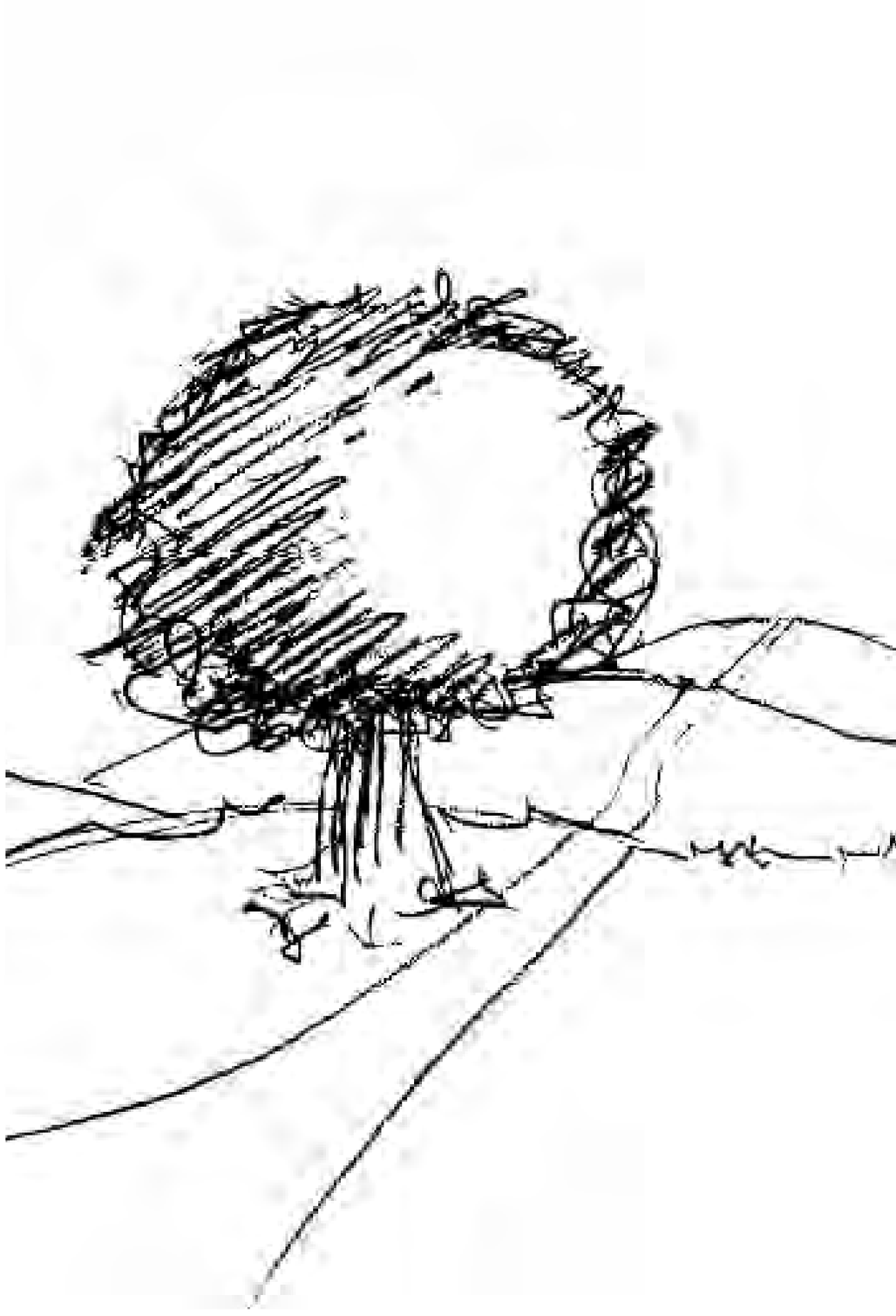
Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung
Landschaftsbau e.V.



Versuche in der Landespflege

Gemeinsame Veröffentlichung
der Forschungsinstitute des
deutschen Gartenbaues

Ausgabe 2018

23. Jahrgang 2018

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 2018. 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

BERNBURG

Hochschule Anhalt (HSA)

Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie, Landschaftsentwicklung

Strenzfelder Allee 22

06406 Bernburg

☎: 03471 – 355 - 1150

Fax: 03471 – 355 - 91150

Kontakt: Prof. Dr. Wolfram Kircher

Mail: wolfram.kircher@hs-anhalt.de

BRAUNSCHWEIG

Julius-Kühn Institut (JKI)

Fachbereich Pflanzenschutz im Gartenbau und Forst, AG Urbanes Grün

Messeweg 11/12

38104 Braunschweig

☎: 0531 – 299 - 4452

Fax: 0531 – 299 - 3009

Kontakt: Quentin Schorpp, M. Sc.

Mail: quentin.schorpp@julius-kuehn.de

DRESDEN-PILLNITZ

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Fachbereich Gartenbau Dresden-Pillnitz

Söbrigener Straße 3a

01311 Dresden-Pillnitz

☎: 0351 – 2612 - 0

Fax: 0351 – 2612 - 8399

Kontakt: Dr. Ingolf Hohlfeld

Mail: ingolf.hohlfeld@smul.sachsen.de

ERFURT

Fachhochschule Erfurt (FH)

Fakultät Landschaftsarchitektur, Gartenbau, Forst

Leipziger Straße 77

99085 Erfurt

☎: 0361 – 6700 - 0

Fax: 0361 – 6700 - 259

Kontakt: Prof. Gert Bischoff

Mail: bischoff@fh-erfurt.de

ERFURT

Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau Erfurt (LVG)

Leipziger Straße 75a

99085 Erfurt

☎: 0361 – 5741 - 57700

Fax: 0361 – 5741 - 57777

Kontakt: Dr. Gerd Reidenbach

Mail: g.reidenbach@lvg-erfurt.de

HEIDELBERG

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg (LVG)

Diebsweg 2

69123 Heidelberg

☎: 06221 – 7484 - 0

Fax: 06221 – 7484 - 13

Kontakt: Michael Heck

Mail: michael.heck@lvg.bwl.de

QUEDLINBURG

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)

Feldmark rechts der Bode 6

06484 Quedlinburg

☎: 03946 – 970 - 3

Fax: 03946 – 970 - 499

Kontakt: Dr. Axel Schneidewind

Mail: axel.schneidewind@llg.mule.sachsen-anhalt.de

VEITSHÖCHHEIM

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (LWG)

Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau

An der Steige 15

97209 Veitshöchheim

☎: 0931 – 9801- 0

Fax: 0931 – 9801- 400

Kontakt: Rainer Berger

Mail: rainer.berger@lwg.bayern.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

Lehr- und Forschungszentrum Gartenbau Wien-Schönbrunn

Grünbergstraße 24

A - 1131 Wien

☎: + 43 1 8135950 - 313

Fax: + 43 1 8135950 - 99

Kontakt: Stefan Schmidt

Mail: s.schmidt@gartenbau.at

ZÜRICH-WÄDENSWIL

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)

Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen

Grüental / Postfach 335

CH - 8820 Wädenswil

☎: +41 58934 – 5000

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	Dachbegrünung, Pflanzenverwendung, Substrat	ZHAW Wädenswil
2	Bauwerksbegrünung, Fassadenbegrünung, Ansaat	LWG Veitshöchheim
3	Bauwerksbegrünung, Dachbegrünung, Grauwasser	HSWT Freising
4	Dachbegrünung, Klimawandel, Pflanzenverwendung	HSWT Freising
5	Dachbegrünung, extensiv, Pflanzenverwendung	LWG Veitshöchheim
6	Bauwerksbegrünung, Fassadenbegrünung, Pflanzenverwendung	LWG Veitshöchheim

THEMENBEREICH GEHÖLZE / STAUDEN / SOMMERBLUMEN

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
7	Stauden, Sommerblumen, Ansaat	LWG Veitshöchheim

THEMENBEREICH GRÜNFLÄCHENPFLEGE

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
8	Grünflächenpflege, Mulch, Mischpflanzung	LLG Quedlinburg
9	Grünflächenpflege, Gehölze, Mulch	LLG Quedlinburg
10	Grünflächenpflege, Bodenvorbereitung, Pflanzenschutz	LWG Veitshöchheim

Ökostrategische Pflanzensysteme unter Solarpanels

Dachbegrünung, Pflanzenverwendung, Substrat

Zusammenfassung

Funktionierende Dachbegrünungen können den Wirkungsgrad von Photovoltaikanlagen in Sommermonaten um bis zu 20% erhöhen (BUND); allerdings durch Beschattung auch zur Konkurrenz werden.
In diesem Versuch wurde die Vegetationsetablierung und –entwicklung auf 3 unterschiedlichen Dächern ausgewertet und die Ergebnisse sollen zeigen, welche der S-Strategen besonders geeignet sind für eine langfristig erfolgreiche Bepflanzung von extensiven Dächern – auch in Kombination mit Solarpanels.

Problemstellung

Funktionierende Dachbegrünungen können den Wirkungsgrad von Photovoltaikanlagen in Sommermonaten um bis zu 20% erhöhen (BUND). Dass Solaranlagen aber nicht standardmäßig mit Zielvegetation unterpflanzt werden, liegt an großen Unsicherheiten im Hinblick auf die Pflanzenverwendung. Einerseits bestehen auf einem Solardach kleinräumige Mirkohabitate mit großen Standortunterschieden: unter und zwischen den Panels enormer Stress durch Trockenheit, Hitze, Sonneneinstrahlung bzw. Lichtmangel, im Traufbereich etwas reduzierter Stress. Andererseits kann die Vegetation die Leistung der Solaranlagen empfindlich stören, wenn sie Schatten darauf wirft oder die Panels gar überwächst. So werden am liebsten Sedum-Dächer gewählt oder auf Vegetation wird ganz verzichtet.
Besonders in der Staudenverwendung setzen sich vegetationsökologische Herangehensweisen für die optimale Pflanzenauswahl sukzessive durch. Für eine langfristig erfolgreiche Begrünung von Dächern, insbesondere in Kombination mit Photovoltaik, weisen S-Strategen ein großes Potential auf, welches unbedingt ausgeschöpft werden sollte. Da sie sich typischerweise langsam entwickeln und eher schwer etablieren lassen, ist eine Ansaat nur bedingt oder gar nicht geeignet. Deshalb wurden alle Arten in den Versuchen über Pflanzung ausgebracht. Ebenfalls entscheidend für die Etablierung und Entwicklung der Pflanzen ist das Substrat; viele Substrate verschlämmen nach einigen Jahren, die Folgen sind bekannt: Vermoosung setzt ein. Es stellt sich also die Frage: gibt es besonders „intelligente“ Substrate oder Substratkombinationen, die Dachflächen nachhaltig artenreich selbstregulierend grün erhalten?
Begrünte Dächer bergen ein großes ökologisches Potential unter anderem als Nahrungsgrundlage für die mobile, blütenbesuchende Fauna, welche von einer möglichst langen, durchgehenden Blütezeit profitiert: Eine solche kann gefördert werden über den gezielten Einsatz von Früh- sowie Hochsommer bzw. Herbst-blühenden Arten. Im Emmental ging es Imkern darum, neben den Randtrachten vor allem die Sommertracht für ihre Bienen zu erhöhen. Die Gründe sind der allgemeine Blütenmangel und Klimawandel bedingte Flugzeitenverlagerungen. (Dieser Auswirkungen werden aktuell durch die fehlenden Bauerngartenstauden nebst dem Sommerflor und durch die urbane Nachverdichtung, incl. den Steinwüsten, auf der einen Seite und durch die intensive Grünlandnutzung mit Mais und Grasländern auf der anderen Seite verschärft. Damit werden zu diesem Vegetationszeitpunkt die Blühereignisse gegen Null gefahren.)
Ein weiteres Thema auf extensiven Dächern ist der Unterhalt. Er soll reduziert werden, in dem der hohe Stresslevel eine Verunkrautung unterdrückt.

Material und Methoden

Hauptbestandteil dieses Versuches ist Dach Nr. 1 auf dem TUWAG-Areal, welches 2011 im Rahmen eines Solarpanelaufbaus mit einer hohen Matrix an Stress ertragenden Stauden neu begrünt werden konnte. Zudem entstanden auf weiteren Dächern im Campus Grüental in Wädenswil und in Langnau im Emmental ab 2012 auf privaten Dachflächen Dauerbeobachtungsflächen. Diese wurden jeweils 2x jährlich begangen, bonitiert und dabei unterhaltstechnisch moderiert. Deren Ergebnisse fließen in den Hauptversuch mit ein.

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch, Céline Derman-Baumgartner,
celine.derman-baumgartner@zhaw.ch, ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Ökostrategische Pflanzensysteme unter Solarpanels

Tab. 1: Übersicht der Versuchsdächer Nr. 1-3

Pflanzjahr	Standort	Photovoltaik	Substrat	Vegetation
2011/12	1) ZHAW Campus Reidbach/ TUWAG, ca. 400 m über NN, 1400mm Niederschlag	ja	11 Varianten, s. Abb. 1	xx Arten, Konzept s. unten
2011	2) Emmental	nein		
2013	3) Wädenswil, ACW	nein		

Versuchsanordnung / -design Teil Substrat

Auf ein bestehendes, vermoostes und praktisch vegetationsloses Flachdach konnte im sehr trockenen Spätsommer 2011 parallel zum Bau einer Solaranlage eine neue Begrünung inkl. Substrataufbau angelegt werden. Unter dem vorhandenen Substrat befindet sich ein Vlies über einer Drainschicht aus Polyethylen-Noppenplatten.

Substrat und –lieferanten:

- vorhandenes Substrat „alte“ Begrünung: 40% Ziegelschrot mit 40% Lava, 10% Rund-Kies, 10% Kompost (ca. 10.7 m^3)
- Landor: Blähschiefer 2/4 ‚Antigliss‘, 4/8, 8/16 (je 1 m^3), thermisch geblähter Schiefer, kein organischer Anteil
- Landor Ulopor® Pflanzsubstrat/Einschichtdachsubstrat: basiert auf Schiefer, organischer Feinanteil von 20.5 g/l
- Bauder Pflanzsubstrat BB-CH (4.5 m^3): mineralisches Schüttstoffgemisch aus Blähschiefer, Bims und ca. 3.6% org. Subst.
- Plantener®Extensivsubstrat min. lose (SFG-zertifiziert) (2 m^3): Lava-Bimssubstrat mit organischem Anteil

Es wurden 7 Pflanzsubstrate nach folgendem Schema aufgebracht:

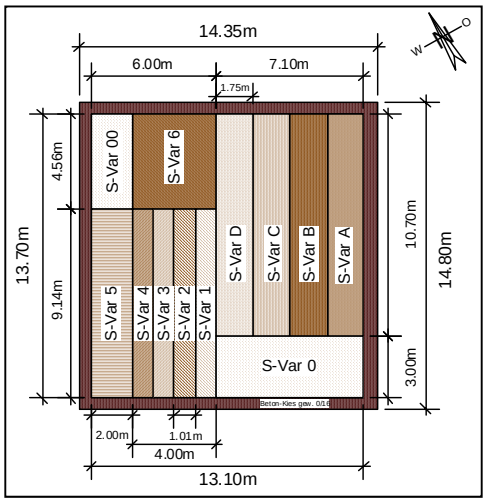


Abb. 1: Übersicht Versuchsanordnung (Aufsicht Substratflächen)

Abb. 2: Dach 1 nach der Bepflanzung 2011

Substratvergleich Var. 0-6

Variante 0 (0):	bestehendes Substrat , Ziegelschrot mit Lava, Kies und Feinanteil, Nullvariante 9.1 m^2
Variante 1:	Landor Ulopor® Einschichtdachsubstrat EE
Variante 2:	Landor Blähschiefer 2 / 4
Variante 3:	Landor Blähschiefer 4 / 8
Variante 4:	Landor Blähschiefer 8 / 16
Variante 5:	Plantener® Extensivsubstrat
Variante 6:	Bauder Pfl.-Substrat BB-CH
Flächengröße 9.1 m^2 bzw. 18.2 m^2 (Var. 5 und 6), Substratstärke 10 cm	

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch, Céline Derman-Baumgartner,
celine.derman-baumgartner@zhaw.ch, ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Ökostrategische Pflanzensysteme unter Solarpanels

Varianten auf bestehendem Substrat: Var. A bis D

Variante A:	Var. 0 + 4 cm Bauder BB-CH / 1.0 m^3	→	14 cm Sub.-Mächtigkeit
Variante B:	Var. 0 + 3 cm Bauder BB-CH / 0.8 m^3	→	13 cm Sub.-Mächtigkeit
Variante C:	Var. 0 + 2 cm Bauder BB-CH / 0.5 m^3	→	12 cm Sub.-Mächtigkeit
Variante D:	Var. 0 + 1 cm Bauder BB-CH / 0.2 m^3	→	11 cm Sub.-Mächtigkeit
Flächen bandartig, je 1,78 x 13,7 m (ca. 24 m^2)			

Abb. 3: Substratvarianten

Abb. 4: Pflanzen auslegen je Var.

Abb. 5: Substratvarianten bepflanzt

Versuchsanordnung / -design Teil Pflanzen

Aufgrund der gegebenen Platzverhältnisse auf dem Dach wurden zwei verschiedene Settings aufgebaut:

X) Bereich Solarpanels (Sonnen- und Schattenvegetation): Pflanzentestreihe 1-6, total 31 Arten

Y) Vollsonniger Bereich (Sonnenvegetation), exemplarische Bepflanzung der Flächen ohne Solaranlage:
Pflanzentestreihe I. – VII., 20 Arten
Nullvariante: freie Bepflanzung
Sedum-Testreihe: Streifenpflanzung

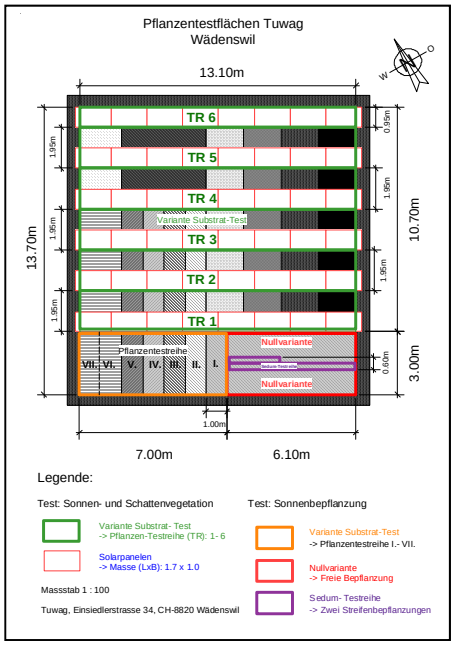


Abb. 6: Pflanzung September 2011

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch, Céline Derman-Baumgartner,
celine.derman-baumgartner@zhaw.ch, ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Auch wenn der Spätsommer 2011 sehr trocken war, wurden die Stauden mit erdfeuchten Ballen ohne zusätzliche Bewässerung in die verschiedenen Substrate gepflanzt und tiefer als sie in den Töpfen standen. Nach Möglichkeit sollten die Ballen auf der Dachoberfläche dem Vlies aufstoßen, so dass bei Durchtrocknung des Substrates einer Restfeuchte aus dem Vlies das Überleben der Stauden garantiert. Zu große Pflanzen wie Astilben mit Blüten und Walderdbeeren wurden beim Pflanzen eingekürzt. Dies verringert die Verdunstungsleistung der einzelnen Pflanzen und erhöht deren Anwachserfolg.

Tab.: 2: Pflanzenlisten Stauden-Arten /-Sorten

Pflanzentestreihe 1-6 (unter/zwischen Panels)	Pflanzenrestreihe I.-VII. Freifläche	Nullvariante Freifläche	Sedum-Testreihe Freifläche
Ajuga reptans	*Allium flavum*	*Allium schoenoprasum*	*Sedum spectabile* 'Iceberg'
Allium senescens subsp. *montanum* (Syn *A. lusitanicum)*	*Allium tuberosum*	*Aurinia saxatilis* 'Compacta' (Syn. *Alyssum s.* 'Compactum')	*Sedum telephium* 'Matrona'
Arabis procurrens 'Neuschnee'	*Aurinia saxatilis* 'Compacta' (Syn. *Alyssum s.* 'Compactum')	*Anthericum liliago*	*Sedum* 'Carl'
Astilbe chinensis var. pumila	*Aster sedifolius* 'Nanus'	*Anthericum ramosum*	*Sedum spectabile* 'Carmen'
Campanula cochleariifolia `Blue Baby`	*Calamintha nepeta* subsp. *nepeta*	*Aster linosyris*	*Sedum telephium* 'Munstead Dark Red'
Campanula garganica	*Campanula cochleariifolia*	*Aster sedifolius* 'Nanus'	*Sedum* 'Red Cauli'
Campanula portenschlagiana	*Geranium sanguineum* var *striatum*	*Calamintha nepeta* subsp. *nepeta*	*Sedum spectabile* 'Album'
Campanula rotundifolia	*Gypsophila repens*	*Campanula portenschlagiana* 'Birch Hybrid'	*Sedum* 'Herbstfreude'
Chiastophyllum oppositifolium	*Hyssopus officinalis* i.S.	*Campanula poscharskyana*	*Sedum spectabile* 'Brilliant'
Pseudofumaria lutea (Syn. *Corydalis lutea)*	*Muscari armeniacum*	*Campanula rotundifolia*	*Sedum telephium* (Wildform)
Cymbalaria muralis	*Muscari ‚Valerie Finnis®'*	*Dryas x suendermannii*	*Sedum rupestre* 'Angelina' (Syn. *Sedum reflexum* 'Angelina')
Dianthus deltoides `Leuchtfunk`	*Origanum vulgare*	*Falcaria vulgaris*	*Rhodiola pachyclados* (Syn. *Sedum pachyclados)*
Fragaria chiloense `Chaval`	*Potentilla aurea*	*Geranium sanguineum* 'Elsbeth'	*Sedum floriferum* 'Weihenstephaner Gold'
Fragaria vesca var. *hortensis* 'Alexandria' (Syn. *F. v.* var. *semperflorens* `Alexandria')	*Potentilla calabra*	*Geranium sanguineum* var. *striatum*	*Sedum sexangulare*
Fragaria vesca (Wildform)	*Potentilla crantzii*	*Geranium x cantabrigiense*	*Sedum spurium* 'Tricolor'
Galium odoratum	*Potentilla tabernaemontani* (Syn. *Potentilla neumanniana)*	*Gypsophila repens*	*Sedum album* 'Coral Carpet'
Geranium nodosum	*Satureja montana*	*Hieracium pilosella*	*Sedum spurium* 'Album Superbum'
Geranium sanguineum var. *striatum*	*Sedum dasphyllum*	*Hyssopus officinalis* i.S.	*Sedum spurium* 'Fuldaglut'
Muscari armeniacum	*Silene alpestris*	*Iberis saxatilis*	Angesetzt links: von der Mitte der ersten Reihe beginnend (Südosten)
Lysimachia nummularia	*Silene schafta*	*Iberis sempervirens*	*Sedum trolli*
Origanum vulgare `Compactum`	*Thymus vulgaris*	*Iris x squalens* (Syn. *Iris x sambucina)*	*Sedum anacampseros*
Rhodiola pachyclados (Syn. *Sedum pachyclados)*	*Thymus x citriodorus*	*Muscari armeniacum* (Mischung)	*Sedum telephium* subsp. *maximum*
Sedum rupestre (Syn. *S. reflexum)*	*Veronica officinalis*	*Origanum vulgare* (Mischung)	*Sedum hybridum* 'Immergrünchen'
Solidago virgaurea	*Pseudolysimachion spicatum* subsp. *spicatum* (Syn. *V. spicata)*	*Potentilla calabra*	*Sedum rupestre* (Syn. *S. reflexum)*
Stachys recta	*Veronica x cantiana* 'Kentish Pink'	*Salvia verticillata*	

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch, Céline Derman-Baumgartner, celine.derman-baumgartner@zhaw.ch, ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Thymus pulegioides		*Sanguisorba minor*	
Veronica officinalis		*Saponaria ocymoides* 'Snowtip'	
Veronica x cantiana `Kentish Pink`		*Sedum album*	
Viola odorata `Königin Charlotte`		*Sedum rupestre (*Syn. *S. reflexum)*	
Viola sororia i. S. ('Albiflora', 'Blue Diamond')		*Sedum sexangulare*	
Waldsteinia ternata		*Sempervivum arachnoideum*	
		Sempervivum tectorum	
		Silene alpestris	
		Silene schafta	
		Thymus vulgaris	
		Thymus x citriodorus	
		Veronica officinalis	

Bonituren

Im ersten Jahr nach der Pflanzung wurde im Rahmen einer Semesterarbeit eine ausführliche Bonitur durchgeführt, in welcher das Anwuchsverhalten sowie die Blütezeiten und Entwicklung von 6 ausgewählten Arten, welche auf allen Substratvarianten gepflanzt wurden, festgehalten wurde. Anschließend wurden jährlich 2-4 Bonituren durch die Forschungsgruppe Pflanzenverwendung durchgeführt. Boniturkriterien waren: Vitalität, Entwicklung, Ausbreitung, Beikräuter.

Unterhalt

Die Pflege erfolgte realitätsnah durch externe Unterhaltsanbieter. Auftrag war: 2x jährlicher Kontroll-Einsatz Abfluss, Entfernen der Beikräuter und Gehölz-Sämlinge, Sommerrückschnitt der Halbsträucher, Winterrückschnitt.
Ein Wässern während der trockenen Hitzephasen 2014/2015 wurde nicht durchgeführt. Diese Vegetationssysteme müssen sich prinzipiell selber regulieren können.

Ergebnisse und Diskussion

Die Witterung während des Versuches war sehr variabel; der Sommer 2015 war sehr heiß und trocken, 2016 hingegen eher kühl und sehr nass.

Bonituren 2012 und 2013

Ergebnis nach dem 1. Jahr und 2. Jahr:
Die Pflanzen sind alle gut angewachsen, in „fetteren" Substraten mehr Zuwachs als in den mageren.

- Substrat 00, 1 und 5 stärker bewachsen als 2-4
- Varianten A-D etwa gleich stark bewachsen wie 00, 1 und 5

Nach dem sehr trockenen und heißen Sommer 2013 war der hohe Stresspegel vielen Pflanzen anzusehen, vereinzelt gab es Ausfälle auf den sehr mageren Substraten. Besonders gut etabliert haben sich die Halbsträucher in der Sonnenvariante.

Bonitur 2016 nach 5 Jahren

- Varianten 1 und 5 nach wie vor am meisten Bewuchs, die sehr mageren Varianten lückig, Sonnen-0-Variante: Deckungsgrad bei 70%

Tab. 3: Topps der S-Strategen aller drei Dächer nach 5 bzw. 3 Jahren

Kombination mit Solaranlage	Sonnenvariante (I-V, 0-Var.)
Ajuga reptans	*Allium carinatum*
Allium senescens subsp. montanum (Syn. Allium lusitanicum)	*Allium flavum*
Arabis procurrens ‚Neuschnee'	*Allium senecsens, A. montanum*
Astilbe chinensis var. pumila (auf Blähschieferhaltigen Substraten)	*Allium tuberosum*
Campanula cochleariifolia ‚Blue Baby'	*Allium tuberosum*
Campanula rotundifolia	*Allium vineale*
Cymbalaria muralis	*Anthericum liliago, A. ramosum*
Dianthus deltoides ‚Leuchtfunk'	*Aster linosyris (da*
Fragaria vesca ‚Alexandria'	*Bergenia-Hybriden, wie Sorte ‚Oeschberg'*
Fragaria vesca, Wildform	*Echinacea paradoxa (Dach Nr. 2)*
Galium odoratum	*Euphorbia myrsinites (spontan aufgetreten, mit Töpfen ausgebracht?)*
Geranium nodosum	*Gypsophila repens*
Geranium sanguineum var. striatum	*Iris x sambucina (I. x squalens)*
Muscari armeniacum	*Iris variegata nur auf Dach Nr. 3*
Lysimachia nummularia	*Muscari ‚Valerie Finnis®'*
Sedum pachyclados (Syn. Rhodiola p.)	*Muscari armenciacum*
Sedum rupestre (Syn. S. reflexum)	*Ononis repens*
Solidago virgaurea	*Origanum vulgare*
Stachys recta	*Potentilla neumanniana*
Thymus pulegioides	*Salvia verticillata*
Veronica officinalis	*Satureja montana*
Veronica x cantiana ‚Kentish Pink'	*Satureja montana ssp. illyrica*
Viola odorata ‚Königin Charlotte'	*Silene alpestris (kühle Lagen)*
Viola sororia i.S.	*Teucrium montanum***
Waldsteinia ternata	*Thymus vulgaris*
	Trifolium rubens
	Vagabundierende winteranuelle Arten:
	Iberis umbellata

Auf Dach Nr. 3 zeigten sich zusätzlich folgende Arten vielversprechend: *Ononis repens, Dianthus deltoides* Wildform, *Iris variegata, Peucedanum alsaticum, Salvia pratensis, Sedum telephium, Potentilla verna, Hyssopus officinalis* (bei Dach Nr. nicht beurteilbar weil ausgerissen), *Veronica austriaca, Thymus serphyllum*.
Es sind wunschgemäß fast alle Arten vorhanden. Erwartungsgemäß haben sie sich auf einzelnen Substraten unterschiedlich schnell und kräftig etabliert, was wiederum zu einem stabileren Pflanzensystem als Ganzes auf dem Dach führte. Warum? Ein Vergleich: In fetteren Substraten entwickeln sich die Pflanzen sehr schnell, werden sehr groß. In mageren Substraten starten die Pflanzen sehr langsam, sie entwickeln sich kaum. Aber nach extremen Jahren wandern die „Spätzünder" mit der richtigen Erbbotschaft durch Versamen mit ihren Sämlingen in die ehemals „feisteren" Substrate zurück. Sie besiedeln die Flächen neu. Dabei sollten die toten Altpflanzen nur zurück geschnitten und nicht gerodet werden. Die Arten überdauern so in ihrer Vielfalt natürlich die klimatisch bedingten Wetterschwankungen, sowohl im Sommer als auch im Winter.
Im Solarpanel-Bereich ausgefallen sind: *Chiastophyllum oppositifolium* (anfangs topp, dann verschwunden), *Corydalis lutea, Campanula rotundifolia* und *C. garganica, Fragaria chiloense* ‚Chaval', *Origanum vulgare* ‚Compactum' (deutlich besser: Wildform).
Überraschend schwach zeigten sich viele hohe Sedum-Arten und -Sorten (*S. telephium, S. spectabile*), sie blieben sehr niedrig und teilweise chlorotisch und benötigen offenbar eher gut versorgte „Gartenböden".
Viele der sich langsam entwickelnden S-Strategen sind über eine Ansaat nicht oder nur schwer etablierbar, deshalb lohnt sich bei diesen Arten eine Initialisierung über Pflanzung.

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch, Céline Derman-Baumgartner,
celine.derman-baumgartner@zhaw.ch, ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Unterhalt

Grundsätzlich kann gesagt werden: dank des hohen Stresslevels konnte der Aufwuchs von unerwünschten Kräutern reduziert werden. Das Aufkommen von Gehölzsämlingen reduzierte sich im Laufe der fünf Jahre.
Es hat sich in den fünf Beobachtungsjahren herausgestellt, dass derartig mit unter anderem immergrünen oder winterwachsenden S-Strategen bepflanzte Dächer weniger verunkrauten da invasive und zu groß werdende Arten, vor allem Gehölze, unterdrückt werden. Diese direkte Pflegeerleichterung ist die Voraussetzung, dass die Energiegewinnung auf den Dachflächen optimaler läuft und Blütenpflanzen auch Ende der Saison noch beflogen werden können. Die anfallenden Pflegegänge können somit in der Vegetationsperiode, besonders im Alpenanstau optimiert werden (weniger störende Biomasse, weniger häufige Kontrollgänge, wenn das Pflanzensystem stabil ist).
Lange Trockenphasen wie sie zu unterschiedlichen Jahreszeiten 2014-2016 auftraten, sind atypisch. Hierauf ist klimawandelbedingt vorausschauend zu achten und zu pflegen. Die Pflege kann sich also deutlich von Jahr zu Jahr unterscheiden
Sommerblühende Halbsträucher müssen geschnitten und nicht gezogen werden (*Hyssopus* und *Aster linosyris* wurden gezogen und waren demzufolge danach teilweise verschwunden). Der teilweise frühsommerliche Rückschnitt von verholzenden S-Strategen erwirkt eine Blütezeitverlängerung bis in den kühlen Herbst.

Beikraut

Problematisch zeigten sich in den ersten Jahren vor allem Baumsämlinge (*Betula, Robinia, Fraxinus*…). Sie nahmen jedoch im Laufe des Versuches ab.
Ein relativ hoher Unkrautdruck ging von *Viccia* und diversen Kleearten aus. Sie kamen vor allem in den fetteren Substratvarianten auf. Möglicherweise wanderten sie vom unmittelbar angrenzenden Dach, welches in einem Heumulchverfahren begrünt wurde, ein. Ebenfalls von dort aus könnte sich *Silene vulgaris* ausgebreitet haben, welche Ende Sommer 2016 in fast allen Varianten zu finden ist (teilweise verdrängend). Solche sich rasch ausbreitenden Arten sollten möglichst früh erkannt und entfernt werden. Der nasse Sommer 2016 mag zur raschen Entwicklung dieser Arten beigetragen haben, möglicherweise würden sie einen sehr stressreichen Sommer wie 2015 nicht überdauern können.
Je nach Witterungsverlauf und Eintragsquellen in direkter Umgebung können andere Beikräuter aufkommen; hier ist es wie bereits erwähnt sehr wichtig, dass der Unterhalt flexibel darauf reagieren kann und die richtigen Sämlinge entfernen kann.

Substrat

Hauptunterschiede in den verschiedenen Substratvarianten waren der Gehalt an organischem Material. Blähschiefer war in allen Varianten vorhanden (in unterschiedlichen Anteilen und Korngrößen). Blähschiefer als sehr strukturstabiles und pH-neutrales Substrat fördert eine gute Durchlüftung kann durch den hohen Porenanteil als „Tausammler“ funktionieren. Reine Blähschiefersubstrate führen während Hitze- und Trockenphasen zu einem sehr hohen Stresslevel, folglich konnten sich in diesen Substraten wenige Arten mit sehr hoher Stresstoleranz erfolgreich etablieren (Deckungsgrad 2016 80-90%). Entsprechend liegt der Vorteil dieser Substrate darin, dass keine Unkräuter aufkommen. Um aber die Artenvielfalt zu erhöhen, ist ein geringer Anteil an organischer Substanz nötig (Deckungsgrad Mischsubstrate 100%, dank *Silene vulgaris*), welche den Stress etwas mindern vermag – mit dem Nachteil eines erhöhten Biomasse- und Unkrautaufkommens. Ein hoher Biomassezuwachs im Frühjahr birgt eine höhere Gefahr für das Austrocknen während einer Trockenperiode. Ideal für eine vielfältige Vegetation auf dem Dach ist eine Substratvielfalt; punktuelle Humus-„Spots“ können Arten wie *Sedum telephium*, das Etablieren und Überleben erleichtern.
Tipp: Bewährt haben sich in sehr mageren Substraten wie reinem Blähschiefer oder Granitsplitt 8/16 auch dichte Gruppenpflanzungen zur Initialisierung verschiedener Arten (ähnlich einem Rasenziegel). Zusätzlich können zum Forcieren des Zuwachses (Biomasseentwicklung) Kompostsubstrate zugegeben werden. 1-2 cm punktuelles Ausbringen eines solchen Substrates vor dem Pflanzen erhöht das Begrünungstempo. Jedoch muss

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch, Céline Derman-Baumgartner,
celine.derman-baumgartner@zhaw.ch, ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

in Trockenphasen überprüft werden, ob die höhere Biomasseproduktion nicht an das Verdunstungslimit kommt. Geduld Dank mageren Substraten zahlt sich durch Langlebigkeit und enorme Pflegerleichterung aus.
Ganz nebenbei sind die ehemals fetteren, an organischer Substrat reicheren Substrate nach wenigen Jahren soweit gesackt, dass auch nur die stress erprobtesten Arten zukünftig überleben können. Wenn dieser Effekt sehr stark eintritt, lohnt es sich der Vermoosung und dem empfohlenen Erhalt der 10 cm Minimum Substratstärke mit Blähschiefer 8/10 zu mulchen. Einige wenige Bereiche sollten zudem zusätzlich hiermit überhügelt werden, für extreme Sommer und zur Erhöhung respektive dem Erhalt der Artenvielfalt, damit der Senkung der Unterhaltskosten.

Blütezeitverlängerung

Die Blütezeit reicht je nach Witterungsverlauf ununterbrochen von März bis zum Herbst. Auftakt machen *Iberis saxatilis, Muscari armeniacum* und *Viola odorata* ‚Königin Charlotte'. Im Jahresverlauf zeigte sich, dass viele Arten früher und/oder kürzer blühten als in der Literatur angegeben (Dokumentation bis März-August 2012). Wertvolle Spätsommer- /Herbstblüher sind vor allem Gewürzkräuter wie *Hyssopus, Origanium, Salvia, Satureja, Thymus* – mit welchen bei einem teilweisen frühsommerlichen Rückschnitt eine zusätzliche Blütezeitverlängerung erreicht werden kann - aber auch *Campanula, Geranium* und *Sedum* gehören zu den Spätblühern. Die vielen Bohnenkräuter (*Satureja montana, S. m. ssp. illyrica, S. citriodora* und *S. spicigera*) können gut remontieren. Stehen *Anthericum ramosum* in einer Überhügelung, ist ein Nachblühen nach Sommergewittern möglich. Die Karthäuser Nelke tut das in einem taureichen Herbst von selbst.
Bis in den Winter blühen im Schatten der Panels *Cymbalaria muralis*, *Viola odorata* `Königin Charlotte` und *Geranium nodosum*.

Sonstige Erkenntnisse

- Dauerhaftes Überleben in diesem großen Stress bedeutet auch, dass Pflanzen absterben und sich über Aussaat auf den Dächern erneut selber etablieren. Arten haben sich gut so erhalten und ausbreiten konnten: *Satureja montana, Allium, Viola, Sanguisorba minor* (Vorsicht, kann stark versamen), *Salvia verticillata, Thymus, Muscari armeniacum* etc. Sie können also nach dem Blackbox Gardening-Prinzip verwendet werden.
- Bei der Pflanzung müssen unbedingt die kleinräumigen Unterschiede im Mikroklima beachtet werden: unter Panels sehr wenig Licht und Wasser, zwischen den Panels vollsonnig, trocken und heiß; im Traufbereich halbschattig und frischer.
- Bei dem Versuch hat sich gezeigt, dass die Qualität des Pflanzmaterials sehr wichtig ist, denn bei ingenieurbiologisch funktionalen Bepflanzungen muss das verwendete Pflanzmaterial jung, vital und wüchsig sein. Alte, verholzte Pflanzen etablieren sich an Extremstandorten, wie Dachstandorte, nicht.
- Kombinationen mit Ansaaten einjähriger Arten wie *Iberis umbellata* wirken Vegetationssystem stabilisierend. Es wird verhindert, dass andere explodierende Arten unkontrolliert auftreten.
- Die Blütezeitverlängerung durch Frühsommerrückschnitt der Halbsträucher (*Satureja* und *Hyssopus*), fungiert gleichzeitig als Verdunstungsschutz in mittsommerlichen Trockenphasen.
- Geophytische Strategien sind ein Muss!
- Pflanzung vs. Ansaat: Grüninfrastrukturen der Zukunft befinden sich bauwerksgebunden. Es gibt somit ein hohes Spektrum an zu etablierenden Stauden und Halbsträuchern mit Blüte- und Vegetationszeitverlängerung. Sie sind in Ansaat- oder bei Heumulchverfahren nicht enthalten. Zur Erhöhung der Biodiversität und Funktionalität dürfen ökologisch wie ökonomisch interessante Randgruppen von Pflanzenarten nicht außer Acht gelassen werden. Fachplaner und professionalisierte Unterhaltsgärtner werden davon en Detail profitieren. Lebenszykluskosten über 10, 15 oder 20 Jahre gerechnet für eine Dachbegrünung mit Mehrfachnutzen bei einem minimalen jährlichen Unterhalt mit funktionierender Vegetationsdecke lassen die höheren Etablierungskosten egalisieren.

Die Bilddokumentation zu den Versuchen ist bei den Autoren erhältlich.

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch, Céline Derman-Baumgartner,
celine.derman-baumgartner@zhaw.ch, ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Substratlose Bepflanzungsvarianten für das begrünbare Lamellensystem „CityLam“

Bauwerksbegrünung, Fassadenbegrünung, Ansaat

Zusammenfassung

Zur Begrünung des drehbaren Lamellensystems „CityLam“ wurden an der LWG verschiedene Kombinationen aus Festkörperspeichermaterialien und niedrigen Ansaatvarianten sowie Vegetationsmatten getestet. Im zwölfwöchigen Versuchszeitraum (17.11.2017 bis 08.02.2018) wurde bestätigt, dass die verschiedenen Lamellenstellungen von horizontal bis vertikal die Bewässerung und Pflanzenverwendung vor Herausforderungen stellt. Wöchentliche Bonituren führten zum Ergebnis, dass sich Steinwolle im Vergleich mit PU-Schaum und einem Schafwoll-Kokos-Gemisch am besten als Substratersatzstoff für Ansaaten eignet. Auch unter Vegetationsmatten lässt sich Steinwolle in diesem Aufbau gut verwenden, wobei PU-Schaum aufgrund seiner hohen Dränageleistung hier eine noch bessere Alternative darstellt. Bei den Ansaatmischungen aus Saatgut für niedrige Kräuter und Sedumsprossen hat das Mischverhältnis mit der verhältnismäßig größeren Menge an Saatgut besser abgeschnitten. Bei den Vegetationsmatten hat eine höhere Artenvielfalt für einen besseren Gesamteindruck und eine höhere Widerstandsfähigkeit gesorgt.

Problemstellung

Das drehbare Lamellensystem „CityLam“ des Herstellers EuroLam GmbH soll begrünt werden, um als Bauwerksbegrünung in der Stadt die bekannten Wohlfahrtswirkungen zu entfalten (Kühlung durch Verdunstung, Reduzierung von Luftschadstoffen). Durch die Komponente der drehbaren Lamellen kann das System auch vor Fensterflächen als begrünbarer Sonnenschutz angebracht werden. Die stufenlose Verstellbarkeit der Lamellen von waagrecht (0°) bis senkrecht (90°) stellt eine Herausforderung bei Pflanzenverwendung und Bewässerung dar. Die Praxistauglichkeit soll untersucht werden, indem an der LWG in dieser ersten Projektphase möglichst einfache und trotzdem optisch ansprechende Lamellenaufbauten mit Substratersatzstoffen in Form von Festkörperspeichermaterialien getestet werden. Parallel dazu werden in einem Ringversuch an der LVG Erfurt und an der HS Anhalt Bernburg alternative Aufbauten untersucht.

Material und Methoden

Zwei CityLam-Elemente mit jeweils sechs Lamellen (190 cm x 30 cm, Höhe 6 cm) wurde im Gewächshaus des Instituts für Stadtgrün und Landschaftsbau (ISL) aufgebaut. Durch einen Vorversuch zum Wasserverbrauch wurde die Wasserverteilung innerhalb und zwischen den Lamellen möglichst gleichmäßig eingestellt. Die Lamellen wurden mit Krallmatten zur Drainage bestückt und anschließend mit den drei Substratersatzstoffen Steinwolle, Polyurethanschaum (PU-Schaum) und Schafwoll-Kokos-Gemisch ausgelegt. Von den insgesamt zwölf Lamellen wurden daraufhin sechs mit Sedumvegetationsmatten bestückt, während in den übrigen Lamellen niedrige Ansaaten mit Sedumsprossen in zwei verschiedenen Mischungsverhältnissen getestet wurden. Darüber wurde ein Gitter mit der Maschenweite von 5,5 cm installiert, um die Stabilität der Substratersatzstoffe und Matten bei der Drehung zu gewährleisten.

Nach anfänglich manueller Bewässerung zur Etablierung der Ansaatvarianten (mit einer dauerhaften Horizontalstellung der Lamellen) wurde nach 20 Tagen auf die automatische Bewässerung des Lamellensystems umgestellt und ein- bis zweimal täglich für eine Minute bewässert. An diesem Tag wurden die Systeme auch erstmals und von da an täglich in die Vertikale gedreht. Da die Versuchszeit größtenteils in die Wintermonate fiel, wurde mit Hilfe von Natriumdampflampen künstlich beleuchtet und somit ein Tag von zwölf Stunden simuliert.

Die Entwicklung der Pflanzen wurde wöchentlich in Form einer Bonitur dokumentiert. Bei den Ansaaten wurden hierbei die maximale Anzahl an Keimlingen pro Gitterzelle sowie der Deckungsgrad von Keimlingen

Johanne Bohl, johanne.bohl@lwg.bayern.de | Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim in Kooperation mit der Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Erfurt, der Hochschule Anhalt Bernburg und der EuroLam GmbH

und Sedumsprossen in je vier Parzellen pro Lamelle bestimmt. Die Matten wurden bezüglich ihrer Deckung und ihres Wachstums bewertet. Zudem wurden Auffälligkeiten an einzelnen Lamellen dokumentiert und die Eindrücke fotografisch festgehalten.

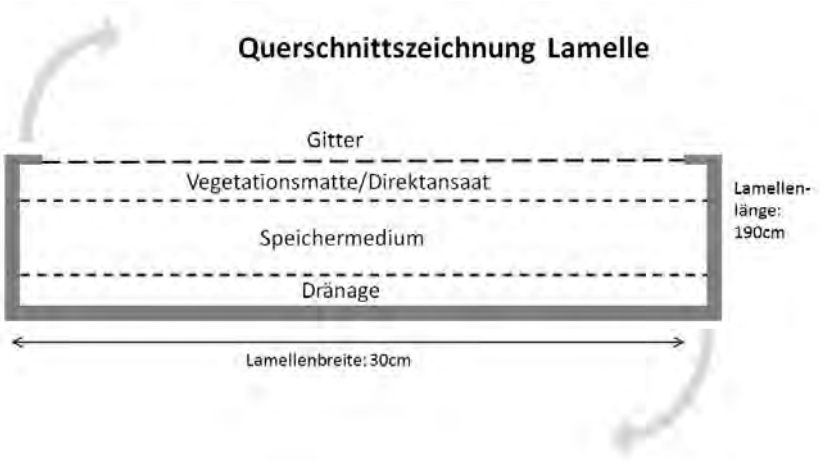


Abb. 1: Querschnitt Lamelle und Versuchsaufbau

Ergebnisse und Diskussion

Bei den Ansaatvarianten hat sich gezeigt, dass ein Mischverhältnis mit erhöhter Samenzahl der Keimlinge gegenüber den beigemischten Sedumsprossen zu einem besseren Ergebnis führt als das umgekehrte Verhältnis. Steinwolle hat sich hierbei am besten als Substratersatzstoff geeignet, da sie in der Lage ist ein großes Wasservolumen zu halten und bei Bedarf entsprechend an die Pflanze abzugeben. Dabei funktioniert die Wasserverteilung auch bei unterschiedlichen Lamellenstellungen sehr gut, sodass zwar am vorderen Rand der Lamelle Staunässe auftritt, die Steinwolle jedoch auch im hinteren Bereich gut durchfeuchtet ist. Dies konnte bei den beiden Festkörpermaterialien PU-Schaum und Schafwoll-Kokos-Gemisch in Verbindung mit Ansaatmischungen nicht festgestellt werden. Während der PU-Schaum in der Vertikalen zu stark dränierte, wurde beim Schafwoll-Kokos-Gemisch das Keimlingswachstum gehemmt und eine leichte Schimmelbildung im unbelüfteten Bereich festgestellt.

Bei den Matten stellten sich eine hohe Sedumartenvielfalt und eine gute Lichtversorgung (also eine höhere Lage im System) als vorteilhaft heraus. Eine zu starke Bewässerung muss unbedingt vermieden werden, damit die Wurzeln der trockenheitsangepassten Sedumarten nicht zu faulen beginnen. Im Gewächshaus sind zudem Spinnmilben aufgetreten. Eine vergleichbare Untersuchung im Außenbereich wäre deshalb interessant. Steinwolle und PU-Schaum eignen sich gut als Unterlage für die Vegetationsmatten. Der dränierende Effekt des PU-Schaums fällt hier nicht negativ ins Gewicht, da die Matte selbst eine gewisse Menge Wasser speichern kann. Beim Schafwoll-Kokos-Gemisch kam es wegen mangelnder Belüftung zu stärkerer Schimmelbildung.

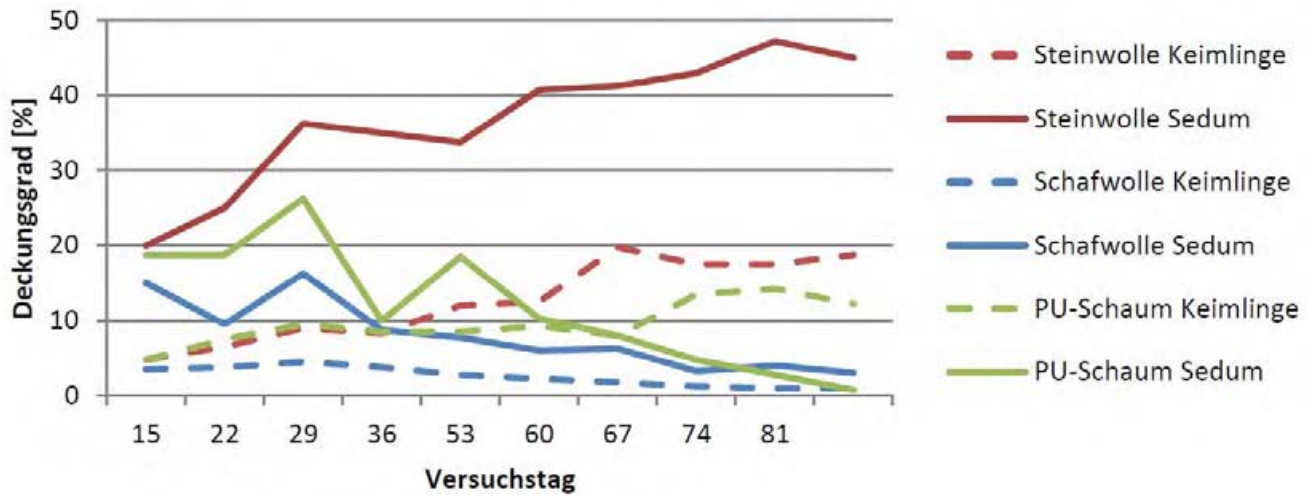


Abb. 2: Deckungsgrad in den Lamellen mit 0,5 g/m² Ansaat und 90 g/m² Sedumsprossen

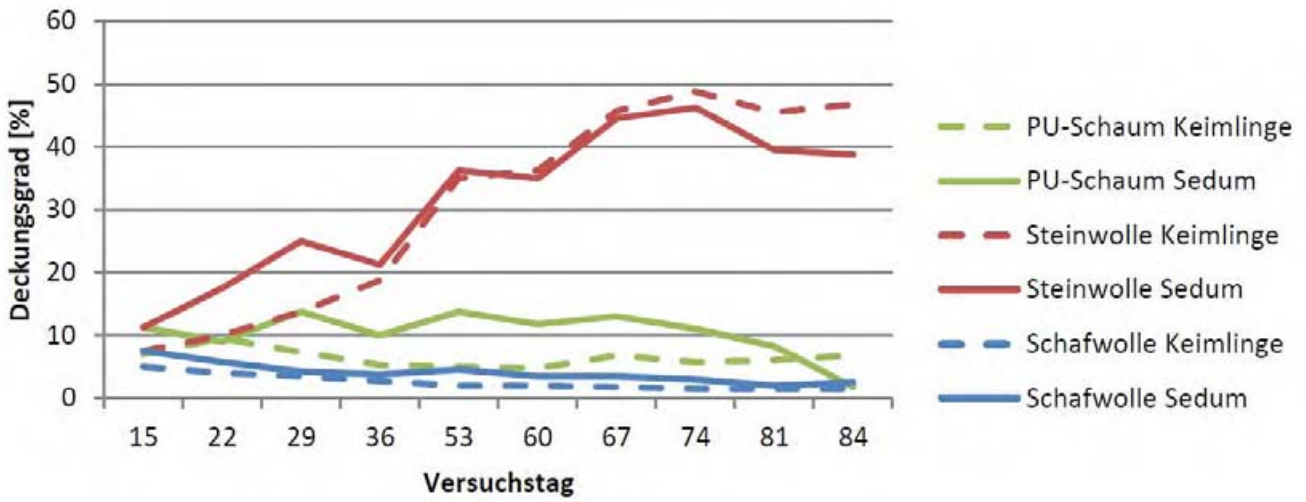


Abb. 3: Deckungsgrad in den Lamellen mit 1 g/m² Ansaat und 45 g/m² Sedumsprossen

Letztendlich hat der Versuch der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau ergeben, dass bei den Ansaatvarianten Steinwolle aufgrund ihrer guten Wasserverteilung die beste Lösung ist. Aus den Blickwinkeln der Ökologie und Nachhaltigkeit ist dieses Ergebnis nicht ideal, weshalb ein Alternativstoff zur Steinwolle gefunden werden sollte. Als Unterlage für Sedumvegetationsmatten sind Steinwolle und PU-Schaum vergleichbar. Abhängig vom Aufbau der Bewässerung und Bedarf der unterliegenden Pflanzen sollte jedoch der PU-Schaum bevorzugt verwendet werden, da Steinwolle enorm viel Wasser speichert und somit unterliegende Lamellen bei einem Kaskadensystem unterversorgt werden können.

Eignung von Grauwasser zur Bewässerung extensiver Dachbegrünungen

Bauwerksbegrünung, Dachbegrünung, Grauwasser

Zusammenfassung

Im Rahmen des dreijährigen Forschungsvorhabens 'Optimierung der Evapotranspirations- und Kühlleistung extensiver Dachbegrünungen durch gezielte Nutzung von Grauwasser' wurde die Verträglichkeit von Grauwasser zur Bewässerung von Pflanzen für extensive Dachbegrünungen getestet.
Grundlegende Untersuchungen des Grauwassers aus Bad und Waschmaschine und seiner Ausgangsprodukte (Hygieneartikel und Waschmittel) zeigten, dass es prinzipiell als Gießwasser geeignet ist, sofern die Leitungswasserqualität einer pflanzenbaulichen Verwendung nicht entgegensteht. Ein Screening von 43 Kräuter- und Gräserarten ergab, dass rund 80 % der untersuchten Pflanzenarten das Gießen mit Grauwasser gut vertrugen und dass die Verdunstungsleistung der Pflanzen stark variierte.

Problemstellung

Extensive Dachbegrünungen werden derzeit meist als Trockenstandorte mit *Sedum*-Bepflanzung ausgeführt, deren Evapotranspirationsleistung als gering anzusehen ist. Soll von ihnen v.a. bei Hitzeeinwirkung eine spürbare Kühlleistung ausgehen, ist zum einen eine ergänzende Bewässerung unumgänglich. Im Sinne eines ressourcenschonenden Wassermanagements sollte dabei jedoch auf die Verwendung von Trinkwasser verzichtet werden. Hier bietet sich als kontinuierlich fließende und witterungsunabhängige Wasserquelle der Einsatz von Grauwasser an. Grauwasser ist definitionsgemäß (nach EN 12056-1) der mikrobiologisch aufbereitete und hygienisierte, fäkalienfreie, gering verschmutzte Teil des häuslichen Abwassers. Es handelt sich also um Abwässer aus Bad (Dusche, Badewanne sowie Handwaschbecken) und Waschmaschine, die täglich in relativ großen Mengen von durchschnittlich 60 bis 80 Liter pro Person anfallen.
Zum anderen sollte die Vegetation angepasst werden, da von Kräutern und Gräsern eine höhere Transpirationsleistung als von *Sedum* zu erwarten ist. In der hier beschriebenen Untersuchung wurden daher, neben der Qualität von Grauwässern und deren Ausgangsprodukten, 43 Pflanzenarten auf ihre Grauwasserverträglichkeit und Transpirationsleistung hin untersucht.

Material und Methoden

Ausgangspunkt der gesamten Untersuchungen war die Ermittlung der Qualität von Grauwässern. Da diese vor allem von der Beschaffenheit der darin enthaltenen Handelsprodukte abhängt, wurden insgesamt 51 Hygieneartikel, Waschmittel und Waschmaschinenzusätze hinsichtlich pflanzenbaulich und umweltökologisch relevanter Parameter untersucht.
Im anschließenden Pflanzenversuch wurden die Auswirkungen von Grauwassergaben im Vergleich zu Leitungswasser auf die Entwicklung von 43 unterschiedlich salzverträglichen und pH-toleranten Gräser- und Kräuterarten (s. Tab. 2) erfasst. Diese wurden im 2,5-Liter-Topf (mit Untersetzern) in einem mineralischen Substrat auf der Basis von Ziegelbruch für extensive Dachbegrünung ("Sedumteppich" der Fa. ZinCo) 49 Wochen lang (KW 25/2012 - KW 22/2013) im Gewächshaus bei einer Heiztemperatur von 18°C am Tag und 16°C in der Nacht (während der beiden Vegetationsperioden) kultiviert. Ziel dabei war es, diejenigen Pflanzenarten zu ermitteln, die sich als gut grauwasserverträglich und gleichzeitig transpirationsstark erwiesen. Die Transpirationsleistung der Pflanzen (inkl. Evaporation des Substrats) wurde folgendermaßen erfasst: Täglich erfolgte die Kontrolle des Feuchtezustands des Substrats und bei Bedarf wurden die Pflanzen jeweils mit 250 ml des entsprechenden Gießwassers gegossen. Durch die Erfassung der Gießhäufigkeit ließ sich der Wasserverbrauch errechnen und daraus die Evapotranspiration ableiten.

Heinz-Josef Schmitz, heinz-josef.schmitz@hswt.de; Elke Meinken, elke.meinken@hswt.de |
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising

Ergebnisse und Diskussion

Untersuchung der Grauwässer

Hygieneartikel waren meist nur gering, Waschmittel etwas höher mit pflanzenschädigenden Stoffen wie v.a. Natrium, Salz und Tensiden belastet. Grauwässer allein aus Bade- und Duschwanne sowie Handwaschbecken, wie sie derzeit in Deutschland am häufigsten vorkommen (s. Tab. 1, Grauwasser 1-8), wichen qualitätsmäßig meist nur gering vom eingespeisten Freisinger Leitungswasser ab und erfüllten, mit nur einer Ausnahme, die Qualitätsanforderungen, die an Gießwässer gestellt werden.

Reine Waschmaschinenabwässer hingegen wiesen wesentlich höhere pH- und Leitfähigkeitswerte (Salzgehalte) auf sowie zum Teil stark erhöhte Gehalte an wasserlöslichem Natrium, Zink und (vor allem anionischen) Tensiden. Um die Pflanzen in den anschließenden Untersuchungen einer strengen Prüfung zu unterziehen, wurden die Versuche folglich mit gezielt hergestellten Grauwässern durchgeführt, die praxisübliche Anteile (27%) von Waschmaschinenabwässern enthielten und hinsichtlich der meisten Parameter stärker belastet waren, als derzeit bei uns übliche Grauwässer.

Plant man extensive Dachbegrünungen mit Grauwasser zu bewässern, sollte man in jedem Fall auch die Qualität des Leitungswassers vor Ort beachten. Das Freisinger Leitungswasser weist nur geringe Mengen an Ballaststoffen auf, was aber nicht immer der Fall ist. Beispielsweise könnten sich in manchen Gegenden vorkommende hohe Gehalte an Chlorid negativ auf das Pflanzenwachstum auswirken (Grenzwert für Gießwässer: 200 mg Cl/l Wasser).

Tab. 1: Qualität unterschiedlicher Grauwässer (GW) im Vergleich zu Leitungswasser (LW) sowie Grenzwerte für Gießwässer

	pH ($CaCl_2$)	Leitfähigkeit (µS/cm)	Na (mg/l)	Zn (µg/l)	anionische Tenside (mg MBAS/l)	nichtionische Tenside (mg Triton X/l)
GW 1-8, MW[1)]	7,8	640	37	91	< 0,1[2)]	< 0,1[2)]
Max[1)]	8,3	755	52	124	-	-
Min[1)]	7,1	539	10	61	-	-
GW 9	10,0	3.180	719	535	260	45
GW 10	9,2	1.710	710	167	108	75
GW 11	8,1	827	103	313	425	11
GW 12-16, MW	8,4	919	115	218	56 (n = 2)[3)]	9 (n = 2)
LW	7,5-8,2	298-689	7-38	2-117	< 0,1	< 0,1
Grenzwerte[4)]	-	700	150	500	-	-

GW 1-8: Aus acht verschiedenen Haushalten (wobei von zwei Haushalten der Mittelwert der Analysen von sieben aufeinander folgenden Tagen einfloss)
GW 9 - 11: Waschmaschinenabwässer bei Verwendung unterschiedlicher Waschmittel
GW 12-16: Grauwässer, die in den Pflanzenversuchen eingesetzt wurden
[1)] MW, Max, Min = Mittel-, Maximal- bzw. Minimalwert
[2)] Nachweisgrenze [3)] n = Anzahl Proben [4)] Walker et al., 2016

Pflanzenwachstum

Um einen wichtigen Hinweis auf die Grauwasserverträglichkeit der Pflanzen zu erhalten, wurde am Versuchsende deren Frischgewicht ermittelt. Ausschließlich *Alchemilla epipsila* reagierte besonders heftig mit einem Totalausfall auf die Grauwassergaben. Die folgenden sechs der geprüften 43 Arten wuchsen bei Verwendung von Grauwasser signifikant schlechter als beim Gießen mit Leitungswasser (s. Abb. 1): *Helianthemum x hybridum*, *Cardamine pratensis*, *Mentha pulegium*, *Briza media*, *Phuopsis stylosa* und *Inula ensifolia*. Demgegenüber war bei *Hemerocallis lilioasphodelus, Brunnera macrophylla* und *Knautia macedonica* beim Einsatz von Grauwasser im Vergleich zu Leitungswasser das Frischgewicht sogar signifikant höher.

Eignung von Grauwasser zur Bewässerung extensiver Dachbegrünungen

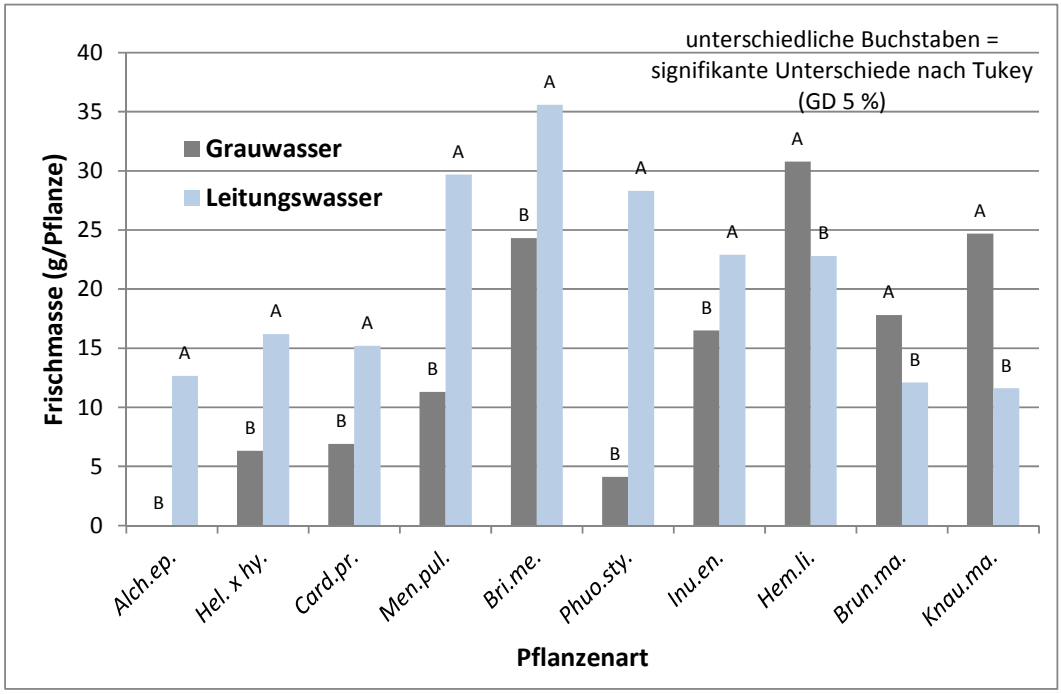


Abb. 1: Frischmasse der Pflanzenarten am Versuchsende (KW 22/2013) nach 49 Versuchswochen, bei denen es zu signifikanten Unterschieden zwischen den Bewässerungsarten kam

Bei den weitaus meisten Kräutern und Gräsern ergaben sich zwischen den Gießwasservarianten keine nennenswerten Wachstumsunterschiede, jedoch natürlich zwischen den Pflanzenarten.

Abb. 2: Wachstum von *Bergenia cordifolia* (linkes Bild) und *Carex flacca* (rechtes Bild) bei Bewässerung mit Grauwasser (jeweils rechte Pflanze) bzw. mit Leitungswasser (jeweils linke Pflanze)

Die mit Abstand höchste Frischmasse je Pflanze (gemittelt über die Bewässerungsvarianten) bildete *Bergenia cordifolia* (112,8 g), gefolgt mit einigem Abstand von *Liatris spicata* (36,6 g), *Oenothera missouriensis* (34,9 g), *Euphorbia seguieriana* (33,5 g) und *Carex grayi* (31,4 g).
Am unteren Ende der Skala rangierten *Melica ciliata* (5 g), *Achnatherum calamagrostis* (7,3 g), *Trollius europaeus* (8,4 g), *Carex comans* (9,5 g) und *Iris sibirica* (10,2 g).
Obwohl sich beim Einsatz der verschiedenen Wässer im Mittel keine signifikanten Unterschiede im Frischgewicht der Pflanzen ergaben, fielen beim Gießen mit Grauwasser bei *Potentilla neumanniana* 50 % der Pflanzen aus und an *Liatris spicata kam es anfangs* sowie an *Veronica gentianoides während des gesamten Versuchs* zu deutlichen Schadsymptomen. Diese dürften im Fall von *Veronica* jedoch nicht grauwasserbedingt sondern auf hohe pH-Werte im Substrat zurückzuführen sein, da sie auch bei Verwendung von Leitungswasser auftraten.

Heinz-Josef Schmitz, heinz-josef.schmitz@hswt.de; Elke Meinken, elke.meinken@hswt.de |
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising

Transpiration der Pflanzen

Die Transpiration der Pflanzen (inkl. Evaporation des Substrates) variierte sowohl bei den Gräsern als auch bei den Kräutern stark und lag gemittelt über die Gießvarianten bei den Kräutern zwischen 22,8 (*Bergenia*) und 12,1 Litern/Pflanze (*Cardamine*) und bei den Gräsern in vergleichbarer Größenordnung zwischen 22,5 (*Briza*) und 12,0 Litern/Pflanze (*Achnatherum*) (s. Tab. 2).

Tab. 2: Getestete Pflanzenarten sowie deren Grauwasserverträglichkeit (GV) und Wasserverbrauch (WV)

Kräuterart	GV	WV*	Kräuterart	GV	WV
Achillea millefolium	±	18,3	*Leucanthemum vulgare*	±	16,0
Ajuga reptans	±	14,0	*Liatris spicata*	±	15,4
Alchemilla epipsila	–	16,7	*Mentha pulegium*	–	15,6
Bergenia cordifolia	±	22,8	*Oenothera missouriensis*	±	16,3
Buphtalmum salicifolium	±	14,8	*Phuopsis stylosa*	–	17,4
Brunnera macrophyllum	+	15,5	*Polemonium caeruleum*	±	14,1
Campanula glomerata	±	14,6	*Potentilla neumanniana*	*	14,1
Cardamine pratensis	–	12,1	*Sanguisorba officinalis*	±	19,6
Centaurea montana	±	15,9	*Trollius europaeus*	±	14,4
Crambe cordifolia	±	16,9	*Veronica gentianoides*	±	18,0
Euphorbia palustre	±	20,7	**Gräserart**		
Euphorbia seguieriana	±	20,5	*Achnatherum calamagrostis*	±	12,0
Geranium palustre	±	16,3	*Briza media*	–	22,5
Geranium x pratense	±	15,8	*Carex buchananii*	±	22,1
Geum rivale	±	14,5	*Carex comans*	±	17,1
Glechoma hederacea	±	16,1	*Carex flacca*	±	18,5
Helianthemum x hybridun	–	16,9	*Carex grayi*	±	18,1
Hemerocallis lilioasphode	+	16,2	*Carex montana*	±	14,4
Hemerocallis minor	±	18,4	*Helictotrichon sempervirens*	±	12,9
Inula ensifolia	–	16,1	*Melica ciliata*	±	12,1
Iris sibirica	±	13,3	*Pennisetum alopecuroides*	±	13,9
Knautia macedonica	+	13,9	*Sporobolus heterolepis*	±	13,5

± Wachstum bei Grauwasser und Leitungswasser vergleichbar

\+ Wachstum bei Grauwassr signifikant besser

– Wachstum bei Grauwassr signifikant schlechter; * Ausfall von 50 % der Pflanzen

* Wasserverbrauch im gesamten Versuch in l/Pflanze (Topf), gemittelt über die Bewässerungsvarianten

Zwischen den Bewässerungsarten waren die Unterschiede im Wasserverbrauch, gemittelt über alle Pflanzenarten, nicht sehr groß. In den Leitungswasser-Varianten lag er bei 16,9 l/Topf und in denjenigen mit Grauwasser bei 15,7 l/Topf. Dieser geringe Vorsprung beim Leitungswasser war bei den meisten Pflanzenarten zu beobachten. Es ergab sich aber durchaus auch vereinzelt die gegenteilige Rangfolge bzw. waren keine Unterschiede feststellbar. Die Ergebnisse dieser beiden ersten Abschnitte des Forschungsvorhabens flossen in den dritten Teil der Untersuchungen insofern ein, dass die transpirationsstärksten und am besten grauwasserverträglichen Pflanzenarten unterschiedlich kombiniert im Vergleich zum bisher üblichen *Sedum* als Bepflanzung von einschichtigen Dachbegrünungen mit Grauwasserversorgung geprüft wurden.
Die Ergebnisse dieses Teils der Untersuchungen werden im nächsten Versuchsbericht dargestellt.

Literatur

Walker, R., Schenk, D., Jauch, M., Krummradt, I., Schmitz, H.-J., Lohr, D., und Meinken, E., 2016: Optimierung der Evapotranspirations- und Kühlleistung extensiver Dachbegrünungen durch gezielte Nutzung von Grauwasser. Abschlussbericht des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt unter AZ 28577-23 gefördertem Forschungsvorhaben.

Heinz-Josef Schmitz, heinz-josef.schmitz@hswt.de; Elke Meinken, elke.meinken@hswt.de |
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising

Evapotranspiration verschiedener extensiver Dachbegrünungen

Dachbegrünung, Klimawandel, Pflanzenverwendung

Zusammenfassung

Elf, in einem ersten Screening-Versuch (s. Versuchsbericht 02) ermittelte, gut grauwasserverträgliche und verdunstungsstarke Kräuter- und Gräserarten wurden in einem Pflanzenversuch im Gewächshaus in drei verschiedenen Kombinationen hinsichtlich ihrer Verdunstungsleistung geprüft. Im Vergleich zu zwei Sedum-Pflanzungen, die bisher für extensive Dachbegrünungen üblich sind, ließen sich mit allen drei Kräuter/Gräser-Kombinationen im ersten Jahr um 25% bis 75% und im zweiten Jahr um 75% bis 150% höhere Verdunstungsraten erzielen. Dabei lag die Evapotranspiration bei Verwendung von Grauwasser zwar um 10% bis 20% niedriger als bei Einsatz von Leitungswasser, trotzdem kann der ökologisch weitaus sinnvollere Einsatz von Grauwasser zur Bewässerung von extensiven Dachbegrünungen empfohlen werden.

Die gleichen Pflanzenkombinationen wie im Gewächshaus wurden in einem weiteren Versuch unter Freilandbedingungen getestet. Dabei ergab sich im dritten Vegetationsjahr während einer Hitzeperiode die höchste Evapotranspiration. Hier verdunsteten die Kräuter/Gräser-Mischungen nach Bewässerung durchschnittlich 7,5 l Wasser/m²und Tag im Vergleich zu 5,5 l Wasser/m²und Tag bei Sedum.

Diese beiden Pflanzenversuche waren, wie der schon oben erwähnte Screening-Versuch, Teile eines dreijährigen Forschungsvorhabens, aus dessen Ergebnissen sich insgesamt schlussfolgern lässt: Mit Grauwasser bewässerte Gründächer mit Kräuter/Gräser-Mischungen können bei trocken-heißer Witterung eine deutliche Kühlleistung erbringen und somit in beachtlichem Maße zur Reduzierung städtischer Hitzeinseln bzw. den Folgen des Klimawandels beitragen.

Problemstellung

Dachbegrünungen können als "biologische Klimaanlage" zur Verbesserung des Stadtklimas beitragen, wobei neben der Wärmeabsorption v.a. der Kühleffekt der Grünflächen durch Verdunstung von Wasser im Vordergrund steht. Extensive Dachbegrünungen, mit rund 85% die am weitesten verbreitete Begrünungsart, wurden bislang jedoch meist als Trockenstandorte konzipiert. Diese sind i.d.R. mit verschiedenen *Sedum*-Arten bepflanzt, deren Evapotranspirationsleistung v.a. bei trocken-heißer Witterung, als gering einzustufen ist. Nennenswerte Kühlleistungen sind von extensiven Dachbegrünungen nur zu erwarten, wenn sie zum einen zusätzlich bewässert werden. Hierzu hat sich in einem vorausgehenden Versuch Grauwasser bewährt. Zum anderen muss die Vegetation angepasst werden, weshalb im hier beschriebenen Versuch drei unterschiedliche Kombinationen von elf verdunstungsstarken Kräutern und Gräsern im Vergleich zu *Sedum* hinsichtlich ihrer Verdunstungsleistung untersucht wurden.

Material und Methoden

Im Test waren drei Gräser- und acht Kräuterarten. Sie wurden in drei verschiedenen Kombinationen im Vergleich zu zwei praxisüblichen *Sedum*-Pflanzungen (s. Tab. 1) jeweils mit Grauwasser und Leitungswasser an verschiedenen Standorten kultiviert. Im Gewächshaus hatten die Kunststoffkisten eine Größe von 0,43 m² und die Parzellen im Freiland auf Betontischen waren 1 m² groß. An beiden Standorten wurde das gleiche Substrat für extensive Dachbegrünung ("Sedumteppich" der Fa. ZinCo auf der Basis von Ziegelbruch) jeweils in einer Schichthöhe von 10 cm verwendet. Die Verdunstungsraten wurden jeweils indirekt ermittelt. Im Gewächshaus wurden die Schalen wöchentlich gewogen und die Differenz zum Sollgewicht berechnet. Danach erfolgte das Aufgießen auf das Sollgewicht mit dem entsprechenden Gießwasser. Im Freiland wurde an vier aufeinander folgenden Tagen einer Hitzeperiode im August die bis zur Wassersättigung (bis zum Durchrinnen des Wassers) fehlende Wassermenge aufgegossen und erfasst. Beginn war bei beiden Versuchen Juli 2013 und Ende im Gewächshaus im September 2014 und im Freiland im August 2015.

Heinz-Josef Schmitz, heinz-josef.schmitz@hswt.de; Elke Meinken, elke.meinken@hswt.de |
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising

Evapotranspiration verschiedener extensiver Dachbegrünungen

Tab. 1: Pflanzenkombinationen

Kräuter:Gräser resp. *Sedum*	Verwendete Pflanzenarten [Anzahl Pflanzen pro m², Gewächshaus/Freiland]
80:20 (80K/20G)	Kräuter: *Achillea millefolium* [2,3/2], *Bergenia cordifolia* [2,3/2], *Euphorbia palustre* [2,3/2], *Euphorbia seguieriana* [2,3/2], *Geranium x pratense* [2,3/1], *Hemerocallis minor* [2,3/1], *Inula ensifolia* [2,3/1], *Sanguisorba officinalis* [2,3/2] Gräser: *Briza media* [2,3/1], *Carex buchananii* [2,3/1], *Carex flacca* [-/1]
50:50 (50K/50G)	Kräuter: *Achillea millefolium* [2,3/1], *Bergenia cordifolia* [2,3/1], *Euphorbia palustre* [2,3/1], *Euphorbia seguieriana* [2,3/1], *Geranium x pratense* [-/1], *Hemerocallis minor* [-/1], *Inula ensifolia* [-/1], *Sanguisorba officinalis* [2,3/1] *Gräser:* *Briza media* [4,6/3], *Carex buchananii* [4,6/3], *Carex flacca* [2,3/2]
20:80 (20K/80G)	*Kräuter:* *Achillea millefolium* [-/1], *Euphorbia palustre* [2,3/1], *Euphorbia seguieriana* [2,3/1] *Gräser:* *Briza media* [6,9/5], *Carex buchananii* [6,9/4], *Carex flacca* [4,6/4]
***Sedum* -Mix**	*Sedum acre* [4,6/3], *Sedum album* [4,6/3], *Sedum floriferum* 'Weihenstephaner Gold' [2,3/2], *Sedum reflexum* [4,6/3], *Sedum sexangulare* [4,6/3], *Sedum spurium* [2,3/2]
***Sedum* -'WG'**	*Sedum floriferum* 'Weihenstephaner Gold' [23/16]

Abb. 1: Versuchsflächen im Freiland und im Gewächshaus (jeweils kurz nach Versuchsbeginn)

Ergebnisse und Diskussion

In Abb. 2 sind die mittleren monatlichen Verdunstungsraten/Tag der verschiedenen Pflanzmodule im Gewächshaus von August 2013 (ungefähr drei Wochen nach Versuchsbeginn) bis September 2014 (Versuchsende) dargestellt.

Nach dem Einziehen der Pflanzen im November und der Winterpause kam es erst im Mai 2014 wieder zu nennenswerter Evapotranspiration. Im ersten Sommer verdunsteten die Kräuter/Gräser-Mischungen im Gewächshaus bei Verwendung von Grauwasser bis 3,3 l/m²·Tag und im zweiten Sommer 2,4 bis 4,7 l/m²·Tag. Dies sind 25% bis 75% (erstes Jahr) bzw. 75% bis 150% (zweites Jahr) mehr als die *Sedum*-Varianten.

Bei Verwendung von Leitungswasser im Vergleich zum in einigen Parametern belasteten Grauwasser (s. Tab. 2) lag die Evapotranspiration zwar meist um 10% bis 20% höher, trotzdem kann der ökologisch weitaus sinnvollere Einsatz von Grauwasser empfohlen werden.

Beim Vergleich der beiden *Sedum*-Varianten lag die Verdunstung des *Sedum*-Mix meist etwas niedriger als die von *Sedum* 'Weihenstephaner Gold'. Von den drei Kräuter/Gräser-Mischungen erwiesen sich die Mischungen mit 50% und 80% Kräutern lediglich tendenziell als etwas verdunstungsstärker als diejenige mit 20% Kräutern.

Heinz-Josef Schmitz, heinz-josef.schmitz@hswt.de; Elke Meinken, elke.meinken@hswt.de |
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising

Tab. 2: Analysenwerte der beiden Versuchsgießwässer

Wasserqualität	Leitfähigkeit (µS/cm)	Wasserhärte (° dH)	Na (mg/l)	Zn (µg/l)	Al (µg/l)	anionische Tenside (mg MBAS/l)
Grauwasser[1]	919	16	115	218	321	55
Leitungswasser	684	19	33	117	60	0,1

[1] Versuchsgrauwasser mit 0,5 g Waschmittel/Liter vollentsalztem Wasser

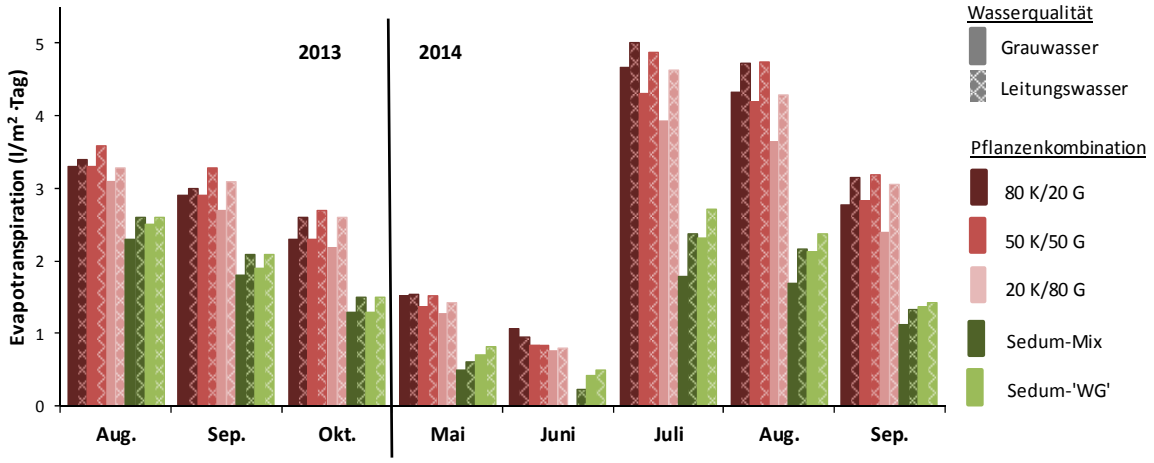


Abb. 2: Mittlere monatliche Evapotranspirationsraten/Tag der unterschiedlichen Pflanzenkombinationen bei Bewässerung mit Grau- bzw. Leitungswasser

Im Freiland (s. Abb. 3) wurde die höchste Evapotranspiration im dritten Vegetationsjahr an vier heißen Augusttagen erzielt.

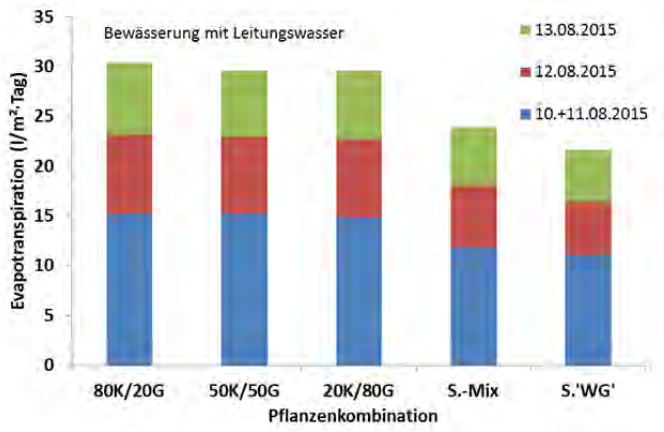


Abb. 3: Evapotranspirationsraten unterschiedlicher Pflanzenkombinationen im Freiland während einer Hitzeperiode im dritten Vegetationsjahr

Bei Bewässerung mit Leitungswasser verdunsteten die Kräuter/Gräser-Mischungen hier durchschnittlich 7,5 l/m²und Tag im Vergleich zu 5,5 l/m²und Tag bei *Sedum*.
Die ermittelten Daten flossen in ein Simulationsmodell ein (Walker et al., 2016), mit dem die Kühlkapazitäten der unterschiedlichen Pflanzenkombinationen kalkuliert werden konnten. In Abb. 4 sind die Werte im Vergleich zu Literaturwerten (Sproul et al., 2014) für herkömmliche Dachbedeckungsmaterialien dargestellt.

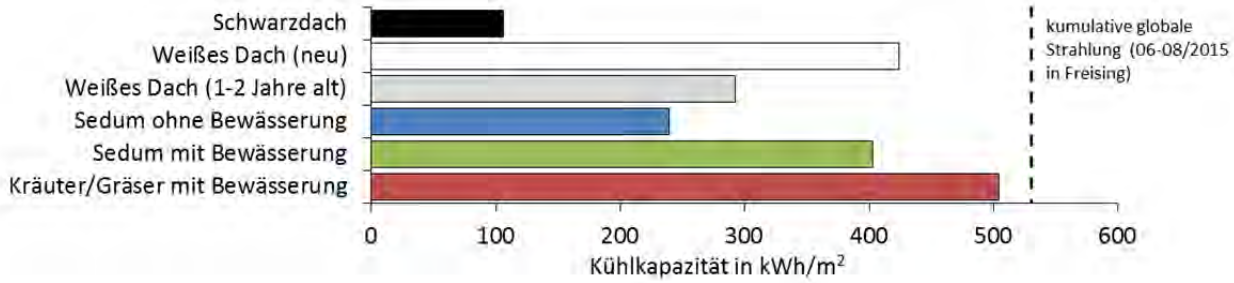


Abb. 4: Kühlkapazität unterschiedlich farbiger Dächer im Vergleich zur kalkulierten Kühlkapazität verschiedener Pflanzkombinationen

Die geringste Kühlwirkung geht demnach von einem Schwarzdach aus. Wesentlich stärker ist die Kühlkapazität von einem weißen Dach, wobei diese mit zunehmendem Alter relativ schnell stark abnimmt.
Eine unbewässerte extensive Dachbegrünung mit *Sedum*-Bepflanzung, wie sie derzeit überall üblich ist, liegt in der Kühlkapazität zwischen dem Schwarz- und dem Weißdach. Auf gleicher, relativ hoher Ebene wie das neue, stark rückstrahlende weiße Dach liegt die bewässerte *Sedum*-Begrünung und die höchste Kühlkapazität weist das bewässerte Dach mit Kräuter/Gräser-Bepflanzung auf. Mit der damit erzielbaren Kühlung lässt sich annähernd die gesamte globale Strahlung vor Ort (Freising) im Hochsommer kompensieren.

Literatur

Sproul, J., Wan, M.P., Mandel, B.H. and Rosenfeld, A.H., 2014: Economic comparison of white, green and black flat roofs in the United States. Energy and Buildings 71, 20-27

Walker, R., Schenk, D., Jauch, M., Krummradt, I., Schmitz, H.-J., Lohr, D., und Meinken, E., 2016: Optimierung der Evapotranspirations- und Kühlleistung extensiver Dachbegrünungen durch gezielte Nutzung von Grauwasser. Abschlussbericht des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt unter AZ 28577-23 gefördertem Forschungsvorhaben.

Untersuchung unterschiedlicher Anbausysteme und Gemüse-Mischpflanzungen für dünnschichtige Dachbegrünungen

Dachbegrünung, extensiv, Pflanzenverwendung

Zusammenfassung

Seit Sommer 2016 werden an der LWG verschiedene Anbausysteme auf Grundlage extensiver Dachbegrünungen mit Mischpflanzungen zur Nahrungsmittelproduktion getestet. Bei den Systemen wurden verschiedene Aufbauten und Bewässerungstechniken verwendet. Zudem wurden drei der sechs Varianten im Kreislauf betrieben. Die Mischpflanzung im Jahr 2016 aus Sellerie, Gurke und Blumenkohl entwickelte sich nicht ganz so gut wie die Aussaat aus Rote Bete, Zwiebeln und Auberginen im Sommer 2017. Dort waren die Erträge von insgesamt fast 8 kg Gemüse je Quadratmeter Dachfläche sehr hoch. Somit sind durch solche Mischpflanzungen auch höhere Flächenauslastungen möglich. Bei der Nutzung eines Kreislaufsystems können auch Nährstoffe zurückgehalten werden. Die Pflanzen können sich besser entwickeln und die Erträge steigen. Auch der Wasserverbrauch wird durch die Kreislaufbewirtschaftung gesenkt. Im Versuch wurden bis zu 50 Liter Wasser je Quadratmeter Dachfläche im Sommer 2016 eingespart.

Problemstellung

Seit 2014 wird von der LWG in Veitshöchheim der Anbau von Gemüsepflanzen auf dünnschichtigen Dachbegrünungssystemen getestet. In vorhergehenden Versuchen wurden verschiedene Arten von Nahrungspflanzen auf die generelle Eignung im entwickelten System untersucht. Die Bewässerung erfolgt allerdings vorwiegend in einem offenen System und mit einem einfachen Substrataufbau. Extensive Dachbegrünungen, die für die Begrünungsmethode durch Zusatzbewässerung auch für Gemüse geeignet sind werden aber auch häufig mit verschiedenen Aufbauten (z.B. mit Drainage) genutzt. Verschiedene Techniken zur Bewässerung sind auch für den Einsatz auf dem Gemüsedach möglich, aber bisher kaum in dieser Form untersucht. Zur möglichst einfachen Handhabung durch einmalige Aussaat bzw. Pflanzung und regelmäßige Ernte über das Jahr fehlt es an Erfahrungen mit speziellen essbaren Mischpflanzungen für die Dachflächen. Bei der veränderten Nutzung der intensivierten Dachbegrünung stellt sich auch die Frage des Kosten-Nutzen-Verhältnisses. Deshalb bedarf es neben den Erträgen und Vitalität der Pflanzen auch die Wasserversorgung zu analysieren und in Form von Wasserbilanzen darzustellen.

Material und Methoden

Im Sommer 2016 wurde der Versuch auf 24 Dachmodellen (zu je mehr als 4 m²) begonnen. Die Dachmodelle wurden vorwiegend dem Versuchsaufbau von Dächern aus Vorversuchen nachempfunden. Die Substratschicht einer extensiven Dachbegrünung wurde um Zusatzbewässerung und Düngung erweitert. In Tab. 1 sind die technischen Ausstattungen der sechs Varianten (zu je 4 Wiederholungen) verzeichnet.
Die Varianten 4, 5 und 6 wurden mit einem zirkulierenden Wasser- und Nährstoffkreislauf und Tropfschläuchen auf bzw. unter dem 8 cm hohen Dachsubstrat ausgestattet. Unter der Bewässerungsmatte und bei einer Variante unterhalb des Substrats wurden jeweils Drainageelemente untergebracht. Zwei weitere Varianten wurden im offenen Systemaufbau mit Tropfschläuchen und Mikrosprinklern bewässert und mit einem Drainageelement unter dem Substrat ausgestattet. Variante 3 erhielt einen Aufbau zur Anstaubewässerung ohne Gefälle. Alle Varianten erhielten im Jahr 2016 die Düngegaben über Granulate im Substrat. Bei den Kreislauf-Varianten erfolgte 2017 die Düngung über eine Nährlösung im Wasserbehälter.

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

Untersuchung unterschiedlicher Anbausysteme und Gemüse-Mischpflanzungen für dünnschichtige Dachbegrünungen

Dachbegrünung, extensiv, Pflanzenverwendung

Tab. 1: Aufbau der Varianten der Dachmodelle in den Versuchsjahren 2016 und 2017

Variante	1	2	3	4	5	6
System	offen	offen	offen	Kreislauf	Kreislauf	Kreislauf
Wasserzufuhr	Mikro-Sprinkler	Tropf-schlauch	Tropf-schlauch	Tropf-schlauch	Tropf-schlauch	Bewässe-rungsmatte
Wassergabe	Ober-fläche	Ober-fläche	Unter Substrat	Ober-fläche	Ober-fläche	Unter Substrat
Tropferabstand	35 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	50 cm
Drainschicht	Matte	Matte	Blähton 5 cm	Matte	Nein	Matte
Gefälle	2%	2%	0% Überlauf 3 cm	2%	2%	2%

Im Sommer 2016 erhielten alle Varianten die gleichen vorgegebenen Wassermengen. Anhand von Wasseruhren wurde die tatsächlich zugeführte Wassermenge erfasst. Diese Daten und die tagesaktuelle Verdunstung und der aktuelle Niederschlag am Standort Veitshöchheim wurden zudem für eine Wasserbilanz der Anbauperiode verrechnet.
Die Mischpflanzung Im Jahr 2016 bestand aus Sellerie, Gurke und Blumenkohl. Im Sommer 2017 erhielten die Dachmodelle eine Mischansaat aus Rote Bete und Zwiebeln. Nachdem diese gekeimt waren, wurden fünf Auberginen je Parzelle dazwischen gepflanzt. In allen Versuchen wurde regelmäßig die Pflanzenentwicklung bonitiert und die Erträge des Gemüses erfasst.

Abb. 1 und 2: Dachmodell im Sommer 2016 und Sommer 2017 mit Mischpflanzungen für das Dach

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

Ergebnisse und Diskussion

Die Mischpflanzungen in den Jahren 2016 und 2017 auf den Dachmodellen entwickelten sich sehr unterschiedlich. Die Vitalität unterschied sich zwischen den Varianten nur teilweise. Im Sommer 2016 wurden die höchsten Erträge von Blumenkohl und Sellerie bei der Anstaubewässerung ohne Gefälle erzielt. Bei den Gurken wurde die höchste Erntemenge mit Mikrosprinklern erzielt (s. Abb. 3).

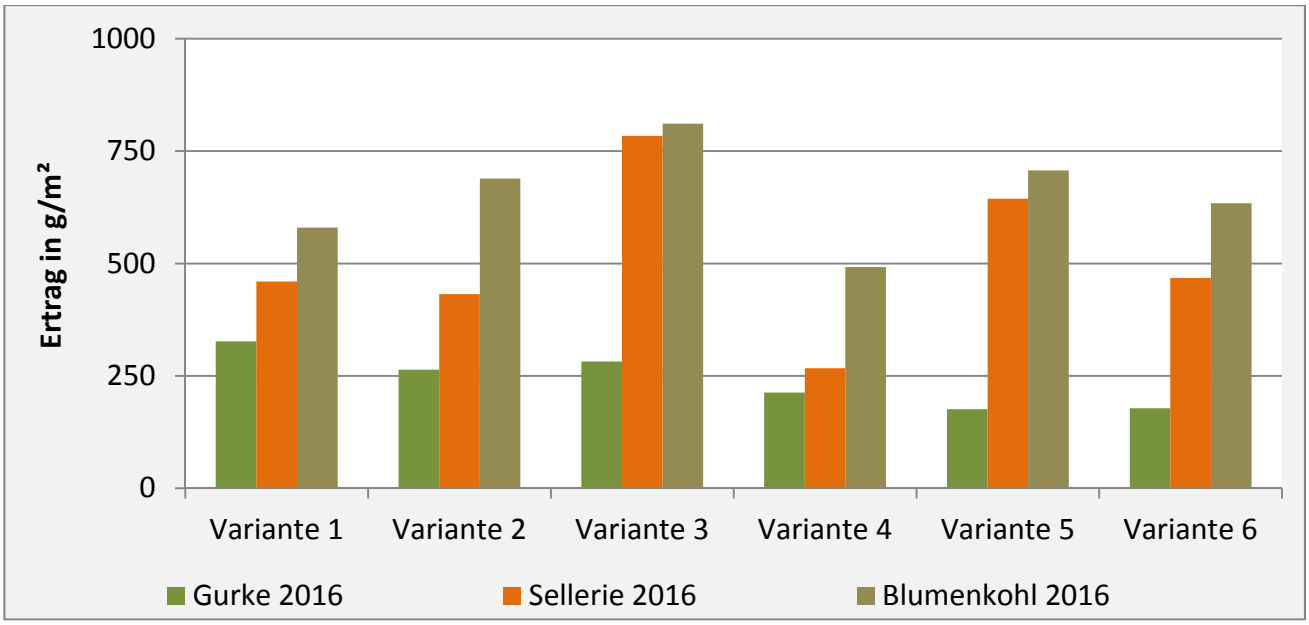


Abb. 3: Erträge der Gemüsemischung auf Anbausystemen zur Dachbegrünung im Sommer 2016

Während bei der Kultur im Sommer 2016 nur maximal 2 kg Gemüse je Quadratmeter geerntet wurden kam es 2017 zu etwa 7,5 kg Gemüse je Quadratmeter.
Die Varianten im offenen System hatten wesentlich geringere Erträge bei der Rote Bete und den Auberginen, als die Varianten im Kreislaufsystem. Bei den Zwiebeln waren im Sommer 2017 kaum Unterschiede zwischen den Anbausystemen zu verzeichnen. Damit wird deutlich, dass vor allem bei den offenen Systemen Nährstoffauswaschungen möglich sind und dies bei Gemüse zu Ertragsausfällen kommen kann. Zwiebeln hingegen sind bezüglich der Düngeversorgung in diesem Fall weniger durch die Systeme beeinflusst worden (s. Abb. 4). Die Erträge des Gemüses entsprachen auch vorhergehenden Versuchen in Einzelkultur bzw. den Erfahrungswerten aus dem Erwerbsgemüseanbau. Somit konnte bei der Mehrfachbelegung durch Rote Bete, Zwiebeln und Aubergine fast die dreifache Flächenleistung als in herkömmlicher Monokultur erzielt werden.

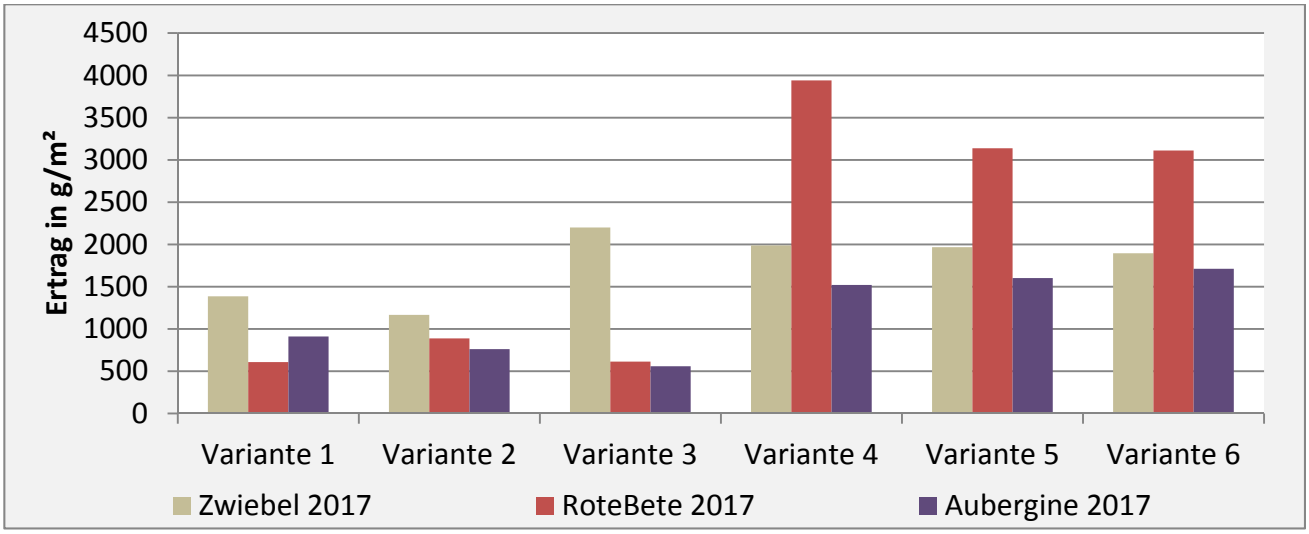


Abb. 4: Erträge der Gemüsemischung auf Anbausystemen zur Dachbegrünung im Sommer 2017

Im Sommer 2016 fiel am Standort Veitshöchheim nur etwa 144 l Niederschlag je m² Versuchsfläche. Die Verdunstung belief sich auf rund 290 l je Quadratmeter. Ohne Zusatzbewässerung ist daher keine Kultur von Gemüse am Standort möglich. In den zirkulierenden Anbausystemen wurde das Überschusswasser von etwa 50 l/m² aufgefangen. Bei den offenen Systemen musste eine ähnliche Menge an Ablaufwasser verworfen werden. Die tatsächlich gegebenen Bewässerungssummen betrugen zwischen 170 und 240 l/m². Anhand des Gemüseertrages und des Substratvolumens können dafür noch pauschal etwa 20 l je Quadratmeter im System geschätzt werden (s. Abb. 5).

Durch die Speicherung von Ablaufwasser wird der Wasserverbrauch reduziert und mögliche Nährstoffauswaschungen ins Grundwasser verhindert. Die Nutzung solcher Kreislauf-Systeme ist für die Gemüseproduktion auf dünnschichtigen Dachbegrünungen unabdingbar.

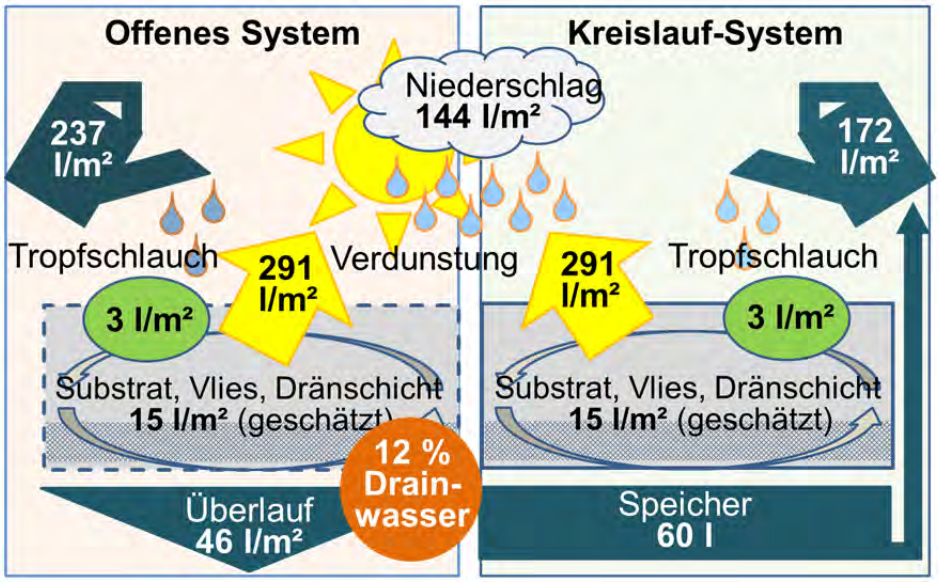


Abb. 5: Wasserbilanz auf Dachmodellen mit Gemüsepflanzen im Sommer 2016

Living Walls Systeme mit Nahrungspflanzen

Bauwerksbegrünung, Fassadenbegrünung, Pflanzenverwendung

Zusammenfassung

An der LWG in Veitshöchheim werden seit 2017 verschiedene Systeme zur wandgebundenen Fassadenbegrünung mit Nahrungspflanzen getestet. In einem Versuch wurden vier unterschiedliche Systeme mit Romana-Salaten, Buschbohnen und Erdbeeren bestückt. Ein System bestand vorwiegend aus Vlies, ein anderes aus Kunststoffgefäßen und Steinwolle. Das dritte System bestand aus Gabionenkörben mit Substrat. Das vierte System wurde aus NFT-Rinnen von der LWG selbst gebaut. Jedes System hat einen eigenen Kreislauf für die Bewässerung. Im Sommer 2017 konnten zwischen 0,5 und 2 kg Gemüse je Quadratmeter geerntet werden. Für die optimale Nutzung für Nahrungspflanzen muss auf die Pflanzenauswahl geachtet werden. Bei herkömmlichen Systemen mit wenigen Möglichkeiten zum Austausch der Pflanzen sind Dauerkulturen wie Erdbeeren und Kräuter zu empfehlen. Bei speziellen Rinnen- oder Balkonkasten-Systemen können auch sehr gut einjährige Gemüsekulturen, wie z.B. Salate eingesetzt werden.

Problemstellung

Systeme zur wandgebundenen Fassadenbegrünung werden bisher aufgrund des hohen Ziereffekts vorwiegend mit Stauden genutzt. Mittlerweile sind viele verschiedene Bauweisen und Pflanzgefäße auf dem Markt verfügbar. In vorhergehenden Untersuchungen der LWG wurde bereits deutlich, dass eine optimale Bewässerung und Kulturführung für den Erfolg des Pflanzenwachstums dieser Living Walls von Bedeutung sind. Die Begrünungssysteme sind mit über 250 € je Quadratmeter sehr kostenintensiv. Durch ertragsbildende Kulturen wie Gemüse kann ein Zusatznuten erzielt werden und die hohen Kosten kompensiert werden. Nahrungspflanzen benötigen generell regelmäßige Kontrollgänge und müssen teils mehrmals geerntet werden. Die LWG in Veitshöchheim untersucht deshalb seit Sommer 2017 den Anbau von Nahrungspflanzen an Systemen zur wandgebundenen Fassadenbegrünung. Verschiedene Kulturen und Anbausysteme sollen auf die wirtschaftliche und pflanzenbauliche Umsetzung überprüft werden.

Material und Methoden

Im Winter und Frühling 2017 wurden an der LWG in Veitshöcheim vier verschiedene Systeme zur wandgebundenen Fassadenbegrünung an einer über 25 m langen Muschelkalkwand installiert (s. Abb. 1). Jedes System hatte eine Größe von mindestens 6 m². Drei der vier verwendeten Systeme sind bereits mit Staudenpflanzen etabliert. Diese bestehen aus Vlies, Kunststoffgefäßen bzw. Gabionenkörben und sind mit Substrat gefüllt. Ein weiteres Anbausystem wurde von der LWG selbst entwickelt. Dazu wurden acht NFT (Nähr-Film-Technik)-Rinnen vertikal auf ein Gestell Montiert und an der Versuchswand angebracht. Alle vier Living Walls haben ein eigenes Kreislaufsystem bestehend aus Pumpe, Zu- und Ableitungen, Ablaufrinne, und einem Behälter mit Nährlösung. Die Pumpen wurden in Intervallen zur Bewässerung täglich zwischen 30 und 60 Minuten betrieben.

Abb. 1: Versuchswände an der Muschelkalkwand am 31.05.17

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

Ende Mai 2017 wurde jedes System zu je vier Wiederholungen mit Erdbeeren, Buschbohnen und roten und grünen Romana-Salaten bestückt. Im Herbst wurde nach den Salaten noch Rote Bete und Dill ausgesät. Im ersten Versuchsjahr wurden die Vitalität und Entwicklung der Pflanzen, sowie deren Erträge erfasst. Von Juni bis Juli wurde bereits ein Großteil des Gemüses geerntet. Der Wasser- und Düngerverbrauch wurde zur Bilanzierung der Systeme genutzt.

Ergebnisse und Diskussion

Im Sommer 2017 kam es zu einzelnen Pflanzenausfällen aufgrund unzureichender Bewässerung. Die roten Romana-Salate neigten sehr zum Schossen, während bei den grünen Salaten auch einzelne Pflanzen feste handelsübliche Köpfe bildeten. Die Erträge waren bei den Romana-Salaten zwischen etwa 500 g und 2 kg/m². Die Rote Bete entwickelte sich beim Vlies-System gut. Bei den anderen Living Walls bildete sich zwischen August und Oktober noch keine Rübe. Das Herausnehmen und erneute Befüllen der sehr speziellen Pflanzgefäße ist teilweise sehr umständlich. Dennoch bietet Gemüse bereits jetzt interessante Alternativen zur herkömmlichen Staudenpflanzung der Begrünungssysteme. Anspruchsvolle Kulturen, wie Erdbeeren und Kräuter, könnten auch mehrjährig an der Wand bleiben und regelmäßig frisch geerntet werden. Für den sehr häufigen Austausch der Gemüsepflanzen sollten aber andere Systeme genutzt werden. Vor allem Rinnen- und Balkonkasten-Systeme sind dafür gut geeignet. In solche Pflanzgefäße können leichter Pflanzen herausgenommen und entfernt werden.

Abb. 2: System Vertiko, Wandbegrünung mit Vlies

Abb. 3: System Humko, Wandbegrünung mit Kunststoffgefäß und Steinwolle

Abb. 4: System Vertuss, Wandbegrünung mit Gabionen

Abb. 5: System Hydro, LWG-eigenes System mit NFT-Rinnen

Die Erntesumme der einzelnen Systeme unterschied sich im Flächenertrag sehr. Während beim Vlies-System (s. Abb. 2) und beim Hydro-System (s. Abb. 5) nur etwa 500 g Romana-Salat je m² geerntet wurden, konnte beim Gabionen-System (s. Abb. 4) ein Ertrag von 2,5 kg Romana-Salat je m² erzielt werden. Beim System 2 (Kunststoff mit Steinwolle, s. Abb. 3) wurde etwas über 12 kg Salat je m² geerntet (s. Abb. 6).

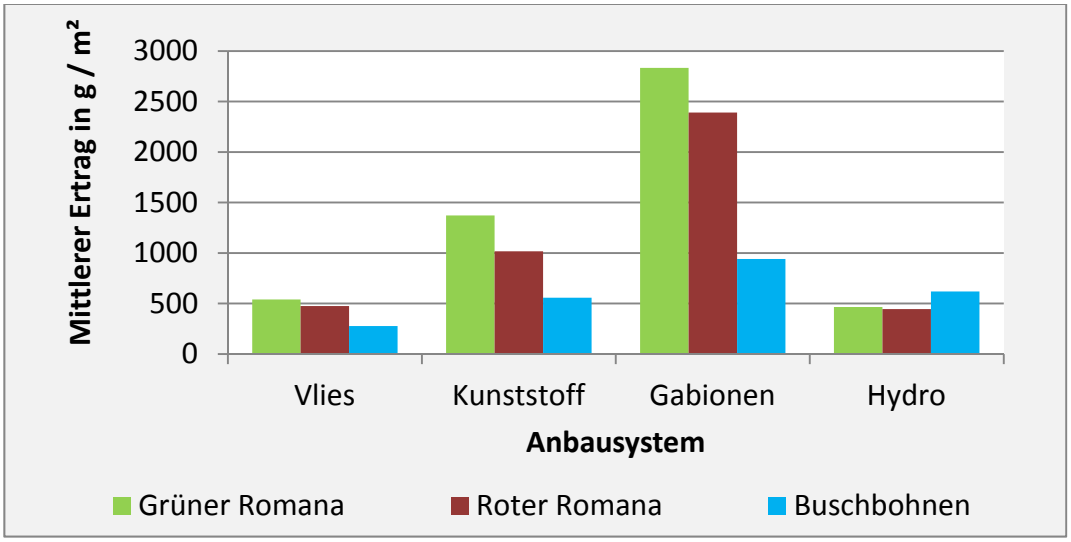


Abb. 6: Erträge von Gemüse im Sommer 2017 an verschiedenen Living Walls Systemen

Zwar war die Pflanzenentwicklung und Vitalität teils unterschiedlich. Einzelne Pflanzen sind in manchen Systemen ausgefallen. Allerdings entsprach auch der Unterschied in den Erträgen dem Unterschied der Anzahl an Pflanzstellen der jeweiligen Systeme. Während bei den Systemen 1 (Vlies) und 3 (Hydro) nur 13 Pflanzstellen je Quadratmeter genutzt wurden, kam es bei System 2 (Kunststoff) zu doppelt so vielen Pflanzstellen und bei System 3 (Gabionen) zu sogar 34 Pflanzstellen je m² Wandfläche. Bei den Systemen 2 und 3 wären sogar aufgrund der Pflanzgefäße nochmals doppelt so viele Pflanzstellen nutzbar (s. Abb. 7).

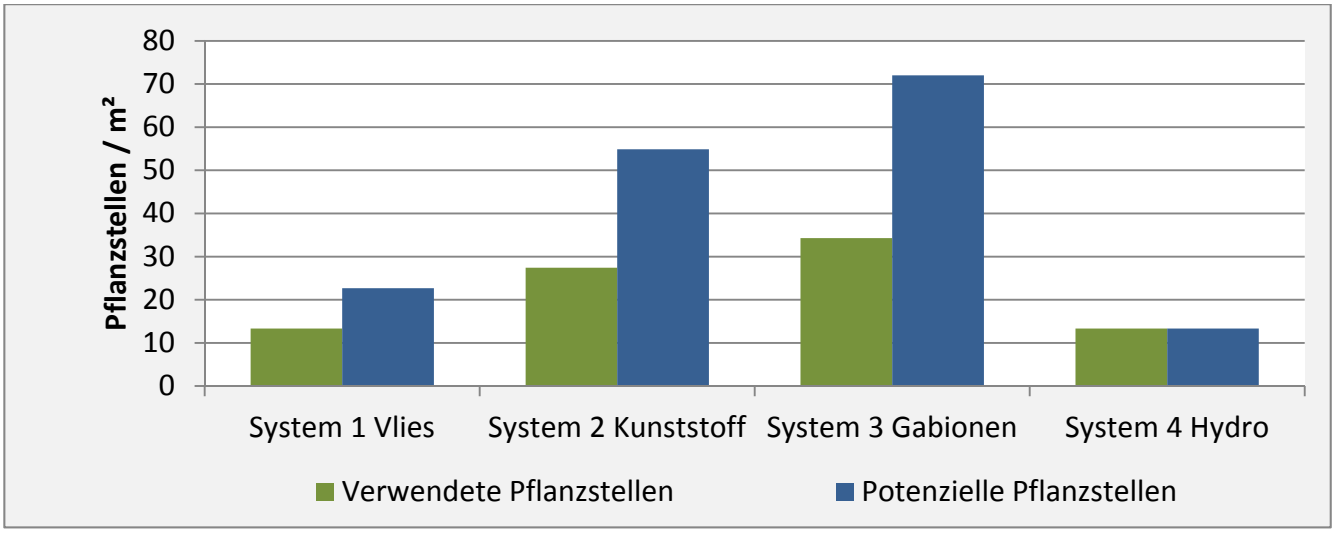


Abb. 7: Potenzielle und tatsächlich genutzte Pflanzstellen für Gemüse an Living Walls Systemen im Versuch

Ansaat von Staudenmischungen für das öffentliche Grün

Stauden, Sommerblumen, Ansaat

Zusammenfassung

Aufgrund geringer Mittel für öffentliche Bereiche sind speziell dort, wo Stauden- und Gehölzpflanzungen zu kostenintensiv sind, Saatmischungen gefragt. Diese können nicht nur die Ästhetik im innerstädtischen Bereich aufwerten, sondern auch einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Biodiversität leisten. Das Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau (ehemals Abteilung Landespflege) der LWG Veitshöchheim experimentiert hierzu mit Ansaatmischungen aus ein-, zwei- und mehrjährigen Wild- und Kulturarten. Ziel ist, artenreiche Blühflächen zu etablieren, die durch eine lange Blütezeit den Ansprüchen der Bürger gerecht werden und möglichst vielen Blütenbesuchern Nahrung bieten. Ein hoher Anteil heimischer Pflanzenarten garantiert die Versorgung spezialisierter Blütenbesucher. Durch die Ergänzung der Mischungen mit Kulturarten, insbesondere nordamerikanischer Spätblüher, kann das Nahrungsangebot erweitert und der optische Aspekt gesteigert werden. Hierbei stehen verschiedene farblich abgestimmte, duftende oder niedrige Mischungen für den Straßenraum zur Verfügung. Auch der Saatguthandel bietet hierfür Mischungen an, die neben eigenen LWG-Mischungen in verschiedenen Versuchsreihen verglichen werden. Die bisherigen Ergebnisse aus Versuchs- und Praxisanwendung sind vielversprechend.

Problemstellung

Aufgrund geringer Mittel für öffentliche Bereiche sind Ansaatmischungen zunehmend gefragt, um kostengünstig attraktive Flächen zu etablieren. Die meisten Blumenwiesen verlieren im Laufe der Jahre an Attraktivität und entwickeln sich langfristig meist zu Grasbeständen. Eine Alternative hierzu können Ansaatmischungen mit Ein-, Zwei- und Mehrjährigen bieten. Im Vergleich zu herkömmlichen im Handel befindlichen Mischungen wird getestet, welche Gartenstauden in Kombination mit bewährten „Blumenwiesen-“ und einjährigen Sommerblumenarten hierbei zum Einsatz kommen können, um zu einem optisch zufriedenstellenden Ergebnis zu führen. Die wesentlichen Versuchsfragen lauten:
Können Ansaatmischungen mit ein-, zwei- und mehrjährigen Pflanzenarten im öffentlichen Grün zu einem attraktiven Erscheinungsbild führen? Mit welchen Methoden kann der Pflegeaufwand möglichst gering gehalten werden?

Material und Methoden

In einem Exaktversuch werden seit 2011 zehn von der LWG entwickelte Saatgutmischungen im Rahmen von Parzellenversuchen getestet. Mit einem einmaligen Saatvorgang werden ein-, zwei- und mehrjährigen Kultur- und Wildarten gleichzeitig ausgebracht. Enthalten sind auch direkt aussäbare Gartenstauden, die langfristig für eine gute Erscheinung sorgen sollen. Auf Gräser wurde komplett verzichtet. Neben der Ästhetik, wie Farbe und Duft spielen bei den LWG-Mischungen auch funktionale Aspekte eine Rolle. Diese sind, z.B. niedriger Wuchs für die Verwendung im Straßenraum. Folgende farbliche Kombinationen stehen zur Verfügung: Blau-Gelb, Gelb-Rot, Rosa-Lila und Bunt. In den Außenanlagen der LWG werden vier dieser Mischungen zusätzlich unter Praxisbedingungen auf ihre Funktion zur Böschungssicherung und zur Begrünung von Versickerungsmulden überprüft.
Aufgrund der bisherigen Ergebnisse wurden die Mischungen weiter verbessert, so dass im Jahre 2014 ein weiterer Versuch mit sechs eigenen und acht Fremdmischungen angelegt wurde. Derzeit wird eine sogenannte „Durchblühmischung“, speziell ausgestattet mit zahlreichen spätblühenden vor allem nordamerikanischen Arten, entwickelt.
In der Höhe variiert der Aufwuchs jeweils zwischen 60 cm und ca. 1 m. Nach einem Sommerschnitt bleibt der zweite Flor mit 30 cm bis 60 cm deutlich niedriger. Neben der optischen Erscheinung, die alle drei bis vier

Angelika Eppel-Hotz und Kornelia Marzini, angelika.eppel-hotz@lwg.bayern.de | Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim

Wochen von 10 Bewertern beurteilt wird, werden regelmäßig die blühenden Arten, Dauer- bzw. Samenunkräuter sowie die Zeiten für Pflege und Mahd erfasst.

Ergebnisse und Diskussion

Auch nach sieben Versuchsjahren zeigen sich die Versuchsflächen der ersten Versuchsreihe durchaus noch attraktiv. Verantwortlich dafür sind sicherlich die vielen dauerhaften Arten, die sich erst in den letzten drei Jahren etabliert haben, wie z.B. *Tanacetum corymbosum*, *Filipendula vulgaris*, *Lychnis viscaria*, *Veronica teucrium* oder *Aquilegia vulgaris* sowie auch die durchgeführten Pflegemaßnahmen.
Abb. 1 gibt die Beurteilung im siebten Jahr wieder. Seit drei Jahren zeigt sich eine stabile Tendenz: Die Mischung Blau-Gelb kommt bei den Bewertern am besten an, dicht gefolgt von Rosa-lila und Bunt. Die Bewertungen stehen und fallen mit der Intensität der Blüte, die in den Monaten Mai und Juni am üppigsten ist. Danach findet der Sommerrückschnitt statt. Ab September schnellen die Werte mit dem Einsetzen der Nachblüte wieder in die Höhe (s. Abb. 2).

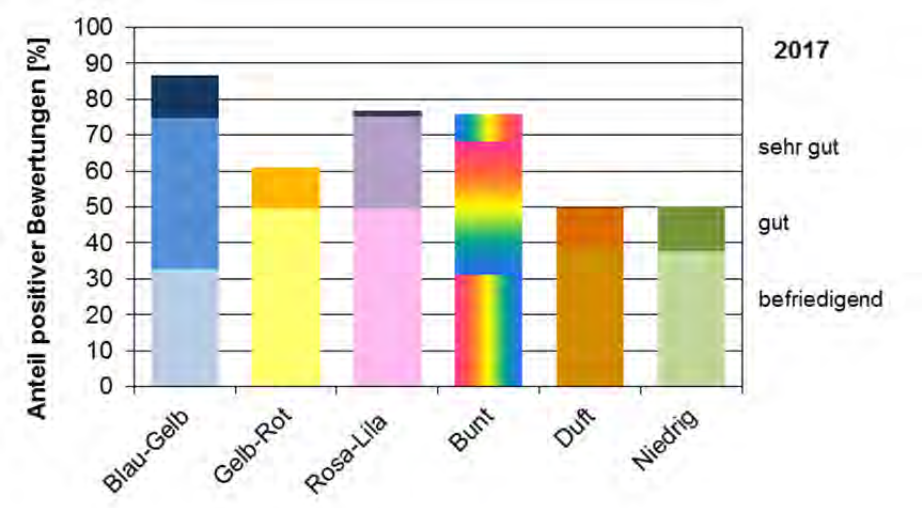


Abb. 1: Visueller Eindruck der Mischungen im Jahr 2017 (Ansaat: Mai 2011). Dargestellt ist der prozentuale Anteil der Bewertungen: Eindruck befriedigend, gut und sehr gut, bezogen auf 210 Gesamtbewertungen (7 Zeitpunkte, 10 Bewerter, 3 Wiederholungen) pro Mischung zwischen April und Oktober.

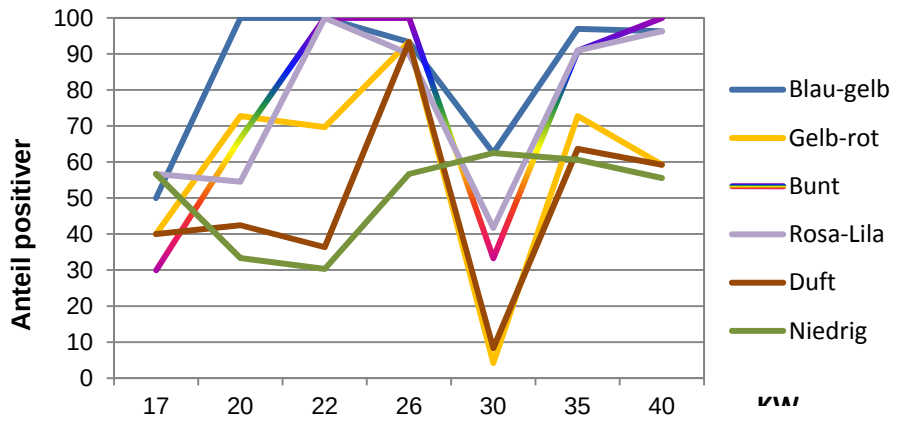


Abb. 2: Visueller Eindruck der einzelnen Mischungen im Jahresverlauf 2017 (Ansaat: Mai 2011). Dargestellt ist der prozentuale Anteil der Bewertungen: Eindruck befriedigend, gut und sehr gut, bezogen auf 30 Gesamtbewertungen pro Zeitpunkt und Mischung zwischen April und Oktober.

Ansaat von Staudenmischungen für das öffentliche Grün

Stauden, Sommerblumen, Ansaat

Die Flächen aus dem aktuellen Versuch mit vergleichbaren handelsüblichen Mischungen der Firmen Saatgutmanufaktur/Küpper, Nova Flore, Herbamadre, Rieger-Hofmann und Knapkon stehen derzeit im fünften Jahr. Bisher lieferten fast alle Mischungen gute Aspekte. Im ersten Jahr überzeugten besonders die Mischungen der Firmen Saatgut-Manufaktur und Küpper. Im zweiten Standjahr holten die naturnahen Mischungen der Firma Rieger-Hofmann auf. Im vierten Versuchsjahr veränderte sich die Beurteilung folgendermaßen (s. Abb. 3): zwei Mischungsvarianten der Firma Saatgutmanufaktur/Küpper wurden aufgrund zu geringer Deckung aufgelöst. Dies war die Folge einer zu dichten Vegetationsdecke der Einjährigen im ersten Jahr, so dass die mehrjährigen Arten sich nicht ausreichend entwickeln konnten. Übers Jahr gesehen kristallisierten sich die LWG-Mischungen als die optisch am besten beurteilten heraus. Innerhalb der verbesserten Rezeptur blieb die Blau-Gelbe Mischung nach wie vor der Spitzenreiter, dicht gefolgt von der bunten und der Duftmischung. Der heimische wärmeliebende Saum der Firma Rieger-Hofmann zeigte in den Sommermonaten einen herausragenden Höhepunkt. Heinzelmännchen dauerhaft und Aquarel Frühjahr (Nova Flore) waren von vorneherein nur für eine Standzeit von zwei/drei Jahren empfohlen und ließen inzwischen in ihrer Artenzahl deutlich nach. Diese wurden nach Empfehlung der Saatgutfirma ebenso wie der wärmeliebende Saum der Firma Rieger-Hofmann im Sommer nicht gemäht.

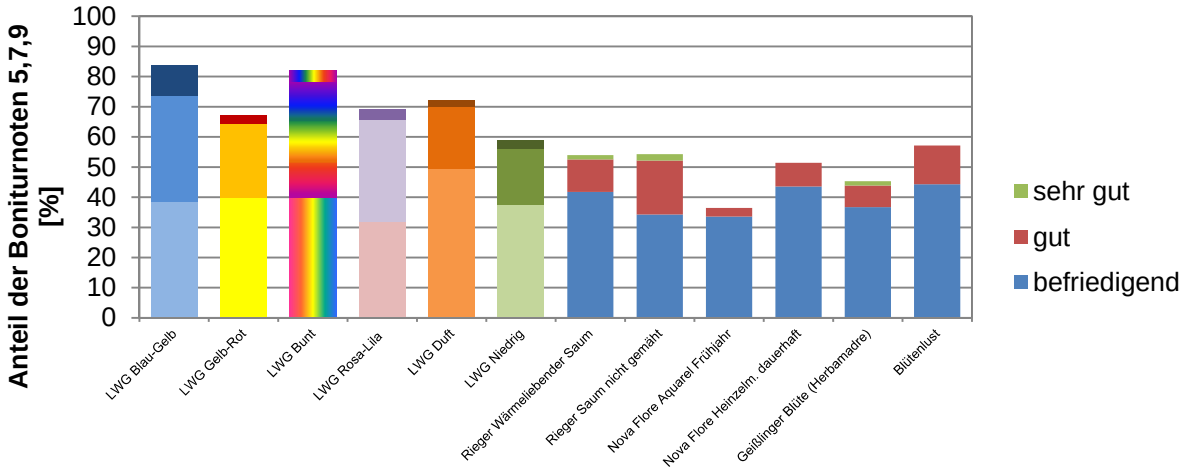


Abb. 3: Visueller Eindruck der Mischungen im Jahr 2017 (Ansaat: Mai 2014). Dargestellt ist der prozentuale Anteil der Bewertungen: Eindruck befriedigend, gut und sehr gut, bezogen auf 140 Gesamtbewertungen (7 Zeitpunkte, 10 Bewerter, 2 Wiederholungen) pro Mischung zwischen April und Oktober.

Abb. 4: An der Böschung am Birkental im Außenbereich der LWG können die Mischungen ihre Tauglichkeit in der Praxisumsetzung unter Beweis stellen. Im Vordergrund die Blau-gelbe Mischung im 6. Standjahr, Juni 2017.

Angelika Eppel-Hotz und Kornelia Marzini, angelika.eppel-hotz@lwg.bayern.de | Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim

Als Grundlage zur Beurteilung der Mischungen für die Anwendung in der Praxis wurden in den Versuchen auch die Pflegezeiten für Jäten und Mahd sowie Mähgutmenge und Entwicklung der Artenzahl erfasst.
Die Mähgutmenge beträgt je nach Mischung und Jahr ca. 600 g/m² bis 2800 g/m² in den Sommermonaten und in den Wintermonaten ca. 60 g bis 400 g/m². Bei den Mischungen ohne Sommerschnitt fiel im Winter eine Schnittgutmenge zwischen 200 bis 500 g/m² an.
Untersuchungen der Inhaltsstoffe zeigten eine gute Eignung des Sommer-Mähgutes für die Verwertung in Biogasanlagen.
Der Zeitaufwand für die Mahd hängt zum Teil auch vom verwendeten Mähgerät ab. So wurde im Sommer 2015, unter Verwendung des Freischneiders, bei fast der halben Mähgutmenge mehr Zeit benötigt als mit dem Balkenmäher im Jahr 2016. Für die Wintermahd kann, wie bei den Versuchsparzellen, bei kleinen Flächen auch der Rasenmäher zum Einsatz kommen. So entfällt die Entfernung des Schnittgutes als eigene Maßnahme. Ist der Zweitaufwuchs nur gering, so kann der Rückschnitt auch komplett entfallen bzw. als Mulchschnitt ausgeführt werden. Insgesamt variierte der Aufwand für die Sommermahd mit dem Abräumen des Schnittgutes zwischen 0,5 und 1,5 Minuten/m², für die Wintermahd wurde zwischen 0,1 und 0,5 Minuten/m² benötigt.

Tab. 1: Mittlerer Zeitaufwand für Mahd und Pflege der Versuchsparzellen im Jahr

Jahr	Zeitaufwand Sommermahd mit Abräumen min/m²	Zeitaufwand Wintermahd	Zeitaufwand Pflege, min/m²
2012			1,4
2013	1,26	0,38	0,8
2014	1	0,08	2
2015	0,75	0,2	1,9
2016	0,6	0,1	1,1
2017	1,4	0,1	0,6

Die langfristige Wirkung und Artenvielfalt sowie die Lebensdauer der Flächen ist nicht zuletzt auch abhängig von der qualifizierten Pflege der Bestände. So sollte auf Problemunkräuter geachtet und diese, falls möglich, entfernt werden. Für Pflegemaßnahmen, z.B. Entfernung von Gehölzsämlingen und Problemunkräutern, wie z.B. Brennessel, Distel, Zackenschötchen wurde in den Versuchsflächen ein Zeitaufwand zwischen 0,5 und 2 min/m² bei zwei bis vier Pflegeterminen je nach Flächenzustand und – größe pro Jahr gemessen.

Umsetzung in der Praxis:

Um die Anwendung in der Praxis zu katalysieren und die Biodiversität zu fördern, wurde ein Netzwerk mit interessierten Städten und Gemeinden aufgebaut. Die erarbeiteten Grundlagen hinsichtlich Bestandsgründung, Bewirtschaftung der Flächen sowie geeigneter Mischungsauswahl werden hier weitergegeben. Auch wurde ein gemeinsames Beschilderungskonzept erarbeitet. Im Jahre 2015, 2016 und 2017 haben bereits vier Projekttreffen stattgefunden. Diese dienen vor allem dem Erfahrungsaustausch vor Ort. Folgende Städte und Gemeinden sind bereits im sogenannten Netzwerk „Farbe für Stadt und Land“ aktiv geworden und haben unter Beratung der LWG erste Erfahrungen gesammelt: Arnstein, Großostheim, Ingolstadt, Iphofen, Karlstadt, Würzburg, Sommerach und Waldbrunn. Hier wurden in Eigenleistung der Gemeinden Flächen unterschiedlicher Dimensionen mit ein-, überjährigem bzw. mehrjährigem Saatgut angelegt bzw. vorbereitet. Neu hinzugekommen sind im Jahr 2018 Erlenbach am Main, Marktheidenfeld, Golfplatz Abenberg, Oberkochen, die Interkommunale Allianz Oberes Werntal, die Allianz Maindreieck mit zwölf Gemeinden sowie die Rhön-Allianz mit acht Gemeinden.

Abb. 5: Beim Netzwerktreffen in Karlstadt wurden erfolgreich in Blühflächen umgewandelte Rasenflächen besichtigt.

Abb. 6: Die Bunte Mischung hat sich im zweiten Wuchsjahr hervorragend entwickelt und dient als artenreiche Bienenweide auf einer ehemals landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Prüfung des Einflusses unterschiedlicher Mulchgewebe in Kombination mit verschiedenen organischen und mineralischen Mulchmaterialien

Grünflächenpflege, Mulch, Mischpflanzung

Zusammenfassung

In einem im Frühjahr 2014 angelegten Versuch wurde der Einfluss von vier unterschiedlichen Schüttgütern in Kombination mit vier verschiedenen Mulchmatten / -vliesen auf die Verunkrautung einer Mischpflanzung getestet. Über drei Versuchsjahre wurden das Unkrautaufkommen und der Deckungsgrad der Parzellen bonitiert. Im Ergebnis kann die Frage, inwiefern eine solche Kombination von Mulchvliesen mit Schüttgütern notwendig ist, geklärt werden.

Problemstellung

Das Mulchen von Flächen hat zahlreiche positive Effekte. Häufig werden im Garten- und Landschaftsbau Vliese, Matten aber auch Schüttgüter zum Mulchen von Flächen eingesetzt. Bei diesem Versuch sollte der Einfluss unterschiedlicher Mulchgewebe in Kombination mit verschiedenen organischen und mineralischen Mulchmaterialien auf die Verunkrautung einer Mischpflanzung geprüft werden.

Material und Methoden

Mulchgewebe für die Unkrautunterdrückung müssen wasser- und luftdurchlässsig aber lichtundurchlässig sein. Im Versuch wurden Mulchgewebe ausgesucht, welche eine schnelle Abbaubarkeit von einen bis fünf Jahren versprechen. Verwendet wurde ein Papier (Ecokrepp Mulchpapier), ein Mulchgewebe auf Basis von Milchsäure (IGG Mulchvlies PLA 150), ein Mulchgewebe auf Basis von Polypropylen (DuPont® Plantex Pro) sowie ein Mulchfolie, dass aus einer Kombination von Kokosfasern mit einer Mulchfolie (Greenfix Mulchmatte) besteht. Als Schüttgüter, sind zwei organische Mulchmaterialien (Rindenmulch und Holzhäcksel) und zwei mineralische (Ziegelsplitt, Kies 8/16) eingesetzt worden. Neben der Kombination aus Mulchgeweben mit Schüttgütern wurden zusätzlich Parzellen angelegt, die ausschließlich mit Schüttgütern bedeckt wurden. Daraus ergeben sich inklusive der Kontrolle (Variante ohne Abdeckung) insgesamt 21 Versuchsglieder. Der Versuch wurde als randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt.

Abb. 1: Versuchsanlage im November 2016

Die Anlage der 2 m² großen Parzellen erfolgte im Frühjahr/Sommer 2014. Vor der Pflanzung wurden die Versuchsflächen mit Hornspänen (3g/m²) gedüngt. Nach Auslegen, Fixieren und Schlitzen der Gewebe erfolgte pro Versuchsparzelle die Pflanzung mit drei *Rosa* sp. `Mirato`, fünf *Nepeta x faassenii* ‘Superba‘ und einer *Miscanthus chinensis* ´Kleine Silberspinne`. Direkt anschließend wurden die jeweiligen Schüttgüter aufgebracht. Im ersten Versuchsjahr erfolgte nach Bedarf. Eine regelmäßige Bewässerung der Parzellen, danach, mit Ausnahme des sehr trockenen Jahres 2016, keine mehr. Die Bonituren des Unkrautaufkommens (Anzahl der Unkräuter) wurden über den gesamten Versuchszeitraum von drei Jahren durchgeführt. Nach jeder Bonitur wurde das Unkraut entfernt. Neben der manuellen Unkrautbekämpfung erfolgte jeweils im Frühjahr ein kompletter Rückschnitt der Versuchsparzellen.

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

Prüfung des Einflusses unterschiedlicher Mulchgewebe in Kombination mit verschiedenen organischen und mineralischen Mulchmaterialien

Grünflächenpflege, Mulch, Mischpflanzung

Ergebnisse und Diskussion

Bei der Betrachtung der Anzahl der bonitierten Unkräuter ist auffällig, dass diese von 2014 bis 2016 jährlich sank. Ursache ist die zunehmende Bestandsdichte, die bereits 2015 bei einem Großteil der Parzellen erreicht war. Aus diesem Grund wurden seit 2017 keine Unkraut-Bonituren mehr vorgenommen. Der Versuch wird zurzeit noch bezüglich der Haltbarkeit der eingebauten Gewebe fortgeführt. Bis jetzt zeigten die Gewebe bis auf das Ecokrepp Mulchpapier, welches sich bereits vier Wochen nach der Bepflanzung in allen Varianten aufgelöst hatte, keine Anzeichen von Zersetzung.

Tab. 1: Anzahl an bonitierten Unkräutern von 2014- 2016

Variante	2014	2015	2016	Gesamt-summe	Variante	2014	2015	2016	Gesamt-summe
1	64	24	3	91	12	54	13	3	70
2	43	34	7	84	13	23	19	4	46
3	70	34	6	110	14	33	27	3	63
4	60	31	2	93	15	173	56	8	237
5	61	40	1	102	16	23	43	6	72
6	72	25	4	101	17	748	530	155	1433
7	197	65	11	273	18	19	11	0	30
8	88	15	4	107	19	10	27	0	37
9	9	20	1	30	20	16	34	1	51
10	23	27	3	53	21	79	422	7	508
11	62	52	2	116					

Mulchgewebe	loses Mulchmaterial
IGG Mulchvlies PLA 150	Rindenmulch
EcoKrepp Mulchpapier	Holzhäcksel
Greenfix Mulchmatte	Ziegelsplitt
Plantex Pro 90	Kies

Abb. 2: Legende zu Tab. 1

Wie erwartet traten Unterschiede zwischen der Kontrolle und den anderen Varianten auf. Bei der Abdeckung mit Ziegelsplitt konnte nach der Kontrolle summarisch die meisten Unkräuter nachgewiesen werden. Die Ursache hierfür liegt im hohen Porenvolumen des Ziegelsplitts und damit die Fähigkeit Feuchtigkeit und Wärme länger speichern zu können. Sie bieten damit optimalen Nährboden für zufliegende Unkräuter.

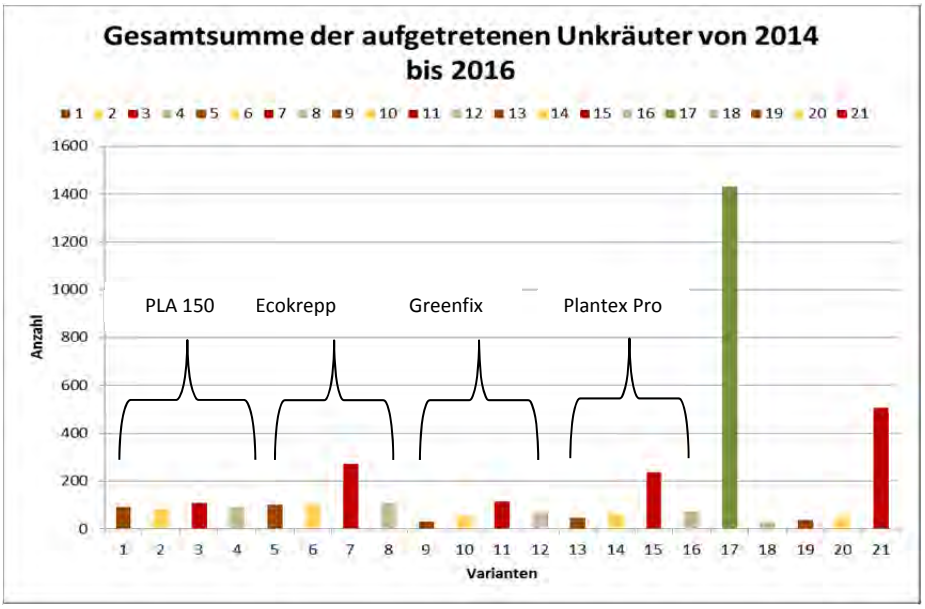


Abb. 3: Unkrautaufkommen von 2014 bis 2016

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

Prüfung des Einflusses unterschiedlicher Mulchgewebe in Kombination mit verschiedenen organischen und mineralischen Mulchmaterialien

Grünflächenpflege, Mulch, Mischpflanzung

Abb. 4: Ausläufer von *Miscanthus chinensis* an der Kante in Var. 4.

Problematisch ist das sachgemäße Jäten von Wurzelunkräutern durch die untenliegenden Gewebe. Besonders die Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*) wuchs von der Mitte der Parzelle bis zum Rand zwischen den Geweben und dem Boden. Eine Entfernung war, durch die Auflage mit losen Mulchmaterialien, praktisch kaum möglich. Auch *Miscanthus chinensis* `Kleine Silberspinne` konnte durch sein starkes Wachstum längere Strecken bis zum Rand des Gewebes unterwandern, so dass es teilweise das Gewebe nach oben drückte.

Abschließend betrachtet, ist kein Unterschied zwischen der Kombination aus Mulchgewebe und losen Mulchmaterial und der Verwendung von nur losen Schüttgütern zum Mulchen von Flächen aufgetreten. Die zusätzliche Verwendung von Mulchgewebe mit einer Auflage von Schüttgütern ist demnach ein Kostenfaktor und bringt keinen zusätzlichen Nutzen.

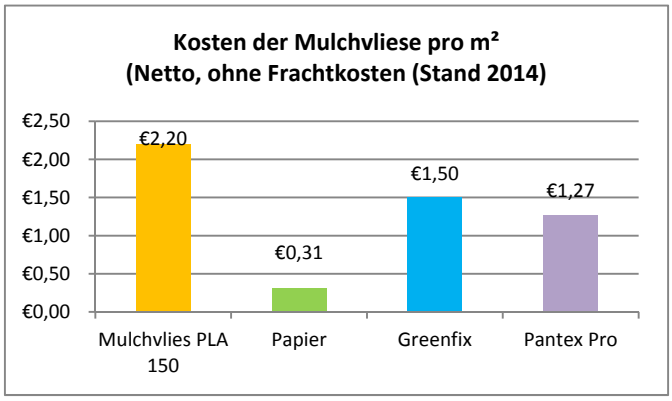


Abb. 6: Kosten der Mulchvliese pro m²

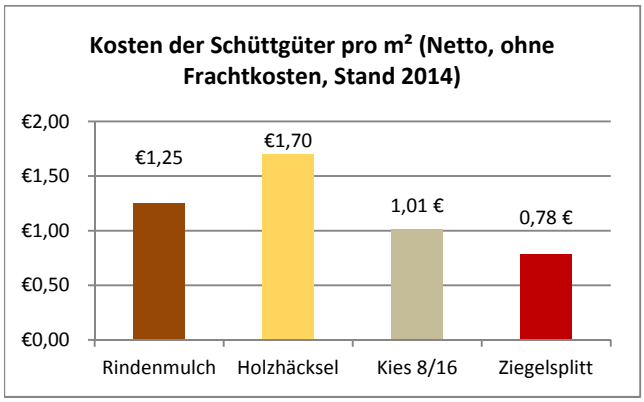


Abb. 5: Kosten der Schüttgüter pro m²

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

Verwendung von Mulchfolien in einem bestehenden Gehölzbestand

Grünflächenpflege, Gehölze, Mulch

Zusammenfassung

Mulchfolien werden zur Unterdrückung von unerwünschtem Wildkräuteraufwuchs und zum Schutz vor Bodenerosion ausgelegt. Im Jahr 2017 wurden in einem bestehenden Gehölzbestand drei verschiedene nach Herstellerangaben leicht abbaubare Mulchgewebe eingebaut. Im Versuch wurde die Verarbeitbarkeit der Mulchfolien untersucht und die Einbauzeit erfasst.

Problemstellung

Das Verlegen von Mulchfolien in einem bestehenden Gehölzbestand ist, neben der Machbarkeit, aufgrund des hohen Arbeitskräftebedarfs problematisch. In diesem Versuch wird zunächst untersucht, inwiefern das Verlegen von verschiedenen Mulchgeweben in einem bestehenden Gehölzbestand möglich ist.

Material und Methoden

Bei dem auf mehrere Jahre angelegten Versuch kommen drei verschiedene leichtabbaubare Mulchfolien zum Einsatz. Aus einer vorangegangenen Untersuchung (s. Versuchsbericht Nr. 10) wurde das IGG Mulchvlies PLA 150, ein Mulchgewebe aus PLA- Fasern (Milchsäurepolymere), sowie das DuPont® Plantex Gold, bestehend aus einem thermisch gebundenen Polypropylen, verwendet. Als dritte Mulchvariante wurde Ökolys, ein Gewebe aus Biopolymeren ähnlich einem Bändchengewebe, ausgewählt. Alle Mulchfolien liegen als 2 m breite Rollenware vor. Als Kontrolle dient eine Parzelle mit Rindenmulch. Als Versuchsfläche wird ein zehn Jahre alter Ziergehölzbestand mit *Forsythia* ssp. und *Weigelia* ssp. in einer Größe von zirka 21 m x 21 m genutzt. Die Gehölze stehen im Dreiecksverband im Abstand von 2 m. Der Versuch wurde als randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen ausgeführt.

Abb. 1: Legen des Gewebes bis an das Gehölz (Ökolys)

Das Verlegen der Folien im Frühjahr 2017 erfolgte in mehreren Arbeitsschritten mit Hilfe von je zwei Mitarbeitern. Vor dem Verlegen der Folien wurden die Gehölze fachgerecht zurückgeschnitten, eine manuelle Unkrautbekämpfung durchgeführt und starkwüchsige Gehölzsorten hochgebunden. Im ersten Arbeitsschritt rollten die Versuchsmitarbeiter die Folien auf maximal 10 m Länge aus und schnitten diese zurecht. Der Folienabschnitt wurde halbiert und an die Gehölze herangelegt (s. Abb. 1). Danach erfolgte die Fixierung des Gewebes mit u-förmigen Gewebeankern auf der einen Seite (s. Abb. 2) und einer Überlappung von zirka 5 cm bis 10 cm. Anschließend wurde die

Abb. 2: Fixieren der Gewebe mit Überlappung

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

Folie zum Gehölz hin aufgeschlitzt und so nah wie möglich am Gehölz fixiert ohne dieses zu verletzten. Danach wurde der Schlitz mit Überlappung (IGG Mulchvlies PLA 150 und DuPont® Plantex Gold) bzw. mit einen extra zu geschnittenen Gewebeteil (Ökolys, s. Abb. 3) fixiert. Als letzten Arbeitsschritt erfolgte die endgültige Fixierung des Gewebes.

Abb. 1: Ausgleich der fehlende Überlappung bei Ökolys (links) mit einen zusätzlichen Gewebestück (rechts)

Ergebnisse und Diskussion

Die Materialien ließen sich beim Einbau unterschiedlich gut verarbeiten. Das IGG Mulchvlies wies durch sein leichteres Gewicht, von allen im Versuch verwendeten Gewebefolien, die beste Verarbeitbarkeit auf. Das Produkt Plantex Gold war zwar etwas schwerer und steifer, konnte aber noch gut ausgelegt werden. Ökolys zeigte von allen Materialen die schwierigste Verlegbarkeit. Das Material ist zwar leicht, franst aber durch die Bändchengewebestruktur beim Schneiden aus. Hier hätte ein entsprechendes Spezialwerkzeug für Bändchengewebe verwendet werden müssen. Der Einbauaufwand spiegelt sich in der Einbauzeit der Gewebe, wie in Tab. 1 ersichtlich, wieder.

Tab. 1: Übersicht über die Einbauzeiten und Materialkosten der Versuchsglieder

Mulchgewebe	Einbauzeit pro m²	Nettokosten pro m² (ohne Frachtkosten)
IGG Mulchvlies PLA 150	3,0 min.	2,20 €
Plantex Gold	3,2 min.	1,53 €
Ökolys mit zusätzlichem Gewebeteil	5,59 min.	1,66 €
Ökolys ohne zusätzliches Gewebeteil	3,3 min.	
Kontrolle (Rindenmulch, Schichtdicke 5 cm)	2,0 min.	1,25 €

Der Versuch zeigt, dass der Arbeitszeitbedarf für den Einbau der drei Gewebevarianten (bei Ökolys ohne Flicken), im Vergleich zur Kontrolle, durchschnittlich 1,5mal so hoch lag. Die fachgerecht verarbeitete Folie Ökolys (mit Zusatzgewebeteil) benötigt, gegenüber der Kontrolle, sogar fast dreimal so viel Zeit. Auch unter dem Aspekt Materialkosten wird deutlich, dass die Kontrolle (Rindenmulch) am günstigsten und damit vorzuziehen ist.

Bodenvorbereitung ohne Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln

Grünflächenpflege, Bodenvorbereitung, Pflanzenschutz

Zusammenfassung

Die Vorbereitung des Bodens vor dem Bepflanzen oder Aussäen ist ein für das Erreichen des Begrünungszieles sehr wichtiger Schritt. Neben der Unterboden- und Oberbodenlockerung, der Verbesserung des Bodens und der Planie geht es auch darum, unerwünschten Aufwuchs vorab zu schwächen oder gar zu beseitigen. Hier wird ein Herantasten an Möglichkeiten beschrieben, die den Einsatz von chemischen Mitteln ersetzen sollen und Wirtschaftlichkeit und Effizienz im Blick haben. Auf einer kleinen Versuchsfläche werden die Methoden Schwarzbrache mittels Kreiselegge, das Ausbringen von Pelargonsäure als Bio-Herbizid und eine Kombination aus beiden miteinander verglichen.

Problemstellung

Auf repräsentativen, öffentlichen Grünflächen werden zunehmend Staudenmischpflanzungen und Ansaatmischungen eingesetzt, um die laufende Pflege zu verringern und damit Kosten zu sparen. Entscheidende Voraussetzung für das Gelingen solcher, aber auch anderer, Pflanzungen oder Ansaaten ist ein weitestgehend „unkrautfreies“ Saat- oder Pflanzbeet. Der Einsatz von chemischen Herbiziden ist für diesen Zweck auf öffentlich zugänglichen Flächen nach Pflanzenschutzgesetz nicht zugelassen und auch auf privaten Flächen zur Bodenvorbereitung ohne zu schützende Pflanzen nicht erlaubt. Der Austausch des vorhandenen, evtl. mit Samen- und Wurzelunkräutern behafteten Oberbodens ist gängige Praxis, aber insbesondere bei großen Flächen teuer. Die Deponierung von Oberboden als die belebte und fruchtbare Schicht der Erdkruste ist weder mit dem Gewissen noch mit dem Bundesbodenschutzgesetz in Einklang zu bringen.
Insofern gilt es, für die Kontrolle unerwünschten Aufwuchses, alternative Methoden einzusetzen.

Material und Methoden

An der LWG, Abteilung Landespflege konnte 2017 ein Tastversuch zu dieser Fragestellung auf einer eigenen Fläche und nur mit eigenen Haushaltsmitteln konzipiert werden. Die Zahl der anwendbaren Alternativen war daher von vornherein beschränkt und ebenfalls die Geld-Mittel für die Durchführung. Mehrere Wiederholungen der einzelnen Alternativen waren aufgrund der zur Verfügung stehenden kleinen Fläche nicht möglich.
Die Prämissen für die Auswahl der Alternativen waren:

- Kein Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln.
- Die Behandlung der Flächen sollte weitestgehend maschinell von statten gehen, um die zeit- und kostenaufwändige Methode des Jätens zu vermeiden.
- Es sollten möglichst unterschiedliche Verfahren sein, aus dem Bereich mechanische, biologische oder thermische Bekämpfung.

Aufgrund von positiven Vorerfahrungen fiel die Entscheidung zum einen auf die Anwendung der sogenannten Schwarzbrache. Wir haben versucht, eine unserer Parzellen durch die Behandlung mit der Kreiselegge vegetationsfrei zu halten. Die Kreiselegge hat im Vergleich zur Fräse den Vorteil, dass der unerwünschte Aufwuchs im besten Fall mit den Wurzeln herausgezogen und auf der Oberfläche abgelegt wird. Bei der Anwendung der Fräse werden ober- und unterirdische Pflanzenteile auf die gesamte Frästiefe verteilt und Wurzeln und Rhizome durch die zum Teil schneidende Wirkung der Fräse geteilt, so dass bei Wurzelunkräutern eher eine vermehrende Wirkung eintreten kann.
Damit bei dieser Behandlung die Unkräuter gezogen werden, muss sie möglichst dann durchgeführt werden, wenn die aufkommende unerwünschte Vegetation im Jugendstadium ist. Das heißt, man muss bei guten Wachstumsbedingungen schnell reagieren und „Kreiseln“ bevor die Pflanzen im Boden zu fest verwurzelt sind

Rainer Berger, rainer.berger@lwg.bayern.de | Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim

und Reservestoffe einlagern können. Das Ziel ist, die Beikrautvegetation durch mehrmaliges Behandeln „auszuhungern“.
Zum anderen wurde ein biologisches Mittel – Pelargonsäure – in Form des Präparates Finalsan von Progema eingesetzt. „Finalsan ist ein nichtselektives Kontaktherbizid. Es wirkt gegen alle ein- und zweikeimblättrigen Unkräuter. Der Wirkstoff von Finalsan, die Pelargonsäure, durchdringt die Wachsschicht (Kutikula) der Blätter. Anschließend zerstört der lipophile Teil der Fettsäure die Zellmembranen der Epidermiszellen der Pflanze. Hierdurch kommt es zu einer schnellen Abgabe von Zellinhaltsstoffen, so dass die Pflanzen rasch vertrocknen. Pelargonsäure kommt in der Natur z.B. in natürlichen Ölen und in Pflanzen der Storchenschnabelgewächse (Geraniaceae) vor (Progema).
Das Mittel ist für die Anwendung auf Flächen, die für die Allgemeinheit bestimmt sind, nach § 17 PflSchG zugelassen und hat ebenfalls eine Zulassung für Haus- und Kleingärten. In der Zulassung sind Ein- und Zwei-keimblättrige Unkräuter als Schadorganismen innerhalb von Zierpflanzen und Ziergehölzen im Freiland genannt. Es darf in der vorgegebenen Dosierung maximal vier mal im Abstand von 21 bis 40 Tagen im Spritzverfahren als Einzelpflanzenbehandlung angewendet werden. Es ist als nicht bienengefährlich eingestuft.

Versuchsaufbau

Im Versuch wurde eine Parzelle der Schwarzbrache mit dem Einsatz der Kreiselegge an einem Einachser gewidmet. Auf einer weiteren Parzelle wurde Pelargonsäure mittels einer Rückenspritze ausgebracht. Auf der dritten Parzelle wurde eine Kombination der beiden Varianten ausprobiert. Die vierte Parzelle ist die Nullvariante, bei der nur gemäht wurde, um die Aussamung zu verhindern. Der Versuchsaufbau ist nachfolgendem Plan zu entnehmen.

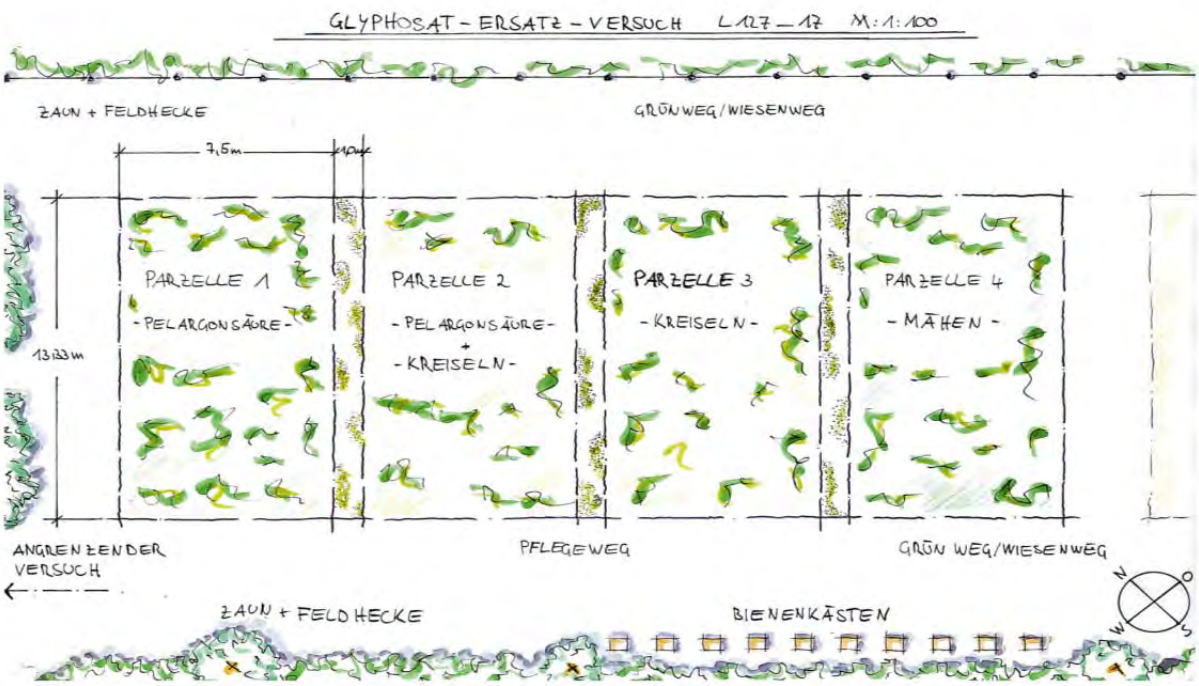


Abb. 1: Versuchsaufbau mit 4 Parzellen

Die Versuchsfläche ist eine seit längerer Zeit drei bis vier mal / Jahr gemähte Fläche. Mit anderen Worten, die Ausgangsbedingungen waren extrem hart, da sowohl Wurzel- als auch Samenunkräuter gut etabliert waren. Um die spontane Wiederbesiedlung zu dokumentieren, wurde die Fläche im April 2017 gemäht und gefräst.
Nach vier Monaten war die Fläche vollständig mit einem über 1 m hohen Bestand wieder besiedelt. Die Vegetationsaufnahme ergab einen Artenbestand von 59 verschiedenen Arten.

Mitte August wurden alle Flächen mit dem Balkenmäher gemäht, das Mähgut entfernt und anschließend die vier Parzellen gefräst. In der Folge wurde auf allen Flächen wöchentlich die Bodendeckung der aufkommenden Vegetation bonitiert, nach vier und weiteren sechs Wochen wurden Vegetationsaufnahmen gemacht und jeweils zwei Behandlungen durchgeführt. Der Zeitpunkt der Behandlungen wurde nach der Höhe des Aufwuchses festgelegt.

Tab. 1: Versuchsdurchführung

Datum	**Parzelle 1 Behandlung mit Pelargon-säure**	**Parzelle 2 Behandlung mit Pelargon-säure + Kreiseln**	**Parzelle 3 Behandlung durch Kreiseln**	**Parzelle 4 Nullparzelle, Mähen vor dem Aussamen**
02.08.2017	Vegetationsaufnahme			
16.08.2017	Mähen mit Balkenmäher			
21.08.2017	Fräsen			
14.09.2017	Vegetationsaufnahme			
28.09.2017	Pelargonsäure	Pelargonsäure		
05.10.2017		Kreiseln	Kreiseln	
30.10.2017	Vegetationsaufnahme			
02.11.2017	Pelargonsäure	Pelargonsäure		Mähen
09.11.2017		Kreiseln	Kreiseln	

Ergebnisse und Diskussion

Durch die eine Behandlung Ende September /Anfang Oktober konnte die Artenzahl von vorher 59 in allen Parzellen deutlich gesenkt werden:
Parzelle 1: Pelargonsäure: 12 Arten
Parzelle 2: Kombination Pelargonsäure / Kreiseln: 13 Arten
Parzelle 3: Kreiseln: 18 Arten

Widerstandsfähige Arten über alle Parzellen hinweg sind:

Bunias orientalis	–	Orientalisches Zackenschötchen
Convolvulus arvensis	–	Acker-Winde
Elymus repens	-	Gemeine Quecke
Taraxacum officinale	-	Gemeiner Löwenzahn
Potentilla reptans	-	Kriechendes Fingerkraut
Veronica agrestis	-	Acker-Ehrenpreis

Insgesamt lassen sich in diesem Jahr nach nur einer Behandlung, nach der die Vegetation wieder aufgewachsen ist, kaum Tendenzen feststellen. Alle Varianten zeigen Wirkung! Keine hundertprozentige, aber das war bei den harten Ausgangsbedingungen auch nicht zu erwarten. Eine Tendenz ist, dass die Kombibehandlung leicht besser abschneidet. Das betrifft sowohl die Besatzstärke der Einzelarten, z. B. Mercurialis annua (Einjähriges Bingelkraut) ist auf dieser Parzelle deutlich schwächer aufgewachsen. Das betrifft aber auch die Gesamtdeckung der aufgewachsenen Vegetation, wie sich auf nachfolgenden Fotos erahnen lässt, die am 02.11.17 direkt vor der Behandlung mit Pelargonsäure aufgenommen wurden. Auch das ist nicht verwunderlich.

Abb. 2: Parzelle 1: Pelargonsäure

Abb. 3: Parzelle 2: Kombibehandlung Pelargonsäure + Kreiseln

Abb. 4: Parzelle 3: Kreiseln

Abb. 5: Parzelle 4: Kontrolle

Da jede Behandlungsalternative nur auf einer Fläche angewendet wurde, lassen sich natürlich Randeffekte oder ein spezifischer Artenbesatz der einzelnen Flächen bei der Interpretation der Ergebnisse nicht neutralisieren.
Was die Wirtschaftlichkeit der beiden Behandlungsvarianten angeht, hängt sehr viel vom Flächenzuschnitt und von der Aufwuchsstärke der unerwünschten Beikräuter ab. Auf unseren Flächen war der Aufwuchs nahezu flächendeckend, daher war die „Einzelpflanzenbehandlung“ mit Pelargonsäure durchaus großzügig. Der Einsatz der Kreiselegge verlangt Übung, denn bei lehmigem Boden ist die Bearbeitung schon bei geringer Bodenfeuchte schwierig, weil das Gerät verstopft. Die Arbeitstiefe wird daraufhin flacher eingestellt. In der Folge geht die Arbeit besser, aber tiefwurzelnde Arten, wie zum Beispiel Quecke werden dann nicht mehr herausgezogen. Der Wirkungsgrad sinkt.
Die reinen Arbeitszeiten lagen bei der Anwendung der Pelargonsäure für die 100 m² Parzellen bei ca. acht Minuten, beim Kreiseln zwischen 13 und 20 Minuten. Bei beiden Behandlungsvarianten müssen jeweils das Rüsten und Reinigen der Geräte berücksichtigt werden, was in beiden Fällen länger dauerte, als die Behandlung selbst. Das Befüllen und die Reinigung der Rückenspritze dauerten 15 Minuten, das Reinigen der Kreiselegge sogar 30 Minuten.
Für jeweils zwei Behandlungen (bei der Kombivariante vier Behandlungen) zur Bodenvorbereitung wurden also zusätzlich zum Mähen und Fräsen für die verschiedenen Varianten folgende Zeiten verbraucht:

Parzelle 1: Pelargonsäure:	45 Minuten / 100 m² (27 Sek./m²)
Parzelle 2: Pelargonsäure + Kreiseln:	135 Minuten / 100 m² (1 Min. 21 Sek./m²)
Parzelle 3: Kreiseln:	90 Minuten / 100 m² (54 Sek./m²)

Wir bewegen uns also durchaus noch im bezahlbaren Rahmen. Bleibt abschließend zu erwähnen, dass durch das Kreiseln ein saatfertiges Feinplanum entsteht, im Vergleich zur Anwendung der Pelargonsäure also ein weiterer Arbeitsgang entfällt.
Zusätzlich sind die Kosten für das Mittel Finalsan zu berücksichtigen. Je nach Händler sind die Preise durchaus unterschiedlich, aber die Kosten bewegen sich bei der vorgegebenen Dosierung im Bereich eines niedrigen Centbetrages pro Quadratmeter. Demgegenüber stehen die Maschinenkosten für die Kreiselegge.

Notizen

Notizen

Notizen

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. 4MB)

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: Juli 2018, Preisänderungen vorbehalten)

Art. Nr.	Bäume und Gehölze	€
102 110 01	**Baumkontrollrichtlinien**, Richtlinien für Regelkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, 2010	30,00
102 313 01	**Baumuntersuchungsrichtlinien**, Richtlinien für eingehende Untersuchungen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, 2013	20,00
103 713 01	**Sparpaket Baumkontrollrichtlinien + Baumuntersuchungsrichtlinien**, 2013 ***Sparpreis***	43,00
100 215 01	Empfehlungen für **Baumpflanzungen**, **Teil 1:** Planung, Pflanzarbeiten, Pflege, 2015	27,50
102 210 01	Empfehlungen für **Baumpflanzungen**, **Teil 2:** Standortvorbereitungen für Neupflanzungen, 2010	27,50
100 615 01	**Sparpaket** Empfehlungen für **Baumpflanzungen**, **Teil 1 +Teil 2**, 2015/2010 ***Sparpreis***	44,00
102 411 01	**TP-BUS-Verticillium-** Techn. Prüfbestimm. zur Untersuchung v. Böden u. Substraten auf *Verticillium dahliae*, 2011	33,00
101 417 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
101 605 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
104 117 01	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2017 Teil 1: Bäume** (Tagungsband)	29,00
104 217 01	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2017 Teil 2: Spielplätze/Spielgeräte** (Tagungsband)	20,00
104 317 01	**Sparpaket FLL-Verkehrssicherheitstage 2017 (Teil 1 + Teil 2)**	43,00
Hinweis	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016** *(einzeln erhältlich)*	

Art. Nr.	Bauwerksbegrünung	€
120 118 01	**Dachbegrünungsrichtlinien,** Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von **Dachbegrünungen**, 2018	35,00
160 102 01	Hinweise zur **Pflege** und Wartung **von begrünten Dächern**, 2002	11,00
120 218 01	**Fassadenbegrünungsrichtlinien**, Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen, 2018	35,00
120 311 01	**Innenraumbegrünungsrichtlinien**, Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Innenraumbegrünungen, 2011	33,00
120 513 01	Leitfaden **Gebäude Begrünung Energie** (Forschungsbericht), 2014	34,50
120 615 01	**Wandgebundene Begrünungen** (Forschungsbericht), 2015	38,50

Art. Nr.	Biotoppflege/Biotopentwicklung	€
130 292 01	Tagungsband: **Stützung u. Initiierung von Biotopen** durch landschaftsbauliche Maßnahmen, 1992	11,00
130 495 01	Tagungsband: **Biotoppflege im besiedelten Bereich**, 1995	11,00

Art. Nr.	Gewässer/Entwässerung	€
140 105 01	Empfehlungen von **Abdichtungssystemen für Gewässer** im GaLaBau, 2005 inkl. „Verfahren zur Bestimmung der **Rhizomfestigkeit v. Gewässerabdichtungen**", 2008	30,00
140 206 01	Tagungsband: **Abdichtungen von Gewässern** und Nutzungen von Dachflächen im GaLaBau, 2006	16,50
140 305 01	Empfehlungen zur **Versickerung und Wasserrückhaltung**, 2005	27,50
140 507 01	Empfehlungen für Planung, Bau, Pflege und Betrieb von **Pflanzenkläranlagen**, 2008	27,50
141 111 01	Richtlinien für **Freibäder mit biologischer Wasseraufbereitung** (Schwimmteiche), ohne Berechnungsprogramm, 2011	33,00
141 112 01	Richtlinien für **Freibäder mit biologischer Wasseraufbereitung** (Schwimmteiche), **mit Berechnungsprogramm**, 2011	169,00
140 717 01	**Schwimmteichrichtlinien**, Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von **privaten Schwimm- und Badeteichen**, 2017	35,00

Art. Nr.	Kalkulation/Abrechnung/Ökonomie	€
230 113 01	**Kostenplanung** nach DIN 276 (incl. Excel-Tabellen auf CD-ROM), 2013	33,00
110 406 01	Empfehlungen für die **Abrechnung von Bauvorhaben** im GaLaBau, 2006	22,00
211 108 01	**Besondere Leistungen, Nebenleistungen**, **DIN 18915 bis DIN 18920**, 2008	22,00
230 218 01	**Musterbauvertrag** – Bauvertrag für Unternehmen des Garten-, Landschafts- und Sportplatzbaus zur Verwendung gegenüber privaten Auftraggebern, 2018	27,50
110 610 03	CD-ROM **MLV Pflege- und Instandhaltungsarbeiten + MZW**, 2010	235,62
230 316 03	CD-ROM **MLV + MZW Freianlagen**, 2016	235,62

Art. Nr.	Schadensfälle	€
110 316 01	**FLL-Schadensfallsammlung** GaLaBau 2016, (2000-2016 incl. 1.-4. Ergänzung)	165,00
110 216 01	**4. Ergänzung** zur Schadensfallsammlung GaLaBau, 2016	34,00

Art. Nr.	Kompost/Dünger/Abfall	€
150 316 01	Qualitätsanforderungen und **Anwendungsempfehlungen für organische Mulchstoffe und Komposte** – Garten- und Landschaftsbau, 2016	30,00
Download	Fachbericht für die **Entsorgung von Abfällen** im GaLaBau, 2005	11,00

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!

FLL – Arbeit für die Landschaft (Stand: Juli 2018, Preisänderungen vorbehalten)

Art. Nr.	Pflege von Grün	€
160 415 01	**Bewässerungsrichtlinien** - Richtlinien für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen, 2015	33,00
160 509 01	**Freiflächenmanagement** - Empfehlungen für die Planung, Vergabe und Durchführung von Leistungen für das Management von Freianlagen, 2009 (inkl. OK FREI, 2016)	33,00
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
160 116 01	Fachbericht **„Winterdienst"**, 2016	22,00
160 716 01	**Bildqualitätskatalog** Freianlagen (BK FREI), 2016	115,00
160 614 01	Fachbericht Staudenverwendung im öffentlichen Grün – **Staudenmischpflanzungen für trockene Freiflächen**, 2014	27,50
160 306 01	Fachbericht: **Pflege historischer Gärten - Teil 1:** Pflanzen u. Vegetationsflächen, 2006	22,00
190 298 01	Empfehlungen zur **Begrünung von Problemflächen**, 1998 - ***Sonderpreis***	10,00

Art. Nr.	Produktion/Gütebestimmungen	€
170 104 01	Gütebestimmungen für **Baumschulpflanzen**, 2004	9,00
170 215 01	Gütebestimmungen für **Stauden**, 2015	9,00
170 514 01	Empfehlungen für **Begrünungen mit gebietseigenem Saatgut**, 2014	27,50
170 318 01	Regel - Saatgut - Mischungen Rasen, **RSM Rasen 2018** *(Jährliches Abo möglich)*	17,50
170 616 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
180 308 01	**Golfplatzbaurichtlinie**, Richtlinie für den Bau von Golfplätzen, 2008	33,00
180 507 01	Fachbericht **Golfanlagen als Teil der Kulturlandschaft**, Planung u. Genehmigung, 2007	24,00
180 109 01	Richtlinie **Golfplatzbau +** Fachbericht **Golf- Kulturlandschaft**, ***Doppelpack-Sparpreis***	48,00

Art. Nr.	Sonderthemen der Freiraumplanung	€
211 412 01	Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung der **Übergangsbereiche von Freiflächen zu Gebäuden**, 2012	27,50
211 211 01	Fachbericht **Garten und Therapie**, 2011 ***Sonderpreis***	10,00
210 707 01	Fachbericht **Licht im Freiraum**, 2007	25,00

Art. Nr.	Wegebau/Mauerbau	€
200 812 01	Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von **Trockenmauern aus Naturstein**, 2012	27,50
201 012 01	Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von **Gabionen**, 2012	27,50
201 112 01	Empfehlungen **Trockenmauern** und Empfehlungen **Gabionen**, ***Doppelpack-Sparpreis***	44,00
200 418 01	Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von **begrünbaren Flächenbefestigungen**, 2018	35,00
200 507 01	Fachbericht zu Planung, Bau u. Instandhaltung von **Wassergebundenen Wegen**, 2007	22,00
201 213 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	€
211 008 01	Fachbericht **Aktuelle Trauerkultur** - Begriffsbestimmungen u. religiöse Herleitung, 2008	22,00
211 118 01	Fachbericht Standards für die Durchführung von **Friedhofsentwicklungsplanungen**, 2018	27,50
Download	**MLV Friedhofsrahmenpflege**, 1997 (Scan)	16,50

Art. Nr.	Pflanzenkrankheiten/Schädlinge	€
211 807 01	**Kiefernholznematode**, Faltblatt (JKI/FLL/GALK), 2014	0,60
210 615 01	**Netzwanzen an Heidekrautgewächsen**, Faltblatt (JKI/FLL/GALK), 2015	0,60
Hinweis	Darüber hinaus sind **diverse weitere Faltblätter über den Online-Shop** erhältlich	0,60

Art. Nr.	English publications/Englische Veröffentlichungen	€
Download	**Green roof guidelines**, 2018	35,00
Hinweis	Darüber hinaus sind **weitere englischsprachige Veröffentlichungen über den OnlineShop** erhältlich	

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!

Allgemeine Bestellhinweise (Stand: **Juli** 2018)

- Bestellungen schriftlich, per Fax, E-Mail oder direkt über den Onlineshop (www.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

☐ Ich bestelle den **FLL-Jahresbericht**, 2014/2015 (kostenlos)
☐ Bitte senden Sie mir Informationen zur **FLL-Mitgliedschaft**
☐ Ich abonniere den **FLL-Newsletter**, um mich über Aktuelles aus der Gremienarbeit sowie zu neuen/überarbeiteten Publikationen zu informieren (kostenlos)

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!