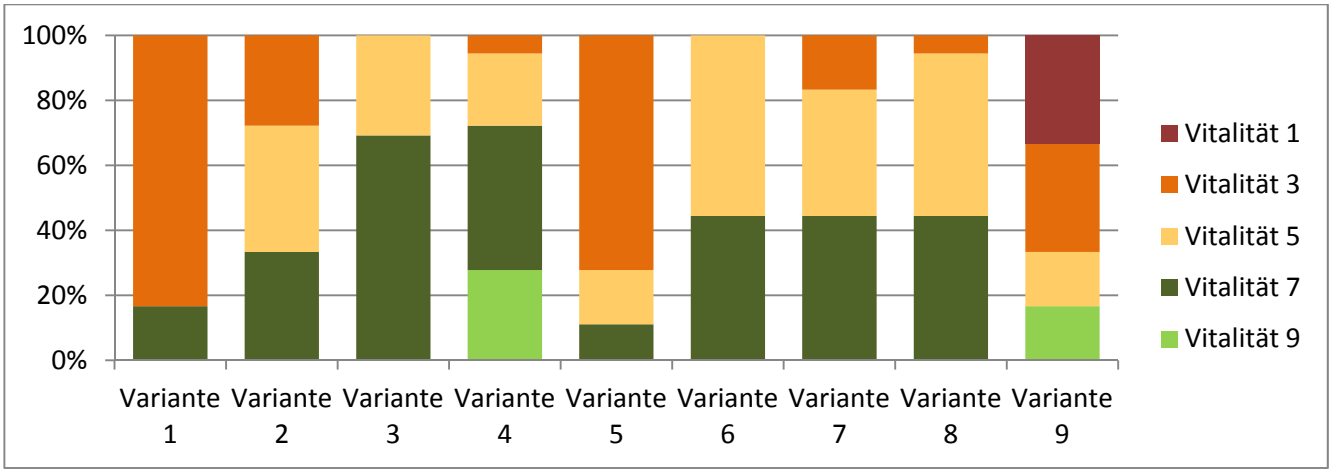


Abb. 8: Vitalität von Spinat bei den Kisten

Bei Variante 5 wurde beim Namenia/Rübstielmus ausschließlich Vitalitäten mit geringen oder stärkeren Mängeln festgestellt. Bei allen anderen Varianten gab es bei den Namenia-Pflanzen auch gute Entwicklungen. Variante 4und 6 waren mit über 30% der Boniturnoten mit guter Vitalität gekennzeichnet. Vor allem beim Spinat wurden keine Erträge ohne den Einsatz von Dünger erzielt. Durch eine höhere Düngung wurden auch höhere Erträge festgestellt. Auch auf den Kisten wurden kaum Unterschiede zwischen dem Einsatz von mineralischem Dünger und organischem Dünger über das Substrat festgestellt. Lediglich die Düngung in flüssiger Form führte zu wiederum höheren Erträgen bei den Pflanzen (s. Abb. 9).

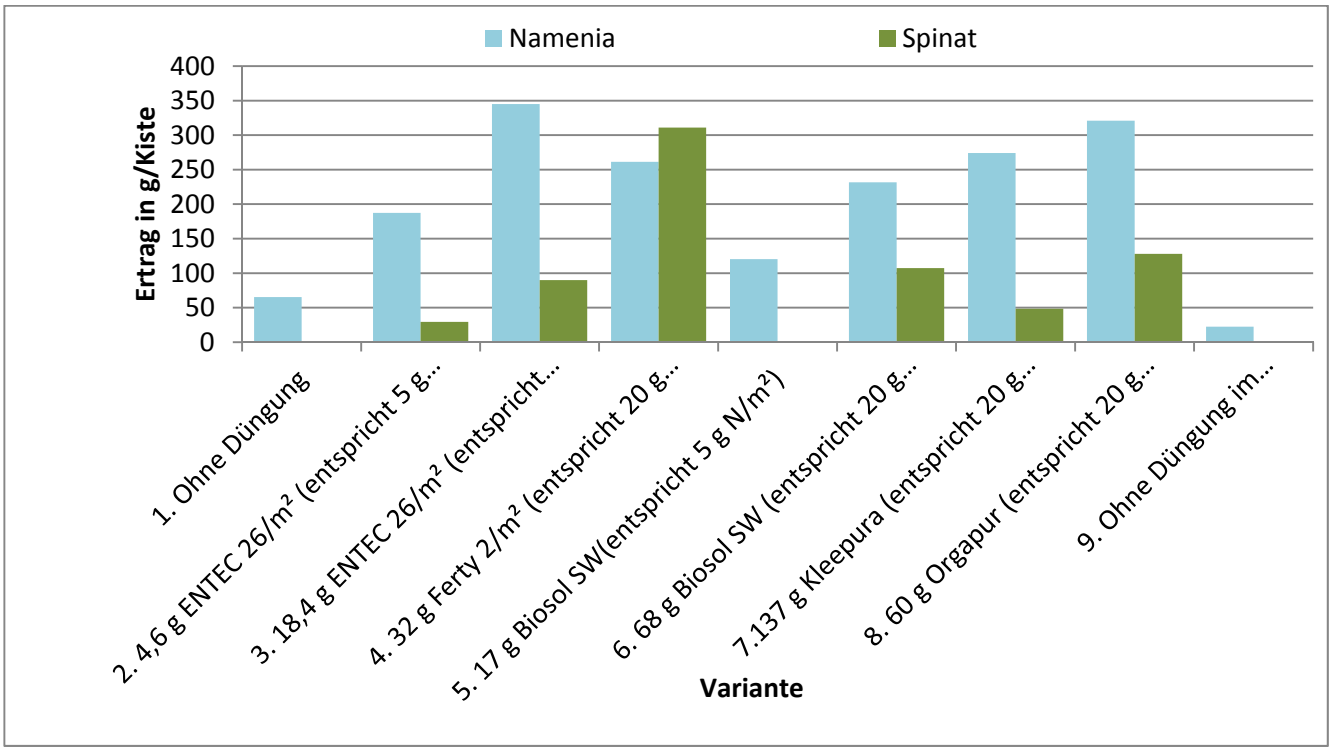


Abb. 9: Mittlerer Gesamtertrag von Spinat und Namenia/Rübstielmus bei den Varianten auf den Kisten

Modulare wandgebundene Begrünung von Außenwänden

Bauwerksbegrünung, Fassadenbegrünung, Pflanzenverwendung

Zusammenfassung

Seit 2011 werden modulare Wandbegrünungen unterschiedlichen Typs, etwa, Gabionenbauweisen, Modulare Element-Bauweisen sowie flächige Vliesbauweisen hinsichtlich der Pflanzenentwicklung untersucht. Die jährliche Bonitierung der Vitalität und der Vegetationsbedeckung werden als Indikatoren für den Erfolg der unterschiedlichen Varianten gewertet.

Pflanzen der Gattungen Heuchera, Geranium aber auch Sempervivum und Sedum haben sich als erfolgreich über diese Jahre erwiesen. War in den ersten Jahren ein hoher Nachpflanzungsbedarf zu verzeichnen, hat sich inzwischen eine Artenkombination eingestellt, die dauerhaft und langfristig als erfolgreich etabliert eingestuft werden kann. Diese Begrünungen sind möglich, stellen aber Anforderungen an fachkundige regelmäßige Pflege und Wartung. Das Jahr 2019 ist als abschließendes Untersuchungsjahr geplant.

Problemstellung

Für das umweltpolitische Ziel, dem urbanen Wärmeinseleffekt entgegenzuwirken, bieten Wandbegrünungen, auch bei zunehmender städtebaulicher Nachverdichtung, Möglichkeiten, auch kleine Flächen in die Stadt zur Verdunstungskühlung zu integrieren. Klassischerweise sind Kletterpflanzen eine gute Möglichkeit (s. Abb. 1). Allerdings sind diese für moderne Wandaufbauten meist nicht geeignet. Die klassischen Kletterpflanzenbegrünungen werden bei aktuellen Sanierungen und Nachverdichtungen häufig nicht wieder ersetzt (s. Abb. 2). Die hier getesteten modularen Wandbegrünungen lassen sich gebäudeangepasst umsetzen und ergänzen das Portfolio der grünen Infrastruktur, um interessante Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und nachträglichen biotischen Anreicherungen in Innenstädten einzubeziehen.

Die modulare Wandbegrünung kommt nicht ohne eine automatisierte Bewässerung und regelmäßige Kontrolle, Pflege und Wartung aus. Dafür kann mit dieser Methode ein vertikaler Garten etabliert werden, der ebenerdigen Begrünungen optisch ebenbürtig sein kann. Er verbindet die Effekte Lärm- und Staubbindung mit der Kühlleistung. Die Höhe des Effektes ist über die Art der Bepflanzung und Bewässerung steuerbar. Diese neue landschaftsgärtnerische Bauweise steckt im Vergleich zu Kübelbegrünungen noch in den Anfängen. Es wird von den Planern und Ausführenden an der Schnittstelle zur Architektur und Bauphysik umfassendes Wissen zwischen Gebäudedämmung und Pflanzenphysiologie abverlangt. Mit dem Versuchsaufbau an der HS Neubrandenburg liegen Erfahrungen aus der Etablierungsphase und von nunmehr 9 Jahren vor.

Abb. 1 und 2: Wartungsarme Wandbegrünung auf Klinkerfassaden und Blick in ein innerstädtisches Quartier.

Prof. Dr. Manfred Köhler, Koehler@hs-nb.de | Hochschule Neubrandenburg.

Abb. 3 und 4: Sieben verschiedene Vertikalbegrünungen im Innenhof der Hochschule, rechts ein vor dem Gebäude stehendes Gabionen-Modul aus 5 Teilelementen

Material und Methoden

Von den hier verwandten Firmenbauweisen stammen die meisten entweder aus Süddeutschland, Frankreich, Österreich oder den Niederlanden. Zunächst wurde der Versuch nach Firmenvorgaben aufgebaut und gemäß der Empfehlungsliste bepflanzt.

Die Elemente wurden auf der Nordseite eines Innenhofs montiert, eine weitere Gruppe an einem Gewächshaus der Hochschule, sowie an einer Außenfassade neben dem Eingangsbereich. Leider konnte die automatisierte Bewässerung ausschließlich an dem relativ harten Trinkwasser der Stadt angeschlossen werden. Eine Regenwasserversorgung wäre besser, um die Verkalkung der Anschlüsse zu reduzieren. Die Bewässerung arbeitet mittels Bewässerungsautomat, individuell auf die besonderen Erfordernisse der Begrünungen abgestimmt. Die Düngung erfolgt über ein zwischengeschaltetes Dosimeter. Die Bewässerung wird in der Frostphase zwischen November bis Ende März jährlich abgestellt, eine Notwässerung in sonnigen trockenen Wintertagen wird per Hand gewährleistet.

Ergebnisse und Diskussion

In Abb. 5 ist für die verwendeten 8 Grundelemente, mit jeweils zwei Elementen die Bedeckung der höheren Pflanzen und der Moosschicht im Verlauf von 4 Jahren dargestellt. Der Deckungsgrad zwischen 60% und 90% blieb auch in den Folgejahren relativ konstant. Der Ausfall einzelner Arten, etwa der hierin gepflanzten Nadelgehölze im trockenen Sommer 2018 konnte durch das Wachstum der Stauden geschlossen werden. Die Moosbedeckung der Module nimmt über die Jahre ständig zu, insbesondere die unteren Parzellen besitzen eine nennenswerte Moosdeckung von höher als 50%.

Die Erfahrungen der ersten Jahre zeigte, dass die Module tendenziell stärker als erforderlich bewässert wurden. Überschusswasser tropft ab. Der Indikator für zu hohes Wachstum ist z.B. am Auftreten von Lebermoosen auf der Oberfläche der Module auszumachen. Die Auswertung der Bewässerungsanzeigen ergab, dass die Module zwischen 3 und 8 l/m² bewässert wurden, wobei der Wert von 8 l generell zum Ablauf von Überschusswasser führte.

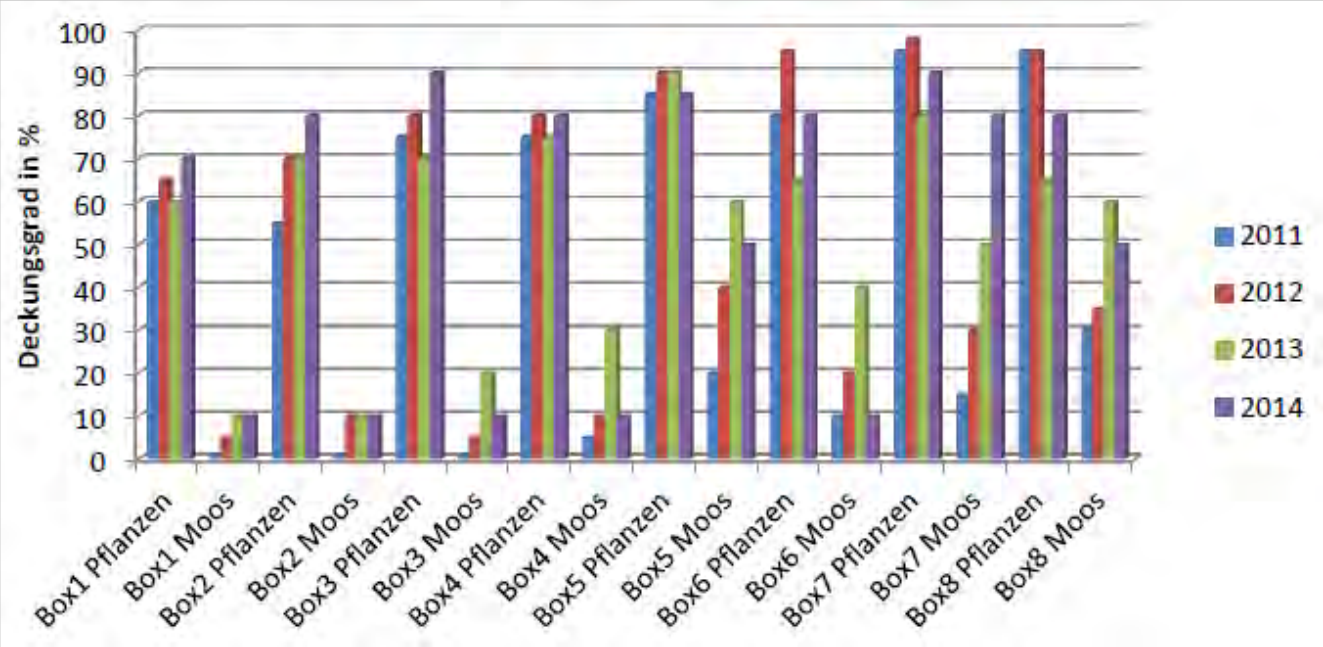


Abb. 5: Deckungsgrade der Modulboxen mit der jeweiligen Darstellung der Pflanzen und der Moosdeckung

Die wesentlichen Auswertungen basieren auf den ersten vier Untersuchungsjahren. In den Folgejahren bis 2019 war der Arbeitsaufwand erheblich reduziert. Es erfolgten nur vereinzelte Nachpflanzungen. Der Pflegeschnitt beschränkt sich auf ein bis zwei Termine im Jahr.

Auf die Frage, welches als bestes System hervorgegangen ist, gibt es keine klare Antwort. Während das Gabionen-System robust auf die Unterbrechung der Bewässerung reagierte, besitzt es den Nachteil, sich schlecht nachpflanzen zu lassen. Das Geovlies-Modul reagiert sehr empfindlich gegenüber einem Wasserausfall. Das Styropor–Modul ist durch die potentielle Brandgefahr sicherlich schwierig in der Konkurrenz zu den anderen am Markt zu platzieren. Aber es war in den Jahren bis 2019 das einzige ohne frostbedingten Pflanzenausfall.

Im bisherigen Zeitraum von etwa 10 Jahren mussten der Bewässerungscomputer und das Dosimeter zwischenzeitlich einmal ausgetauscht werden. Die Magnetventile und die Schläuche mit den Sprühköpfen sind weiterhin mangelfrei.

Bezüglich der Pflanzenauswahl gibt es eine kleine Gruppe von Gewinnerpflanzen in allen Systemen. Weitere Untersuchungen sollten sich auch auf die Sortimentserweiterung beziehen.

Vertikale Innenraumbegrünung und Aquaponic

Zusammenfassung

Die Hochschule Neubrandenburg und die Agrarfakultät USAMV in Cluj-Napoca führten gemeinsam ein zweijähriges DBU-Forschungsprojekt zur Entwicklung eines vertikalen „low-cost Hydroponic Sytems“ durch. Ziel war es eine leicht anwendbare Variante für Innenräume zu entwickeln und im Testbetrieb hinsichtlich Fischbesatz und Nutzpflanzen zu optimieren. Projektabschluss ist im September 2019. In den Pflanzbeeten wurden Rucola, Feldsalat und Basilikum getestet. Bei den Fischen nacheinander Karpfen und Welse.
Als Ergebnis zeigt sich, dass die Abstimmung zwischen Nährstoffangebot und Pflanzenaufwuchs möglich ist und eine ausgeklügelte Steuerung die Basis des Systems darstellt. Die Fortsetzung des Projektes ist geplant.

Problemstellung

Der gebäudeintegrierte Anbau von Nutzpflanzen gewinnt in den letzten Jahren aus mehreren Gründen an Bedeutung. Die räumliche Nähe zum Endverbraucher, damit verbundene Frische, die Sichtbarkeit der Produktion in der Nachbarschaft sowie kurze Lieferwege sind Vorteile dieser Produktion. Die Bandbreite der Ansätze geht von Anbaumöglichkeiten zum Privatverbrauch, als Demonstrationsflächen, etwa in Restaurants und Supermärkten bis hin zu großtechnischen Lösungen.

Alle diese Varianten bedingen bautechnische Anforderungen. Der Bedarf an die Wasser- und Nährstoffversorgung, sowie das richtige Licht sind grundlegende Anforderungen, die sich im Detail von dekorativen Innenraumbegrünungen erheblich unterscheiden, bei denen es ausschließlich um den Erhalt und die Gesundheit der Pflanzen, nicht aber um deren Produktivität geht. Sind diese Anlagen dann noch als Aquaponische Systeme gebaut, also Pflanzenproduktion einerseits und Fischproduktion andererseits, die als Düngerquelle der Pflanzen dienen sollen, wird der Aufbau zu einem Ökosystem, bei dem alle Komponenten wohl aufeinander abgestimmt sein müssen.

Material und Methoden

In der Abb. 1 ist der Versuchsaufbau skizziert, er besteht aus vier Fischtanks und zwei Pflanzgruppen für Kräuter, die mit unterschiedlicher Nährstoff- und Lichtmenge versorgt werden.

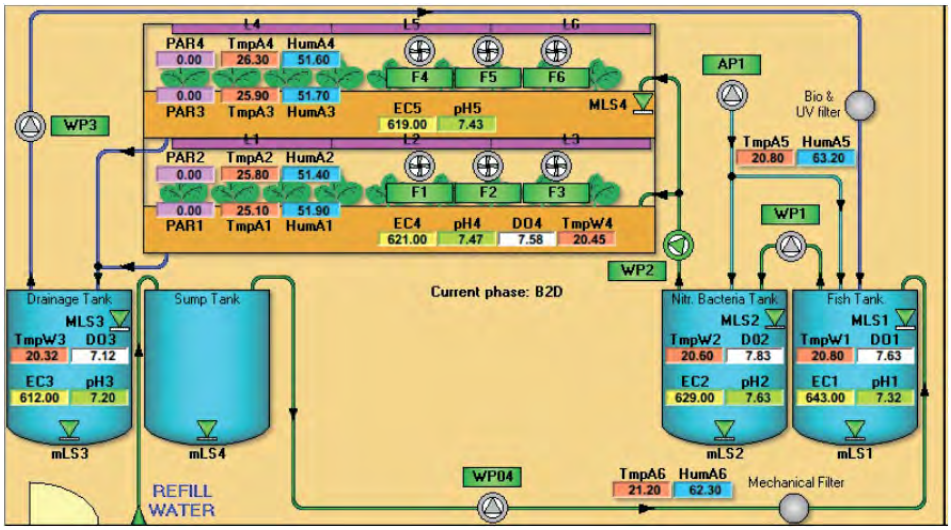


Abb. 1: Schematischer Versuchsaufbau mit Fischtanks und Pflanzbeeten

Prof. Dr. Manfred Köhler, Koehler@hs-nb.de, Dr. R.M. Giurgiu, Dr. R.C. Nistor | Hochschule Neubrandenburg.

Die Abb. 2 kennzeichnet die Arbeitsschritte im Rahmen des zweijährigen Versuchs. Messungen zum Wuchs der Pflanzen und die Zuwachsraten der Fische werden zeitweilig gemessen. Die Nährstoffgehalte im System und weitere Umweltparameter werden kontinuierlich erfasst.

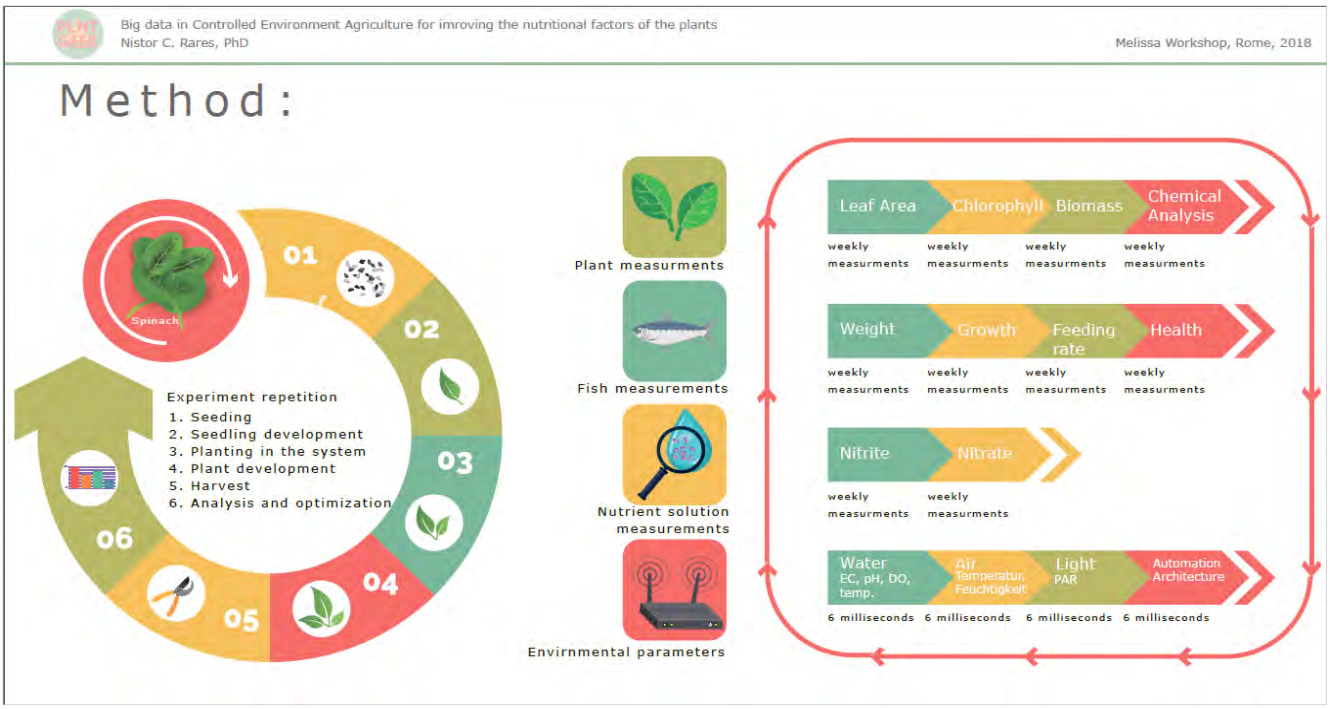


Abb. 2: Arbeitsabläufe zum Monitoring der Pflanzen und Fische

Die Abb. 3 erlaubt einen Blick auf die Pflanzbeete mit unterschiedlicher Nährstoff- und Lichtversorgung.

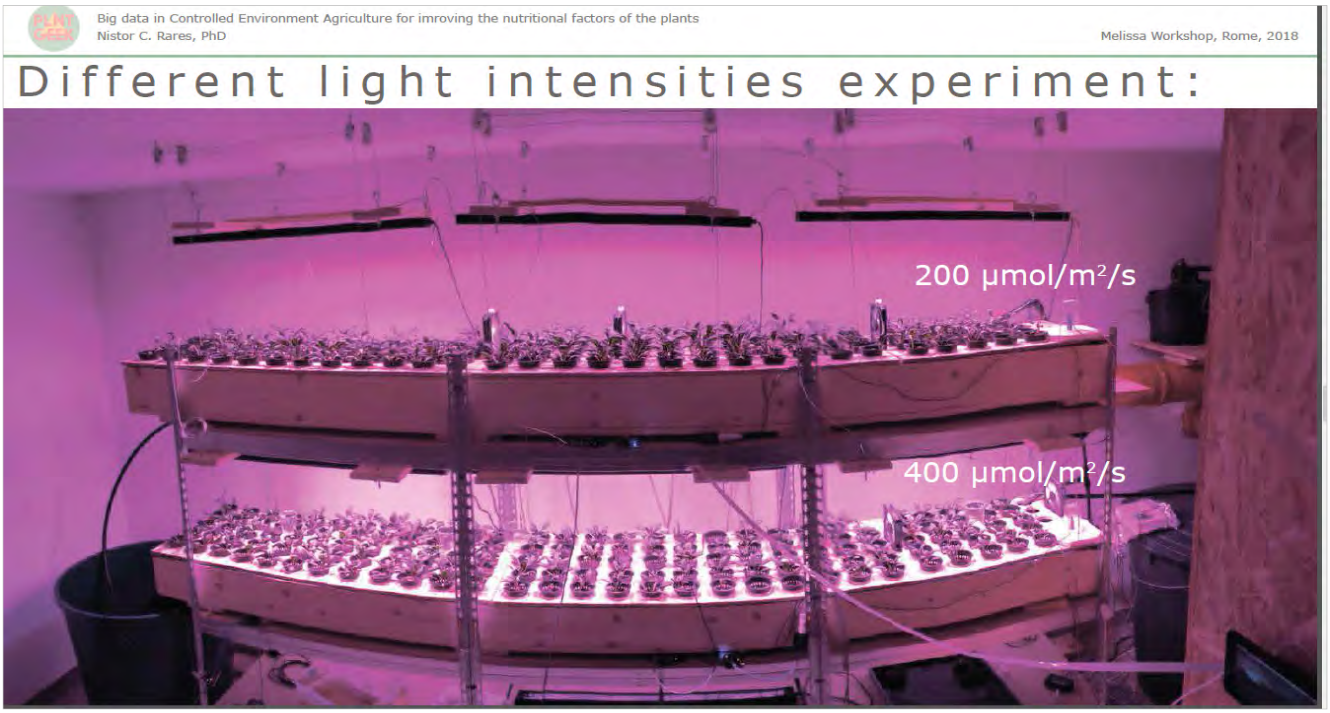


Abb. 3: Innenraum – Hydroponisches System mit unterschiedlicher Lichtversorgung.

Ergebnisse und Diskussion

Die Stärke der Belichtung erwies sich hinsichtlich des Pflanzenwachstums und früheren Erntezeitraums als besonders vorteilhaft (s. Abb. 4).

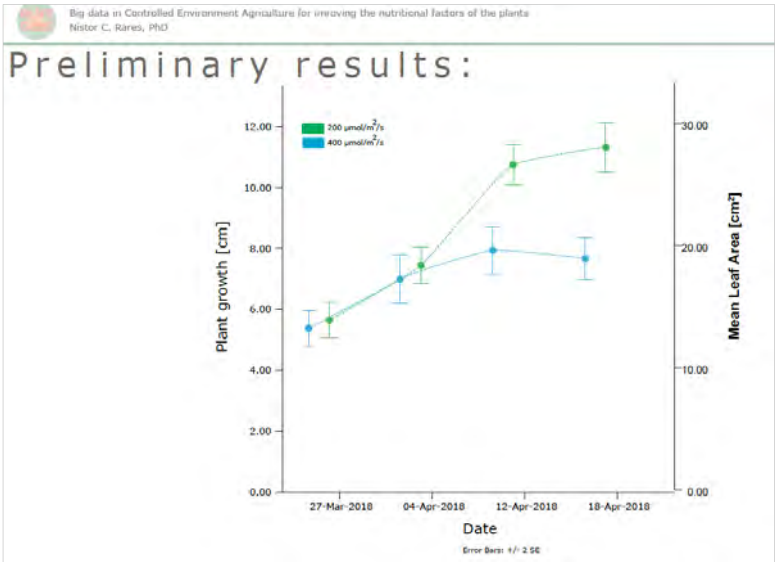


Abb. 4: Unterschiedliche Wachstumsraten, erste Versuchsphase Basilikum.

Die Nährstoffkonzentrationen im System sind abhängig vom Alter und der Besatzdichte des Fischbestandes. Eingriffe in das System, wie Pflanzung und Ernte sind über die Monitoring-Sensoren abbildbar (s. Abb. 5).

Abb. 5: Beispielhafte Darstellung für die Monitoringdaten Nitrit und Nitrat im System.

Nach jetzt etwa zwei Jahren liegen einige Ergebnisse vor. Unter den vorliegenden Bedingungen erwies sich Basilikum als eine sehr erfolgreiche Pflanze. Wels ist der Speisefisch, der sich im System am unkompliziertesten halten lies und gute Zuwachsraten hatte. Der Versuch war mit einer ganzen Reihe von Sensoren ausgestattet. Es hat sich herausgestellt, welche der Sensoren unentbehrlich sind und mindestens störungsfrei durchlaufen sollten. Die Produktivität der Anlage ist enorm und eignet sich für abgelegene Winkel in Gebäuden. Entsprechend mit Schaugewächsflächen und attraktiveren Tanks ist diese Anlagengröße auch für Orte mit erhöhten Publikumsverkehr entwicklungsfähig. Die Arbeit zeigte auch Schlüsselbereiche auf, bei denen eine weitere Optimierung vonnöten ist. Diesen Fragestellungen soll in Folgeanträgen nachgegangen werden.

Vertikale Systeme zur Innenraumbegrünung

Bauwerksbegrünung, Innenraumbegrünung, Pflanzenverwendung

Zusammenfassung

An der Hochschule Neubrandenburg wurden von 2014 bis Ende 2018 drei verschiedene vertikale Systeme zur Innenraumbegrünung vergleichend untersucht.
Beim System Kremkau handelt es sich um Hydrokultur-Pflanzgefäße in einem Regalsystem. Die anderen beiden sind modulare Vertikalsysteme, der Firma Nophadrain in Metallausführung sowie das der Firma Vertiss, einem Kunststoff-Kassettensystem. Die beiden letztgenannten wurden erstmalig im Rahmen einer Masterarbeit 2015 mit Küchenkräutern bepflanzt und ein Jahr lang untersucht. Nach Abschluss der Arbeit wurden diese Systeme, wie System Kremkau, mit robusten tropischen Innenraumpflanzen bestückt und bis Januar 2019 hinsichtlich Pflegeaufwand und Pflanzenentwicklung begleitet.

Problemstellung

Da sich die meisten Menschen zum überwiegenden Teil ihres Lebens in Innenräumen aufhalten, ist es notwendig diese Räume auch mit Pflanzen auszustatten. Die Vorteile von diesen Begrünungen sind vielfach nachgewiesen. Ein Grund, der häufig als Argument gegen Innenraumbegrünungen aufgeführt wird, ist der hohe Platzbedarf. Hier könnten Vertikalsysteme eine Lösung sein. Sie nehmen in der Regel nicht mehr Raum als ein Büroregal ein. Deshalb widmete sich diese Untersuchung den vertikalen Innenraumbegrünungen.

Weitere Argumente, die gegenüber Innenraumbegrünungen bestehen, sind die erforderliche regelmäßige Pflege und die technischen und baulichen Anforderungen. Weiterhin ist das mögliche Pflanzenspektrum sehr groß, so dass die richtige Auswahl eine Herausforderung darstellt.

Im Rahmen einer Masterarbeit wurden 2015 Befragungen in begrünten Büros durchgeführt. Von den 600 Antworten, überwog die positive Einstellung zu begrünten Innenräumen. Nur 10% bestätigten die genannten Vorbehalte. Innenraumbegrünungen weisen nicht nur in der Büroausstattung eine zunehmende Akzeptanz auf. Eine weitere mögliche Anwendung sind vertikale Küchenkräuterregale.

Platzsparende vertikale Begrünungen können auch mit bewährten Hydrokulturelementen umgesetzt werden. Solche Elemente zur Raumausstattung wurden ebenfalls in die Untersuchungen einbezogen.

Material und Methoden

Es standen für den Vergleich drei unterschiedliche Aufbauvarianten zur Verfügung. Die in Abb. 1 und 2 dargestellten Module befinden sich in einem Seminarraum, damit zusätzlich auch die Wirkung auf die Studierenden erfasst werden konnte.

Prof. Dr. Manfred Köhler, Koehler@hs-nb.de, D. Kaiser, N. Kuieda, F. Mollenhauer |
Hochschule Neubrandenburg

Vertikale Systeme zur Innenraumbegrünung

Bauwerksbegrünung, Innenraumbegrünung, Pflanzenverwendung

Abb. 1: Installation 2014 mit noch fehlender Bewässerungsanlage und Sicherheitsrinne unter den Modulen

Abb. 2: Bewässerungssteuerung, sichtbar im Seminarraum zu Demonstrationszwecken installiert

Abb. 3 und 4: Details der beiden Systeme Januar 2019

Abb. 5 und 6: Hydrokultursystem im Juni 2019, gut eingewachsen und flexibel als Raumteiler verwendbar

Prof. Dr. Manfred Köhler, Koehler@hs-nb.de, D. Kaiser, N. Kuieda, F. Mollenhauer |
Hochschule Neubrandenburg

Ergebnisse und Diskussion

Alle Begrünungsvarianten erzielten eine positive Aufmerksamkeit. Allerdings war die Küchenkräutervariante sehr pflegeaufwändig und konnte nicht über den Zeitraum der Masterarbeit hinaus aufrechterhalten werden. Die dauerhafte Begrünung wie in den Abb. 2 bis 4 gezeigt, diente für die Folgejahre als Vergleichsvariante und erlaubt einen Vergleich mit dem Hydrosystem (s. Tab. 1).

Die Belichtung der Wandmodule erfolgte mit Zusatzlicht mit einem Wall-Flasher „MASTERColour CDM-T Elite 315W/930. Die Lichtversorgung während des Kräuteranbaus wurde mit einem Apogee-Lichtquantenmeter gemessen.

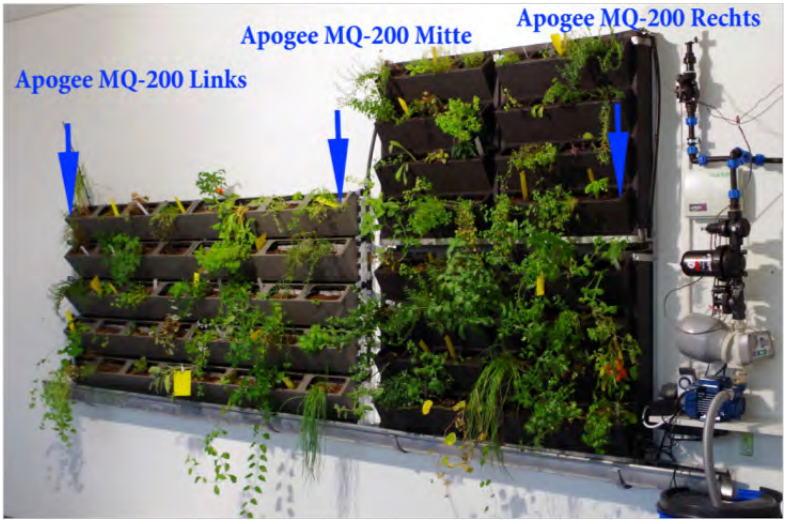


Abb. 7: Bepflanzung 2015 mit Küchenkräutern

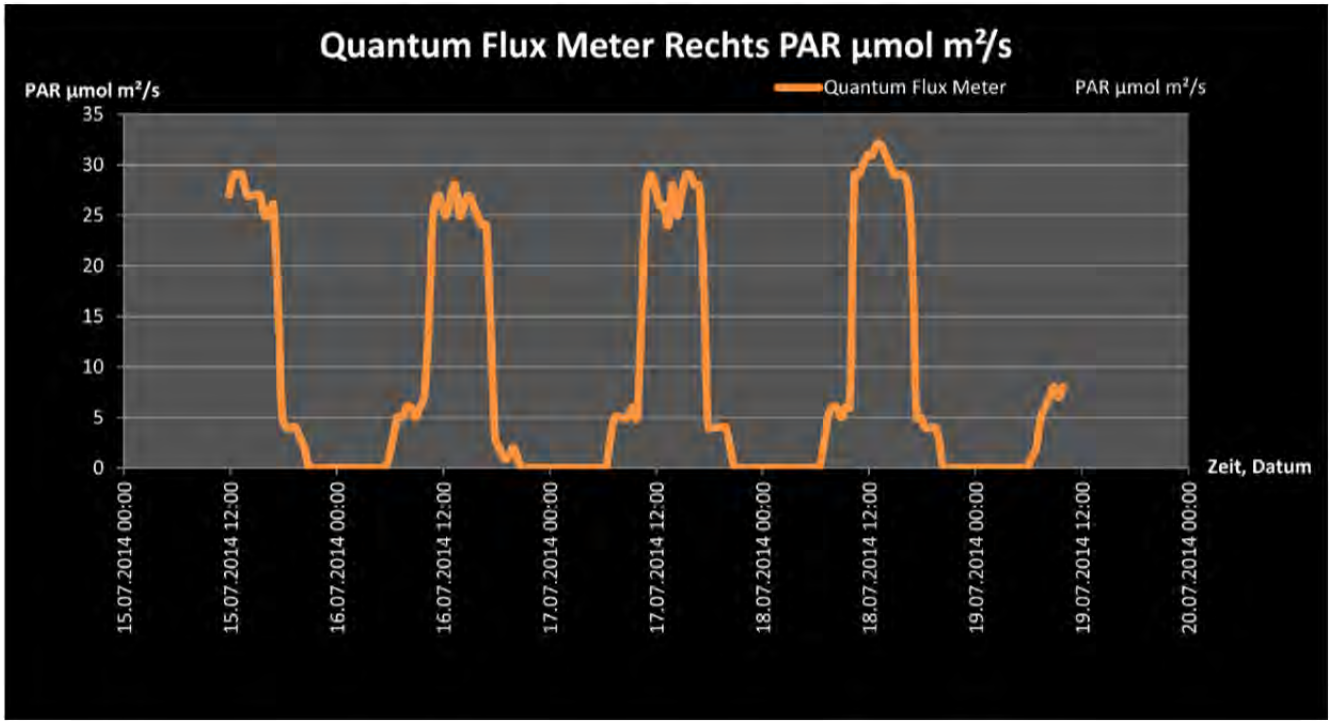


Abb. 8: Lichtverteilung auf der Wandfläche über mehrere Tage mit den täglichen zusätzlichen Beleuchtungszyklen

Tab. 1: Vergleich Pflege- und Wartungsaufwand der Systeme

	Hydro	**Vertikal Metall**	**Vertikal Kunststoff**
Bewässerung	wöchentlich	Monatliches Nachfüllen des Vorratsbehälters Abruf per Ventil nach Bedarf, 1-2x am Tag.	
Düngung	monatlich	Beimischung in der Bewässerung, Flüssigdünger	
Pflege, Schnitt	gering, monatlich	Mittel, nach Bedarf, bei der Kräutervariante: hoch.	
Zusatzlicht	nein, an großen Fenstern in der Eingangshalle	ja, mit täglich einigen Stunden, je nach Jahreszeit, aber außerhalb des Seminarbetriebs in dem Raum	
Technische Wartung	sehr gering	wöchentliche Kontrolle -im Untersuchungszeitraum 1x Austausch der Pumpe -monatliche Kontrolle der Leitfähigkeit im Wasser -Kontrollrinne nach 5 Jahren stark korrodiert	

Bepflanzung

Bei dem Küchenkräuterversuch sind insgesamt 66 Kräuter (Sorten, Varietäten) untersucht worden. Davon haben sich 22 sehr gut entwickelt, 17 gut. Die übrigen 27 sind aus unterschiedlichen Gründen weniger erfolgreich gewachsen bzw. eingegangen. Zu den gut entwickelten Arten gehörten u.a. Buschtomate, Echter Kerbel, Süße Limonen Minze.

Die Gründe für den Ausfall einzelner Arten liegen u.a. in der Vielzahl von Schädlingen, die durch die Gärtnerpflanzen aus der Anzucht mit gekommen sind. Rechtzeitiger Pflanzenschutz spielt bei den Nutzpflanzen eine große Rolle und ist eine der wesentlichen zeitaufwändigen gärtnerischen Aktivitäten. Dies war schließlich der Grund für den Umbau des Systems nach Abschluss der Versuchsarbeit. Die Folgebepflanzung mit robusten Tropenpflanzen reduzierte erwartungsgemäß den weiteren Pflegeaufwand und verursachte nur wenige Ausfälle. Dafür erhöhte sich der Aufwand für den Rückschnitt, etwa bei Monstera.

Als Gewinnerpflanzen stellten sich über die Untersuchungsjahre Epiprenum pinnatum, Philodendron scandes, Chlorophytum comosum und Monstera deliciosa heraus. Helxine besiedelt zwar die Flächen kurzfristig, manchmal über Monate, kann dann aber auch kurzfristig komplett ausfallen. Die Lücken zwischen der Grundbepflanzung können, je nach Wunsch und Vorlieben wechselnd bepflanzt werden. Aber schon die pflegeleichte Grundbepflanzung bietet ein geschlossenes, zum Teil tropisch üppiges Bild. Dieses Ziel wurde bei der Hydrokultur-Bepflanzung bereits über Jahre erfolgreich realisiert. Die komplette Überdeckung der Gefäße und Rahmenkonstruktion erfolgte schon nach dem ersten Jahr. Nicht bewährt hat sich Dracena dremensis „Lemon Lime“.

Gesamteinschätzung

Alle drei Begrünungsvarianten kamen bei den Gebäudenutzern gut an. Die Flexibilität der mobilen Begrünung wird nach wie vor intensiv bei Veranstaltungen als Raumteiler oder Fotohintergrund genutzt. Die Begrünung im Seminarraum trug wesentlich zur Aufenthaltsqualität bei, nicht nur als optische Raumaufwertung. Auch die messbare Schall- und Hallwirkung im Raum war durch die Begrünung angenehmer.

Beide Systeme lassen sich gut nachbepflanzen, Die Metallversion weist nach nunmehr 5 Betriebsjahren einige Korrosionsstellen auf. Bei den verwendeten unterschiedlichen Substraten ließen sich hinsichtlich des Pflanzenwuchses keine unterschiedlichen Effekte nachweisen.

Hinsichtlich des Pflegeaufwandes schneidet die Hydrokultur als sehr erfolgreich ab. Pflegeaufwand und das mögliche Schadensrisiko ist hier geringer als bei den beiden anderen, als attraktiv bewerteten Wandmodulen.

Einflüsse von mineralischen und mineralisch–organischen Substraten auf das Wachstum von Stauden

Stauden, Substrat, Pflege

Zusammenfassung

An der LVG Heidelberg wurden unterschiedliche Substrate im Zusammenhang mit zwei verschiedenen Anzuchtvarianten getestet. Die Substrate bestanden aus einer rein mineralischen Variante und drei mineralisch–organischen Varianten, sowie aus 2 Fertigsubstraten.

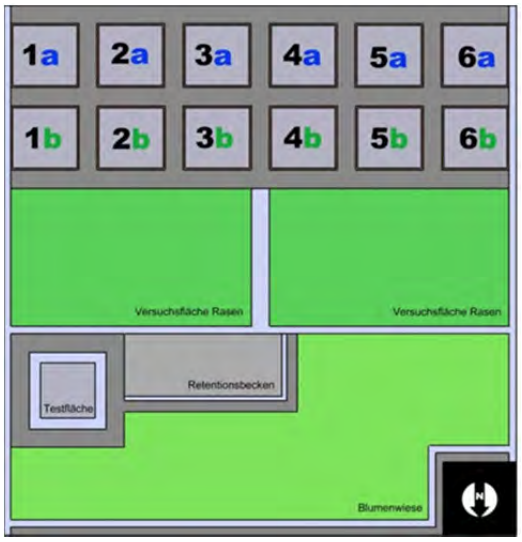
Der Versuch startete mit der Neupflanzung im Mai 2014 und endete im Dezember 2017. Die Staudenzusammensetzung „Heidelberger Komposition“ wurde auf der Grundlage des Lebensbereiches trockene Freifläche erstellt. Bei den Eigenmischungen fiel das Einwachsen der Stauden deutlich schwächer aus, als bei den Fertigsubstraten. Die im konventionellen Substrat und die im Dachgartensubstrat angezogenen Stauden zeigten in den ersten zwei Standjahren keine relevanten Unterschiede beim Wachstum. In den Folgejahren wurden die unterschiedlichen Anzuchtformen nicht mehr berücksichtigt. Bei den weiteren Auswertungen standen die Vergleiche bezüglich der mineralischen Substrate im Focus. Dabei fiel das sehr starke Wachstum der Stauden in den Fertigsubstraten auf. Auf Kosten der Pflanzenvielfalt setzten sich einige Staudengattungen durch und bewirkten eine Verdrängung schwächerer Arten.

Problemstellung

Pflanzungen in mineralischen und mineralisch-organischen Substraten finden immer mehr Anwendung.

Untersucht wurden die Entwicklung der Pflanzen in verschiedenen Substraten, sowie ihre dazu gehörenden Pflegezeiten über den Zeitraum von 4 Jahren. Der Versuch sollte in den ersten zwei Jahren nach der Pflanzung aufzeigen, ob durch unterschiedliche Anzuchtformen der Stauden ein besseres Einwachsen der Pflanzen zu erreichen ist. Die Ergebnisse dazu wurden bereits im Zwischenbericht 2016 veröffentlicht.

Material und Methoden



Felder 1 =	100 % Syenit 0/16
Felder 2 =	90 % Syenit 0/16 10 % Rindenhumus 0/15
Felder 3 =	80 % Syenit 0/16 20 % Rindenhumus 0/15
Felder 4 =	70 % Syenit 0/16 30 % Rindenhumus 0/15
Felder 5 =	Fa.ZinCo “Lavendelheide”
Felder 6 =	Baumsubstrat CorthumO FLL Bauweise PG1
Felder a =	konventionell angezogene Stauden
Felder b =	im Dachgartensubstrat angezogene Stauden

Abb. 1: Aufbau des Versuchs

Felder 1 bis 4 Eigenmischungen, Felder 5 und 6 Fertigsubstrate

Helga Stier, helga.stier@lvg.bwl.de, Michael Heck, michael.heck@lvg.bwl.de I
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

Einflüsse von mineralischen und mineralisch–organischen Substraten auf das Wachstum von Stauden

Stauden, Substrat, Pflege

Alle Substrate wurden mit einer selbst zusammengestellten Staudenkombination nach dem gleichen Muster bepflanzt. Die Kombination setzt sich aus 15 verschiedenen Gattungen, die dem Lebensbereich "Trockene Freifläche" angehören, zusammen. Ergänzt wurde die Kombination mit 3 Geophyten. Beispielhaft wurden ausgewählte Stauden wie *Achnatherum, Anaphalis, Sedum* und *Euphorbia* 3mal jährlich bezüglich ihres Wachstums in der Höhe und im Durchmesser gemessen.

Blütezeitkalender 'Heidelberger Kombination' für die Freifläche (trocken, steinig, durchlässig) kein bis wenig organischer Anteil

Name	Anzahl/Beet	Höhe	Jan	Feb	Mä	Ap	Mai	Jun	Jul	Au	Se	Ok	Nov	De
Gräser und Halbstrauch:														
Caryopteris clandonensis 'Grand Bleu'	3	70-100												
Achnatherum calamagrostis 'Algäu'	3	80												
Bouteloua gracilis	5	20-40												
Stauden:														
Aster linosyris	7	50												
Anaphalis triplinervis	5	20-25												
Calamintha nepeta ssp. nepeta	3	30-40												
Catananche caerulea	5	60-80												
Eryngium giganteum	4	70-80												
Euphorbia polychroma	7	40												
Linum flavum' Compactum	7	20												
Phlox subulata 'Ronsdorfer Schöne'	5	10												
Sedum album 'Coral Carpet'	9	5 cm												
Sedum Hybride 'Karfunkelstein' (Xenox)	5	40-50												
Veronica austriaca 'Knallblau'	7	35												
Dianthus gratianopolitanus 'Pink Jewel'	9	10												
Zwiebelpflanzen:														
Allium oreophilum	20	20												
Crocus sieberi	50	5-8 cm												
Tulipa 'Honky Tonk'	40	25												

Pflanzenverteilung: 6 Pflanzen pro Quadratmeter bei 3,5qm x 3,6qm

Planung: Helga Stier LVG Heidelberg Mai 2014 ; verändert Februar 2015

Abb. 2: Blütezeitenkalender

Ergebnisse und Diskussion

Die Messung der Höhe und des Durchmessers zeigt Unterschiede in den verschiedenen Substraten bei den untersuchten Arten *Achnatherum* und *Anaphalis*. Im Detail sehen diese folgendermaßen aus:

Bei *Achnatherum* (s. Abb. 3) zeigen sich ursprünglich im Anwachsjahr 2014 bei allen Feldern im Höhenvergleich keine großen Unterschiede (s. Bericht FLL 2015). Ab 2015 erfolgte eine Zuwachssteigerung um bis zu 100 % gegenüber dem Vorjahr; besonders deutlich wurde dies im Feld 6a und 6b. Im Jahr 2016 gab es allgemein noch etwas weiteren Zuwachs von wenigen Zentimetern mit wenig Unterschied bezüglich der Substratvarianten. Bis zum Ende 2017 wurde in allen Feldern eine Höhe der ausgewachsenen Pflanzen von ca. 120 cm erreicht. Leichte Schwankungen bei den Messungen lassen sich durch den artbedingten überhängenden Wuchshabitus der Pflanzen erklären.

Helga Stier, helga.stier@lvg.bwl.de, Michael Heck, michael.heck@lvg.bwl.de I
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

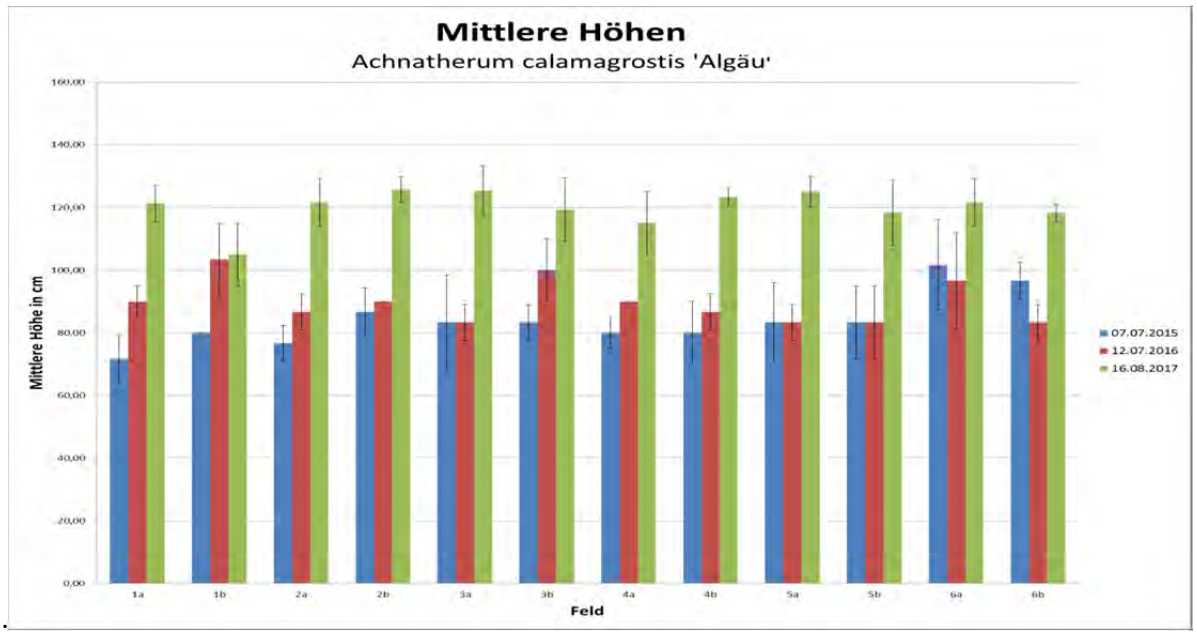


Abb. 3: Messwerte Mittlere Höhen von 2015 bis 2017

Während im Pflanzjahr 2014 die Werte bei *Anaphalis* bezüglich des Wachstums sehr nahe beieinander lagen, waren im folgenden Jahr 2015 deutliche Zuwächse zu verzeichnen. Durch gegenseitige Beschattung der Pflanzen in den Feldern 5 und 6 wurden die sonnenliebenden *Anaphalis* (s. Abb. 4) in ihrem Wachstum gehemmt. Die am Rande stehenden *Anaphalis* waren davon weniger beeinflusst als die innerhalb des Beetes. Hiermit lassen sich in Abb. 4, an der Standardabweichung, die großen Unterschiede im Durchmesser der Pflanzen innerhalb des Feldes erklären. Auffallend ist der Komplettausfall der *Anaphalis* in den Feldern 6a und 6b im Jahr 2017. Dies ergab sich durch starkes Wachstum benachbarter Pflanzen und deren Verdrängungswirkung. In den Feldern 1a bis 2a mit weniger starkem Wachstum und mehr Platz zwischen den Einzelpflanzen konnten sich die *Anaphalis* weiterhin gut entwickeln.

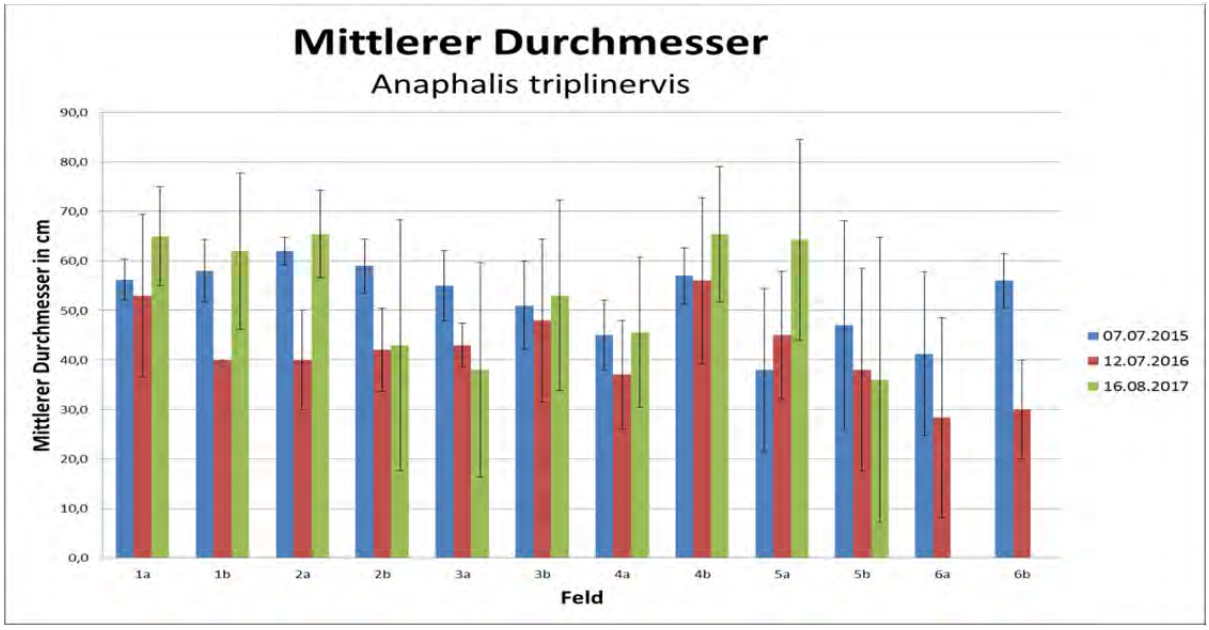


Abb. 4: Messwerte Durchmesser 2015 und 2017

Einflüsse von mineralischen und mineralisch–organischen Substraten auf das Wachstum von Stauden

Stauden, Substrat, Pflege

Die Bonituren bei den Euphorbien zeigten, dass das Wachstum bezüglich Höhen und Durchmesser mit den Jahren stetig anstieg. Dies führte zum unangenehmen Nebeneffekt der Verdrängung von benachbarten Arten. Außerdem versamte sich diese Gattung stark, wodurch zusätzliche Jätegänge nötig wurden. Der größte gemessene Durchmesser einer Euphorbia betrug 120 cm und die größte Wuchshöhe lag bei 80 cm.

Bei den *Hylotelephium*, ehemals *Sedum telephium*, wurden die Höhen und der Durchmesser der Einzelpflanzen in den Jahren 2016 und 2017 bonitiert. Auch hier zeigte sich, wie bei den *Anaphalis*, der Standortanspruch auf sonnige Plätze und nicht zu bedrängte Nachbarschaft.

Daher fallen die bonitierten Durchmesser in den üppig bewachsenen Fertigsubstraten eher kleiner aus als in den magereren Eigensubstraten.

Abb. 5: links Feld 1a und rechts Feld 6a im September 2015 mit deutlichen Unterschieden zwischen dem Eigensubstrat 100% Syenit) und dem Fertigsubstrat (Baumsubstrat Corthum O FLL)

Abb. 6: links Feld 1a und rechts Feld 6a im September 2017 mit deutlichem Zuwachs durch das raumbeanspruchende Gras Achnatherum

Helga Stier, helga.stier@lvg.bwl.de, Michael Heck, michael.heck@lvg.bwl.de I
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

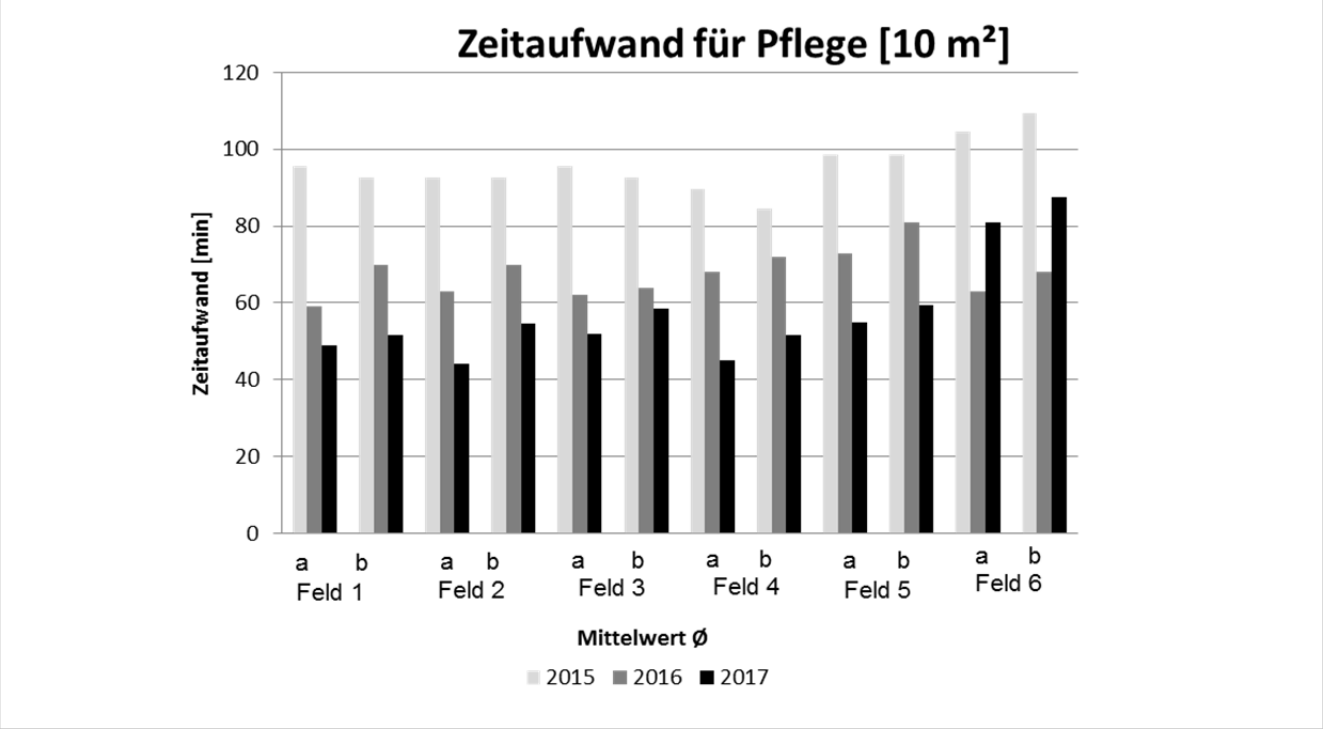


Abb. 7: Zeitaufwand für die Gesamtpflege über den Zeitraum vom 2. bis zum 4. Standjahr der Pflanzung

Während sich im 2. Standjahr (2015) die Pflege auf 9 bis 11 Min. / qm und Jahr einstellte, konnte im dritten und vierten Standjahr eine zeitliche Pflegereduzierung um teilweise bis zur Hälfte festgestellt werden. Die Eigenmischungen in den Feldern 1-4 pendelten sich auf Werte von 5-6 Min. / qm und Jahr ein. Auffällig sind die sich wieder erhöhenden Werte in 2017 bei den Feldern 6a und 6b (Fertigsubstrate). Hier lag ein erhöhtes Unkrautaufkommen vor, welches sich durch Flugansaat im benachbarten Gelände erklären läßt.

Abb. 8: Luftbildaufnahme vom 09.09.2017

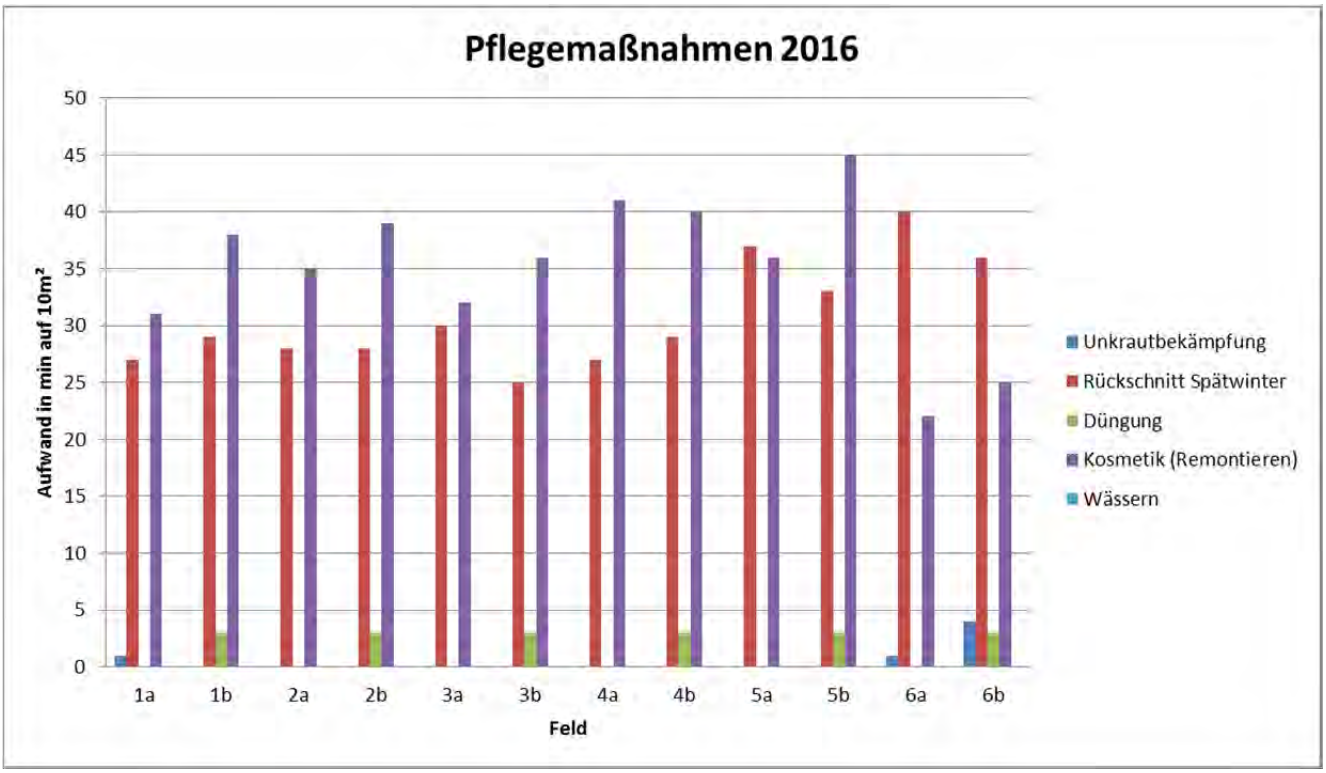


Abb. 9: Pflegemaßnahmen 2016

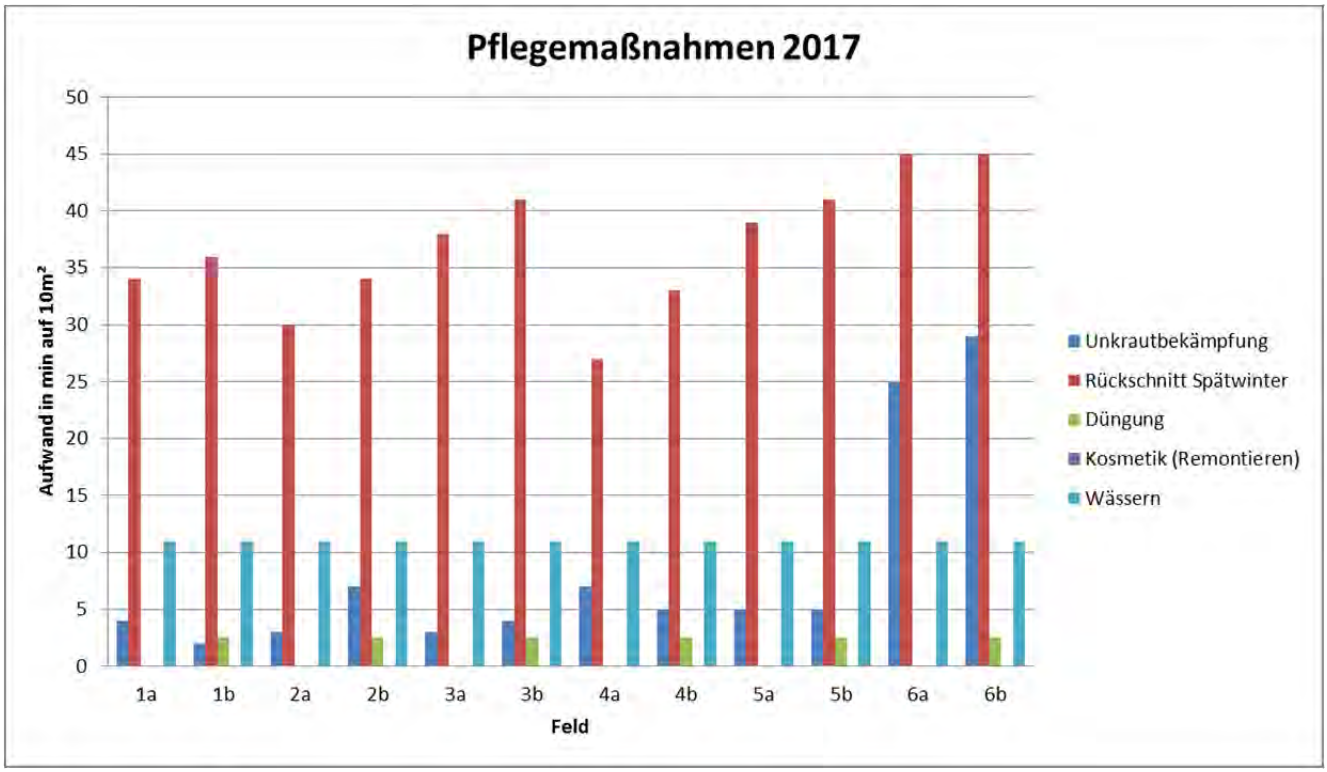


Abb. 10: Pflegemaßnahmen 2017

Einflüsse von mineralischen und mineralisch–organischen Substraten auf das Wachstum von Stauden

Stauden, Substrat, Pflege

Die Pflegemaßnahmen in den Jahren 2016 und 2017 wurden detailliert verglichen. Dabei benötigte der jährlich anfallende Rückschnitt im Spätwinter den größten Arbeitszeitbedarf. Die Kosmetik, welche sich auf remontierende Arten bezieht, wurde im Jahr 2017 mangels Pflegepersonal aufgegeben und damit reduzierte sich der jährliche Pflegeaufwand um 3 bis 4 Minuten pro Quadratmeter und Jahr. Allerdings zu Ungunsten einer zweiten remontierenden Blüte, welche die Farbenvielfalt in den Feldern vermissen ließ.

Gedüngt wurden in den letzten Jahren die Substrate in den b-Feldern mit 17,5 g Triabon pro Quadratmeter, die a-Felder blieben ungedüngt. Auf das Wachstum hatte diese Maßnahme bisher wenig Einfluss. Gewässert wurde ausschließlich in anhaltenden Trockenperioden und nach dem Eintreten von Welkeerscheinungen. Im Jahr 2016 waren so gut wie keine Wässergänge erforderlich. Während im Jahr 2017 mit 1-2 Minuten pro Quadratmeter und Jahr einmalig mit 20 l pro Quadratmeter gewässert wurde. Die Unkrautbekämpfung stellte auch in den letzten Jahren, bis auf die Felder 6a und 6b keinen nennenswerten Zeitaufwand dar. Im Schnitt ist der Aufwand mit 4 bis 5 Minuten für 10 Quadratmeter pro Jahr sehr gering zu bewerten.

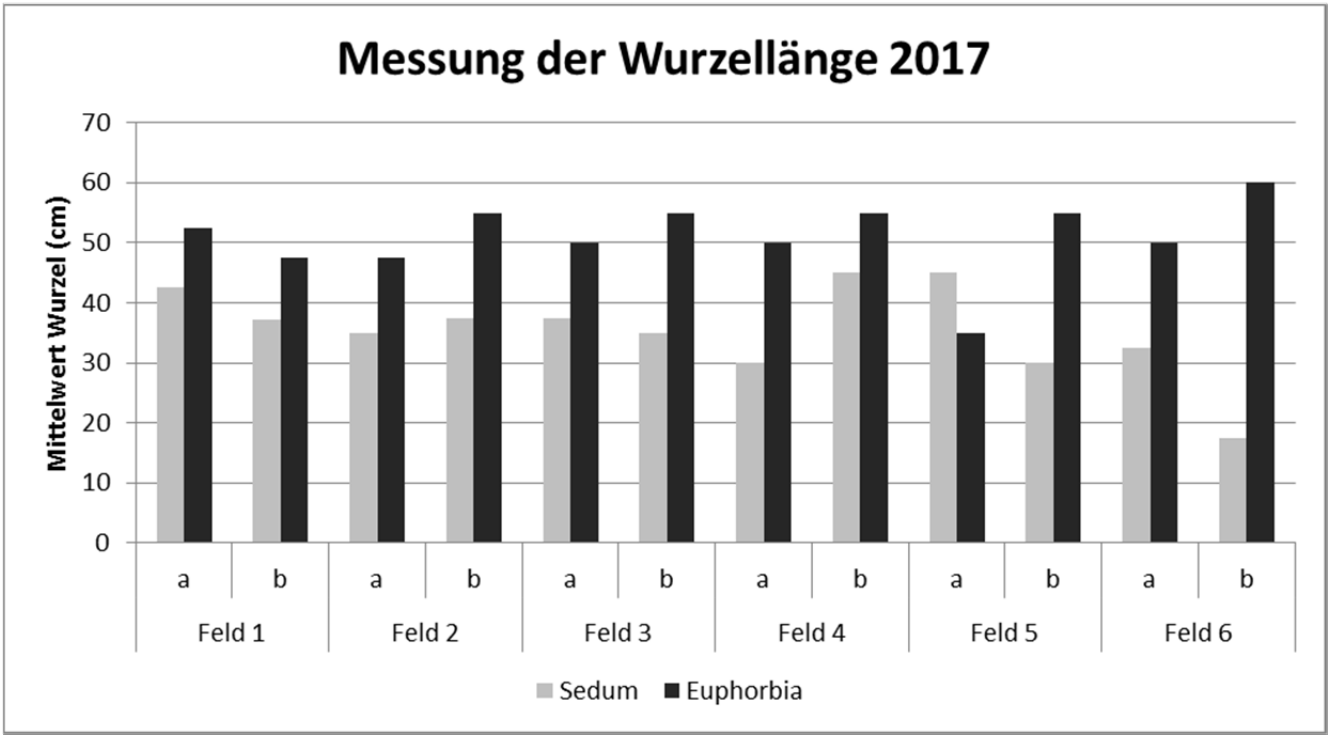


Abb. 11: Messung der Wurzellänge bei *Hylotelephium* und *Euphorbia* Ende 2017

Ende 2017 fand eine Ausgrabung der Pflanzengattungen *Hylothelephium* und *Euphorbia* mit jeweils 2 Pflanzen pro Feld statt. Je nach Gattung ist eine arttypische Bewurzelung mehr oder weniger in die Tiefe zu beobachten Gemessene mittlere Wurzellängen zeigten bei Sedum Werte im Bereich von 15 bis 45 cm Längen an. Bei den starkwüchsigen Euphorbien ging das Wurzellängenwachstum bis in den Bereich von 60 cm. Insgesamt waren alle Substratvarianten sehr gut und intensiv, teilweise bis zum Boden der Felder, durchwurzelt. Die gedüngten b-Felder weisen weitestgehend eine tiefere Durchwurzelung auf als die nicht gedüngten a-Felder. Die vorhandene Substrattiefe von 40 cm haben Arten wie Euphorbia voll durchwurzelt. Auch eine Messung der Wurzelbreite wurde durchgeführt. Bei *Hylotelephium* fand sich eine Wurzelbreite von 30 bis zu 60 cm, während die von Euphorbia 40 bis 70 cm betrug. Das Ineinanderwurzeln der Gattungen wird auch durch die Auswahl der Pflanzgemeinschaft wesentlich beeinflusst. So trug die Gattung *Euphorbia* mehr zur Verdrängung benachbarter Pflanzen bei, als die Gattung *Hylotelephium*, die noch zusätzlich unter Schattendruck zu leiden hatte.

Helga Stier, helga.stier@lvg.bwl.de, Michael Heck, michael.heck@lvg.bwl.de I
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

Kosten und Wuchs von Stauden in einer Mischpflanzung in Abhängigkeit von der Topf- bzw. Containergröße

Stauden, Kosten, Pflege

Zusammenfassung

Nach einer Vegetationsperiode bestehen zwischen den beiden Varianten nur noch sehr geringe Wachstumsunterschiede. Hinsichtlich der Pflanz- und Pflegezeiten sowie des Wasserbedarfs schneiden die kleineren Qualitäten deutlich besser ab. Insbesondere die Gräser haben sich in der Variante mit Großstauden stärker entwickelt (Miscanthus mehr als Panicum). Insgesamt sind die Unterschiede jedoch so gering, dass der größere Aufwand bezüglich der Verwendung von Großstauden nicht sinnvoll erscheint. Unter der Berücksichtigung der Nachhaltigkeit erscheint die Verwendung von Tb9/P1-Stauden sinnvoll (Substrat, Transportaufwand, Stellfläche, Wasserverbrauch, Blumentopfeffekt, Anpassungsfähigkeit).
Aber, Großstauden bedienen den immer mehr um sich greifenden Wunsch: „Habe gleich fertig“ und sind deshalb für Ausstellungen und Messeauftritte geeignet.

Problemstellung

Wie unterscheiden sich Kosten und Zeitdauer bis zum Schluss der Vegetationsschicht beim Staudensortiment Indian Sunset (ohne Zwiebeln und Einsaaten) in Abhängigkeit von der Topf bzw. Containergröße der Stauden?

Material und Methoden

Für den Versuch wurde die Mischpflanzung ‘Indian Sunset‘, die sich aus 17 verschiedenen Arten und Sorten in den Kategorien Gerüststauden (3 Arten/Sorten), Begleitstauden (10 Arten/Sorten) und Bodendecker (4 Arten/Sorten) zusammensetzt, im Gartenbauzentrum in Ellerhoop und im Lehr- und Versuchszentrum Gartenbau in Erfurt aufgepflanzt (ohne Geophyten und Einsaaten) und über ein Jahr hinsichtlich des Pflanz- und Pflegeaufwands sowie ihrer Entwicklung (Vitalität, Gesamteindruck, Flächenschluss) bewertet.

Pflanzung:	26. / 27. KW 2018 (in Erfurt: 26.6.2019)
Varianten:	2 (s. Tab. 1)
Wiederholungen:	3
Prüfparzellen:	6 x 16 m² (je 4 m x 4 m)
Staudenkategorien:	3 (Gerüstbildner, Begleiter, Bodendecker)
Stauden – groß:	3 x 2 C5 (*Miscanthus* als Gerüstbildner) + 3 x 49 C3 (Gerüstbildner + Begleiter) in Variante 1
Stauden klein:	3 x 98 Tb9 /P1 – alle Pflanzen in Variante 1 + 3 x 47 TB9 / P1 – Bodendecker in Variante 2
Untersuchungsmerkmale:	Zeitaufwand beim Pflanzen
	Grad der Bodenbedeckung
	Vitalität / Gesamteindruck / Fotodokumentation
	Pflegeaufwand
	Wasserverbrauch

Dr. Gerd Reidenbach, g.reidenbach@lvg-erfurt.de, Cornelia Pacalaj, c.pacalaj@lvg-erfurt.de |
Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau Erfurt

Kosten und Wuchs von Stauden in einer Mischpflanzung in Abhängigkeit von der Topf- bzw. Containergröße

Stauden, Kosten, Pflege

Tab. 1: Übersicht – Pflanzenqualitäten je Variante und Parzelle

		Variante 1		Variante2	
Kategorie	Art / Sorte	Pfl.-größe Variante 1	Stck. je Parzelle	Pfl.-größe Variante 2	Stck. je Parzelle
G	*Miscanthus sinensis* 'Flamingo'	C5	2	P1	2
G	*Panicum virgatum* 'Rotstrahlbusch'	C3	4	Tb9 / P1	4
G	*Rudbeckia fulgida var. sullivantii* 'Goldsturm'	C3	5	Tb9 / P1	5
Be	Coreopsis verticillata 'Grandiflora'	C3	5	Tb9 / P1	5
Be	*Euphorbia polychroma* (syn. *E. epithymoides*)	C3	4	Tb9 / P1	4
Be	*Helenium* 'Rubinzwerg'	C3	5	Tb9 / P1	5
Be	*Potentilla atrosanguinea* 'Gibson's Scarlet'	C3	1	- - -	0
Be	*Achillea filipendulina* 'Coronation Gold'	C3	4	Tb9 / P1	4
Be	*Buphthalmum salicifolium*	C3	2	Tb9 / P1	2
Be	*Echinacea purpurea* 'Alba'	C3	4	Tb9 / P1	4
Be	*Sedum telephium* 'Herbstfreude'	C3	4	Tb9 / P1	4
Be	*Pennisetum alopecuroides* 'Hameln'	C3	3	Tb9 / P1	3
Be	*Hemerocallis* 'Chicago Apache'	C3	4	Tb9 / P1	4
Be	*Hemerocallis* 'Bela Lugosi'	C3	4	Tb9 / P1	5
Bo	*Alchemilla epipsila*	Tb9 / P1	10	Tb9 / P1	10
Bo	*Geranium x cantabrigiense* 'Biokovo'	Tb9 / P1	13	Tb9 / P1	13
Bo	*Chrysogonum virginianum*	Tb9 / P1	14	Tb9 / P1	14
Bo	*Aster dumosus* 'Kristina'	Tb9 / P1	10	Tb9 / P1	10
	Stauden - groß		51		0
	Stauden - Normalgröße		47		98
G	Gerüstbildner		11		11
Be	Begleiter		40		40
Bo	Bodendecker		47		47

Dr. Gerd Reidenbach, g.reidenbach@lvg-erfurt.de, Cornelia Pacalaj, c.pacalaj@lvg-erfurt.de |
Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau Erfurt

Kosten und Wuchs von Stauden in einer Mischpflanzung in Abhängigkeit von der Topf- bzw. Containergröße

Stauden, Kosten, Pflege

Ergebnisse und Diskussion

Materialkosten
Zunächst wurden die Kosten für die Pflanzen ermittelt aus Mittelwerten verschiedener Staudengärtner im Bund deutscher Staudengärtner (BdS).

Tab. 2: Kosten für die Pflanzen – Variante 1 – Mittelwerte aus Befragungen verschiedener Staudengärtner

Variante 1: alles C3, Bodendecker TB9 oder P1

	Qual.	GHP [€]	EVP [€]	Anzahl	GHP gesamt [€]	EVP gesamt [€]
Miscanthus sinensis 'Flamingo'	C5	3,80	7,99	2	7,60	15,98
Panicum virgatum 'Rotstrahlbusch'	C3-C5	3,50	6,99	4	14,00	27,96
Rudbeckia fulgida var. sullivantii 'Goldsturm'	C3-C5	3,20	6,49	5	16,00	32,45
Coreopsis verticillata 'Grandiflora'	C3	3,20	6,49	5	16,00	32,45
Euphorbia polychroma (syn. E. epithymoides)	C3	3,50	6,99	4	14,00	27,96
Helenium 'Rubinzwerg'	C3	3,50	6,99	5	17,50	34,95
Potentilla atrosanguinea 'Gibson's Scarlet'	C3	3,5	6,99	1	3,50	6,99
Achillea filipendulina 'Coronation Gold'	C3	3,30	6,99	4	13,20	27,96
Buphthalmum salicifolium	C3	3,00	5,99	2	6,00	11,98
Echinacea purpurea 'Alba'	C3	3,20	6,49	4	12,80	25,96
Sedum telephium 'Herbstfreude'	C3	3,30	6,99	4	13,20	27,96
Pennisetum alopecuroides 'Hameln'	C3	3,50	6,99	3	10,50	20,97
Hemerocallis 'Chicago Apache'	C3	5,50	9,99	4	22,00	39,96
Hemerocallis 'Bela Lugosi'	C3	5,50	9,99	4	22,00	39,96
Alchemilla epipsila	Tb9 / P1	1,20	3,84	10	12,00	38,40
Geranium x cantabrigiense 'Biokovo'	Tb9 / P1	0,90	2,82	13	11,70	36,66
Chrysogonum virginianum	Tb9 / P1	1,35	3,96	14	18,90	55,44
Aster dumosus 'Kristina'	Tb9 / P1	1,20	3,84	10	12,00	38,40
					242,90	542,39
				Preis/m²	**15,18**	**33,90**

GHP – Großhandelspreis (Mittelwert)
EVP – Endverkaufspreis (Mittelwert)

Pro Parzelle ergeben sich somit Kosten für die Pflanzen von 242,90 € / Parzelle – Großhandelspreis und somit ein Quadratmeterpreis von 15,18 €. Der Endverkaufspreis liegt bei 542,39 € / Parzelle und somit je Quadratmeter 33,90 €.

Dr. Gerd Reidenbach, g.reidenbach@lvg-erfurt.de, Cornelia Pacalaj, c.pacalaj@lvg-erfurt.de |
Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau Erfurt

Tab. 3: Kosten für die Pflanzen – Variante 2 – Mittelwerte aus Befragungen verschiedener Staudengärtner

Variante 2: alles Tb9 oder P1

	Qual.	GHP [€]	EVP [€]	Anzahl	GHP gesamt [€]	EVP gesamt [€]
Miscanthus sinensis 'Flamingo'	P1	2,15	4,56	2	4,3	9,12
Panicum virgatum 'Rotstrahlbusch'	Tb9 / P1	1,60	4,2	4	6,40	16,80
Rudbeckia fulgida var. sullivantii 'Goldsturm'	Tb9 / P1	0,90	3,84	5	4,50	19,20
Coreopsis verticillata 'Grandiflora'	Tb9 / P1	1,35	3,84	5	6,75	19,20
Euphorbia polychroma (syn. E. epithymoides)	Tb9 / P1	1,05	4,2	4	4,20	16,80
Helenium 'Rubinzwerg'	Tb9 / P1	1,75	4,2	5	8,75	21,00
Achillea filipendulina 'Coronation Gold'	Tb9 / P1	1,45	3,96	4	5,80	15,84
Buphthalmum salicifolium	Tb9 / P1	1,05	3,6	2	2,10	7,20
Echinacea purpurea 'Alba'	Tb9 / P1	0,90	3,84	4	3,60	15,36
Sedum telephium 'Herbstfreude'	Tb9 / P1	0,90	3,96	4	3,60	15,84
Pennisetum alopecuroides 'Hameln'	Tb9 / P1	1,35	4,2	3	4,05	12,60
Hemerocallis 'Chicago Apache'	Tb9 / P1	3,30	6,6	4	13,20	26,40
Hemerocallis 'Bela Lugosi'	Tb9 / P1	3,30	6,6	5	16,50	33,00
Alchemilla epipsila	Tb9 / P1	1,20	3,84	10	12,00	38,40
Geranium x cantabrigiense 'Biokovo'	Tb9 / P1	0,90	2,82	13	11,70	36,66
Chrysogonum virginianum	Tb9 / P1	1,35	3,96	14	18,90	55,44
Aster dumosus 'Kristina'	Tb9 / P1	1,20	3,84	10	12,00	38,40
					138,35	397,26
				Preis/m²	**8,65**	**24,83**

Bei 8,65 € je Quadratmeter (138,35 € / Parzelle) im Großhandelspreis für normale Topfgrößen TB 9/P1 ergeben sich somit Einsparungen von 43 % und für den Endverbraucher bei einem Quadratmeterpreis von 24,83 € (397,26 € / Parzelle) von 27 %.

Betrachtet man zusätzlich den Wasserverbrauch in der Vegetationsperiode 2018 am Standort Erfurt, so schneidet die Variante mit normalen Topfgrößen TB 9/ P1 ebenfalls deutlich besser ab als die Stauden in 3 – bis 5-Liter-Töpfen. Das Staudensubstrat in den Töpfen nimmt das Wasser zunächst viel schlechter auf. In erheblich längerer Zeit wurde somit zum Wässern der Großpflanzenvariante 15 % mehr Wasser verbraucht. (s. Tab 4).

Tab. 4: Wasserverbrauch in 2018 am Standort Erfurt

Wasserverbrauch [l] je Kalenderwoche											
Variante	Wdhg.	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Summe
1	1	714,9	448,4	430,7	490,6	440,1	373,7	326,8	172,6	150	
1	2	923,7	435,4	473	493,5	445,7	372,1	325,2	164,1	134,6	
1	3	909,5	419,5	461,9	516,1	491,6	368,4	336,1	162	159,8	
		2548,1	**1303,3**	**1365,6**	**1500,2**	**1377,4**	**1114,2**	**988,1**	**498,7**	**444,4**	**11140**
2	1	570	351,9	359,5	481	452	345,6	286,5	145,5	154,1	
2	2	436,7	336,5	378,1	489,6	452,7	352,8	329,1	160,7	139,1	
2	3	677,2	377,6	397,4	478,2	404,5	318,3	292,4	167,9	157,2	
		1683,9	**1066,0**	**1135**	**1448,8**	**1309,2**	**1016,7**	**908**	**474,1**	**450,4**	**9492,1**
		2x	2x	2x	3x	3x	2x	2x	1x	1x	

Auch in der Pflege war der Aufwand in der Variante 1 mit großen Töpfen an beiden Versuchsstandorten deutlich höher.

Standort Erfurt:

Pflege 2018 (Lockern und Unkraut jäten) Freistaat Thüringen Lehr- und Versuchszentrum Gartenbau

✓ **Variante 1:** 6 Pflegegänge mit insgesamt = **4,9 min /m²**

✓ **Variante 2:** 3 Pflegegänge mit insgesamt = **3,4 min /m²**

Standort Ellerhoop:

Pflege 2018 (Unkraut) Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

✓ **Variante 1:** 3 Pflegegänge zu jeweils 19,4 min = **3,6 min /m²**

✓ **Variante 2:** 3 Pflegegänge zu jeweils 15,7 min = **3,0 min /m²**

Lediglich der Gesamteindruck war in Variante 1 mit großen Töpfen über mehrere Wochen besser durch kräftige Pflanzen und einen anfänglich schnelleren Bestandschluss, der sich jedoch nicht auf die Gesamtpflegezeiten auswirkte. Die sich in den großen Töpfen mit guter Nährstoffversorgung entwickelnde Spontanvegetation konkurrierte auch mit den größeren Stauden um Wasser, Nährstoffe und Platz und musste mit höherem Arbeitsaufwand entfernt werden. Bereits nach einer Vegetationsperiode war kaum noch ein Unterschied zwischen den beiden Varianten zu erkennen.

Kosten und Wuchs von Stauden in einer Mischpflanzung in Abhängigkeit von der Topf- bzw. Containergröße

Stauden, Kosten, Pflege

Abb. 1 und 2: Variante 1 (links) und Variante 2 (rechts) kurz nach der Pflanzung am 29.6.2019 in Ellerhoop

Abb. 3 und 4: gleiche Varianten am Versuchsstandort Erfurt am 20.7.2019

Abb. 5 und 6: Standort Ellerhoop: Nach weniger als einem Jahr Standzeit sind zwischen den Varianten kaum Unterschiede zu erkennen.

Dr. Gerd Reidenbach, g.reidenbach@lvg-erfurt.de, Cornelia Pacalaj, c.pacalaj@lvg-erfurt.de |
Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau Erfurt

Kosten und Wuchs von Stauden in einer Mischpflanzung in Abhängigkeit von der Topf- bzw. Containergröße

Stauden, Kosten, Pflege

Abb. 7 und 8: Auch am Standort Erfurt ist zu Beginn des Sommers kaum ein Unterschied zwischen den Varianten erkennbar.

Abb. 9: Diese Drohnenaufnahme zeigt, dass bereits im Oktober des Pflanzjahres kaum Unterschiede zwischen den Varianten (Variante 1 mit Großstauden links Variante 2 mit Normalgrößen rechts) erkennbar sind.

Es lohnt sich also, ein wenig Geduld zu haben und mit kleinen Pflanzen am Ende doch Geld zu sparen und groß rauszukommen. Nichts desto trotz bedienen Großstauden den immer mehr um sich greifenden Wunsch: „Ich habe gleich fertig!“ und sind somit für Ausstellungen und Messeauftritte zu empfehlen.

Dr. Gerd Reidenbach, g.reidenbach@lvg-erfurt.de, Cornelia Pacalaj, c.pacalaj@lvg-erfurt.de |
Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau Erfurt

Substrate für Staudenpflanzungen

Stauden, Substrat, Vitalität

Zusammenfassung

Fünf unterschiedliche Substrate, davon drei Fertigmischungen und zwei Eigenmischungen, wurden in Sommerach im Straßenbegleitgrün auf ihre Eignung zur Pflanzung der Staudenmischung „Blütenwoge“ getestet. Es zeigten sich ausgeprägte Unterschiede in Bezug auf den Deckungsgrad, die Vitalität und den Pflegeaufwand zwischen den unterschiedlichen Substraten. Das Baumsubstrat der Fa. Vulkatec sowie das Dachsubstrat der Fa. Corthum erzielten bei der Vitalität und dem Deckungsgrad die besten Ergebnisse. Im Staudensubstrat der Fa. Gelsenroth hingegen war das Wachstum deutlich schwächer. Ein rein mineralisches Substrat sowie ein mineralisches Substrat mit Kompostzusatz nach einer Rezeptur der FH Weihenstephan führten ebenfalls zu einem deutlich schwächeren Wachstum im Vergleich zum Baum- und Dachsubstrat.

Problemstellung

Die Entwicklung pflegeleichter und dennoch attraktiv blühende Staudenmischpflanzungen ist inzwischen abgeschlossen. Es gibt mittlerweile für alle Lebensbereiche, wo sich sinnvollerweise Staudenmischungen einsetzen lassen, eine ausreichende Zahl von Mischungen.
Für Unsicherheit sorgt hingegen immer noch die Frage nach dem „richtigen“ Boden oder Substrat, denn die beste Staudenmischung kann nicht funktionieren, wenn sie auf einen mit Unkräutern belasteten Boden gepflanzt wird. Substrate wären eine gute, allerdings anfangs teurere aber dafür unkrautfreie Alternative. Doch welche Substrate sind geeignet? Der hier beschriebene Versuch in Sommerach entlang der Volkacher Str. geht dieser Frage nach. Er lehnt sich im Versuchsaufbau den ähnlich konzipierten Versuch von Schmidt und Murer (2014) in der HBLFA in Wien-Schönbrunn sowie an den Versuch von Stier und Heck (2016) in der LVG in Heidelberg an.

Material und Methoden

Die Versuchsfläche an der Volkacher Straße in Sommerach ist ein schmaler Streifen von 84 m Länge und zwei Meter Breite. Er wurde in zehn jeweils 16 m^2 große Parzellen aufgeteilt. Somit ergaben sich je Substrat zwei Parzellen (=Wiederholungen). Eingestellte Bretter trennen die einzelnen Substrate. Die Auftragsstärke betrug 40 cm. Nach der Pflanzung wurde eine ca. 5 cm starke Mulchschicht aus Lava, Körnung 8-16 mm, aufgetragen. Fünf verschiedene Substrate wurden in Sommerach getestet: Fa. Corthum „Dachgartensubstrat E“; Fa. Gelsenrot „Hygromix Pflanzsubstrat TG“; Fa. Vulkatec „Vulkatree V/P“; ein mineralisch geprägtes Substrat „Weihenstephan“, das sich dort bei einem Substratversuch am besten bewährt hatte sowie ein rein mineralisches Substrat aus Schotter und Sand.

Substrat Weihenstephan: Das Substrat wurde 2007 bei einem Versuch an der Staatlichen Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan unter fünf untersuchten Substraten als am besten geeignet bewertet

Material	Körnung	Volumenanteil
Edelsplitt gewaschen	11/16	22,50 %
Edelsplitt gewaschen	8/11	22,50 %
Edelsplitt gewaschen	5/8	22,50 %
Edelsplitt gewaschen	2/5	22,50 %
Kompost gütegesichert		10,00 %

Philipp Schönfeld, philipp.schoenfeld@lwg.bayern.de | Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

Mineralisches Substrat: vor Ort hergestellte Mischung aus 66 Vol.-% Splitt 0/16 mm und 33 Vol.-% Ziegelsplitt 8/16 mm.

Die Mischpflanzung „Blütenwoge“, entwickelt an der FH Bernburg, wurde auf allen Parzellen gepflanzt, wie beim Versuch in Wien-Schönbrunn auch.

Tab. 1: Pflanzenliste für eine Parzelle, Parzellengröße: 16 m^2. Staudenmischung: Blütenwoge

Stück	Art/Sorte
3	*Aster ericoides* 'Pink Star'
4	*Helictrotrichon sempervirens* 'Saphirsprudel'
8	*Stachys byzantina* 'Cotton Ball'
16	*Iris* 'Ruby Chimes' (Barbata-Media-Gruppe)
8	*Linum flavum*
16	*Platycodon grandiflorus* 'Mariesii'
8	*Veronica teucrium*
16	*Calamintha nepeta* subsp. *nepeta*
16	*Geranium renardii*
16	*Hieracium pilosellum*
16	*Sedum floriferum* 'Weihenstephaner Gold'
127	Summe Stauden

Ergebnisse und Diskussion

Pflege: Über alle fünf Substrate lässt sich erkennen, dass der Pflegeaufwand im Jahr 2016 sehr gering war und je m^2 lediglich zwischen 1:49 (Substrat mineralisch) und 3:10 Min. (Vulkatree) betrug. Im Jahr 2017 lag der Aufwand deutlich höher und die gemessenen Zeiten lagen zwischen 4:40 bis 14:35 Min. Hingegen sank 2018 der Zeitaufwand wieder deutlich im Vergleich zum Vorjahr auf Werte zwischen 3:26 (Substrat mineralisch) und 10:03 Minuten (Dachsubstrat). Nur bei der Variante „Dachsubstrat“ blieb er von 2017 zu 2018 gleich. Über alle drei Jahre gesehen verzeichnete die Parzelle „mineralisch“ den geringsten Pflegeaufwand mit 9:55 je m^2 und die Parzelle Vulkatree mit 24:39 Min:Sek. den höchsten.

Eine Erklärung für diese starken Schwankungen fällt schwer. Weder nahm in 2017 die Vitalität der Stauden stark ab, so dass „Platz frei“ geworden wäre für andere Arten noch verringerte sich der Deckungsgrad.

Auch der Jahresniederschlag kann diese Unterschiede nicht erklären. Er lag 2016 mit 634 mm etwas über dem langjährigen Mittel in Höhe von 599mm. Im Jahr 2017 fielen nur 549 mm Niederschlag und 2018 (Januar bis Oktober) 314 mm.

Eventuell spielt der Anflug von Samen aus der Umgebung eine Rolle. In der Nähe der am Ortsrand gelegenen Parzellen befinden sich Hausgärten aber auch landwirtschaftliche Flächen. Die großen Abstände der Pflegegänge haben es unerwünschten Arten natürlich leicht gemacht, sich zu etablieren. Bei drei bis vier Pflegegängen pro Jahr, wie sie für Mischpflanzungen generell empfohlen werden, hätten sich die störenden Arten nicht so leicht entwickeln können.

Tab. 2: Pflegezeiten über die Jahre 2016-2018 in Abhängigkeit vom Substrat

Staudenpflanzung Sommerach				
Substrat	Jahr			
	2016	2017	2018	Summe 2016-2018
	Pflegezeiten je m², [min:sec]			[min:sec]
Vulkatec	03:10	14:35	06:54	24:39
Gelsenrot	02:12	05:47	05:06	13:05
Corthum	03:05	10:02	10:03	23:10
Weihenstephan	02:43	07:23	04:22	14:28
Mineralisch	01:49	04:40	03:26	9:55

Vitalität: Für das optische Erscheinungsbild sind die Entwicklung und das Wachstum der gepflanzten Arten entscheidend. Ein wesentlicher Punkt war deshalb die regelmäßige Bonitur der Einzelarten während der Vegetationsperiode nach dem folgenden Boniturschema:

1 = Pflanzen teilweise abgestorben
3 = Pflanzen kümmern
5 = Pflanzen vital
7 = Pflanzen wüchsig
9 = Pflanzen üppig

Betrachtet man zunächst die Vitalität aller Arten in den fünf verschiedenen Substraten bei den Boniturnoten 5, 7und 9 so bietet sich folgendes Bild (s. Abb. 1):

- Spitzenreiter sind die Substrate „Vulkatree“ und „Dachsubstrat“. Die Anteile der Boniturnoten 5 bis 9 liegen hier in allen drei Jahren zwischen 100 und 89 %. Allerdings gibt es eine leichte Abnahme von 2016 zu 2018.
- Beim Substrat „Hygromix“ sind die Anteile der Boniturwerte 5-9 deutlich geringer. Sie liegen 2016 lediglich bei 55 %, fallen 2017 auf 46 % und erholen sich 2018 auf 64 %.
- Das Substrat „Weihenstephan“ erreicht 2016 bei den o.a. Boniturwerten nur einen Anteil von 56 %, der 2017 auf 66 % steigt, um 2018 dann 2018 auf 51 % zu fallen.
- Die niedrigsten Werte weist das Substrat „mineralisch“ auf. 2016 liegen lediglich 25 % der Boniturwerte im Bereich 5-9; im Jahr 2017 sind es 31 % und 2018 dann 46 %. Trotz der kontinuierlichen Verbesserung sind es immer noch die niedrigsten Werte aller Substrate.

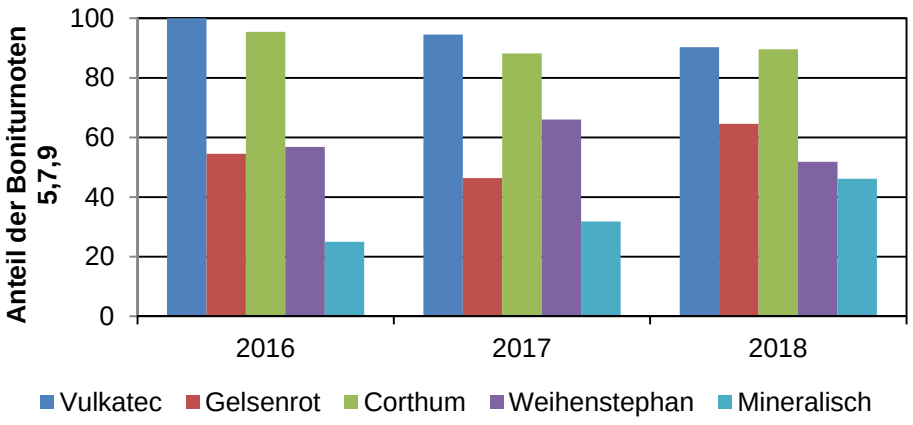


Abb. 1: Entwicklung der Vitalität aller Arten im Verlauf der drei Jahre in Abhängigkeit vom Substrat

Deckungsgrad: Neben der Entwicklung der Einzelpflanzen und –arten ist der Deckungsgrad ein wichtiges Kriterium. In einer angemessenen Zeit nach der Anlage soll die Pflanzung sich schließen und die Erwartungen in Bezug auf die Flächendeckung und Ästhetik erfüllen. Hier zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Vitalität. Den höchsten Deckungsgrad erreichen die Substrate „Vulkatree“ und „Dachsubstrat“. Allerdings verringert sich der Deckungsgrad langsam von 2016 mit Werten von 85 % zu 2018, wo der Deckungsgrad bei diesen beiden Substraten nur noch ca. 75 % betrug. Das Substrat „Weihenstephan“ steht an zweiter Stelle. Die Werte für die Deckung nehmen aber auch hier von 2016 (73 %) zu 2018 (58 %) ab. Den geringsten Deckungsgrad weisen die Substrate „Hygromix“ und „mineralisch“ auf. Auch hier verringert sich die Deckung von knapp 50 % (Hygromix) und 47 % (mineralisch) in 2016 auf 43 % (Hygromix) und 39 % (mineralisch).

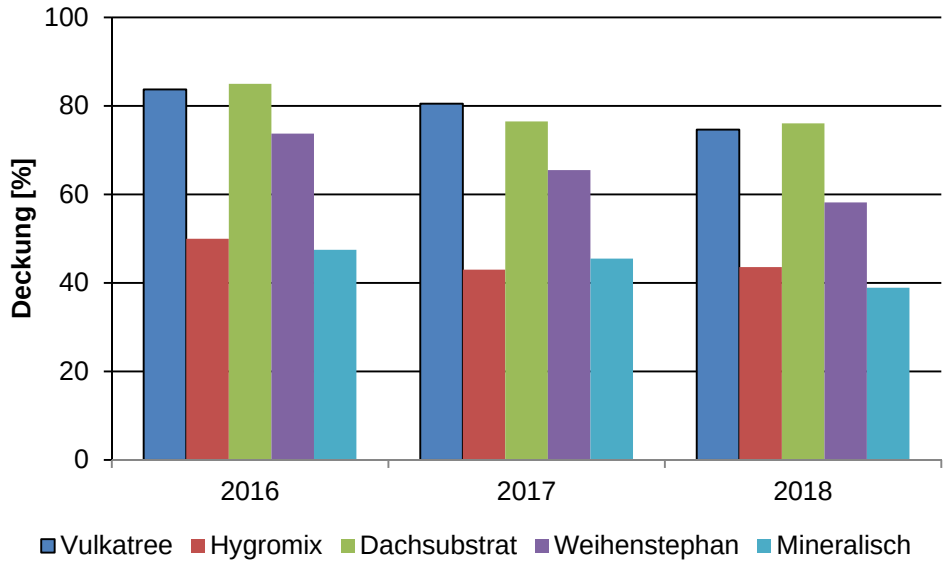


Abb. 2: Deckungsgrad der Staudenmischung über drei Jahre in Abhängigkeit vom Substrat

Diskussion: Es ist sicher keine große Überraschung, dass sich die hier gepflanzte Staudenmischung „Blütenwoge“ in dem Baum- und Dachsubstrat am besten entwickelt hat. Dass ein Baumsubstrat nicht nur für Bäume, sondern auf Grund seiner chemischen und physikalischen Eigenschaften auch für Stauden geeignet ist, war zu vermuten. Im Substrat „Hygromix“ mit den – im Vergleich zu den anderen Substraten - sehr niedrigen Phosphat- und Humusgehalten hätte u.U. eine gezielte Düngung das Wachstum verbessert. In Hinsicht auf die physikalischen Eigenschaften sollte dieses Substrat für Staudenpflanzungen gut geeignet sein. Die hier dargestellten Ergebnisse lassen vermuten, dass sich mit einer Anpassung des Nährstoff- und Humusgehalts das Staudenwachstum sicher deutlich verbessern ließe.

Die Ergebnisse zeigen, dass entsprechende (oberbodenfreie) Substrate, die frei von unerwünschten Arten sind, durchaus eine Alternative zum Oberboden darstellen. Bedingt durch die Struktur lassen sich unerwünschte Arten aus Substraten leichter entfernen als aus Oberboden, was die Pflege erleichtert. Statt eines Oberbodens, dessen Eigenschaften man nicht genau kennt, kann es somit durchaus sinnvoll sein, ein Substrat mit definierten und überprüfbaren Qualitätskriterien einzusetzen.

Die rein mineralisch geprägten Substrate verlangen auf Grund ihrer besonderen Eigenschaften eine spezielle Pflanzenauswahl, wie der Blick auf die Vitalität der Einzelarten zeigt. Mit einer „Stauden-Universalmischung“ sind die Ergebnisse unbefriedigend.

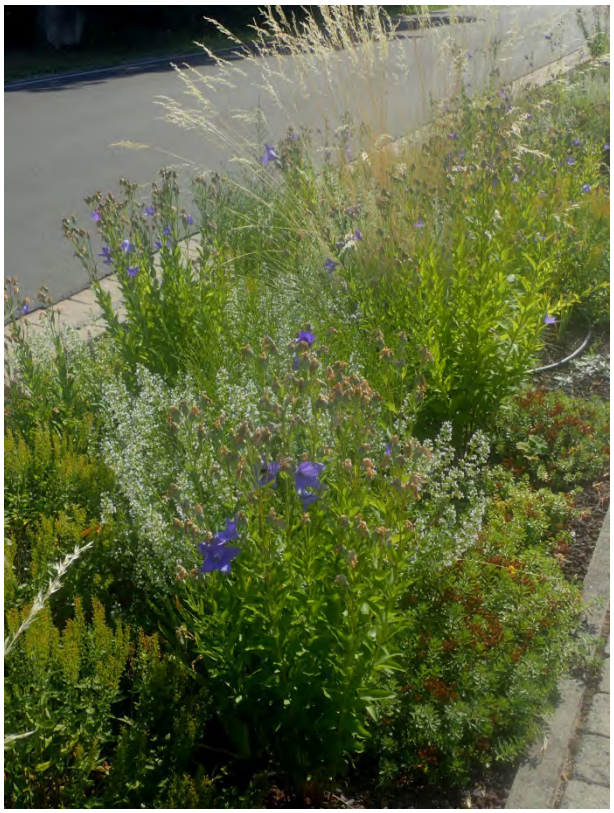


Abb. 3: Substrat Vulkatree, Juli 2018

Abb. 4: Substrat „mineralisch“, August 2018

Eignungsprüfung von verschiedenen Ziergehölzarten und –sorten für den starken Rückschnitt (Coppicing)

Gehölze, Schnitt, Pflanzenverwendung

Zusammenfassung

Die Eignung zum Coppicing wurde über drei Jahre bei 47 verschiedenen Ziergehölzarten, zum Teil in Sorten, geprüft. Dabei wurde neben der Schnitthäufigkeit (einmal im Jahr/alle zwei Jahre) auch die Methode des Rückschnittes (Maschinenschnitt/Handschnitt) betrachtet. Im Vergleich der Methode des Rückschnitts konnten im Gegensatz zur Schnitthäufigkeit bezüglich der bonitierten Pflanzenmerkmale, wie Gesamteindruck, Wuchsbreite, Wuchshöhe und Austriebsdatum keine Unterschiede festgestellt werden.

Problemstellung

Der Begriff „Coppicing“ hat seinen Wortursprung im Englischen und bedeutet das tiefe Herabsetzen von Ästen und Zweigen eines Baumes bzw. Strauches. „Coppicing“ kann im Deutschen mit dem Begriff „auf den Stock setzen“ verglichen werden. Gehölze, die dafür verwendet werden sollen, müssen vor allem tolerant gegenüber einem tiefen Rückschnitt sein sowie die Fähigkeit besitzen, vital wieder austreiben zu können (KÜHN). Bezüglich dieser Art der Pflanzenverwendung gibt es bisher kaum Erfahrungen.

Abb. 1: Die Versuchsanlage im Frühjahr 2015 und im Sommer 2019

Material und Methoden

Der Versuch wurde im November 2014 in 20 Reihen (60 m lang, Reihenabstand 3 m, Pflanzenabstand 2 m) als randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen gepflanzt (12 Pflanzen pro Versuchsglied). Erstmalig im März 2016 erfolgte der Rückschnitt mit einem Anbaugerät, wie es beim maschinellen Rückschnitt im kommunalen Bereich eingesetzt wird (Cupeco, s. Abb. 2), und von Hand unter Erfassung der Arbeitszeit ohne Rüstzeiten. Neben der Art des Schnittes wurde zusätzlich der Schnittzyklus „einmal im Jahr“ und „alle zwei Jahre“ untersucht. Ein Teil der ausgesuchten Ziergehölze blühen am zweijährigen Holz und der Blühaspekt der jeweiligen Gehölze kann durch einen einjährigen Rückschnitt nicht betrachtet werden. Demnach ergeben sich folgende Faktoren:

Abb. 2: Anbaugerät für den maschinellen Rückschnitt

Christin Ulbricht, christin.ulbricht@llg.mule.sachen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Quedlinburg

Eignungsprüfung von verschiedenen Ziergehölzarten und –sorten für den starken Rückschnitt (Coppicing)

Gehölze, Schnitt, Pflanzenverwendung

Faktor A: Schnittturnus
jährlich
zweijährig

Faktor B: Art des Rückschnitts
Maschine
Hand

Über den Vegetationszeitraum erfolgte die Erfassung des Zeitpunktes des Austriebs, die Wuchshöhe und Wuchsbreite (längs, quer) sowie des Gesamteindruckes in KW 36.

Tab. 1: Ziergehölze für den Coppising-Versuch

Nr.	Gattung	Art	Sorte	Nr.	Gattung	Art	Sorte
1	*Acer*	*negundo*	Flamingo	25	*Physocarpus*	*opulifolius*	Angel Gold
2	*Acer*	*rubrum*		26	*Physocarpus*	*opulifolius*	Dart´s Gold
3	*Ailanthus*	*altissima*		27	*Physocarpus*	*opulifolius*	Diable d'Or
4	*Amorpha*	*canascens*		28	*Physocarpus*	*opulifolius*	Diabolo
5	*Amorpha*	*fruticosa*		29	*Physocarpus*	*opulifolius*	Lady in Red
6	*Catalpa*	*bignonioides*		30	*Physocarpus*	*opulifolius*	Red Baron
7	*Catalpa*	*erubescens*	Purpurea	31	*Prunus*	*laurocerasus*	Novita
8	*Cornus*	*alba*	Baton Rouge	32	*Prunus*	*laurocerasus*	Herbergii
9	*Cornus*	*sanguinea*	Winter Beauty	33	*Prunus*	*laurocerasus*	Etna
10	*Cornus*	*sericera*	Flaviramea	34	*Prunus*	*laurocerasus*	Genolino
11	*Corylus*	*maxima*	Purpurea	35	*Quercus*	*palustris*	
12	*Cotinus*	*coggygria*	Lilla	36	*Salix*	*alba*	Cermesina
13	*Cotinus*	*coggygria*	Rubrifolius	37	*Salix*	*rosmariniifolia*	
14	*Cotinus*	*coggygria*	Golden Spirit	38	*Sambucus*	*canadensis*	Aurea
15	*Cotinus*	*coggygria*	Royal Purple	39	*Sambucus*	*nigra*	Black Lace
16	*Eleagnus*	*angustifolia*		40	*Sambucus*	*nigra*	Black Beauty
17	*Eleagnus*	*multiflora*		41	*Sambucus*	*nigra*	Black Tower
18	*Eleagnus*	*commutata*		42	*Sambucus*	*nigra*	Thoundercloud
19	*Indigofera*	*hederantha*		43	*Sambucus*	*racemosa*	Plumosa Aurea
20	*Ligustrum*	*ovalifolium*	Aureum	44	*Sorbus*	*decora*	
21	*Liriodendron*	*tulipifera*		45	*Tamarix*	*parviflora*	
22	*Morus*	*alba*		46	*Tamarix*	*ramosissima*	
23	*Paulownia*	*tomentosa*		47	*Vitex*	*agnus-castus*	Latifolia
24	*Physocarpus*	*opulifolius*					

Ergebnisse und Diskussion

Schon innerhalb der ersten zwei Standjahre kam es zu Ausfällen bei verschiedenen Versuchsgliedern. Am höchsten waren diese bei *Ailanthus altissima* (10 von 12 Pflanzen) und *Sambucus racemosa `Plumosa aurea`* (8 von 12 Pflanzen). Probleme hatten auch die Sorten von *Sambucus nigra* und fielen zu 50 Prozent aus. Eine Ursache hierfür kann nicht benannt werden. Zusätzlich musste schon im ersten Versuchsjahr festgestellt werden, dass beim Versuchsglied *Physocarpus opulifolius* nicht die Pflanzenart geliefert wurde, sondern ein Sortenmix.

Aus diesen Gründen konnten die Versuchsglieder *Ailanthus altissima*, *Physocarpus opulifolius, Sambucus nigra* in Sorten und *Sambucus racemosa `Plumosa aurea`* nicht ausgewertet werden.

Christin Ulbricht, christin.ulbricht@llg.mule.sachen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Quedlinburg

Eignungsprüfung von verschiedenen Ziergehölzarten und –sorten für den starken Rückschnitt (Coppicing)

Gehölze, Schnitt, Pflanzenverwendung

Eine Auswertung der in Material und Methoden beschriebenen Boniturkriterien erfolgte nur für das Jahr 2017. In diesem Versuchsjahr konnte das erste Mal Rückschlüsse auf die zweijährige Rückschnittvariante gezogen werden.

Gesamteindruck

Die Bewertung des Gesamteindruckes erfolgt in Noten und soll die Fähigkeit bewerten inwiefern die zu untersuchenden Ziergehölze das Vermögen besitzen, sich in eine Pflanzung mit anderen Ziergehölzen und Stauden einzufügen.

Bezüglich des Gesamteindruckes können keine statistischen Unterschiede zwischen den beiden Schnittmethoden dargestellt werden. Wird allerdings der Schnittturnus betrachtet, kann festgestellt werden, dass in der jährlich geschnittenen Variante bis auf Ausnahmen der Gesamteindruck besser ist als in der zweijährig geschnittenen Variante. Eine Ursache hierfür kann das frischere Aussehen durch den Neuaustrieb sein. Auch wirken die einjährig geschnittenen Varianten kompakter als die aller zwei Jahre geschnittenen Ziergehölze. Es hatte sich zum Zeitpunkt der Bonitur, abhängig von der Pflanzenart, noch kein vorrangiger Leittrieb ausgebildet. Am wenigsten konnten beim Gesamteindruck *Quercus palustris*, *Morus alba* sowie *Sorbus decora* und *Corylus maxima `Purpurea`* überzeugen.

Abb. 3: *Cotinus coggygria* 'Royal Purple' (Var. jährlicher Rückschnitt)

Abb. 4: Cotinus coggygria 'Royal Purple' (Var. Rückschnitt aller 2 Jahre)

Wuchshöhe

Auch hier gibt es keine statistischen Unterschiede zwischen den Methoden des durchgeführten Rückschnitts. Die Wuchsfähigkeit wird vorrangig allein durch die Pflanzenart bzw. Sorte bestimmt. Die Wuchsleistungen konnten bei jährlich geschnittenen Varianten z.B. bei *Eleagnus angustifolia*, *Amorpha fruticosa* bis zu 2 m betragen, bei der aller zwei Jahre geschnittenen Variante sogar bis 2,80 m. Zu den eher niedrig wachsenden Gehölzen gehören *Ligustrum ovalifolium* 'Aureum', *Prunus laurocerasus* 'Etna' und *Cotinus coggygria* 'Lilla'.

Abb. 5: *Paulownia tomentosa* im Sommer 2019. Im Vordergrund die jährlich geschnittene Variante, im Hintergrund die Variante aller 2 Jahre

Christin Ulbricht, christin.ulbricht@llg.mule.sachen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Quedlinburg

Wuchsbreite

Statistische Unterschiede zwischen den Schnittvarianten konnten wie zuvor bei der Betrachtung der Wuchshöhe nicht gefunden werden. Wie schon bei der Wuchshöhe wird die Fähigkeit stärker oder schwach zu wachsen durch die Pflanze selbst bestimmt. Dabei schwankten die Wuchsbreiten sowohl in der jährlich geschnittenen Variante als auch in der aller zwei Jahre geschnitten Variante abhängig von der Gehölzart stark von 0,45 m (*Quercus palustris*) bis zu 3,45 m (*Amorpha fruticosa*).

Abb. 6: *Amorpha fruticosa* im Sommer 2019 in der Variante Rückschnitt aller 2 Jahre. Das Wachstum ist so stark, dass die 3 m breite Fahrgasse komplett zugewachsen ist.

Besonders problematisch entwickelte sich *Eleagnus commutata* durch seine extreme Ausläuferbildung, die durch den Rückschnitt noch besonders verstärkt wurde. Hier sollte die Verwendung für eine Coppicing- Fläche besonders überdacht werden.

Abb. 7: *Eleagnus commutata* verbreitet sich durch seine Ausläufer besonders stark

Austriebstermin

Unterschiede im Austrieb zwischen der Rückschnittmethode und der Schnitthäufigkeit zeigten sich nicht. Die Gehölze öffneten ihre Knospen unabhängig davon ob mit Hand, Maschine, einjährig oder zweijährig geschnitten wurde. Problematisch beim Austrieb waren lediglich die Spätfröste, wie am 20. April 2017, der dafür sorgte, dass Gehölze wie *Paulownia tomentosa*, *Liriodendron tulipifera* deren Knospen sich schon geöffnet hatten, erfroren. Daraus ergaben sich innerhalb der Wiederholungen starke Verschiebungen bezüglich des Austriebstermins.

Zeitaufwand beim Rückschnitt

Wie schon in Material und Methoden beschrieben erfolgte der Rückschnitt der Gehölze sowohl maschinell als auch von Hand. Dabei wurde die Dauer des Rückschnitts ohne Rüstzeit erfasst. Je nach Gehölzart und deren Verzweigung an der Basis variierte die Dauer beim Handschnitt von Gehölz zu Gehölz. Für die bessere Betrachtung der Dauer des Rückschnitts wurden die Daten trotz alledem pro Gehölz ausgewertet.

Wie es schon zu erwarten war, wurde für den Maschinenschnitt lediglich 8 Sekunden pro Gehölz benötigt. Dem gegenüber stehen 13 Sekunden, die für den Handschnitt errechnet wurden. Allerdings erwies sich der Rückschnitt mit einer Maschine, deren Schnittwerkzeug ein rotierendes Messerblatt ist, als nicht optimal. Besonders dünne Triebe wie bei *Amorpha canascens* oder *Salix rosmariniifolia* legten sich durch den beim Rotieren der Messer entstehenden Wind um und verhinderten einen Schnitt. Des Weiteren erzeugten die Messer des Anbaugerätes keine glatten Schnitte (siehe Abbildung) und rissen zum Teil die Zweige ab. Aus diesen Gründen wurde beim ersten Rückschnitt entschieden eine nachträgliche Korrektur von Hand durchzuführen. Auch hier wurde die Dauer des Schnittes erfasst. Mit dieser Nachbereitung des Schnittes dauerte die Variante Maschinenschnitt 10 Sekunden pro Gehölz.

Abb. 8: Unsauberer Rückschnitt durch die Maschine bei *Salix alba* 'Cermesina'

Eignungsprüfung von verschiedenen Ziergehölzarten und –sorten für den starken Rückschnitt (Coppicing)

Gehölze, Schnitt, Pflanzenverwendung

Anhang

Sortierung nach Wuchshöhe in der jährlich geschnittenen Variante		
über 1,50 m	über 1,30 m	über 1,00 m
Amorpha fruticosa	*Acer rubrum*	*Cotinus coggygria* 'Royal Purple'
Eleagnus angustifolia	*Catalpa bignonioides*	*Cotinus coggygria* 'Rubirifolius'
Eleagnus commutata	*Catalpa erubescens* 'Purpurea'	*Liriodendron tulipifera*
Eleagnus multiflora	*Physocarpus opulifolius* 'Diable d'Or'	*Physocarpus opulifolius* 'Angel Gold'
Paulownia tomentosa	*Physocarpus opulifolius* 'Diabolo'	*Physocarpus opulifolius* 'Dart´s Gold'
Tamarix ramosissima	*Physocarpus opulifolius* 'Red Baron'	*Physocarpus opulifolius* 'Lady in Red'
Tamarix parviflora	*Salix alba* 'Cermesina'	*Salix rosmariniifolia*
	Sambucus canadensis 'Aurea'	
über 0,80 m		bis 0,80 m
Acer negundo 'Flamingo'		*Amorpha canascens*
Cornus alba 'Baton Rouge'		*Cornus sanguinea* 'Winter Beauty'
Cornus stolonifera 'Flaviramea'		*Corylus maxima* 'Purpurea'
Indigofera hederantha		*Cotinus coggygria* 'Golden Spirit'
Morus alba		*Cotinus coggygria* 'Lilla'
Prunus laurocerasus 'Novita'		*Ligustrum ovalifolium* 'Aureum'
Sorbus decora		*Prunus laurocerasus* 'Etna'
Vitex agnus-castus 'Latifolia'		*Prunus laurocerasus* 'Genolina'
		Prunus laurocerasus 'Herbergii'
		Quercus palustris

Sortierung der Wuchshöhe in der alle zwei Jahre geschnittenen Variante		
über 1,90 m	über 1, 50 m	über 1,20 m
Amorpha fruticosa	*Acer rubrum*	*Acer negundo* 'Flamingo'
Eleagnus angustifolia	*Catalpa bignonioides*	*Liriodendron tulipifera*
Eleagnus commutata	*Catalpa erubescens* 'Purpurea'	*Physocarpus opulifolius* 'Angel Gold'
Eleagnus multiflora	*Cotinus coggygria* 'Royal Purple'	*Physocarpus opulifolius* 'Diable d'Or'
Paulownia tomentosa	*Physocarpus opulifolius* 'Diabolo'	*Sorbus decora*
Salix alba 'Cermesina'	*Physocarpus opulifolius* 'Lady in Red'	
Tamarix ramosissima	*Physocarpus opulifolius* 'Red Baron'	
Tamarix parviflora	*Salix rosmariniifolia*	
über 1,00 m	über 0,80 m	bis 0,80 m
Cornus alba 'Baton Rouge'	*Cornus sanguinea* 'Winter Beauty'	*Amorpha canascens*
Cornus stolonifera 'Flaviramea'	*Indigofera hederantha*	*Cotinus coggygria* 'Golden Spirit'
Corylus maxima 'Purpurea'	*Ligustrum ovalifolium* 'Aureum'	*Cotinus coggygria* 'Lilla'
Cotinus coggygria 'Rubirifolius'	*Physocarpus opulifolius* 'Dart´s Gold'	*Quercus palustris*
Morus alba	*Prunus laurocerasus* 'Etna'	
Prunus laurocerasus 'Novita'	*Prunus laurocerasus* 'Herbergii'	
Prunus laurocerasus 'Genolina'	*Vitex agnus-castus* 'Latifolia'	
Sambucus canadensis 'Aurea'		

Eignungsprüfung von verschiedenen Ziergehölzarten und –sorten für den starken Rückschnitt (Coppicing)

Gehölze, Schnitt, Pflanzenverwendung

Sortierung nach Wuchsbreite in der jährlich geschnittenen Variante	
über 1,90 m	über 1,00 m
Amorpha fruticosa	*Acer negundo* 'Flamingo'
Eleagnus angustifolia	*Cornus alba* 'Baton Rouge'
Eleagnus commutata	*Cornus sanguinea* 'Winter Beauty'
Eleagnus multiflora	*Cotinus coggygria* 'Royal Purple'
Salix alba 'Cermesina'	*Liriodendron tulipifera*
Salix rosmariniifolia	*Morus alba*
	Physocarpus opulifolius 'Dart´s Gold'
	Physocarpus opulifolius 'Diabolo'
	Vitex agnus-castus 'Latifolia'
über 1,50 m	über 0,80 m
Catalpa bignonioides	*Acer rubrum*
Catalpa erubescens 'Purpurea'	*Amorpha canascens*
Cornus stolonifera 'Flaviramea'	*Cotinus coggygria* 'Golden Spirit'
Cotinus coggygria 'Rubirifolius'	*Cotinus coggygria* 'Lilla'
Indigofera hederantha	*Ligustrum ovalifolium* 'Aureum'
Paulownia tomentosa	*Prunus laurocerasus* 'Etna'
Physocarpus opulifolius 'Angel Gold'	*Prunus laurocerasus* 'Genolina'
Physocarpus opulifolius 'Diable d'Or'	*Prunus laurocerasus* 'Herbergii'
Physocarpus opulifolius 'Lady in Red'	*Prunus laurocerasus*'Novita'
Physocarpus opulifolius 'Red Baron'	Bis 0,80 m
Sambucus canadensis 'Aurea'	*Corylus maxima* 'Purpurea'
Tamarix parviflora	*Quercus palustris*
Tamarix ramosissima	*Sorbus decora*

Sortierung nach Wuchsbreite in der alle zwei Jahre geschnittenen Variante	
über 1,90 m	über 1,20 m
Amorpha fruticosa	*Acer negundo* 'Flamingo'
Eleagnus angustifolia	*Cornus alba* 'Baton Rouge'
Eleagnus commutata	*Cotinus coggygria* 'Royal Purple'
Eleagnus multiflora	*Morus alba*
Physocarpus opulifolius 'Diable d'Or'	*Physocarpus opulifolius* 'Dart´s Gold'
Salix alba 'Cermesina'	über 1,00 m
Salix rosmariniifolia	*Acer rubrum*
Tamarix parviflora	*Amorpha canascens*
Tamarix ramosissima	*Cornus sanguinea* 'Winter Beauty'
über 1,50 m	*Corylus maxima* 'Purpurea'
Catalpa bignonioides	*Ligustrum ovalifolium* 'Aureum'
Catalpa erubescens 'Purpurea'	*Liriodendron tulipifera*
Cornus stolonifera 'Flaviramea'	*Prunus laurocerasus* 'Genolina'
Cotinus coggygria 'Rubirifolius'	*Prunus laurocerasus* 'Novita'
Indigofera hederantha	*Sambucus canadensis* 'Aurea'
Paulownia tomentosa	*Vitex agnus-castus* 'Latifolia'
Physocarpus opulifolius 'Angel Gold'	Bis 1,00 m
Physocarpus opulifolius 'Diabolo'	*Cotinus coggygria* 'Golden Spirit'
Physocarpus opulifolius 'Lady in Red'	*Cotinus coggygria* 'Lilla'
Physocarpus opulifolius 'Red Baron'	*Prunus laurocerasus* 'Etna'
	Prunus laurocerasus 'Herbergii'
	Quercus palustris
	Sorbus decora

Christin Ulbricht, christin.ulbricht@llg.mule.sachen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Quedlinburg

Strukturstabile Stadtbaumsubstrate mit aktivierter Pflanzenkohle

Straßenbaum, Substrat, Pflanzung

Zusammenfassung

Die Standortverbesserung mit strukturstabilen Substraten sind als Lösungsansätze zentrale Aspekte der Forschung. Der vorliegende Abschlussbericht behandelt den Praxisversuch, in welchem ein strukturstabiles und standortspezifisches Stadtbaumsubstrat entwickelt und getestet wurde.
Das Substrat mit dem Zusatz von Pflanzenkohle entspricht den Bedingungen des Tiefbaus und kann strukturstabil, schichtweise eingebaut werden. Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass die sehr sorptionsfähige Pflanzenkohle den organischen Kohlenstoff und die Nährstoffe langfristig stabilisiert. Doch die Nährstoffgehalte sind im Vergleich zu marktfähigen Substraten relativ gering. Dennoch haben die Testbäume in der Anwuchsphase keine Mangelerscheinungen gezeigt.

Problemstellung

Die Substrate von urbanen Pflanzungen, insbesondere von Strassenbäumen sind schon heute und werden auch in Zukunft massiven Belastungen und Wechselwirkungen ausgesetzt sein. Die Belastungen werden in innerstädtischen Gebieten unter anderem aufgrund städtebaulicher Nachverdichtung weiter zunehmen. Das entwickelte Substrat soll urbane Grünraum-Sortimente in ihrer Vitalität und Wüchsigkeit unterstützen, gleichzeitig aber auch als Tragschicht im Strassenbau eingesetzt werden können. Während physikalische Parameter weitestgehend genormt sind, sind bei den chemischen Daten noch keine umfassenden Kenntnisse vorhanden.

Ein Lösungsansatz besteht aus einer Erweiterung des Wurzelraums kombiniert mit strukturstabilen Substraten und dem Zusatz von standardisierter Pflanzenkohle. Um die Substrate strukturstabil zu gewährleisten und die Problematik anaerober Umsetzungsprozesse tief zu halten, muss der Anteil organischer Substanz auf einem Minimum gehalten werden. Die Definition von organischer Substanz oder Oberboden ist nicht eingehender beschrieben. Bei überbaubaren Substraten ist dies maximal 1-2 Masseprozent organisches Material. Mit Blick auf die überbaubaren Substrate (Pflanzgrubenbauweise 2) nach FLL und Vegtra-Mü fällt auf, dass diese nur für Geh- und Fahrradwege, sowie Parkplätze empfohlen werden nicht aber für Flächen und Strassen mit Schwerverkehr. Diese Flächen bleiben somit für Bäume nicht oder nur wenig durchwurzelbar.

Weiter muss beachtet werden, dass in solch heterogenen Standortbedingungen, wie sie urbane Grünräume und Strassenbäume vorfinden, eine Patentlösung kaum zu einem wirklichen Ziel führen kann. Niederschlagsmengen, Durchschnittstemperatur, Bodenvorkommnisse und Baumsortimente sind variable Parameter, welche sich in jeder regionalen und lokalen Situation unterscheiden können. Die Baumgruben nach FLL sehen eine standardisierte Grösse von 12m³ bei einer Tiefe von >1,5m vor. Die angrenzenden Substratschichten sollten durchwurzelbar sein. Diese Grösse kann für einen Jungbaum ausreichen. Der Wurzelraumbedarf eines Baumes entwickelt sich allerdings im gesamten Lebenszyklus linear und analog zu seinem Kronenvolumen. Die Versiegelung des peripheren Raumes des Baumstandorts verhindert zudem einen kontinuierlichen Gasaustausch und Wasserzufuhr und muss somit mit grossem technischem Aufwand aufbereitet werden. Technisch optimierte Substrate bieten dem Baum das Potential sich über Jahre vorteilhaft zu entwickeln und vital zu bleiben. Gleichzeitig wird das verwendete Substrat im Optimalfall keinen grossen Bautätigkeiten mehr unterworfen und es kann sich eine ungestörte Bodenbildung entwickeln. Die beschränkten Lebenszyklen der gegenwärtigen Baumaterialien stehen jedoch im Kontrast zum potentiellen Altern der Bäume. In seltensten Fällen können sich Bäume und Wurzeln ungehindert über lange Zeithorizonte entwickeln. Nebst den Substraten müssen auch die Sortimente lokal beurteilt und verwendet werden.

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch, Andrea Gion Saluz, andrea.saluz@zhaw.ch |
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich

Strukturstabile Stadtbaumsubstrate mit aktivierter Pflanzenkohle

Material und Methoden

Forschungsfrage:

Inwiefern ist das entwickelte strukturstabile Stadtbaumsubstrat mit den ausgewählten Materialien; Schotter, Sand, aktivierter Pflanzenkohle und Blähschiefer praxistauglich?

Die Zielsetzung des Feldversuchs ist es, ein Test durchzuführen, der aus drei verschiedenen Substraten besteht. Die Substrate haben die gleichen Komponenten, bestehen jedoch aus verschiedenen Mischverhältnissen. Dabei soll ein mageres, ein mittleres und ein an Nährstoffen reicheres Substrat getestet werden. Die Komponenten sollen aus natürlichen, langlebigen und strukturstabilen Elementen bestehen. Angelehnt an das „Stockholm-Project“ werden dabei sehr magere Komponenten wie Schotter und Sand verwendet. Die verwendete Pflanzenkohle ersetzt die geforderten 1-2 Masseprozentanteil organische Substanz. Es werden alle Substrate auf ihre physikalischen und chemischen Parameter untersucht. Die ersten Ergebnisse der Probeentnahme und Analyse dienen dabei als Ausgangswerte. Die Nährstoffe werden in den Folgejahren deskriptiv analysiert um Tendenzen und Entwicklungen zu erkennen. Als Vergleichswerte werden die Ergebnisse der verwendeten Substrate im Projekt Stadtgrün 2021 beigezogen. Die Bäume werden in den Vegetationsperioden bonitiert. Um die gestellten Forschungsfragen zu beantworten, werden für jedes Substrat fünf Wiederholungen mit *Tilia cordata* Sämlingen bepflanzt. Insgesamt 15 *Tilia cordata in* Forstbaumschulqualität (10/12). Nebst den Bonituren an den Bäumen, werden in den Substraten an definierten Standorten Mischproben entnommen und auf die chemischen und ausgewählten physikalischen Parameter untersucht. Für die physikalische Analyse wird eine Siebkurve nach DIN 18123 erstellt und mit den Normen der Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2 der FLL abgeglichen. Da für die chemischen Parameter keine Normen vorhanden sind, werden sie mit den eingesetzten Substraten in Projekt Stadtgrün 2021 und den Düngevorgaben der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Ackerbau abgeglichen.

Zu untersuchende physikalische Parameter:

- elektrische Leitfähigkeit
- Körnungs- bzw. Sieblinie
- Wasserkapazität pF-Wert

Die zu untersuchenden chemischen Parameter werden mit Hilfe der Referenzmethoden der eidgenössischen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten festgelegt.

Zu untersuchende chemische Parameter:

- pH-Wert in $CaCl_2$
- Salzgehalt
- pflanzenverfügbare Nährstoffe
- Stickstoff (NO_3-N), Phosphor (P_2O_5), Kalium (K_2O), Magnesium (Mg)

Diese Parameter, sowie die für Bodenphysik und Bodenchemie relevante Kationenaustauschkapazität, werden in den Folgejahren mit den gleichen Methoden jeweils zu Beginn des Monats August erneut gemessen. Dieser Zeitpunkt orientiert sich an den Probeentnahmen der LWG Veitshöchheim. So können Verschiebungen der Nährstoffwerte oder des Kationenaustauschpotentials als auch des pH-Werts festgehalten und Vergleiche zu den verwandten Forschungsprojekten gezogen werden.

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch, Andrea Gion Saluz, andrea.saluz@zhaw.ch |
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich

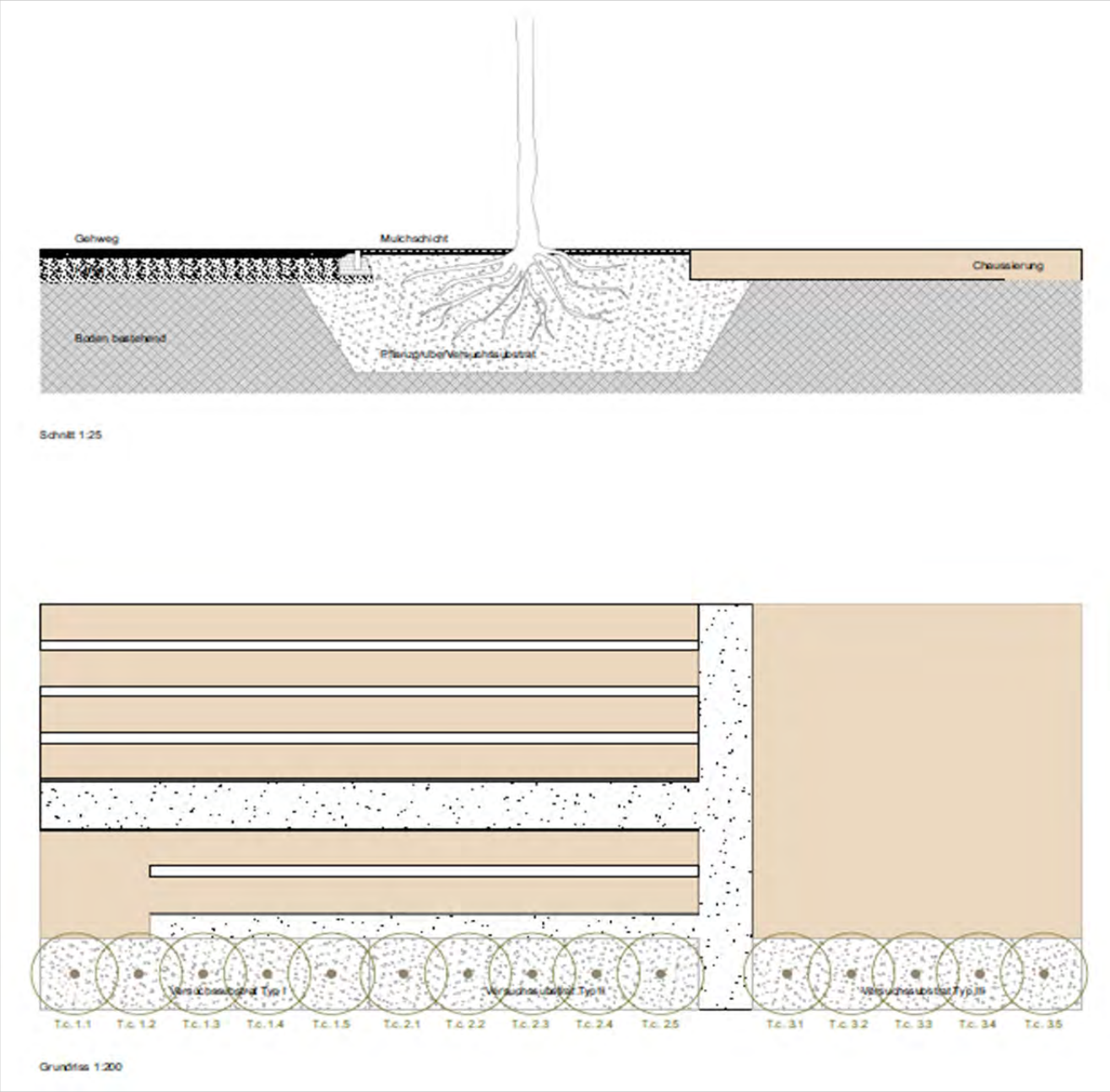


Abb. 1: Schematische Darstellung des Versuchaufbaus im Freiland

Ergebnisse und Diskussion

Nachfolgend werden die erzielten Ergebnisse im Feldversuch behandelt. Es wird dabei auf die wichtigsten Substratparameter eingegangen.

Die erste Probeentnahme für die Analysen wurde im Juli 2016 aus den Baumgruben als Mischproben entnommen. Aus diesen Substratproben wurden für die chemische Analyse der pH-Wert, die potentielle Kationenaustauschkapazität (KAK pot.), der Salzgehalt, sowie die pflanzenverfügbaren Anteile der Hauptnährstoffe untersucht. Für die physikalischen Untersuchungen sind die Anteile der Körnungen, die elektrische Leitfähigkeit und die maximale Wasserkapazität relevant.

Die Sieblinien in Abb. 2 zeigen die Abstufungen der Körnungen der Substrate 1 bis 3. Sie bewegen sich knapp unter dem empfohlenen Sieblinienkorridor nach FLL.

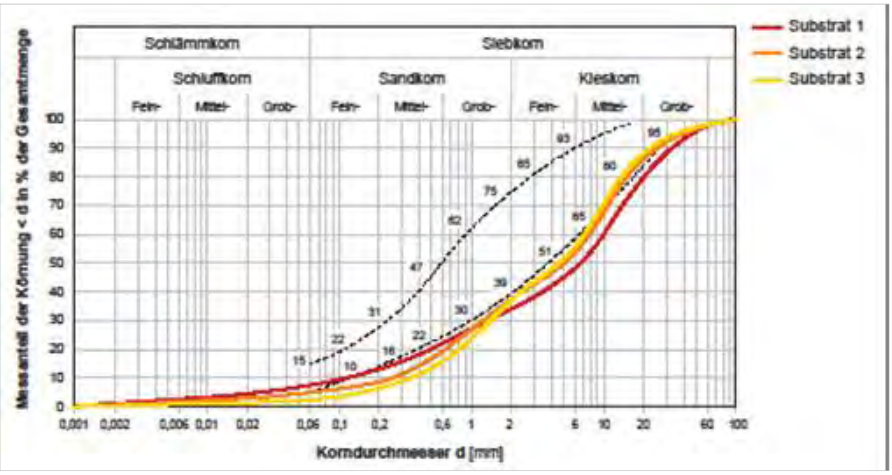


Abb. 2: Siebkurven der getesteten Substrate

Daraus ist ersichtlich, dass das Substrat 1 die größte Menge an Schlämmkornanteil besitzt. Dies erstaunt insofern, da die geplante Zusammensetzung von Substrat 1 insgesamt den geringsten Null- und Sandanteil vorweisen sollte. Die abgebildeten Sieblinien oder Siebkurven liegen knapp unterhalb des empfohlenen Sieblinienkorridors der FLL „Pflanzgruben Bauweise 2“ (überbaubar) und ZTV-Vegtra-Mü (2002). Der prozentuale Mengenanteil der grobkörnigen Kieskornfraktion ist grösser zulasten der gröberen Sand- und feineren Kieskorngrößen. Die Kurve von Substrat 1 zeigt somit den geringeren Anteil des Ziegelsands (0/8). Während die Substrate 2 und 3 zwischen den Korngrößen 2 mm und 10 mm eine deutliche Aufwärtstendenz aufweisen, bleibt die Linie von Substrat 1 konstant und etwas unterhalb der empfohlenen Korngrößenverteilung. Daraus lässt sich ein geringeres Vorkommen von 2 mm bis 8 mm Körnungen ableiten. Die großen Schotteranteile übernehmen die Funktion des Bodenskeletts und garantieren eine hohe Strukturstabilität, sowie ausreichend viele Grob- und Mittelporen für den Wasser- und Lufthaushalt. Letzterer ist für die Ausbildung der Baumwurzeln ein limitierender Faktor. Ein Straßenunterbau muss nach SN 670 317b und ZTVE-StB94 einen Ev2 Wert von ≥2.3 aufweisen (VSS, 2014). Dies entspricht einem Verdichtungsdruck von rund 100 MN/m². Das getestete Substrat wurde entsprechend schichtweise eingearbeitet. Bei der Betrachtung der Sieblinien kann auch festgestellt werden, dass kein Körnungsbruch vorhanden ist. Dies gewährleistet eine ausreichende Kapillarität des Substrats. Der Wasserhaushalt des Substrates wird durch die Wasserspannungskurve ermittelt. Dieser physikalische Parameter charakterisiert sich durch die mechanische Spannung im Porenwasser und dessen hydraulische Verfügbarkeit. Daraus lässt sich auch auf die Kapillarität des Korngerüsts schließen. Hierbei werden die Restwassergehalte bei definierter Saugspannung gemessen.
Die in dem Versuch verwendeten Substrate weisen differenzierte Restwasserwerte auf. Substrat 1 weist bei pF-Wert 1 den größten Wassergehalt auf (95.52 %). Beim pF-Wert 1.8 bis 2 (FK) sind noch 66.95 % Restwasseranteile vorhanden. Ab der Saugspannung pF-2.5 liegt der Wert noch bei 42.49 %. Der Wasserrückhalt des Substrates ist demnach, verglichen mit Werten von Naturböden, gering. Der Vorteil ist, dass die Substrate keine Anfälligkeit auf Vernässung aufweisen und dementsprechend als entwässerndes Element im Städtebau eingesetzt werden können. Die rasche Abnahme von Restwasser aller Substrate bestätigt den großen Grobporenanteil der Substrate. Der geringste Wasserrückhalt befindet sich in Substrat 3. Sowohl in Substrat 2 als auch in Substrat 3 liegt der prozentuale Wasseranteil bei pF=1 bei der Hälfte der maximalen Kapazität (52.69 % und 50.45 %). Auch die Entwicklung bei höheren Saugspannungen verläuft kongruent. Bei den pF-Werten 2 und 2.5 liegen die Restwasseranteile bei 36,4 % und 32,25 % sowie 27,03 % und 25,00 %. Dies ergibt eine nutzbare Feldkapazität von maximal 40 % bei Substrat 1 und rund 25 % bei den Substraten 2 und 3.
Die Nährstoffanalysen des Substrates haben über die Projektlaufzeit folgende Werte ergeben.

Die Werte sind in der nachfolgenden Tabelle nach Substrat und Jahr gelistet.

Tab. 1: Nährstoffwerte und deren Entwicklung sortiert nach Substrat und Jahr

Jahr	pH	P_2O_5 (mg/100g)	K_2O	NO_3-N	Mg	Salzgehalt mg KCl/100g	KAK pot. mmol/100g
Substrat 1							
2016	8.1	0.75	32.3	0.41	21.5	29	4.83
2017	7.6	0.95	34.5	0.65	23.5	32	4.65
2018	7.5	0.99	33.2	0.64	24.6	36	4.52
Substrat 2							
2016	9.7	0.25	30.8	0.5	36.9	47.3	7.03
2017	8.1	0.54	31.2	0.65	37.2	47.2	7
2018	8.0	0.56	31.3	0.63	37.0	47.5	7.2
Substrat 3							
2016	8.8	0.55	39.7	1	39.9	52.5	10.35
2017	7.6	1.2	48.4	13.4	52.3	67.5	8.5
2018	7.3	1.4	55.2	14.1	54.1	71.3	7.9

Die Werte aus Tab. 1 bestätigen die drei Mischverhältnisse «Mager», «Mittel» und «Nährstoffreich». Im Vergleich zu den Werten auf Ackerland (A = sehr niedrig, E = hoch) bewegen sich die im Test gemessenen Nährstoffgehalte in allen Substraten erwartungsgemäß auf tiefem Niveau. So sind die Phospatwerte deutlich unter 5 mg / 100 g Boden, was der Gehaltsstufe A (sehr niedrig) entspricht. Im Schnitt sind die Werte um den Faktor 0.1 tiefer. Auch die Stickstoffwerte (NO3-N) befinden sich auf sehr tiefem Niveau. Im Vergleich zu den Nährstoffwerten im Projekt Stadtgrün 2021 ist der Stickstoffwert um rund 90 % und der Phosphatwert sogar um 96 % tiefer. Die Kaliumwerte hingegen bewegen sich in einem deutlich höheren Bereich. Mit >30 mg pro 100 g Boden ist der Wert verglichen mit den LfL Gehaltstufen für Ackerböden bei allen Substraten in einem sehr hohen Bereich (Gehaltsstufe E). Auch der Vergleich zu Stadtgrün 2021 ist ausgeglichener. Die Kaliumwerte erreichen 34 % des Gesamtgehalts im Vergleichssubstrat. Die Anteile an Magnesium in den Versuchs-substraten (1-3) weisen gegenüber den Stadtbaumsubstraten „Stadtgrün 2021“ zwei bis dreifache Werte auf. In den Ackerlandwerten von LfL bewegen sich die Werte in der Gehaltsstufe D (hohe Versorgung).

In der Gegenüberstellung der Substrate wird ersichtlich, dass Substrat 1 die geringste Nährstoffverfügbarkeit aufweist. In Substrat 3 ist der Wert von Magnesium mit 39,9 mg / 100 g Boden beinahe doppelt so hoch als in Substrat 1 (21,5 mg / 100 g). Allgemein kann gesagt werden, dass das Substrat 3, außer beim Phosphatwert, über alle Substrate die höchsten Werte beinhaltet. Auch der Magnesiumwert ist in Substrat 1 am geringsten. Der Pflanzenkohleanteil hat dementsprechend Auswirkungen auf die Menge der verfügbaren Nährstoffe. Das Vergleichssubstrat aus dem Projekt Stadtgrün 2021 besitzt hohe Ausgangswerte, diese nehmen jedoch im Verlauf der Versuchsperiode von fünf Jahren stark ab. Die Phosphat- und Stickstoffwerte sind bei allen Substraten auf tiefem Niveau (<1 mg / 100 g Boden). Der Salzgehalt des Substrates liegt in einem tiefen

Bereich. Substrat 1 beinhaltet 29 mg KCl pro 100 g Substrat. Auch bei diesem Parameter liegen die Substrate 2 und 3 näher beieinander. Die Gehalte betragen 47,3 bzw. 52,5 mg KCl pro 100 g. Der Salzgehalt, bestehend aus der Summe aller positiv und negativ geladenen Ionen im Boden, wirkt in erhöhter Konzentration wachstumshemmend. Insbesondere das Wurzelwachstum wird beeinträchtigt, da bei einer zu hohen Salzkonzentration die wichtigen Primärwurzeln verbrennen. Dies vermindert die Wasseraufnahme und führt auch oberirdisch zu welken und verbrannten Blättern.

Die Ergebnisse der Bonituren ergaben im Verhältnis ordentliche Zuwächse. Der durchschnittlich größte Leittriebzuwachs wurde in Substrat 1 festgestellt. Auch der seitliche Zuwachs liegt verglichen mit Substrat 2 und 3 im Durchschnitt. Aufgrund der homogenen Mischungen der Substrate sollten keine Abweichungen des allgemeinen Zuwachses innerhalb der Substrate auftreten. Dies wird über alle Substrate bestätigt. Allerdings sind die Zuwachswerte auch substratübergreifend sehr homogen und zeigen keine klaren Abweichungen. Der Hitzesommer im Jahr 2018 hat bei den Bäumen einige Blattchlorosen hervorgerufen. Die Bäume laubten früher ab als im phänologischen Durchschnitt. Es erweist sich bis ins Jahr 2018 allerdings kein Substrat als das Bessere für die Bäume, trotz der unterschiedlichen und sehr tiefen Nährstoffgehalte.

Die Wurzelentwicklungen sind entgegen der oberirdischen Zuwächse über die Jahre sehr unterschiedlich. Während die Bäume in Substrat 1 bereits im ersten Jahr sehr hohe Zuwächse verzeichneten, sind in den Substraten 2 und 3 erst in den Folgejahren größere Zuwächse gemessen worden. Im Jahr 2018 haben sich die Zuwächse und auch die Anteile der Feinwurzeln größtenteils angeglichen.

Die getesteten Substrate erreichen im Versuch der ZHAW am Campus Grüental eine relative Praxistauglichkeit. Die Substrate wurden eingebaut und nach strassenbaulichen Vorgaben verdichtet. Das Substrat empfiehlt sich daher für Wurzelraumerweiterungen. Die Wurzelraumerweiterungen mit einem geeigneten Substrat sind für eine nachhaltige Grüninfrastruktur als übergeordnetes Ziel zu betrachten. Nur mit einem funktionserfüllenden Substrat können Stadt- und Strassenbäume ihre Aufgaben erfüllen und zur Verbesserung des städtischen Klimas beitragen. Die Zusammensetzung der Komponenten erlaubt die zusätzliche Funktion des entwässernden Elements im Städtebau.

Schotter: Der gebrochene Schotter bringt eine optimale Struktur und bildet ausreichend Hohlräume. Das Material sollte aus einem Hartgestein bestehen, da das Bodenskelett kontinuierlichen Erschütterungen und Salzbelastungen ausgesetzt ist. Auch ist die Adhäsionskraft für die Feuchtigkeit an den gebrochenen Kanten besser als an runden Gesteinen (Rundkies). Der verwendete Mischgesteinsschotter beinhaltet zu rund 40 % Kalkgestein. Optimalerweise würde die Mischung aus ebenso viel Silikatgestein bestehen. Der Einfluss des Ausgangsgesteins auf die Nährstoffe ist voraussichtlich grösser als angenommen. Silikatgestein besitzt hohe Anteile von Kieselsäure. Es kann mit diesem Schotter erwartet werden, dass der relativ hohe pH-Wert der Testsubstrate sich etwas normalisiert.

Sand: Die Komponente Sand übernimmt ähnliche Aufgaben wie die des Schotters. Der Nullanteil des Sandes sollte nicht zu hoch sein. Ein zu grosser Anteil von Nullanteilen führt zu Verschlämmungen und das Substrat kann die entwässernde Funktion nicht mehr wahrnehmen. Auch der Sand sollte Hartgesteinkomponenten beinhalten. Der verwendete Ziegelsand beinhaltet sehr wertvolle Tonmineralien. Diese sind vor allem für die Nährstoff- und Wasserspeicherung zusätzlich zur Pflanzenkohle ein wichtiger Faktor. Der Sand beinhaltet aufgrund dieser Tonminerale aber auch verschlämmende Elemente. Die Auswaschung dieser Feinanteile kann zu einer Kapillarsperre führen. Es ist somit darauf zu achten, dass der Anteil nicht über 5 % bis maximal 10 % beträgt. Kurzfristig kann er dazu beitragen, dass anhand der Tonelemente die Nährstoffe pflanzenverfügbar gespeichert werden. Eine Mischung der Sande wäre eine praktikable Möglichkeit. Dies gilt es zu untersuchen.

Aktivierte Pflanzenkohle: Die Pflanzenkohle hat ein realistisches Potential die chemischen Parameter für überbaubare Substrate zu verbessern. Die Erhöhung oder Beibehaltung der Nährstoffverfügbarkeiten auch bei sehr geringen wt% PK in den Substraten, kann dazu beitragen, die Wurzelräume auch unter Schwerverkehrsachsen zu erweitern. Noch sind diesbezüglich viele Forschungsfragen offen. Die Fixierung der

Nährstoffe sowie des Kohlenstoffs ist noch nicht abschliessend beantwortet. Die Frage wie stark sich die PK im Substrat mit Starkniederschlägen und kontinuierlichen Erschütterungen halten kann, muss in Langzeitversuchen getestet werden. Das sehr grosse Oberflächen Volumen Verhältnis der Kohle birgt allerdings ein immenses Potential. Schon eine geringe Menge Pflanzenkohle kann die Funktionen des Oberbodens um ein Vielfaches übertreffen. Die hohe Wasserkapazität und die hohe Sorptionskraft haben auf das sonst sehr magere und durchlässige Substrat positive Effekte.

Blähschiefer: Der Blähschiefer als wasserspeicherndes Element hat einen hohen Einfluss auf das Substrat. Nur 5% mehr Anteil hat im Substrat 1 eine fast doppelt so hohe Wasserkapazität als in Substrat 2 und 3 erreicht. Der sehr strukturstabile Blähschiefer, um einiges beständiger und stabiler als beispielsweise Blähton, ist aufgrund dieser Eigenschaft ein sehr wichtiger Anteil. Er trägt massgeblich zu pflanzenverfügbarem Wasser und Luft bei und sollte deshalb zu einem wt% Anteil von mindestens 15 % eingesetzt werden.

Auch nach diesem dreijährigen Versuch haben die Ergebnisse erst ein geringes Gewicht. Die aufgeworfenen Forschungsfragen müssen längerfristig weiterverfolgt werden.

Das Messen von pflanzenverfügbaren Nährstoffen in Substraten ist ein Problem der. Die Nährstoffverfügbarkeit im Wurzelraum ist nicht mit dem Ernährungszustand des Baumes gleichzusetzen. Denn dieser hängt von zahlreichen weiteren Faktoren wie Niederschlagsmenge, Wurzelwachstum und Grösse, Symbiosen, sowie die wichtige biologische Aktivität im Wurzelraum zusammen. Im Feldversuch der ZHAW wird diese Thematik zusätzlich durch die hohe Sorptionsfähigkeit der Kohle verschärft. Die gängigen Methoden der Nährstoffanalysen orientieren sich an den löslichen Stoffen im Boden. Der natürliche Boden hat allerdings eine geringere Sorptionskraft als die Pflanzenkohle. Auch deshalb kann davon ausgegangen werden, dass die tiefen Nährstoffwerte nicht so gravierend anzusehen sind. Dadurch dass die Bäume trotz nackter Wurzeln, also ohne Restnährstoffe aus dem Ballen, zu Beginn keinerlei Mangelerscheinungen zeigten, ist es möglich, dass die effektiven Bodenwerte nicht so gering sind wie in der Nährstoffanalyse angegeben. Die PK bindet die Nährstoffe sehr stark. Die Methoden der Laboranalysen messen nur die leicht löslichen Stoffe. Bäume erschliessen demnach auch stärker gebundene Nährstoffe gut. Strassenbäume sind in Bezug auf mikrobielle Aktivitäten benachteiligt. Auch hier kann die Pflanzenkohle entgegenwirken. Dass die Bäume trotz vermeintlich sehr geringen Nährstoffvorkommen gut anwachsen und einen durchschnittlich guten Zuwachs erzielen, wirft die Frage auf; Wie viele Nährstoffe braucht ein Baum effektiv? Den Ergebnissen zufolge, welche sich an der Bonitur orientieren, brauchen Bäume nicht so viele Nährstoffe wie allgemein angenommen. Nach der gängigen Literatur brauchen Bäume oder Baumwurzeln in erster Linie Luft und Wasser. Ein Baum, welcher mit Nährstoffen überversorgt wird, braucht länger um anzuwachsen. Ein durchlässiges Substrat, welches die Niederschläge schnell aufnimmt und in untere Schichten leitet, zieht die Wurzel mit. Dementsprechend schnell wurzelt der Baum tief und unter die städtische Infrastruktur. Das Substrat sollte demnach durchlässig sein und pflanzenverfügbares Wasser speichern können. Der Wasserrückhalt in Substrat 1 ist signifikant höher. Dieses Substrat beinhaltet den grössten Mengenanteil Blähschiefer. Ein Unterschied bei den Bäumen war allerdings nicht erkennbar. Auch hier stellt sich die Frage, wieviel Wasser ein Baum braucht. In der Anwachsphase braucht er mehr, da die Wurzeln noch keine Wasserquellen erschliessen. Umso wichtiger ist es, dass die Baumgruben als Entwässerung dienen könnten. Dies kann sich auch positiv auf die erhöhte Salzkonzentration der Winterdienste auswirken. Die Untersuchungen der HBLFA Schönbrunn zeigen, dass eine Fracht von 200 Liter Wasser pro Quadratmeter das Streusalz um einen Meter in die Tiefe verschieben kann. Gerade in den Niederschlagsreichen Gebieten könnte dies ein Lösungsansatz sein. Das Salz könnte so mit dem Niederschlagswasser ausgewaschen werden und die Baumversorgung im Hochsommer verbessern. Auch sind in den Substratmischungen nur sehr wenige Tonminerale vorhanden. Diese sind besonders anfällig auf die Salzfrachten des Winterdienstes. Das Substrat ist somit insgesamt weniger anfällig auf die Salzbelastung.

Doch müssen diesbezüglich auch die Auswaschung und der Verlust von Nährstoffen über die Jahre thematisiert werden. In den Vergleichssubstraten der LWG im Projekt „Stadtgrün 2021“ haben die Nährstoffgehalte innerhalb eines Jahres stark abgenommen. Welcher Einfluss kann hierbei die eingesetzte

Pflanzenkohle übernehmen? Hat sie auch in diesen mageren Substraten, als einzige Komponente welche Corg besitzt, die Fähigkeit die Nährstoffwerte zu halten oder sogar zu erhöhen? Die Ergebnisse (s. Tab. 1) zeigen, dass dies zumindest teilweise der Fall sein könnte.

Die bestehenden Regelwerke und Normen wurden in den letzten Jahrzehnten verbessert und angepasst. Sie sind wichtig, müssen aber weiter angepasst werden und interdisziplinär Einfluss gewinnen. Auch muss die Verwendung von autochthonem Saatgut und die Pflanzung von kleinen Qualitäten wieder vermehrt ins Zentrum der Planung gelangen. Das entwickelte Substrat hat das Potential in innovativen Städtebau-Projekten Verwendung zu finden und mit fortlaufender Forschung auch als Vorlage für Normen zu gelten.

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch, Andrea Gion Saluz, andrea.saluz@zhaw.ch |
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich

„Stadtgrün 2021“ - Selektion, Anzucht und Verwendung von Gehölzen unter sich ändernden klimatischen Bedingungen

Straßenbaum, Selektion, Vitalität

Zusammenfassung

Zwanzig Baumarten werden seit 2009/2010 in drei klimatisch sehr unterschiedlichen bayerischen Städten an Straßenstandorten gepflanzt. Es ist das Ziel, neue geeignete Arten zu finden, die widerstandsfähig sind gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels und die dort, wo die bisher verwendeten Arten ausfallen, diese ersetzen können.

Problemstellung

Bäume sind die größten und leistungsfähigsten Pflanzen mit der längsten Vergangenheit im urbanen Bereich. Durch die sich jetzt bereits abzeichnenden klimatischen Veränderungen im urbanen Umfeld erfährt das ohnehin sensible „Ökosystem Stadtbaum“ eine empfindliche Störung, die die Bäume gegenüber den vom Klimawandel hervorgerufenen Stressfaktoren besonders verletzlich macht. Bedingt durch die veränderten Standortbedingungen mit mehr Trockenstress im Sommer, häufigeren Niederschläge im Winter und steigenden Durchschnittstemperaturen insgesamt werden die so geschwächten Pflanzen durch neue bisher in unseren Breiten unbekannte Krankheiten und Schädlinge noch zusätzlich geschwächt. Es zeichnet sich jetzt schon ab, dass eine Reihe von klassischen Stadtbaumarten in unseren Breiten (wie z.B. Bergahorn, Platane, Esche, Sommer-Linde, etc.) den künftigen Anforderungen nicht mehr gewachsen sein werden. Deshalb gibt es einen großen Informationsbedarf, welche Arten oder Sorten von Bäumen vorausschauend kultiviert und künftig gepflanzt werden sollten, um den erwarteten Klimaveränderung in den kommenden Jahrzehnten erfolgreich zu begegnen.

Material und Methoden

Im Rahmen der Versuchsanstellung sollen folgende Einzelziele verwirklicht werden:

1) Ergänzung bzw. Erweiterung der Sortimentsempfehlungen für die Anzucht und Verwendung von Gehölzen auf der Basis erwarteter klimatologischer Veränderungen und unter Berücksichtigung des natürlichen Vorkommens bzw. der Verbreitung sowie geeigneter Anpassungsstrategien alternativer Arten
2) Verbesserte Standortbedingungen durch optimierte Substrate und angepasste Pflegestrategien
3) Evaluierung der verwendeten Arten unter Praxisbedingungen bei verschiedenen klimatischen Standortbedingungen

Standorte: Für die Aufpflanzung der Versuchsbaumarten wurden drei bayerische Standorte mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen ausgesucht:

- Würzburg — trocken-warmes Weinbauklima
- Hof und Münchberg — frostreiches, kontinentales Klima
- Kempten — niederschlagreiches Voralpen-Klima

Mykorrhiza: Seit 1992 werden Mykorrhiza-Präparate zunehmend in der Baumpflege, vor allem bei Altbaumsanierungen, eingesetzt. Es gibt eine Reihe von positiven Erfahrungsberichten, jedoch fehlen experimentell abgesicherte Erkenntnisse über die Wirksamkeit solcher Präparate. Die Fragestellung, ob der Einsatz von Mykorrhiza-Pilzen den „Pflanzschock“ mildern und das Wachstum und die Gesundheit gepflanzter Bäume fördern kann, wird im Rahmen dieses Projekts kontrolliert untersucht: in allen Städten wird bei je 4 der 8 Bäume (bzw. 3 von 6 Bäumen, s.u.) einer Art bei der Pflanzung ein Mykorrhiza-Präparat eingestreut. Dabei wird entsprechend des Mykorrhizatyps der einzelnen Versuchsbaumarten eine artgerechte Mykorrhiza der Fa. INOQ eingesetzt.

Dr. Susanne Böll, susanne.boell@lwg.bayern.de, Dr. Philipp Schönfeld, philipp.schoenfeld@lwg.bayern.de | Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim

„Stadtgrün 2021“ - Selektion, Anzucht und Verwendung von Gehölzen unter sich ändernden klimatischen Bedingungen

Straßenbaum, Selektion, Vitalität

Substrate: Im Versuch wurden an den drei Standorten vor Ort hergestellte Substrate bzw. ein von einem Hersteller angebotenes Substrat (Würzburg) verwendet, die den FLL- „Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 2“ entsprechen. Für die Baumgruben wurde eine standardisierte Größe von 8 m^3 und eine Baumgrubentiefe von 1,50 m gewählt. Auf Grund ihres geringen Stickstoffgehalts wurden die Substrate 2013 und 2014 gedüngt. Die Veränderungen bei den Nährstoffgehalten in den Baumsubstraten werden durch weitere Probennahmen in den Folgejahren beobachtet werden. Ggf. werden weitere Düngungen erfolgen, um die Versuchsbäume mit den notwendigen Nährstoffen zu versorgen.

Im Herbst 2009 und Frühjahr 2010 erfolgte die Aufpflanzung der Versuchsbäume an den einzelnen Standorten. Die verschiedenen Baumarten wurden in 8-facher Wiederholung pro Stadt gepflanzt, in Einzelfällen aus Platzgründen auch nur 6-fach. Voraussetzung war, dass die Bäume einer Art entlang eines Straßenzuges stehen, um die Vergleichbarkeit der Mykorrhiza-behandelten Bäume mit den Kontrollen zu gewährleisten.

Insgesamt wurden 460 Versuchsbäume gepflanzt. Die Bäume wurden – praxisüblich - mit Tonkin- oder Schilfrohrmatten am Stamm geschützt und mit einem Dreibock verankert. Die Baumscheiben wurden mit 10 cm Lava oder Grobsplitt, Körnung 8-16 mm, gemulcht. Die Pflegemaßnahmen sind für alle drei Standorte vorgegeben und orientieren sich an den üblichen fachlichen Standards.

Seit der Pflanzung werden jährlich Frühjahrs- und Herbstbonituren zu Frostschäden, Vitalität, Zuwachsleistung und Gesundheit der Bäume durchgeführt. Außerdem wurden in Zusammenarbeit mit den Gartenämtern der Partnerstädte genaue Beobachtungen zur Phänologie der verschiedenen Baumarten aufgezeichnet.

Um einen Überblick über die Nährstoffsituation der Substrate zu erhalten, wurden seit Beginn des Projekts jährlich Substratanalysen durchgeführt.

Tab. 1: Versuchsbaumarten, Stammumfänge und Mykorrhiza (AM=arbuskuläre M., EM=Ektomykorrhiza)

Versuchsbaumarten	Mykorrhizatyp	Stammumfang
Acer buergerianum	AM	16/18
Acer monspessulanum	AM	16/18
Alnus x spaethii	EM	18/20
Carpinus betulus Frans Fontaine	EM	18/20
Celtis australis	AM	18/20
Fraxinus ornus	AM / EM	16/18
Fraxinus pennsylvanica Summit	AM / EM	14/16
Ginkgo biloba	AM	14/16
Gleditsia triacanthos Skyline	AM	18/20
Liquidambar styraciflua	AM	18/20
Magnolia kobus	AM	16/18
Ostrya carpinifolia	EM	16/18
Parrotia persica	AM / EM	16/18
Quercus cerris	EM	20/25
Quercus frainetto Trump	EM	16/18
Quercus x hispanica	EM	16/18
Sophora japonica Regent	AM	18/20
Tilia tomentosa Brabant	AM / EM	18/20
Ulmus Lobel	AM / EM	20/25
Zelkova serrata Green Vase	AM / EM	16/18

Dr. Susanne Böll, susanne.boell@lwg.bayern.de, Dr. Philipp Schönfeld, philipp.schoenfeld@lwg.bayern.de | Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim

Ergebnisse und Diskussion

Tab. 2: Seitentriebzuwachs (cm) der verschiedenen Versuchsbaumarten für 2018 an den drei Versuchsstandorten; gelb hervorgehoben: größter Zuwachs im Standortvergleich (Mindestdifferenz: 5 cm)

Versuchsbaumarten 2018	Hof/ Münchberg	Kempten	Würzburg
A. buergerianum	21,7	16,3	4,4
A. monspessulanum	35,6	19,0	34,1
Alnus x spaethii	39,5	41,0	25,8
C.betulus Frans fontaine	11,7	18,4	34,8
Celtis australis		15,4	16,7
Fraxinus ornus	38,3	9,7	28,2
F. pennsylvanica Summit	51,6	17,1	20,7
Ginkgo biloba	4,6	1,6	28,6
Gleditsia triacanthos Skyline	27,6	17,9	14,6
Liquidambar styraciflua	21,7	26,3	20,3
Magnolia kobus	22,4	14,5	16,7
Ostrya carpinifolia	8,8	11,9	26,8
Parrotia persica		9,4	12,5
Quercus cerris	21,0	11,3	24,2
Q. frainetto Trump	22,9	10,6	26,3
Q. hispanica Wageningen	57,0	9,2	8,8
Sophora japonica Regent	44,2	41,1	36,8
Tilia tomentosa Brabant	38,5	25,6	28,1
Ulmus Lobel	31,3	61,2	30,3
Zelkova serrata Green Vase	11,5	17,2	24,7

In dem Extremsommer 2018 liegt Hof beim Seitentriebzuwachs mit gut der Hälfte der Baumarten vorne. Betrachtet man den Kronenzuwachs über die Jahre hinweg zeigt sich, dass sich interessanterweise die meisten Baumarten/-sorten von dem Pflanzschock trotz kalter Winter und verschiedener Frostereignisse in den ersten Jahren zuerst an dem Kältestandort Hof/Münchberg erholt und dort in den meisten Fällen die größten Zuwachsraten gezeigt. Das Wachstum in Würzburg verlief dagegen in den ersten Jahren wesentlich langsamer, hat dann aber, abgesehen von den Hitzejahren 2015 und 2018, stark angezogen, so dass mittlerweile die Hälfte der Baumarten hier das stärkste Wachstum sowohl hinsichtlich des Stammumfangs als auch des Triebwachstums zeigen. Hier spielt wahrscheinlich die in den meisten Versuchsjahren wesentlich höhere Sonnenscheindauer in Würzburg eine Rolle, die den Bäumen - von extremen Hitzejahren abgesehen - eine deutlich verlängerte Photosyntheseaktivität ermöglicht. Geht man von einer mittleren Sonnenscheindauer von 8 Stunden pro Tag aus, dann hatten die Versuchsbäume in Würzburg in den Jahren 2010 - 2018 eineinhalb bis fünf Wochen längeren Sonnenscheingenuss als in Hof.

Einen statistisch signifikanten Unterschied im Wachstum zwischen den Varianten mit und ohne Mykorrhiza-Beimpfung konnte bisher nicht festgestellt werden.

Trockenstresstoleranz:

Der überwiegende Anteil der Versuchsbäume zeigte in den Extremsommer 2015 und 2018 an keinem der Standorte Hitzeschäden, Trockenstress oder starke Wachstumseinbußen, was neben der hohen Trockenstresstoleranz der Versuchsbaumarten wohl auch dem verwendeten FLL-Substrat geschuldet ist.

Länge der Vegetationsperiode 2015

Trotz eines Notbewässerungsprogrammes des Gartenamtes Würzburg für herkömmliche Stadtbaumarten zeigten viele Ahorne, Linden und Kastanien im Stadtgebiet bereits Ende Juli starke Trockenschäden und Mitte August verfrühten Blattfall. Hatten auch die Versuchsbäume eine stark verkürzte Vegetationsperiode und damit eine wesentlich geringere Möglichkeit, Reserven für das Folgejahr einzulagern? Im Gegensatz zu vielen Straßenbäumen in Würzburg war das Gros der Versuchsbäume nach den beiden Hitzewellen grün belaubt.

Phänologische Erhebungen zum Einsetzen der Blattfärbung (Ende der Photosynthese und Vegetationsperiode) der einzelnen Versuchsbaumarten geben ein deutliches Bild ab (s. Tab. 3): Mittelt man die jeweilige KW der Blattfärbung der einzelnen Baumarten über die Jahre 2011-2014 (s. letzte Spalte Tab. 3) und vergleicht sie mit der jeweiligen KW 2015, so zeigt sich, dass nur drei Baumarten eine geringfügig verfrühte Blattfärbung gegenüber dem Mittel zeigten, bei zwei Baumarten kein Unterschied festzustellen war und sich bei allen weiteren Baumarten eine spätere Blattfärbung als im Mittel zeigten. Entsprechend waren auch, mit Ausnahme von *Celtis australis*, bei keiner Art starke Wachstumseinbußen im Folgejahr zu beobachten. Diesbezügliche phänologische Ergebnisse liegen für 2018 noch nicht vor.

Tab. 3: Beginn der Blattfärbung in Kalenderwoche

Würzburg	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2011-2014**
Acer buergerianum	41	40	42	43	44	**42**
Acer monspessulanum	42	41	42	43	44	**42**
Alnus x spaethii	45	43	47	42	46	**44**
Carpinus betulus Frans Fontaine	39	39	43	44	42	**41**
Celtis australis	43	42	42	41	42	**42**
Fraxinus ornus	41	40	42	43	41	**42**
Fraxinus pennsylvanica Summit	35	36	40	38	40	**37**
Ginkgo biloba (männl. Selektion)	41	41	43	42	44	**42**
Gleditsia triacanthos Skyline	34	36	39	37	40	**37**
Liquidambar styraciflua	41	42	43	43	44	**42**
Magnolia kobus	36	38	42	42	45	**40**
Ostrya carpinifolia	43	42	43	43	41	**43**
Parrotia persica	42	43	43	43	44	**43**
Quercus cerris	41	42	43	44	43	**43**
Quercus frainetto Trump		43	42	43	44	**43**
Quercus x hispanica Wageningen						
Sophora japonica Regent	41	41	42	40	43	**41**
Tilia tomentosa Brabant	42	43	43	44	41	**43**
Ulmus Lobel		42	44	45	45	**44**
Zelkova serrata Green Vase	43	41	41	40	43	**41**

Substratuntersuchungen:

Im Projekt wurden an allen Standorten standardisierte Baumsubstrate verwendet, die, um sie einschichtig und in größeren Tiefen einbauen zu können, nur geringe Mengen organischer Substanz aufweisen. Dadurch stellt sich ganz grundsätzlich die Frage, ob die Bäume in solchen Substraten ausreichend versorgt werden. Zu den rein physikalisch definierten FLL-Baumsubstraten liegen bisher keine veröffentlichten Untersuchungen vor, ob diese ausreichende Nährstoffversorgung für die Bäume gewährleisten. Um einen Überblick über den Verlauf der Nährstoffsituation der Versuchsbäume an den verschiedenen Standorten zu bekommen, wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Fachzentrum Analytik 1x jährlich im August Substratproben (=Nährstoffgehalte der Substrate) genommen und analysiert. Gleichzeitig wurden zum selben Zeitpunkt von sechs Baumarten Blätter für Blattanalysen entnommen, um den Nährstoffstatus der Bäume direkt zu überprüfen.

Die Ergebnisse der Baumsubstratanalysen an den verschiedenen Standorten ergab, dass sich die Substrate hinsichtlich der pflanzenverfügbaren Nährstoffe auf Grund ihrer unterschiedlichen Zusammensetzung deutlich unterscheiden: das in Würzburg verwendete Substrat hat eine hohe Kaliumversorgung, während das Substrat in Hof hohe Phosphatwerte aufweist. Anders als erwartet weisen vorläufige Ergebnisse der Substratanalysen der letzten Jahre sowie Ergebnisse von Blattanalysen gedüngter und nicht gedüngter Bäume auch im Vergleich mit ihren Zuwachsraten daraufhin, dass der Versorgungsgrad mit Nährstoffen in den verwendeten Baumsubstraten, je nach Zusammensetzung, im Allgemeinen ausreichend bis sehr gut zu sein scheint. Die Einstufungen der Gehaltsklassen der Nährstoffe und Spurenelemente für Baumschulflächen (Averdieck 2006) sind im Wesentlichen den „Richtwerten für Düngung“ der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein entlehnt. Bäume sind jedoch keine Feldkulturen mit annuellem Nährstoffentzug, sondern Dauerkulturen mit endogener Nährstoffdynamik und ausgeprägtem Nährstoffspeichervermögen, so dass hier der periodische pedogene Nachlieferungsbedarf für die einzelnen Nährstoffe insgesamt niedriger liegen dürfte.

Tab. 4: Blattanalysen 2018; hellgelb: niedriger, grün: normaler, orange: optimaler Nährstoffgehalt

Versuchsbaumart	Ort	H2O %	N-Gesamt %	P g/kg	K g/kg	Mg g/kg	Mn mg/kg	Fe mg/kg	B mg/kg
Carpinus betulus FF	Würzburg	50	1,71	1,1	15,2	1,7	156	95	100
Fraxinus pennsylvanica Summit	Würzburg	56	1,86	2,5	16,2	1,5	16	75	34
Ginkgo biloba	Würzburg	66	1,93	2,4	17,6	3,2	16	104	37
Ostrya carpinifolia	Würzburg	49	2,36	1,3	10,3	2,1	73	128	51
Tilia tomentosa Brabant	Würzburg	58	2,04	2,4	19,9	4,3	46	92	95
Zelkova serrata Green Vase	Würzburg	51	1,86	1,3	14,6	2,5	47	145	45
Carpinus betulus FF	Hof	49	1,9	1,2	10,7	1,4	36	103	34
Fraxinus pennsylvanica Summit	Hof	57	2,34	3,9	16,7	1,3	42	111	42
Ginkgo biloba	Hof	69	1,5	5,9	8,7	3,3	17	65	37
Ostrya carpinifolia	Hof	49	2,50	1,6	9,0	2,1	92	202	31
Tilia tomentosa Brabant	Hof	62	2,24	3,2	17,9	4,3	58	243	55
Carpinus betulus FF	Kempten	50	1,68	1,2	11,5	1,6	36	143	72
Fraxinus pennsylvanica Summit	Kempten	52	2,07	2,8	14,6	1,7	24	105	42
Ginkgo biloba	Kempten	67	1,35	4,2	12,0	2,9	12	74	37
Ostrya carpinifolia	Kempten	48	2,45	1,6	9,9	1,8	76	263	33
Tilia tomentosa Brabant	Kempten	57	2,22	2,0	14,5	3,4	25	102	61
Zelkova serrata Green Vase	Kempten	50	1,8	2,8	15,0	2,0	19	127	74

Gesamtverzeichnis der Veröffentlichungen

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.	**Friedensplatz 4 53111 Bonn**	**Tel: 0228/96 50 10-0 Fax: 0228/96 50 10-20**	**info@fll.de www.fll.de**

Die Schriftenreihe der FLL umfasst vielfältige Regelwerke und Veröffentlichungen zur Planung, Herstellung, Entwicklung und Pflege der Landschaft und Freianlagen.
Sie richten sich insbesondere an

- Öffentliche und private Auftraggeber,
- Landschafts-, Hochbau- und Innenarchitekten,
- Produktionsgartenbaubetriebe (Baumschulen, Stauden-, Zierpflanzen- und Saatgutzüchter),
- Landschaftsgärtner und Ausführende von landschaftsgärtnerischen Bau- und Pflegearbeiten,
- Produkthersteller
- Sachverständige für die genannten Bereiche.

FLL-Regelwerke

FLL-Regelwerke ergänzen einschlägige DIN - Normen und die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV) der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB), Teil C. Sie enthalten Regelungen zu Anforderungen an Stoffe, Bauteile, Pflanzen und Pflanzenteile sowie für Ausführung und vertragsrechtliche Regelungen bei Landschaftsbau- und Pflegearbeiten. Die Regelungen sind **neutral,** also unabhängig von Produkten oder Systemen. Von der Wissenschaft als theoretisch richtig anerkannt, haben sie sich in der Praxis bewährt. Sie sind damit als **anerkannte Regeln der Technik** zu werten und enthalten wichtige Ausführungen zum **Handelsbrauch** und der **gewerblichen Verkehrssitte**.
Verschiedene Regelwerke werden durch ausdrückliche Aufführung in DIN-Fachnormen Bestandteil von Verträgen (z.B. DIN 18915 ff. Landschaftsbau-Fachnormen, DIN 18035 Sportplatzbau-Fachnorm, etc.). Darüber hinaus werden FLL-Regelwerke zum Bestandteil von VOB-, VOL- und Werkverträgen als anerkannte Regeln der Technik sowie als formulierter Handelsbrauch oder gewerbliche Verkehrssitte. (PDF-Katalog mit ausführlichen Inhaltsangaben zum Download ca. 4 MB)

Arbeitsgremien

Für die Bearbeitung der FLL-Regelwerke gelten Grundsätze der DIN-Normungsarbeit: Mitarbeit der betroffenen Kreise, z.B. Auftraggeber, Landschaftsarchitekten, Landschaftsgärtnern, Produzenten von Stoffen, Bauteilen, Pflanzen und Pflanzenteilen, Wissenschaftler; bei Bedarf werden Sonderfachleute hinzugezogen. Gegenwärtig werden in 60 Gremien Regelwerke und andere Empfehlungen bearbeitet.

Forschung

Die FLL fördert die Forschung in den Bereichen Landschaftsarchitektur, Landschaftsentwicklung und **Landschaftsbau. Dazu engagiert sie sich bei Organisation und Koordinierung von Forschungsthemen** und fördert Dissertationen, Masterarbeiten durch finanzielle Leistungen.

Mitgliedschaft

Die FLL benötigt eine breite Basis von Mitgliedern, die ihre Ziele unterstützen. Sollten Sie Interesse an der Arbeit der FLL und einer aktiven Mitarbeit in einem Arbeitsgremium haben, informieren wir Sie gern.
Mitglieder erhalten **30 % Rabatt** bei Broschüren (Ausnahme: MLV/MZW, Schadensfallsammlung) und 25 % bei Seminaren. Die **Gemeinnützigkeit der FLL** wird jährlich bestätigt; alle finanziellen Zuwendungen sind **steuerlich absetzbar**.

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!

FLL – Arbeit für die Landschaft (Stand: November 2019, Preisänderungen vorbehalten)

Art. Nr.	Bäume und Gehölze	€
10 21 10 01	**Baumkontrollrichtlinien**, Richtlinien für Regelkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, 2010	30,00
10 23 13 01	**Baumuntersuchungsrichtlinien**, Richtlinien für eingehende Untersuchungen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, 2013	20,00
10 37 13 01	**Sparpaket Baumkontrollrichtlinien + Baumuntersuchungsrichtlinien**, 2013 ***Sparpreis***	43,00
10 02 15 01	Empfehlungen für **Baumpflanzungen**, **Teil 1:** Planung, Pflanzarbeiten, Pflege, 2015	27,50
10 22 10 01	Empfehlungen für **Baumpflanzungen**, **Teil 2:** Standortvorbereitungen für Neupflanzungen, 2010	27,50
10 06 15 01	**Sparpaket** Empfehlungen für **Baumpflanzungen**, **Teil 1 +Teil 2**, 2015/2010 ***Sparpreis***	44,00
10 03 19 01	Fachbericht Erhaltung von **Verkehrsflächen mit Baumbestand**, 2019	27,50
10 01 18 01	**Fokus Baum** -"Von der Pflanzenqualität bis Pflege und Ausschreibung", 2018	78,00
Download	**TP-BUS-Verticillium-** Techn. Prüfbestimm. zur Untersuchung v. Böden u. Substraten auf *Verticillium dahliae*, 2011	33,00
10 14 17 01	**ZTV-Baumpflege** - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege, 2017	35,00
Download	**ZTV Baum-StB 04**, ZTV und Richtlinien für Baumpflegearbeiten im Straßenbau, 2004	16,50
10 16 05 01	**ZTV-Großbaumverpflanzung**, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Verpflanzen von Großbäumen und Großsträuchern, 2005	13,00
Download	Fachbericht zur **Pflege von Jungbäumen und Sträuchern**, 2008	11,00
10 41 18 01	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2018 Teil 1: Bäume** (Tagungsband)	29,00
10 42 18 01	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2018 Teil 2: Spielplätze/Spielgeräte** (Tagungsband)	20,00
10 43 18 01	**Sparpaket FLL-Verkehrssicherheitstage 2018 (Teil 1 + Teil 2)**	43,00

Art. Nr.	Bauwerksbegrünung	€
12 01 18 01	**Dachbegrünungsrichtlinien,** Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von **Dachbegrünungen**, 2018	35,00
16 01 02 01	Hinweise zur **Pflege** und Wartung **von begrünten Dächern**, 2002	11,00
12 02 18 01	**Fassadenbegrünungsrichtlinien**, Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen, 2018	35,00
12 03 11 01	**Innenraumbegrünungsrichtlinien**, Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Innenraumbegrünungen, 2011	33,00
12 05 13 01	Leitfaden **Gebäude Begrünung Energie** (Forschungsbericht), 2014	34,50
12 06 15 01	**Wandgebundene Begrünungen** (Forschungsbericht), 2015	38,50

Art. Nr.	Gewässer/Entwässerung	€
Download	Empfehlungen von **Abdichtungssystemen für Gewässer** im GaLaBau, 2005 inkl. „Verfahren zur Bestimmung der **Rhizomfestigkeit v. Gewässerabdichtungen**", 2008	30,00
14 02 06 01	Tagungsband: **Abdichtungen von Gewässern** und Nutzungen von Dachflächen im GaLaBau, 2006	16,50
14 03 05 01	Empfehlungen zur **Versickerung und Wasserrückhaltung**, 2005	27,50
14 05 07 01	Empfehlungen für Planung, Bau, Pflege und Betrieb von **Pflanzenkläranlagen**, 2008	27,50
14 11 11 01	Richtlinien für **Freibäder mit biologischer Wasseraufbereitung** (Schwimmteiche), ohne Berechnungsprogramm, 2011	33,00
14 11 12 01	Richtlinien für **Freibäder mit biologischer Wasseraufbereitung** (Schwimmteiche), **mit Berechnungsprogramm**, 2011	169,00
14 07 17 01	**Schwimmteichrichtlinien**, Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von **privaten Schwimm- und Badeteichen**, 2017	35,00

Art. Nr.	Kalkulation/Abrechnung/Ökonomie	€
Download	Empfehlungen für die **Abrechnung von Bauvorhaben** im GaLaBau, 2006	22,00
21 11 08 01	**Besondere Leistungen, Nebenleistungen**, **DIN 18915 bis DIN 18920**, 2008	22,00
23 02 18 01	**Musterbauvertrag** – Bauvertrag für Unternehmen des Garten-, Landschafts- und Sportplatzbaus zur Verwendung gegenüber privaten Auftraggebern, 2018	27,50
11 06 10 03	CD-ROM **MLV Pflege- und Instandhaltungsarbeiten + MZW**, 2010	235,62
23 03 16 03	CD-ROM **MLV + MZW Freianlagen**, 2016	235,62
23 01 19 01	Kundenorientiertes **Claim-Management** (Forschungsbericht), 2019	27,50

Art. Nr.	Schadensfälle	€
11 03 16 01	**FLL-Schadensfallsammlung** GaLaBau 2016, (2000-2016 incl. 1.-4. Ergänzung)	165,00
11 02 16 01	**4. Ergänzung** zur Schadensfallsammlung GaLaBau, 2016	34,00

Art. Nr.	Kompost/Dünger/Abfall	€
15 03 16 01	Qualitätsanforderungen und **Anwendungsempfehlungen für organische Mulchstoffe und Komposte** – Garten- und Landschaftsbau, 2016	30,00

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!

FLL – Arbeit für die Landschaft (Stand: November 2019, Preisänderungen vorbehalten)

Art. Nr.	Pflege von Grün	€
16 04 15 01	**Bewässerungsrichtlinien** - Richtlinien für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen, 2015	33,00
16 05 19 01	**Freiflächenmanagement** - Empfehlungen für die Planung, Vergabe und Durchführung von Leistungen für das Management von Freianlagen, 2019 (inkl. OK FREI, 2016)	33,00
16 14 18 01	**Leitfaden Nachhaltige Freianlagen**, 2018	50,00
Download	**Objektartenkatalog** Freianlagen (OK FREI 2016) inklusive Anlage **„Übersicht zur Signaturenbibliothek - Flächeninhalte"**, 2016	30,00
Download	SK FREI **Signaturenbibliothek-QGIS**, inklusive Anlage **„Übersicht zur Signaturenbibliothek - Flächeninhalte"** 2016	520,00
Download	SK FREI **Signaturenbibliothek-ArcGIS**, inklusive Anlage **„Übersicht zur Signaturenbibliothek - Flächeninhalte"** 2016	520,00
16 01 16 01	Fachbericht **„Winterdienst"**, 2016	22,00
16 07 16 01	**Bildqualitätskatalog** Freianlagen (BK FREI), 2016	115,00
16 06 14 01	Fachbericht Staudenverwendung im öffentlichen Grün – **Staudenmischpflanzungen für trockene Freiflächen**, 2014	27,50
16 03 06 01	Fachbericht: **Pflege historischer Gärten - Teil 1:** Pflanzen u. Vegetationsflächen, 2006	22,00
19 02 98 01	Empfehlungen zur **Begrünung von Problemflächen**, 1998 - ***Sonderpreis***	10,00

Art. Nr.	Produktion/Gütebestimmungen	€
17 01 04 01	Gütebestimmungen für **Baumschulpflanzen**, 2004	9,00
17 02 15 01	Gütebestimmungen für **Stauden**, 2015	9,00
17 05 14 01	Empfehlungen für **Begrünungen mit gebietseigenem Saatgut**, 2014	27,50
17 03 19 01	Regel - Saatgut - Mischungen Rasen, **RSM Rasen 2019** *(Jährliches Abo möglich)*	17,50
17 06 16 01	**TL Fertigrasen**, Technische Lieferbedingungen f. Rasensoden aus Anzuchtbeständen, 2016	30,00

Art. Nr.	Spiel/Sport	€
180 816 01	Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von **Skate- und Bikeanlagen**, 2016	30,00
180 714 01	**Sportplatzpflegerichtlinien** – Richtlinien für die Pflege und Nutzung von Sportanlagen im Freien; Planungsgrundsätze, 2014	33,00
180 614 01	**Reitplatzempfehlungen** – Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Reitplätzen, 2014	27,50
18 03 08 01	**Golfplatzbaurichtlinie**, Richtlinie für den Bau von Golfplätzen, 2008	33,00
18 05 07 01	Fachbericht **Golfanlagen als Teil der Kulturlandschaft**, Planung u. Genehmigung, 2007	24,00
18 01 09 01	Richtlinie **Golfplatzbau +** Fachbericht **Golf- Kulturlandschaft**, ***Doppelpack-Sparpreis***	48,00

Art. Nr.	Sonderthemen der Freiraumplanung	€
21 14 12 01	Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung der **Übergangsbereiche von Freiflächen zu Gebäuden**, 2012	27,50
21 12 11 01	Fachbericht **Garten und Therapie**, 2011 ***Sonderpreis***	10,00
21 07 07 01	Fachbericht **Licht im Freiraum**, 2007	25,00

Art. Nr.	Wegebau/Mauerbau/Holzbau	€
20 08 12 01	Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von **Trockenmauern aus Naturstein**, 2012	27,50
20 10 12 01	Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von **Gabionen**, 2012	27,50
20 11 12 01	Empfehlungen **Trockenmauern** und Empfehlungen **Gabionen**, ***Doppelpack-Sparpreis***	44,00
20 04 18 01	Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von **begrünbaren Flächenbefestigungen**, 2018	35,00
20 05 07 01	Fachbericht zu Planung, Bau u. Instandhaltung von **Wassergebundenen Wegen**, 2007	22,00
20 13 19 01	**Holz und Holzprodukte im GaLaBau -** Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Bauwerken und Bauteilen aus Hölzern, Holz- und Verbundwerkstoffen im GalaBau	33,00
20 12 13 01	**ZTV-Wegebau –** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs, 2013	25,00

Art. Nr.	Friedhof/Bestattung	€
21 10 08 01	Fachbericht **Aktuelle Trauerkultur** - Begriffsbestimmungen u. religiöse Herleitung, 2008	22,00
21 11 18 01	Fachbericht Standards für die Durchführung von **Friedhofsentwicklungsplanungen**, 2018	27,50
Download	**MLV Friedhofsrahmenpflege**, 1997 (Scan)	16,50

Art. Nr.	Pflanzenkrankheiten/Schädlinge	€
21 18 07 01	**Kiefernholznematode**, Faltblatt (JKI/FLL/GALK), 2014	0,00
21 06 15 01	**Netzwanzen an Heidekrautgewächsen**, Faltblatt (JKI/FLL/GALK), 2015	0,00
Hinweis	Darüber hinaus sind **diverse weitere Faltblätter über den Online-Shop** erhältlich	0,00

Art. Nr.	English publications/Englische Veröffentlichungen	€
Download	**Green roof guidelines**, 2018	35,00

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!

Allgemeine Bestellhinweise (Stand: November 2019)

- Bestellungen schriftlich, per Fax, E-Mail oder direkt über den Onlineshop (www.shop.fll.de)
- Angebot der meisten Broschüren alternativ auch als Download
- Veröffentlichungen, die nur als Download (pdf-Dateiabruf) angeboten werden, können nur über den FLL-Onlineshop bestellt und heruntergeladen werden.
- Mitglieder erhalten einen Rabatt von 30 % auf FLL-Veröffentlichungen.
- Sonderkonditionen bei Sammelbestellungen von Studenten. Bei Einzelbestellungen erhalten Studenten auf den Normalpreis 20 % Rabatt, bei einer Sammelbestellung (ab 10 Bestellungen) gelten die Sonderpreise. (Namensliste bitte beifügen)
- Alle Preise sind als Bruttopreise angegeben und beinhalten 7 % MWSt.
- Wir berechnen eine Versandkostenpauschale von 3,75 € bei Broschürenbestellungen
- bei Auslandsbestellungen von Broschüren zzgl. 5,00 € Auslandspauschale
- Bitte geben Sie bei EU-Bestellungen die UID-Nummer direkt an.

Bestellung

Mitgliedsnummer _____

Firma _____

_____

Name _____

Straße, Nr. _____

PLZ, Ort _____

Telefon/Fax _____

E-Mail _____

UID-Nummer _____
(bei Bestellungen aus dem Ausland)

Art.-Nr.	Kurztitel	Anzahl	Einzelpreis

☐ Bitte senden Sie mir Informationen zur **FLL-Mitgliedschaft**

☐ Ich abonniere den **FLL-Infobrief**, um mich über Aktuelles aus der Gremienarbeit sowie zu neuen/überarbeiteten Publikationen zu informieren (kostenlos)

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!