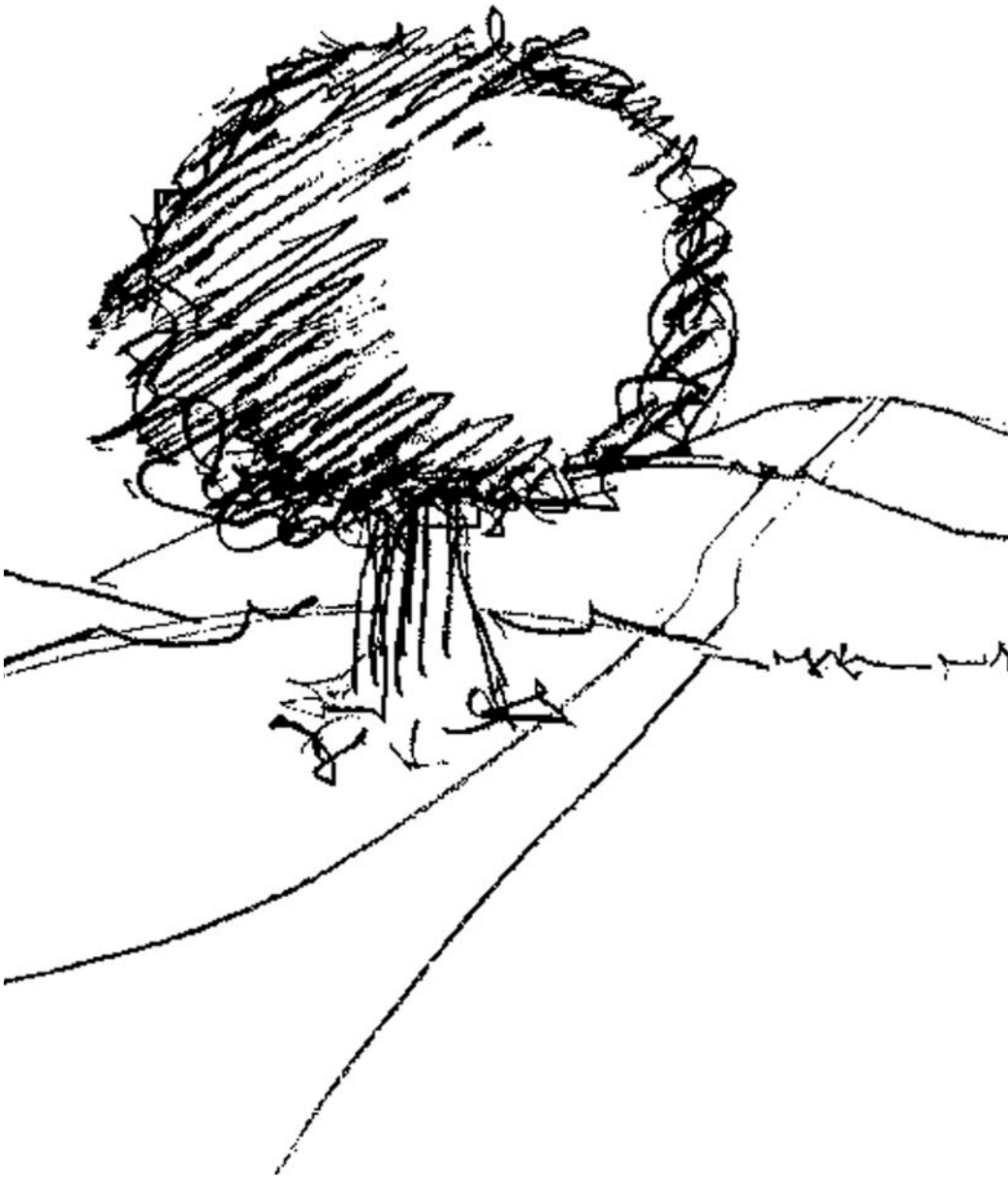
Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung
Landschaftsbau e.V.



Versuche in der Landespflege

Gemeinsame Veröffentlichung
der Forschungsinstitute des
deutschen Gartenbaues

Ausgabe 2015

20. Jahrgang 2015

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, Forsten 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@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de Homepage: www.llfg.sachsen-anhalt.de

Druck: © Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. – FLL, Friedensplatz 4, 53111 Bonn,
1. Auflage 2015. 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 28

06406 Bernburg

☎: 03471 – 355 - 1100

Fax: 03471 – 355 - 1149

Kontakt: Prof. Dr. Wolfram Kircher

Mail: kircher@loel.hs-anhalt.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 – 3789 - 700

Fax: 0361 – 3789 - 777

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, Forsten und Gartenbau Quedlinburg (LLFG)

Feldmark rechts der Bode 6

06484 Quedlinburg

☎: 03946 – 970 - 3

Fax: 03946 – 970 - 499

Kontakt: Dr. Axel Schneidewind

Mail: axel.schneidewind@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de

VEITSHÖCHHEIM

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (LWG)

Abteilung Landespflege

An der Steige 15

97209 Veitshöchheim

☎: 0931 – 9801- 0

Fax: 0931 – 9801- 400

Kontakt: Dr. Philipp Schönfeld

Mail: philipp.schoenfeld@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)

Abteilung Landespflege

Herr Dr. Philipp Schönfeld

An der Steige 15

97209 Veitshöchheim

☎: 0931 – 9801- 409

Fax: 0931 – 9801- 400

Mail: philipp.schoenfeld@lwg.bayern.de

GESAMTREDAKTION

Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Quedlinburg (LLFG)

Herr Dr. Axel Schneidewind

Feldmark rechts der Bode 6

06484 Quedlinburg

☎: 03946 – 970 - 430

Fax: 03946 – 970 - 499

Mail: axel.schneidewind@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de

INHALTSVERZEICHNIS

THEMENBEREICH BAUWERKSBEGRÜNUNG

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
1	Bauwerksbegrünung, Rasengräser, Substrat	LVG Erfurt
2	Bauwerksbegrünung, Fassadenbegrünung, Pflanzenverwendung	LWG Veitshöchheim
3	Bauwerksbegrünung, Fassadenbegrünung, Kosten	LWG Veitshöchheim
4	Bauwerksbegrünung, Schwimmteich, Substrat	HSA Bernburg
5	Bauwerksbegrünung, Schwimmteich, Pflanzengemeinschaft	HSA Bernburg
6	Bauwerksbegrünung, Schwimmteich, Wasserqualität	HSA Bernburg
7	Bauwerksbegrünung, Schwimmteich, Wasserqualität	HSA Bernburg

THEMENBEREICH STAUDEN / GEHÖLZE / SOMMERBLUMEN

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
8	Gehölze, Hecken, Pflanzenverwendung	LVG Erfurt
9	Stauden, Sommerblumen, Ansaat	LWG Veitshöchheim

THEMENBEREICH STRAßENBAUM

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
10	Straßenbaum, Schutzvorrichtungen, Hochstamm	LLFG Quedlinburg
11	Straßenbaum, Schutzvorrichtungen, Baumpflege	LLFG Quedlinburg

THEMENBEREICH RASEN

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
12	Rasen, Pflege, Maschinen	LWG Veitshöchheim

Substratstärke und Saatgutmischungen für die Gleisbettbegrünung

Bauwerksbegrünung, Rasengräser, Substrat

Zusammenfassung

Vom Grüngleisnetzwerk, dem Zusammenschluss von klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU), Großunternehmen, Verkehrsunternehmen sowie Forschungseinrichtungen, wurde der gegenwärtige Wissensstand zur Geleisbettbegrünung in einem Handbuch zusammengefasst. Zur Klärung offener Fragen zu dieser Thematik wird aktuell an der Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau in Erfurt ein Containerversuch durchgeführt. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass unter trockenen Standortbedingungen die Mächtigkeit der Vegetationstragschicht für ein Rasengleis mindestens 15 cm betragen sollte. Insbesondere bei geringer Substratstärke empfiehlt sich eine artenreiche Saatgutmischung auf Basis von Schafschwingel, Deutschem Weidelgras, Rotschwingel und Rispengräsern.

Problemstellung

Ähnlich einer Dachbegrünung lassen sich mit Gleisbettbegrünungen stadtökologische Vorteile (Wasserrückhalt, Verdunstung, Verminderung einer Aufheizung, Feinstaubbindung) erreichen. Darüber hinaus tragen Gleisbettbegrünungen zu einer Verminderung der Fahrgeräusche von Straßenbahnen bei, wodurch die Lebensqualität insbesondere der Anwohner steigt. Eine wesentliche Begründung für die Verwendung von Gleisbettbegrünungen besteht allerdings in ihrer stadtgestalterischen Wirkung: durch eine gelungene Gleisbettbegrünung lässt sich eine wesentliche Verbesserung des Stadtbildes erreichen. Allerdings sind zur Anlage und Pflege von Gleisbegrünungen noch viele Fragen offen. In der vorliegenden Untersuchung wird daher geprüft, welche Substratstärke und Ansaatmischung sich für die Begrünung von Straßenbahngleisen mit Rasen unter kontinentalen Standortbedingungen eignen.

Material und Methoden

Der Versuch wurde als Containerversuch angelegt (Abb. 1). In den Containern wurden drei Substrathöhen eingebaut: 12 cm, 20 cm und 30 cm. Verwendet wurde als Substrat die Rasentragschichtmischung des Kalkwerkes Herbsleben Erdenwerk GmbH. Das Substrat zeichnet sich durch einen hohen Sandkornanteil aus. Als zusätzliche Variante wurden in die Rasentragschichtmischung jeweils 5 % Ziegelmehl und Oberboden zur Erhöhung der Wasserhaltefähigkeit eingemischt. Angesät wurden im Frühjahr 2013 drei Saatgutmischungen: Neben den Regelsaatgutmischungen Landschaftsrasen (RSM 7.2.1) und Parkplatzrasen (RSM 5.1.1; nur bei 12 cm Substrathöhe) wurde auch eine Sondermischung der Rieger-Hofmann GmbH verwendet, die speziell für den Verwendungszweck Grüngleis zusammengestellt wurde. Die Saatgutmischung zeichnet sich durch eine höhere Artenvielfalt gegenüber den Regelsaatgutmischungen aus. Neben einer Bewässerung des Vegetationsbestandes in der Etablierungsphase, der Düngung gemäß den Empfehlungen des Grüngleisnetzwerkes (2 x jeweils 5 g N/m^2) sowie dem Rasenschnitt erfolgte keine weitere Pflege.

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

Substratstärke und Saatgutmischungen für die Gleisbettbegrünung

Bauwerksbegrünung, Rasengräser, Substrat

Abb. 1: Versuchsaufbau

Ergebnisse und Diskussion

Die vorläufigen Versuchsergebnisse lassen erkennen, dass unter den in Erfurt gegebenen Standortbedingungen eine Substrathöhe von 12 cm nicht ausreichend ist, um einen hohen Bedeckungsgrad und einen langfristig vitalen Pflanzenbestand zu erzielen (Abb. 2). Dieses Ergebnis unterstützt die Empfehlung des Grüngleisnetzwerks, eine Vegetationstragschicht für ein Rasengleis von mindestens 15 cm einzubauen.

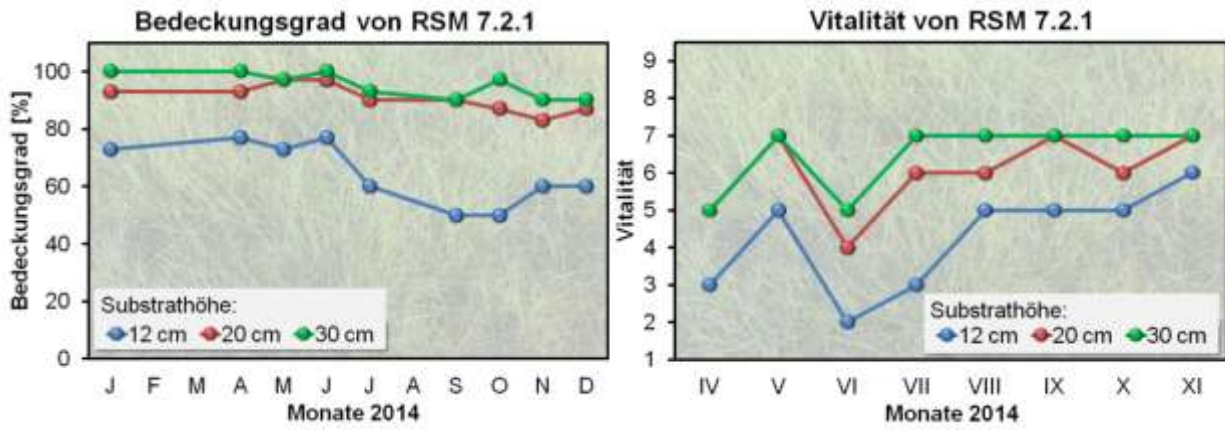


Abb. 2: Bedeckungsgrad (links) und Vitalität (rechts) der Regelsaatgutmischung Landschaftsrasen in Abhängigkeit von der Substrathöhe (Vitalität: 1 = abgestorben; 3 = starke Trocknungserscheinungen; 5 = deutliche Trocknungserscheinungen; 7 = leichte Trocknungserscheinungen; 9 = keine Trocknungserscheinungen)

Bezüglich der Saatgutmischungen zeigten sich bei Substratstärken von 20 cm und mehr bislang keine großen Unterschiede in der Vegetationsentwicklung. Lediglich bei einer Substrathöhe von 12 cm war die Regelsaatgutmischung Landschaftsrasen bezüglich des Bedeckungsgrades und der Vitalität des Pflanzenbestandes geringfügig schlechter als die beiden anderen Saatgutmischungen (Abb. 3). Die Ergebnisse lassen die vorläufige Schlussfolgerung zu, dass bei einer geringen Substratstärke eine Saatgutmischung mit einer großen Artenviel-

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

falt Vorteile besitzt. Unter diesen Bedienungen empfiehlt sich eine artenreiche Saatgutmischung insbesondere auf Basis von Schafschwingel, Deutschem Weidelgras, Rotschwingel und Rispengräsern.

Das Substrat in Form einer Rasentragschicht hatte sich bislang als insgesamt bewährt erwiesen. Vom Zusatz an Oberboden und Ziegelmehl zur Rasentragschicht ging bei allen drei Saatgutmischungen ein weitgehend einheitlicher, jedoch nur sehr gering positiver Einfluss auf den Bedeckungsgrad und die Vitalität aus (Ergebnisse nicht dargestellt).

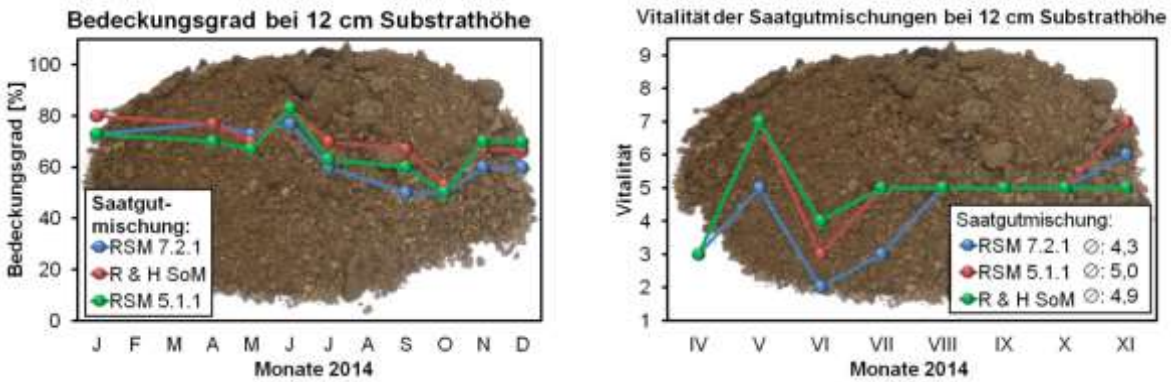


Abb. 3: Bedeckungsgrad (links) und Vitalität (rechts) der Sattgutmischungen bei 12 cm Substrathöhe (Vitalität: 1 = abgestorben; 3 = starke Trocknungserscheinungen; 5 = deutliche Trocknungserscheinungen; 7 = leichte Trocknungserscheinungen; 9 = keine Trocknungserscheinungen)

Trotz kurzer Laufzeit unterstützt der Versuch wesentliche Aussagen des Grüngleisnetzwerkes zu Aufbau und Pflege von Grüngleisen. Der gegenwärtige Wissenstand zur Geleisbettbegrünung ist vom Grüngleisnetzwerk in einem Handbuch zusammengefasst worden, das im Verlag Eurail press herausgegeben worden ist (ISBN 978-3-87154-502-3; zu bestellen über die Homepage vom Grüngleisnetzwerk).

Vertikalbegrünungssysteme im Begrünungsvergleich

Bauwerksbegrünung, Fassadenbegrünung, Pflanzenverwendung

Zusammenfassung

Das bei fast allen Systemen passable optische Erscheinungsbild nach einem Versuchsjahr wird durch den dafür notwendigen Aufwand für Nachbesserungen etwas eingetrübt. Einzig das System „Vertiko“ kam bisher mit der Regelwartung und notwendiger gärtnerischer Pflege aus. Bei den drei anderen Begrünungsherstellern im Nürnberger Modellversuch musste im ersten Jahr nach der Inbetriebnahme sowohl in technischer als auch pflanzlicher Hinsicht nachgebessert werden. Immerhin konnten einige Hersteller mehr, andere weniger, den Beweis antreten, dass mit vorgehängter grüner Fassade im Winter einer Auskühlung der tragenden Wände entgegengewirkt und im Sommer eine Aufheizung unterbunden werden kann. Berücksichtigt man die durch Evapotranspiration erzielbare Verdunstungsleistung kann den Systemen - unabhängig von den dafür benötigten Ressourcen an Energie, Wasser und Dünger - eine klimamäßigende Wirkung bescheinigt werden.

Problemstellung

Unabhängig davon welche Ausrichtung der Begrünungserfolg einer wandgebundenen Fassadenbegrünung erfahren soll, müssen erstmal die Voraussetzungen für ein gesundes Pflanzenwachstum im System geschaffen werden. Gar nicht so einfach, wenn die Pflanze quasi dauerhaft „in der Luft“, bzw. später dann noch „am Tropf“ hängt. Drei der vier Nürnberger Systemhersteller setzen auf Substratkultur. Jeder dieser Hersteller vertraut dabei auf seine eigene Spezialmischung. Nur das System „90degreen“ verzichtet zugunsten einer Pflanzfasermatte auf den Substrateinsatz. Auch was die Pflanzdichte und Artenauswahl betrifft, herrscht unter den Anbietern kaum Einigkeit. Was die Pflanzdichte angeht, lässt „90degreen“ mit 22 Pflanzen/m² noch den meisten „Durchblick“ auf die Konstruktion, mit Stückzahlen von 32 bzw. 30 Pflanzen/m² betreiben „Humko“ und „Optigrün“ von Anfang an intensiven Lückenschluss. Allerdings verzichtet „Optigrün“ im Gegenzug mit nur 6 ausgewählten Pflanzenarten auf mögliche Vielfalt. Noch artenärmer kommt das System „90degreen“ daher. Es fällt auf, das bei insgesamt 36 verschiedenen Pflanzenarten und -sorten, die verwendet wurden, keine einzige Pflanze in allen Systemen vorkommt. Die größte Übereinstimmung bieten die Gattungen *Bergenia*, *Geranium* und *Heuchera* (jeweils drei Systeme), wobei mit *Bergenia cordifolia* sogar die Art und bei *Heuchera micrantha* ‘Palace Purple’ sogar die Sorte identisch ist.

Material und Methoden

Systemvergleich von 4 wandgebundenen Fassadenbegrünen als Tastversuch ohne Wiederholungen hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit als Entscheidungshilfe für die Stadt Nürnberg zur Etablierung von Vertikalbegrünungen bei zukünftigen Baumaßnahmen im Siedlungsbereich. Die Montage der nachträglich angebrachten Begrünungssysteme erfolgte an einer südexponierten Klinkerfassade. Die Befestigung der vorgeblendeten Tragwerkskonstruktionen erfolgte in den Mörtelfugen des tragenden Klinkermauerwerks. Die Konzeption, Planung, Pflanzenauswahl und Montage vor Ort wurde durch die Herstellerfirmen von Ende August bis Anfang Oktober 2013 ausgeführt.
Insgesamt kommen 4 verschiedene vertikale Begrünungssysteme („Humko“, „Vertiko“, „90degreen“, „Optigrün“) in modularer Bauweise mit systemspezifischer Bewässerungstechnik und Düngeeinspeisung zum Einsatz. Die Bereitstellung von Strom und Wasser erfolgt durch den Gebäudenutzer, den Eigenbetrieb Stadtentwässerung Nürnberg. Die Wartung und Pflege der jeweils 6 m² großen Module übernehmen seit Beginn des Versuchs im Oktober 2013 ortsansässige Fachbetriebe des Garten- und Landschaftsbaus bzw. eine anerkannte Staudengärtnerei aus der Region. Die wissenschaftliche Begleitung des durch das Nürnberger Netzwerk Grünclusiv e.V. initiierten Modellversuchs obliegt der LWG Veitshöchheim.

Jürgen Eppel, juergen.eppel@lwg.bayern.de |
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim

Ergebnisse und Diskussion

Die Auswerteergebnisse beziehen sich auf das erste Betriebsjahr von November 2013 bis Oktober 2014.

Alle Systemanbieter setzen - weitgehend unbeeindruckt von den Standortverhältnissen vor Ort - in erster Linie auf ihre „systemerprobten“ Pflanzengemeinschaften, ohne sich über die speziellen Lebensbereiche, Ausbreitungsstrategien und das Wuchsverhalten der verwendeten oder benachbarten Stauden ernsthaft Gedanken zu machen. Leider ging diese Strategie nicht bei allen Herstellern gleich gut auf. In Tab. 1 sind die im ersten Jahr in Nürnberg abgängigen Pflanzenarten und -sorten systembezogen aufgelistet.

Tab. 1: Ausgefallene Pflanzen von geprüften Vertikalbegrünungssystemen

Hersteller	Humko	Vertiko	90degreen	Optigrün
Ausfallquote [%]	20,8	0	21,9	6,1
Betroffene Pflanzenarten	16 *Alchemilla mollis* 12 *Gypsophila repens* ‘Alba‘ 12 *Sedum floriferum* ‘Weihenstephaner Gold‘	keine	16 *Bergenia* Hybr. ‘Rote Schwester‘ 8 *Alchemilla mollis* 5 *Heuchera micrantha* ‘Palace purple‘	9 *Bergenia cordifolia* 2 *Heuchera micrantha* ‘Palace purple‘

Das System „Humko“ weist zwar nach wie vor die größte Artenvielfalt auf, hatte prozentual gesehen aber auch die größten Verluste. Etwa ein Fünftel des gepflanzten Materials musste zwischenzeitlich ersetzt werden. Noch schlechter erging es dem System „90degreen“, das zwar insgesamt weniger Pflanzen verlor, aber bei geringerer Pflanzdichte und Artenzahl insgesamt am schlechtesten dasteht. Die Verlustquote bei „Optigrün“ hielt sich auch dank der zahlenmäßig hohen Erstausstattung noch in Grenzen.

Eine der Ursachen für die Pflanzenverluste war ein Befall mit Dickmaulrüsslern, der insbesondere den *Bergenien* und *Heuchera* zu schaffen machte. Ausgehend vom System „Optigrün“ mit ersten Dickmaulrüssler-Verlusten an *Bergenien* bereits im März, breitete sich der Schaderreger in der Folgezeit auch in den benachbarten Systemen aus und fügte vor allem „90degreen“ schwere Verluste zu. Mittlerweile wurde an allen Systemen eine Larvenbekämpfung mittels Nematoden durchgeführt. Eine Bekämpfung des Käfers soll in diesem Jahr noch folgen.

Der Ausfall von *Alchemilla* („Humko“ und „90degreen“) ist dagegen nur durch partielle Austrocknung erklärbar. Gleiches gilt für *Gypsophila* und *Sedum* (beide „Humko“), die beide zwar auch gegen Staunässe empfindlich sind, aber keine Fäulnis zeigten. Einzig „Vertiko“ bietet bis jetzt keinerlei Anlass zur Beanstandung. Alle Pflanzen des Systems sind - wie die letzte Bonitur der Einzelarten im Oktober 2014 gezeigt hat - bis jetzt noch mindestens ausreichend vital. Die Vegetation war - laut vor Ort an der südexponierten Klinkerwand durchgeführten Temperaturmessungen - von November 2013 bis September 2014 immerhin 28 Frosttagen (Minimumtemperatur < 0°C) und sogar 110 Hitzetagen (Höchsttemperatur ≥ 30°C) ausgesetzt.

Was die Entwicklung der Bestandsdichte betrifft weisen drei von vier Systemen gegenüber der Frühjahrsbonitur - ungeachtet der Verlustquoten - im Oktober 2014 eine höhere Bedeckung auf. Allerdings wurden nach der Frühjahrsbonitur - wo erforderlich - die Pflanzenverluste durch Nachpflanzungen vereinbarungsgemäß ausgeglichen. Wie Abb. 1 verdeutlicht liegt der Flächenschluss beim System „Vertiko“ - auch ohne Nachpflanzungen - bei mittlerweile 90 %, was auch die entsprechende Bildaufnahme in Abb. 2 zum Boniturzeitpunkt im Oktober 2014 verdeutlicht. Danach folgt mit gebührendem Abstand „Humko“ - trotz der auch im Bild gut erkennbaren Sommerausfälle - mit immer noch 70 % projektiver Bedeckung. Die Systeme „90degreen“ und „Optigrün“ legen zwar deutlich zu, die Vegetation wirkt aber - wie auch die Bildaufnahmen in Abb. 2 belegen - immer noch sehr lückenhaft.

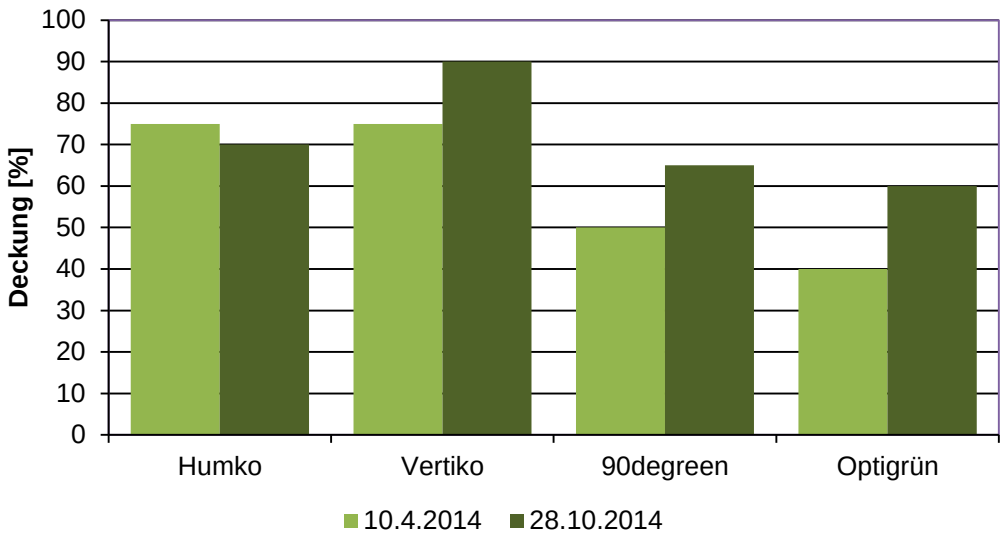


Abb. 1: Entwicklung der Bestandsdichte von geprüften Vertikalbegrünungssystemen

Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf einem einjährigen Beobachtungzeitraum und können deshalb sicher nur erste Anhaltspunkte liefern. Neben der Wirtschaftlichkeit soll auch die Entwicklung der Vegetation in den nächsten Jahren weiter beobachtet werden.

Abb. 2: Systembezogene Bestandentwicklung in Bildern

September 2013	Oktober 2014
System „Humko“	

September 2013	Oktober 2014
System „Vertiko“	

September 2013	Oktober 2014
System „90degreen“	

September 2013	Oktober 2014
System „Optigrün“	

Kosten für den Betrieb und Unterhalt von Vertikalbegrünungssystemen

Bauwerksbegrünung, Fassadenbegrünung, Kosten

Zusammenfassung

Neben den Investitionskosten, die sich im Nürnberger Modellversuch je nach Systemvariante zwischen 769 und 1073 €/m² bewegten, sind immer auch zusätzliche Kosten für Unterhalt, Wartung und Pflege einzukalkulieren, für die im ersten Versuchsjahr zwischen 70 und 150 Euro pro Quadratmeter aufgewendet werden mussten. Viel Geld für eine Investition in die grüne Zukunft, deren Wirtschaftlichkeit maßgeblich von der Betriebssicherheit und Reparaturanfälligkeit der Anlagen abhängen wird. In Nürnberg hat sich gezeigt, dass das erste Jahr, was Systemsteuerung und Pflanzenentwicklung betrifft, zumindest für drei der vier Systemhersteller ein kritisches Jahr war.

Problemstellung

Vor allem dort, wo dicht gebaut und hochgradig versiegelt wird, sind die negativen Folgewirkungen der fortschreitenden Klimaerwärmung geprägt durch Temperaturextreme und Wassermangel heute schon überproportional spürbar. Städtisches Mikroklima ist gekennzeichnet durch die Aufheizung von Wärmeinseln und sorgt damit zunehmend auch für thermisches Unbehagen bei den Bewohnern. Abhilfe tut also Not! Die Optimierung des Wasser- und Lufthaushaltes urbaner Räume genießt in der Stadtplanung heute schon oberste Priorität. Erfreulich, dass man sich in diesem Zusammenhang auch immer mehr auf Wohlfahrtswirkungen, die von Pflanzen ausgehen, rückbesinnt. Funktionales Grün steht also hoch im Kurs. Eine neue Technologie stellen sogenannte wandgebundene Begrünungssysteme - auch „Living Wall“ oder „Vertical garden“ genannt - dar. Eine flächige Begrünung von Fassaden kann in dieser Form nur im Zusammenspiel von ausgewählten Pflanzen, optimaler Versorgung mit Wasser und Nährstoffen sowie einer ausgereiften Regel- und Steuertechnik erfolgreich sein. Als Problemstellung ergeben sich hieraus Untersuchungen verifizierbarer stadtklimatischer Faktoren, der Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Lebensdauer von Systemen unterschiedlicher Bauweise und Konstruktionsprinzipien.

Material und Methoden

Systemvergleich von 4 wandgebundenen Fassadenbegrünen als Tastversuch ohne Wiederholungen hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit als Entscheidungshilfe für die Stadt Nürnberg zur Etablierung von Vertikalbegrünungen bei zukünftigen Baumaßnahmen im Siedlungsbereich. Die Montage der nachträglich angebrachten Begrünungssysteme erfolgte an einer südexponierten Klinkerfassade. Die Befestigung der vorgeblendeten Tragwerkskonstruktionen erfolgte in den Mörtelfugen des tragenden Klinkermauerwerks. Die Konzeption, Planung, Pflanzenauswahl und Montage vor Ort wurde durch die Herstellerfirmen von Ende August bis Anfang Oktober 2013 ausgeführt.
Insgesamt kommen 4 verschiedene vertikale Begrünungssysteme („Humko“, „Vertiko“, „90degreen“, „Optigrün“) in modularer Bauweise mit systemspezifischer Bewässerungstechnik und Düngeeinspeisung zum Einsatz. Die Bereitstellung von Strom und Wasser erfolgt durch den Gebäudenutzer, den Eigenbetrieb Stadtentwässerung Nürnberg. Die Wartung und Pflege der jeweils 6 m² großen Module übernehmen seit Beginn des Versuchs im Oktober 2013 ortsansässige Fachbetriebe des Garten- und Landschaftsbaus bzw. eine anerkannte Staudengärtnerei aus der Region. Die wissenschaftliche Begleitung des durch das Nürnberger Netzwerk Grünclusiv e.V. initiierten Modellversuchs obliegt der LWG Veitshöchheim.

Jürgen Eppel, juergen.eppel@lwg.bayern.de |
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim

Kosten für den Betrieb und Unterhalt von Vertikalbegrünungssystemen

Abb. 1: Die Versuchsanlage mit 4 Systemherstellern in der Muggenhofer Str. in Nürnberg im Oktober 2013

Ergebnisse und Diskussion

Die Auswerteergebnisse beziehen sich auf das erste Betriebsjahr von November 2013 bis Oktober 2014. In diesem Zeitraum fallen die laufenden Betriebskosten für die Grundversorgung der 4 Fassadenbegrünungssysteme mit einem Anteil von durchschnittlich 2 bis 3 % am gesamten Unterhaltungsaufwand bisher kaum ins Gewicht. Dennoch zeigen sich beim Wasser- und Stromverbrauch der Systeme bereits innerhalb eines Jahres schon gravierende Unterschiede.

Tab. 1: Wasser- und Stromverbrauch von geprüften Vertikalbegrünungssystemen

Hersteller		Humko	Vertiko	90degreen	Optigrün
Zeitraum	Verbrauchsgröße*)				
Winter/Frühling 11/2013 – 5/2014	Mittlerer Wasserverbrauch in l pro Monat und m²	36	23	43	86
	Mittlerer Stromverbrauch in kWh pro Monat und m²	0,42	0,13	0,04	0,81
Sommer/Herbst 6/2014 – 10/2014	Mittlerer Wasserverbrauch in l pro Monat u. m²	53,2	33,4	167,3	104,4
	Mittlerer Stromverbrauch in kWh pro Monat und m²	0,48	0,12	0,003	0,45

*) Ermittlung vor Ort mittels Durchflusszähler für eine Wandgröße von jeweils 6 m²

Jürgen Eppel, juergen.eppel@lwg.bayern.de |
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim

Wie Tab. 1 verdeutlicht, ist allen Systemen ein vegetationsbedingt erwarteter höherer Verbrauch während der Frühjahrs- und Sommermonate gemein. Allerdings begnügt sich das im Sommer im Wasserverbrauch sparsamste System „Vertiko“ mit durchschnittlich nur 33,4 l/m² im Monat; was allen anderen Systemen selbst in den verbrauchsärmeren Wintermonaten noch viel zu wenig ist. Da „Vertiko“ als geschlossenes System konzipiert ist, lassen sich damit ggf. auch Überschussbewässerungen ressourcenschonender bewältigen. Auffällig ist der im Herbst/Winter hohe Wasserverbrauch von „Optigrün“. In Nürnberg erweist sich im Sommerbetrieb das System „90degreen“ mit monatlich über 160 l/m² als besonders „durstig“. Sowohl bei „Optigrün“ als auch bei „90degreen“ traten allerdings auch schon sichtbare Wasserverluste (Pfützenbildung) auf, was zu Nachjustierungen an der Regeltechnik und Austausch von Bauteilen geführt hat. Die in Tab. 1.mit ausgewiesen Stromverbräuche sind dem Einsatz der Pumpentechnik geschuldet. Zwar gibt es auch hier systembedingte Unterschiede, die aber über die Bewässerungsaufgabe (z.B. mit/ohne Substrat, Dicke der Vegetationstragschicht, Verteilungsprinzip usw.) und der dafür ausgelegten Pumpenleistung erklärbar sind.

Deutlich mehr musste im ersten Versuchsjahr für Reparaturen, Wartung, Nachpflanzung und Pflege in die Nürnberger Systeme investiert werden. Gemessen am Gesamtaufwand macht alleine der technische Support mehr als drei Viertel der Gesamtkosten aus. Ein Blick auf die in Tab. 2 für Betrieb und Unterhalt differenziert aufgeführten Kosten des ersten Betriebsjahres sorgt für Ernüchterung. Selbst das bisher von Reparaturen und Nachpflanzungen verschonte System „Vertiko“ verursachte nach Hochrechnung der Betriebskosten und Aufsummierung der bisher in Ansatz gebrachten Dienstleistungen einen Unterhaltungsaufwand von fast 70 €/m². Die anderen Systeme liegen - vor allem den notwendigen Nachpflanzungen und Reparaturen geschuldet - deutlich darüber. Die Variante „90degreen“ kostete rückblickend sogar mehr als doppelt so viel wie das vertikale Grün von „Vertiko“. Auch in diesem Fall bewahrheitet sich der Spruch „viel hilft viel“ leider nicht.

Tab. 2: Jährliche Aufwendungen für den Betrieb und Unterhalt von 1 m² Vertikalbegrünung

Hersteller		Humko	Vertiko	90degreen	Optigrün
Aufwands-größe	**Basispreis**				
Wasser	0,002 € pro l	1,07	0,67	2,52	2,28
Strom	0,25 € pro kw/h	1,32	0,36	0,12	1,80
Nachpflanzung und Pflege	Lohn- u. Materialkosten lt. Kalkulation Fachbetrieb[3)]	23,41	5,26	20,31	10,62
Pflanzenschutz		2,98	2,98	11,90	11,90
Reparaturen[1)]		5,46		59,62	34,07
Wartung[2)]		60,39	60,39	60,39	60,39
Gesamt		**94,93 €/m²**	**69,66 €/m²**	**154,86 €/m²**	**121,06 €/m²**

[1)] Ohne Materialkostenanteil (wurde von Herstellern übernommen) [2)] 7 Wartungsgänge übers Jahr verteilt [3)] Inklusiv Anfahrtspauschalen

Eines zeichnet sich jetzt schon ab: Die Akzeptanz von vergleichsweise kostenintensiven wandgebundenen Begrünungssystemen hängt maßgeblich vom damit dauerhaft erzielbaren Begrünungserfolg ab. Erfolg meint entweder den grundstücksparenden grünen Platzhalter mit Ausgleichs- und Entlastungsfunktion in Form klima-mäßigender Wohlfahrtswirkungen oder die grüne Stilikone mit individueller Gestaltungsnote und garantier-tem „Wow-Effekt“.

Bleibt zu hoffen, dass in Nürnberg alle „Kinderkrankheiten“ bei den Begrünungssystemen bald ausgemerzt sind und die Wartungsintervalle auf ein notwendiges Maß von 4-5 Kontrollgängen und 2-3 Pflegemaßnahmen im Jahr zurückgefahren werden können.

Jürgen Eppel, juergen.eppel@lwg.bayern.de |
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim

Entwicklung von zwei Bepflanzungsvarianten von Filterzonen oligotropher Schwimmteiche bei unterschiedlicher Durchströmung

Bauwerksbegrünung, Schwimmteich, Wasserqualität, Vegetation, Pflanzengemeinschaft

Zusammenfassung

In Modell-Schwimmteichen wurden verschiedene Varianten der Bepflanzung getestet. Als dauerhafteste Kombination haben sich Arten der oligotrophen Kalkmoore erwiesen.

Problemstellung

Schwimmteiche mit durchströmten Filterzonen (Technische Feuchtgebiete und Substratfilter nach FLL, 2011) zeichnen sich durch oligotrophe Wasserqualität aus. Neben einer angestrebten Phosphorkonzentration (P_{tot}) < 10 µg/L wird besonders der Stickstoffgehalt drastisch reduziert. Die Bepflanzung in den Randzonen und auf den Filter weist üblicherweise erhebliche N-Mangelerscheinungen auf (Kircher, 2007). Üblicherweise wird eine hohe Wasserhärte angestrebt, um die die P-Ausfällung zu begünstigen. Es existieren wenige Pflanzenarten, die bei kalkoligotrophen Bedingungen auf submersen Filtern geeignet erscheinen. Gleichzeitig gibt es jedoch eine große Artenfülle in Kalk-Arm-Mooren, von denen einige im Versuch auf ihre Eignung auf entsprechend adaptierten Filterkörpern getestet wurden.

Material und Methoden

In Schwimmteich-Modellen (Foliengedichtete Holzkisten LxBxH = 1,15m x 0,9m x 0,80m) wurden Kunststoffkisten (LxBxH = 0,80 m x 0,60 m x 0,60 m) als Filterkörper gestellt und mit Substrat gefüllt: Gemisch Rhyolith + Kalkschotter 1:1; von unten nach oben: 20 cm Schotter 16/32 - 10 cm Splitt 2/16 - 4 cm Splitt 2/5 – 3,5 cm Deckschicht (DS - s.u.). 3 verschiedene Bepflanzungs- und 3 verschiedene Durchströmungsvarianten wurden getestet (4 WH; je 2 WH pro Kiste). Versuchseinrichtung: 2007; Auswertung 2008 und 2009; weitere Beobachtung bis 2014.

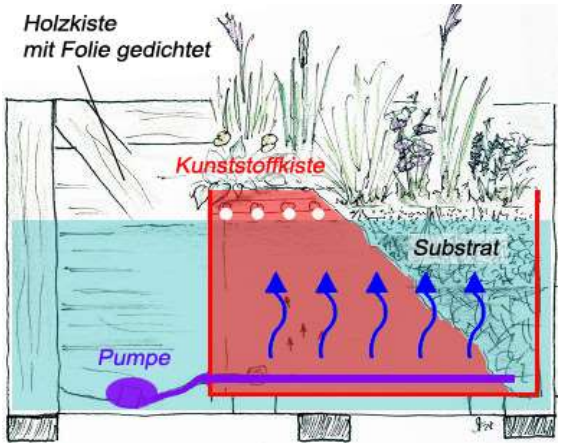


Abb. 1: Aufbau einer Versuchsparzelle

Faktor Vegetation:

1. **Ohne Bepflanzung**
   Deckschicht DS=Splitt 2/8
2. **Konventionelle Bepflanzung**
   DS= Sand+Einheitserde 1:1
   je WH:
   1 *Acorus calamus*
   1 *Carex elata*
   1 *Myosotis palustris*
   1 *Mentha cervina*
   1 *Typha shuttleworthii*
   1 *Lythrum salicaria*
   1 *Iris pseudacorus*
   3 *Caltha palustris*
3. **Kalkmoor** DS=Sand+Torf 1:1
   je WH:
   6 *Allium suaveolens*
   3 *Eriophorum latifolium*
   3 *Carex viridula*
   3 *Carex davalliana*
   3 *Parnassia palustris*
   1 *Epipactis palustris*
   1 *Dactylorhiza* Hybr.

Faktor Durchflutung:

1. **Nicht aktiv durchströmt:**
   Wandung der Filterkiste perforiert (122 Löcher je 13mm Ø
2. **Von oben nach unten:**
   ↓ 1500L/m²/Tag; 30min in 30 min-Takt
3. **Von unten nach oben**:
   ↑ 1500L/m²/Tag; 30min in 30 min-Takt

Prof. Dr. Wolfram Kircher, wokircher@gmx.de; Dr. Andreas Thon, info@ibw-thon.com |
Hochschule Anhalt, Bernburg

Entwicklung von zwei Bepflanzungsvarianten von Filterzonen oligotropher Schwimmteiche bei unterschiedlicher Durchströmung

Bauwerksbegrünung, Schwimmteich, Wasserqualität, Vegetation, Pflanzengemeinschaft

Ergebnisse und Diskussion

P_{tot} unterlag starken Schwankungen, der N-gehalt erwartungsgemäß in allen Parzellen extrem niedrig. So zeigten die meisten Arten der „konventionellen Bepflanzung“ bald Vitalitätsmängel (außer *Carex elata*, *Lythrum* und z.T. *Caltha*): Nach kräftigem Zuwachs auf den durchströmten Varianten im ersten Jahr kam es zu starken Wuchsdepressionen in 2009. Bis 2014 waren *Acorus, Myosotis, Mentha, Iris* und *Typha* nur noch mit extremem Kümmerwuchs präsent bzw. abgestorben. Die von unten nach oben durchflutete Kalkmoorvariante lag in ihrer Vitalität in beiden Boniturjahren nahe am Optimalwert! Bis 2014 hielten sich die meisten Arten stabil oder breiteten sich leicht aus. *Dactylorhiza, Tofieldia, Parnassia* u.a. versamten sich sogar in die entstandenen Vegetationslücken der konventionellen Varianten. Lediglich die Vitalität von *Eriophorum* ging zurück.

Messwerte im Freiwasser 31. KW 2009 (Spannen der Einzelmessungen)

Variante	P_{tot} / µg/L	NO_3 / mg/L	KH / mmol/L
Ohne Bepflanzung	4,7 – 215,2	< 1	0,4 – 0,8
Konventionelle Bepflanzung	4,7 – 359,5	< 1	1,3 – 1,4
Kalkmoor	2,4 – 42,6	< 1	1,0 – 1,6 (3,6)

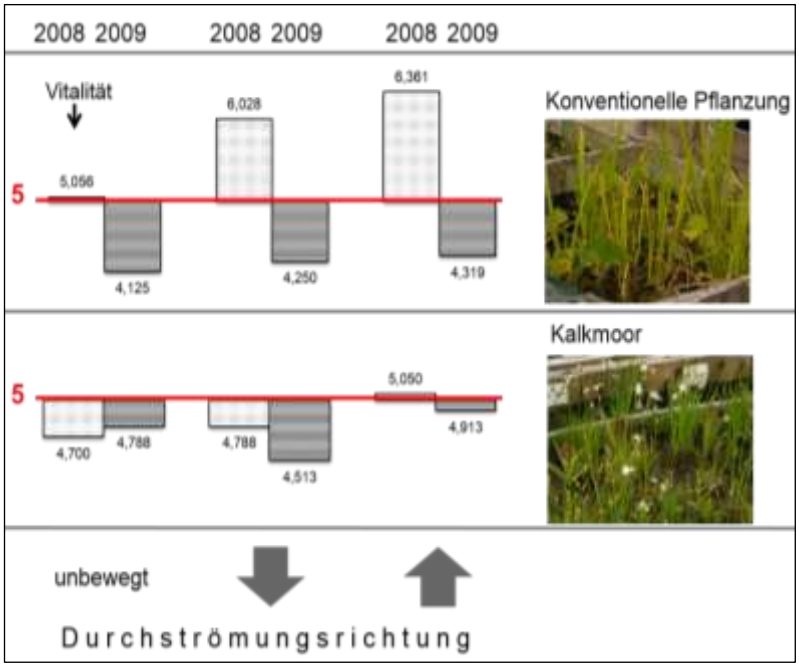


Abb. 2: Vitalität der Testvarianten

Schlüssel visuelle Bonitur:
1 = abgestorben
3 = Mängel, Chlorosen
5 = optimal versorgt
7 = leicht überversorgt
9 = wuchernd, verdrängend

Besonders auf Biofilm aufbauenden Substratfiltern, die bei hartem Wasser und pH um 8,4 eine hocheffiziente P-Minimierung ermöglichen (ÖNORM, 2013) ist eine Bepflanzung mit Arten oligotropher Kalkmoore zu empfehlen. Voraussetzung ist eine Filtergestaltung, bei der die Substratoberfläche knapp über dem Wasserspiegel liegt. Auch außerhalb der Filterzone kann eine derartige Pflanzengemeinschaft eine effiziente Aufwertung der Randzonen bewirken.

Prof. Dr. Wolfram Kircher, wokircher@gmx.de; Dr. Andreas Thon, info@ibw-thon.com | Hochschule Anhalt, Bernburg

Wachstum von Sphagnum Moosen an Schwimmteichen

Bauwerksbegrünung, Schwimmteich, Wasserqualität, Substrat, Pflanzengemeinschaft

Zusammenfassung

Sphagnum-Moos kann an Teichrändern attraktive Vegetationsdecken bilden. Sphagnum palustre konnte im Versuch nur auf nicht durchströmten Filtern gedeihen, während S. squarrosum Wasserbewegung problemlos tolerierte. Allerdings führten die Sphagnen zu starken pH-Schwankungen im Freiwasser.

Problemstellung

In Schwimmteichen lässt sich eine Minimierung des Algenaufkommens durch Limitierung des gelösten Phosphors (P_{tot}) erreichen. Theoretisch ist auch eine Limitierung des gelösten Kohlenstoffs denkbar, was allerdings eine niedrige Wasserhärte und möglichst pH<7 voraussetzt (Kircher & Thon, 2016). Torfmoose der Gattung *Sphagnum* sind in der Lage als Ionenaustauscher kleinste Mengen an Kationen aufzunehmen und dafür H^+-Ionen abzugeben und somit ihre Umgebung anzusäuern. Es sollte geprüft werden, ob Sphagnen in Schwimmteichen verwendbar sind und ob sie auf durchströmten Filtern gedeihen können.

Material und Methoden

In Schwimmteich-Modellen (Foliengedichtete Holzkisten LxBxH = 1,15m x 0,9m x 0,80m) wurden Kunststoffkisten (LxBxH = 0,80 m x 0,60 m x 0,60 m) als Filterkörper gestellt und mit Filtersubstrat entsprechend der Darstellung unten gefüllt. Eine Variante „Hochmoor“ und eine unbepflanzte Variante wurde bei je 3 verschiedenen Durchströmungsvarianten getestet (4 WH; Wasseranalysen 2 WH).
Versuchseinrichtung: 2007; Auswertung 2008, 2009, 2010; weitere Beobachtung bis 2014.

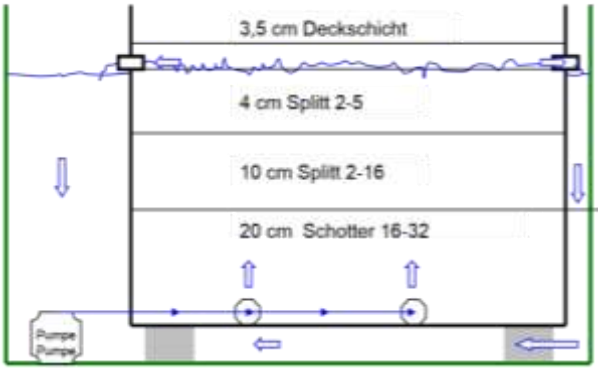


Abb. 1: Aufbau einer Versuchsparzelle

Faktor Vegetation:

1. **Ohne Bepflanzung**
   Filtersubstrat= Kalk+Rhyolith 1:1
   Deckschicht= Splitt 2/8 Kalk+Rhyolith 1:1
2. **„Hochmoor“**
   Filtersubstrat= Rhyolith
   Deckschicht= Weißtorf
   2 Eriophorum vaginatum
   2 Sarracenia purpurea
   2 Erica tetralix
   2 Pogonia ophioglöossoides
   2 Narthecium ossifragum
   2 Vaccinium oxycoccos
   Abstreu mit *Sphagnum palustre*

Faktor Durchflutung:

1. **Nicht aktiv durchströmt:**
   Wandung der Filterkiste perforiert (122 Löcher je 13mm Ø
2. **Von oben nach unten:**
   1500L/m²/Tag; 30min in 30 min-Takt
3. **Von unten nach oben**:
   1500L/m²/Tag; 30min in 30 min-Takt

Prof. Dr. Wolfram Kircher, wokircher@gmx.de; Dr. Andreas Thon, info@ibw-thon.com | Hochschule Anhalt, Bernburg

Ergebnisse und Diskussion

Messwerte im Freiwasser 31. KW 2009 (Spannen der Einzelmessungen)

Variante	P_{tot} / µg/L	NO_3 / mg/L	KH / mmol/L
Ohne Bepflanzung	4,7 – 215,2	< 1	0,4 – 0,8
Hochmoor	23,6 – 288,5	<1 - 4	0,3 – 1,0

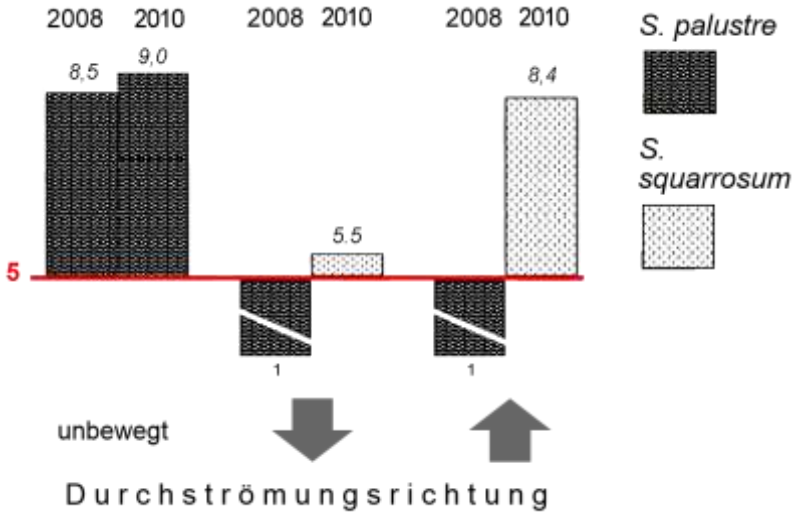


Abb. 2: Vitalität der Sphagnen

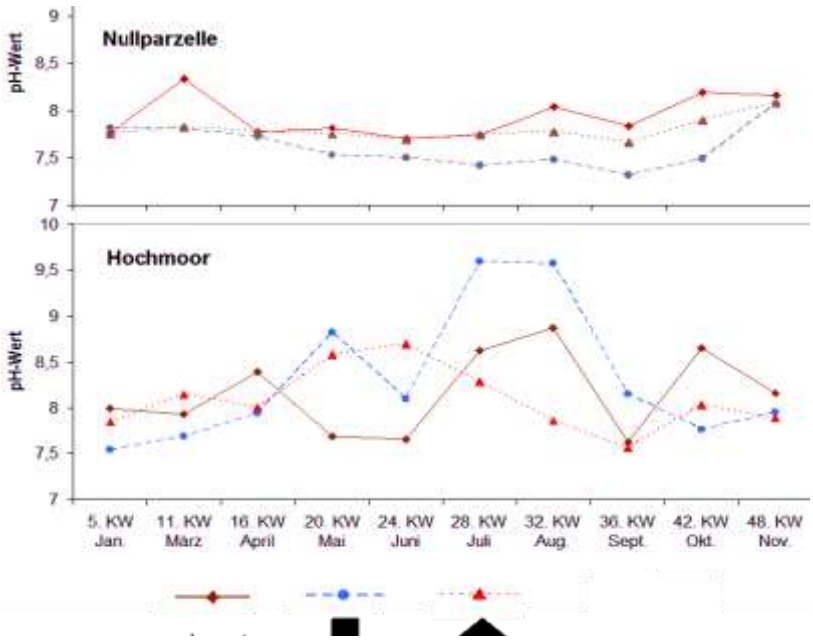


Abb. 3: pH-Verlauf 2008

P_{tot} unterlag starken Schwankungen, der N-gehalt erwartungsgemäß in allen Parzellen extrem niedrig. *Sphagnum palustre* wuchs in der nicht durchströmten Variante rasch zu einer dichten Deckschicht auf. Dagegen starben innerhalb von 3 Wochen die *Sphagnum*-Sprosse auf durchströmten Varianten komplett ab! Es wurden stattdessen *S. squarrosum* – Sprosse aufgebracht. Bis 2009 zeigten diese deutlichen Zuwachs. In der ↓ durchströmten Variante gab es Ausfälle in einigen Parzellen, was den Mittelwert der Vitalitätsbonitur auf 5,5 drückte, und konnten bis 2014 eine stabil aufwachsende Vegetationsdecke ausbilden. Außer *Narthecium ossifragum* und *Erica tetralix* entwickelten sich aller Hochmoorarten sehr gut; *Sarracenia purpurea* insbesondere auf ↑ durchströmten Parzellen. Die erwartete pH-Absenkung im Freiwasser blieb aus, was vermutlich auf eine verringerte Pufferung zurückzuführen ist. In der mit Kalksplitt angereicherten Nullparzelle verhielt sich der pH-Verlauf deutlich weniger extrem. Für Schwimmteiche mit C-Minimierung können *Sphagnum* bepflanzte Randbereiche sehr attraktiv wirken und ermöglichen eine attraktive und ungewöhnliche Pflanzenauswahl.

Schlüssel visuelle Bonitur:
1 = abgestorben
3 = Mängel, Chlorosen
5 = optimal versorgt
7 = leicht überversorgt
9 = wuchernd, verdrängend

Einfluss der Bepflanzung durchströmter Filter von Schwimmteichen auf Verdunstungsverluste und Fadenalgenbesatz

Bauwerksbegrünung, Schwimmteich, Wasserqualität, Substrat, Pflanzengemeinschaft

Zusammenfassung

Mit Arten oligotropher Kalkmoore bepflanzte Filter zeigten den geringsten Bedarf an Nachfüllwasser. Die Fadenalgenbildung im Freiwasser war bei Hochmoorvegetation am niedrigsten.

Problemstellung

In Schwimmteichen lässt sich eine Minimierung des Algenaufkommens durch Limitierung des gelösten Phosphors (P_{tot}) erreichen. Als wesentliche permanente P-Quelle ist das Nachfüllwasser zu sehen, dessen Bedarf von der Verdunstungsrate abhängt. Es empfiehlt sich also eine Bepflanzung vorzunehmen, die eine möglichst geringe Transpiration erwarten lässt. Um hierzu Hinweise zu erhalten, wurden 4 verschiedene Bepflanzungsvarianten (inkl. unbepflanzte Nullparzelle) hinsichtlich des durch sie bewirkten Bedarfes an Nachfüllwasser getestet. Gleichzeitig wurde in den Testmodellen das Aufkommen von Fadenalgen bewertet.

Material und Methoden

In Schwimmteich-Modellen (Foliengedichtete Holzkisten LxBxH = 1,15m x 0,9m x 0,80m) wurden Kunststoffkisten (LxBxH = 0,80 m x 0,60 m x 0,60 m) als Filterkörper gestellt und mit Substrat gefüllt: Gemisch Rhyolith + Kalkschotter 1:1; von unten nach oben: 20 cm Schotter 16/32 - 10 cm Splitt 2/16 - 4 cm Splitt 2/5 – 3,5 cm Deckschicht (DS - s.u.). 3 verschiedene Bepflanzungs- und 3 verschiedene Durchströmungsvarianten wurden getestet (4 WH; je Kiste 2 WH).
Versuchseinrichtung: 2007; Auswertung 2009; weitere Beobachtung bis 2014.

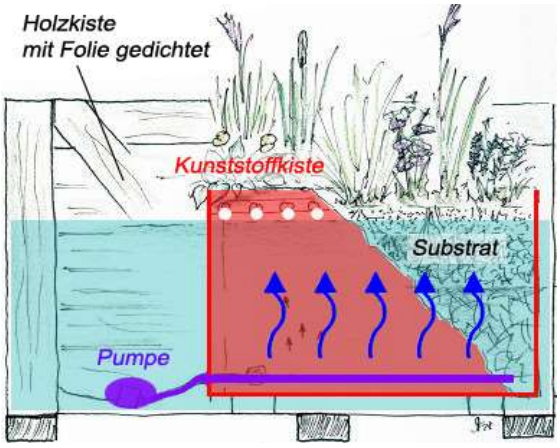


Abb. 1: Aufbau der Versuchsparzelle

Faktor Vegetation:

1. **Ohne Bepflanzung**
   Deckschicht DS=Splitt 2/8
2. **Konventionelle Bepflanzung**
   DS= Sand+Einheitserde 1:1
   Acorus cal., Carex elata, Myosotis pal., Mentha cervina, Typha shuttleworthii, Lythrum salic., Iris pseudacorus, Caltha palustris
3. **Kalkmoor** DS=Sand+Torf 1:1
   Allium suaveolens, Eriophorum latifolium, Carex viridula, C. davalliana, Epipactis pal., Dactylorhiza Hybr.
4. **„Hochmoor“**
   Filersubstrat (FS) = Rhyolith
   Deckschicht (DS) = Weißtorf
   7 Arten: *Eriophorum vaginatum, Sarracenia purpurea, Erica tetralix, Pogonia ophioglossoides, Narthecium ossifragum, Vaccinium oxycoccos, Sphagnum* spec.

Faktor Durchflutung:

1. **Nicht aktiv durchströmt:**
   Wandung der Filterkiste perforiert (122 Löcher je 13mm Ø
2. **Von oben nach unten:**
   1500L/m²/Tag; 30min in 30 min-Takt
3. **Von unten nach oben**:
   1500L/m²/Tag; 30min in 30 min-Takt

Prof. Dr. Wolfram Kircher, wokircher@gmx.de; Dr. Andreas Thon, info@ibw-thon.com | Hochschule Anhalt, Bernburg

Einfluss der Bepflanzung durchströmter Filter von Schwimmteichen auf Verdunstungsverluste und Fadenalgenbesatz

Bauwerksbegrünung, Schwimmteich, Wasserqualität, Substrat, Pflanzengemeinschaft

Ergebnisse und Diskussion

Auf den Hochmoor-Parzellen hatten sich schnell geschlossene Decken von *Sphagnum* Moos gebildet. Diese Parzellen verdunsteten mehr Wasser als die in 2009 noch relativ gut entwickelten „konventionellen" Varianten - später ging die Wüchsigkeit und Vitalität dieser Parzellen deutlich zurück. Die Verdunstungsrate der Kalkmoorarten lag nur wenig über der der unbepflanzten Parzellen. Bezüglich der Durchflutungsrichtung waren die Unterschiede weniger auffällig, jedoch lag der Nachfüllbedarf der ↑ durchströmten signifikant über dem der nicht aktiv durchströmten Parzellen.

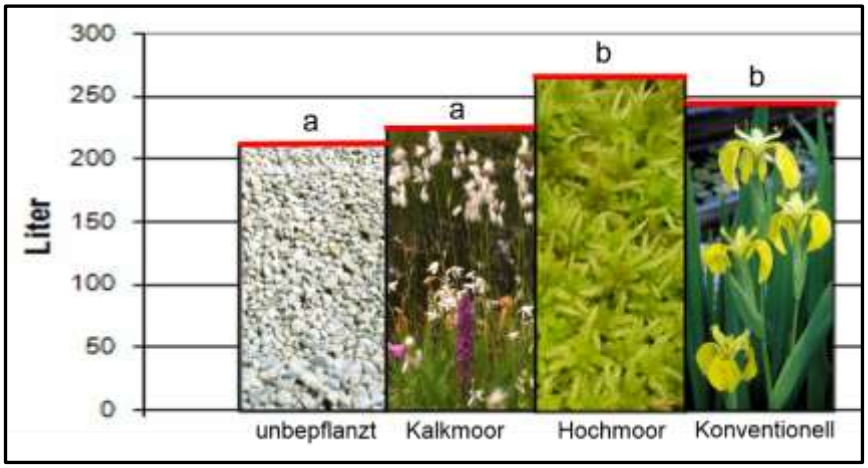


Abb. 2: Nachfüllwasser-Bedarf 2009; verschiedene Buchstaben zeigen signifikant unterschiedliche Ergebnisse (T-Test; α= 0,5)

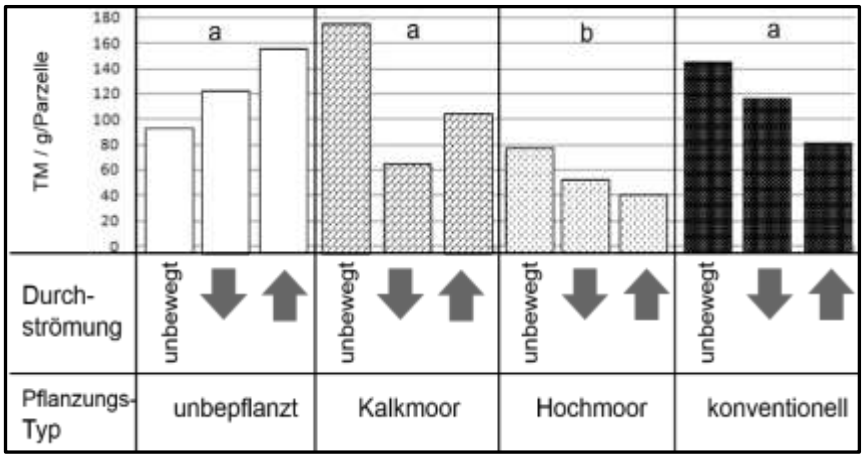


Abb. 3: Fadenalgen Trockenmasse 2009; verschiedene Buchstaben zeigen signifikant unterschiedliche Ergebnisse (T-Test; α= 0,5)

Die im Verlauf des Jahres 2009 akkumulierte Fadenalgen-Trockenmasse lag bei der Hochmoor-Variante am niedrigsten, aber auch die von oben nach unten durchströmte Kalkmoorvariante lag hier in ähnlichem Niveau.

In Schwimmteichen mit Biofilm aufbauenden Substratfiltern (FLL 2011) werden meist P-minimierte Systeme angestrebt, die bei hoher Wasserhärte und pH um 8,4 am effizientesten erreichbar sind (ÖNORM 2013). Es empfiehlt sich hier Filterkörper, deren Oberfläche den Wasserspiegel leicht überragen, mit kleinwüchsigen Arten der oligotrophen Kalkmoore zu bepflanzen. Neben der geringen Verdunstung dürfte auch die Durchwurzelung kaum Probleme mit der notwendigen gleichmäßigen Durchströmung verursachen, was aber noch konkreter zu untersuchen wäre.

Prof. Dr. Wolfram Kircher, wokircher@gmx.de; Dr. Andreas Thon, info@ibw-thon.com | Hochschule Anhalt, Bernburg

Nährstoffeintrag in Teiche durch Falllaub

Bauwerksbegrünung, Schwimmteich, Wasserqualität, , Gehölze

Zusammenfassung

Falllaub verschiedener Gehölzarten wurde auf sein Potential untersucht, Phosphor und andere Nährstoffe in Teiche einzutragen. Besonders bedenklich erscheinen Corylus avellana und Catalpa bignonioides, die sehr hohe Phosphor-Gehalte im Wasser bewirkten.

Problemstellung

Größere Gehölze in der Nähe von Wasseranlagen, insbesondere von Schwimmteichen, werden meist kritisch gesehen, da ein erheblicher Eintrag von Nährstoffen, insbesondere Phosphor, in den Teich befürchtet wird. Der tatsächlich zu erwartende Eintrag sollte in einem Versuch ermittelt werden.

Material und Methoden

Es wurden 6 Gehölzarten getestet: *Syringa vulgaris, Catalpa bignonioides, Quercus robur, Corylus avellana, Acer ginnala* und *Pinus sylvestris*. Die erstgenannten 5 Laubgehölze wuchsen auf kalkhaltigen Schwarzerde-Böden im Raum Bernburg. *Pinus sylvestris* auf armem, saurem Sandboden bei Magdeburg (Gommern). Es wurde von 100 kg Laubeintrag pro Baum und Jahr in einen Teich mit 50 m³ Wasservolumen ausgegangen (ICU, 2011); dies entspricht etwa 20 g Laub pro 10 Liter Wasser. Im Versuch sollte dies etwas überschritten werden, um deutliche Unterschiede in den Ergebnissen zu erzielen.

Das Laub wurde im Oktober 2012 aufgesammelt und je 30 g (luftgetrocknetes Material) in Eimer mit 10 L Wasser eingelegt (3 WH). Diese wurden unter Schutz vor Niederschlägen bis Mai 2013 im Freien aufgestellt. Verdunstetes Wasser wurde nachgefüllt.

Für Analysen der Blätter selbst wurden diese im Trockenofen nachgetrocknet.

Ergebnisse und Diskussion

Tab. 1: Messwerte Laub vom Herbst 2012

Art	g P/kg Laub	C in %	N in %	C/N
Corylus avellana	2,96	42,20	0,99	42,6
Catalpa bignonioides	2,52	43,64	1,26	34,6
Quercus robur	1,52	45,74	0,88	52,0
Acer ginnala	1,51	43,52	1,11	39,2
Syringa vulgaris	1,45	40,39	1,19	33,9
Pinus sylvestris	0,51	48,98	0,59	83,0

Erwartungsgemäß ist das C:N-Verhältnis bei den nicht-färbenden *Syringa*- und *Catalpa*-Blättern am niedrigsten und bei den Nadeln von *Pinus* am höchsten. Auffällig sind die sehr hohen P-Werte von *Corylus* und *Catalpa*.

Prof. Dr. Wolfram Kircher, wokircher@gmx.de |
Hochschule Anhalt, Bernburg

Tab. 2: Wasseranalysen im Mai 2013; in der Tabelle sind jeweils die Unterschiede zu den Werten des verwendeten Füllwassers (Leitungswasser Bernburg; Herkunft: Rappbodetalsperre, Harz) angegeben

	Mg mg/l	Ca mg/l	GH °dH	P_{tot} mg/l	pH	Nitrat mg/l
Füllwasser (ohne Laub)	**3,3**	**21,8**	**3,8**	**0,001**	**7,8**	**5,9**
Corylus avellana	+ 6,0	+ 16,9	+ 3,8	+ 4,9	- 0,7	- 5,8
Catalpa bign.	+ 6,4	+ 38,7	+ 6,9	+ 2,0	- 0,8	- 5,7
Quercus robur	+ 1,9	+ 0,2	+ 0,5	+ 1,8	- 0,9	- 4,4
Acer ginnala	+ 4,6	+ 4,7	+ 1,7	+ 0,9	- 1,2	- 5,8
Syringa vulgaris	+ 6,2	+ 35,8	+ 6,4	+ 0,7	- 1,0	- 5,8
Pinus sylvestris	+ 1,2	+ 5,1	+ 1,0	+ 0,1	- 0,8	- 5,1

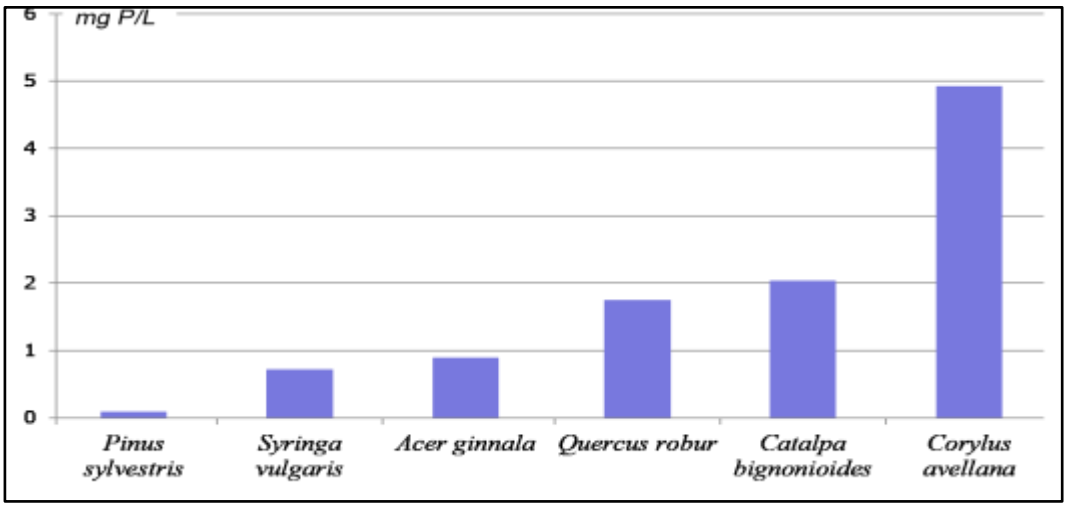


Abb. 1: Gesamt-P-Gehalt im Wasser bei den verschiedenen eingelegten Laub-Arten; Mai 2013

Der durch *Corylus avellana* – Laub eingetragene lösliche Phosphor betrug über das doppelte dessen von *Catalpa*. Da bei *Catalpa* jedoch die Messwerte der 3 WH extrem schwankten ist hier ein Fehler nicht auszuschließen. Bei allen Gehölzen kam es zu einer Anhebung der Wasserhärte, aber zu einer Senkung des pH-Wertes. In jedem Falle wurde das Wasser bräunlich verfärbt. Die Nitrat-Werte lagen sogar unterhalb der Gehalte des Füllwassers, was auf die durch die organische Substanz erhöhte Denitrifikation zurückgeführt wird.

In der Nähe von Teichanlagen sind *Corylus avellana* und *Catalpa bignonioides*, aber auch *Quercus robur* bezüglich des P-Eintrages bedenklich. *Pinus sylvestris* dagegen bewirkt eine kaum relevante Erhöhung des P-Gehaltes. Die jeweilige Zusammensetzung des Laubes hängt jedoch auch stark von den Standortgegebenheiten ab!

Ersatzgehölzarten für Buxus unter kontinentaler Standortsituation

Gehölze, Hecken, Pflanzenverwendung

Zusammenfassung

An der Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau in Erfurt werden gegenwärtig verschiedene immergrüne Laubgehölzarten sowie Nadelgehölze als Buchsbaum-Ersatzgehölzarten für die Verwendung als Einfassungshecke unter vollsonnigen, kontinental geprägten Standortbedingungen getestet. Aufgrund mangelnder Winterhärte kommen für diese Standortsituation nur wenige Gehölzarten und -sorten in Frage. Vielversprechend sind bislang einige Beberitzen-Arten und -Sorten. Auch die Eiben- und Lebensbaum-Sorten Thuja occidentalis 'Mecki' und Taxus baccata 'Kleiner Grüner' haben sich bislang bewährt. Alle getesteten Arten und Sorten haben jedoch gegenüber dem Buchsbaum verschiedene Nachteile, so dass ein kompletter Buchsbaumersatz in naher Zukunft nicht möglich erscheint.

Problemstellung

Welche Gehölze lassen sich auf einem vollsonnigen Standort unter kontinentalen Standortbedingungen als Alternative für den Buchsbaum für geschnittene Einfassungshecken verwenden?

Sowohl in der traditionellen Pflanzenverwendung als auch in der modernen Gartenkultur kommt dem Buchsbaum eine zentrale Bedeutung zu. Die Vielseitigkeit seiner Einsatzmöglichkeiten ist in seinen Eigenschaften begründet. Neben der guten Schnittverträglichkeit zeichnet sich Buchs insbesondere durch seine breite Standortamplitude aus. Er verträgt Sonne bis Schatten, ist wärmeliebend und hitzeverträglich, er verträgt Luft- und Bodentrockenheit sowie schwach saure bis alkalische Böden. Vorausgesetzt er wächst auf nicht zu schweren Böden, ist er auch gut frosthart. Insbesondere im öffentlichen Grün gibt es jedoch zunehmend Probleme am Buchsbaum durch das Buchsbaumsterben, hervorgerufen durch den Pilz *Cylindrocladium buxicola*, sowie durch den Buchsbaumzünsler, der aus Süddeutschland kommend sich immer weiter nach Norden ausbreitet. Obwohl ein vollständiger Ersatz vom Buchsbaum durch andere Gehölzarten nicht sinnvoll und machbar ist, muss für bestimmte Standorte überlegt werden, ob nicht die Verwendung einer alternativen Gehölzart als Einfassungshecke beziehungsweise als geschnittene Blockpflanzung sinnvoll ist. Für sonnige, halbschattige Standorte mit einem frischen bis feuchten Boden in wintermilden Regionen ist die Japanische Hülse (*Ilex crenata*) als Buchsersatzgehölzart geeignet. In der vorliegenden Untersuchung sollte jedoch geprüft werden, welche Gehölzarten auf einem vollsonnigen, insbesondere der Wintersonne ausgesetzten Standort unter kontinentalen Klimabedingungen, die durch Luft- und Bodentrockenheit im Sommer sowie durch niedrige Temperaturen im Winter gekennzeichnet sind, eingesetzt werden können.

Material und Methoden

Die Pflanzung der Gehölze erfolgte im Frühjahr und Herbst 2012 sowie im Herbst 2013 (*Ilex aquifolium* 'Heckenzwerg') auf dem Gelände der LVG in Erfurt. Als Pflanzware wurden zwei- bis dreijährige Jungpflanzen verwendet. Der Standort ist durch eine offene Lage, kontinentales Klima sowie einen leicht alkalischen, schweren Boden (pH-Wert 7,2 – 7,3) charakterisiert. Bezüglich der Witterung waren die Winter im bisherigen Untersuchungszeitraum durch einen relativ milden Verlauf gekennzeichnet (Minimumtemperatur im Winter 2012/2013: - 15 °C; im Winter 2013/2014: - 9 °C; im Winter 2014/2015 – 8 °C). Lediglich durch Spätfrost im April 2014 sind einzelne Gehölzschäden aufgetreten.

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

Ergebnisse und Diskussion

Ein kompletter Pflanzenausfall ist bislang nicht aufgetreten. Lediglich in einer Vorsichtung kam es bei Euonymus japonicus zu einem Totalausfall der Gehölze. Auch die *Ilex* x *meservae*-Sorten Heckenpracht', 'Heckenstar' und 'Heckenfee' zeigten an der LVG ausgeprägte Winterschäden und sind für die entsprechende Standortsituation daher nicht vorbehaltlos zu empfehlen. Sie wurden demnach nicht in die Versuchsanlage mit aufgenommen.

Als Referenzgehölzart wurde *Buxus microphylla* 'Herrenhausen' gepflanzt. Die Sorte gilt als weitgehend resistent gegenüber *Cylindrocladium*. Allerdings bestätigte sich in dem Versuch die hohe Frost- und Sonnenbrandanfälligkeit der Sorte (s. Tab. 1). Die Sorte ist daher für vollsonnige Standorte mit intensiver Wintersonne nicht empfehlenswert.

Trotz des erst kurzen Versuchszeitraumes und der relativ milden Wintertemperaturen lassen die ersten, vorläufigen Ergebnisse einige Tendenzen erkennen: Für die beschriebene Standortsituation sind die *Lonicera*-Arten und –Sorten *Lonicera nitida* 'Maigrün' und *Lonicera pileata* 'Moos Green' aufgrund einer nicht ausreichend hohen Winterhärte nicht geeignet. Erschwerend kommen bei diesen beiden Pflanzenarten die zusätzlich erhöhten Aufwendungen für den Schnitt hinzu. Auch die Berberitzen-Art *Berberis hookeri* besitzt eine nicht ausreichende Winterhärte, um als Buchsersatzgehölzart unter schwierigen Standortbedingungen eingesetzt werden zu können. Neben einer starken Bedornung kommt bei dieser Pflanzenart das relativ große Blatt als Nachteil hinzu, wodurch der Schnitt keine gleichmäßigen Hecken ergibt. Auch die Buchsbaumblättrige Berberitze *Berberis buxifolia* 'Nana', die häufig als Ersatz für *Buxus* empfohlen wird, überzeugte bislang nicht. Obwohl die Pflanzen bisher keine Triebschäden im Winter aufwiesen, wurden die Blätter im Winter 2012/2013 stark geschädigt und komplett abgeworfen und es konnte daher nicht die Wirkung einer immergrünen Gehölzart erzielt werden. Einen ausgesprochen geringen Höhenzuwachs wies die normalerweise als Bodendecker eingesetzte Dicknarbe *Paxistima canbyi* auf. Zusätzlich an einzelnen Pflanzen aufgetretene Chlorosen, die vermutlich mit dem schweren Boden mit erhöhtem pH-Wert in Zusammenhang stehen, lassen es unwahrscheinlich erscheinen, dass sich diese Gehölzart unter den gegebenen Bedingungen als Buchsbaum-Ersatzgehölzart eignet.

Bislang positiv präsentieren sich dagegen die Beritzen-Arten und -Sorten *Berberis candidula* 'Jytte' (straff aufrechter Wuchs) sowie die *Berberis frikartii*-Sorten 'Amstelveen' und 'Verrucandi' (gehen mehr in die Breite als 'Jytte'). Bei diesen Gehölzen traten bislang keine Winterschäden auf. Allerdings sind diese durch die starke Bedornung beim Schnitt deutlich unangenehmer zu handhaben als der Buchsbaum. Auch treten hier höhere Aufwendungen für den Schnitt auf. Dies erklärt sich durch den stärkeren Wuchs als beim Buchsbaum sowie durch das Hängenbleiben einzelner abgeschnittener Triebe in der Hecke, die von Hand aus der Hecke gezogen werden müssen. Schließlich scheint zumindest bei der Sorte 'Verruncandi' die Neigung zur Ausläuferbildung gegeben zu sein.

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

Tab. 1: Bewertung der getesteten Gehölzarten und -sorten hinsichtlich Winterschäden, Vitalität, Dichte und relativen Schnittaufwand

Gehölzart, -sorte	Winterschäden 2012/13 2013/14 2014/15	Vitalität 2013 2014	Dichte 2013 2014	Relativer Schnitt-aufwand zu *Buxus* (%)
Berberis buxifolia 'Nana'	7 1 1	7 7	5 7	160
Berberis candidula 'Jytte'	1 1 1	6 9	7 7	191
Berberis frikartii 'Amstelveen'	1 1 1	7 9	7 7	180
Berberis frikartii 'Verrucandi'	1 1 1	7 9	7 7	176
Berberis hookeri	5 3 1	7 7	5 7	169
Buxus microphylla 'Herrenhausen'	5 7 3	3 [1)] – 5 7	7 7	100
Euonymus fortunei 'Emerald Gaity'	1 1 1	5 6	5 7	114
Euonymus fortunei 'Emerald Gold'	3 3 1	7 9	5 5	noch nicht erfasst
Euonymus fortunei 'Silver Queen'	1 1 1	5 9	5 7	109
Ilex aquifolium 'Heckenzwerg'	- 1 1	-- 6	-- 5	noch nicht erfasst
Lonicera nitida 'Maigrün'	6 5 5	9 5	5 5	169
Lonicera pileata 'Moos Green'	6 3 3	7 6	5 7	149
Paxistima canbyi	3 5 1	5 3	7 7	75

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

- Fortsetzung -

Gehölzart, -sorte	**Winterschäden 2012/13 2013/14 2014/15**	**Vitalität 2013 2014**	**Dichte 2013 2014**	**Relativer Schnitt-aufwand zu *Buxus* (%)**
Taxus baccata 'Kleiner Grüner'	2 1 1	9 9	9 9	115
Thuja occidentalis 'Mecki'	1 1 1	7 9	7 9	119
	1: fehlend oder sehr gering 3: gering 5: mittel 7: stark 9: sehr stark		1: sehr locker 3: locker 5: mittel 7: dicht 9: sehr dicht	

[1)] Frostschaden nach Frühfrost

Insgesamt positiv zu bewerten sind gegenwärtig ebenfalls die *Euonymus fortunei*-Sorten 'Emerald Gaity' und Silver Queen', wobei die letztere Sorte offensichtlich etwas stärker wüchsig ist als die zuerst genannte Sorte. Beide Sorten haben allerdings nach einer Standzeit von 3 Jahren noch nicht die Zielhöhe der Hecke erreicht. Die neue Sorte 'Heckenzwerg' aus dem *Ilex aquifolium*-Sortiment wurde erst im Herbst 2013 gepflanzt, so dass zu dieser Sorte noch keine konkreten Aussagen möglich sind. In den zurückliegenden Wintern sind jedoch zumindest noch keine Frostschäden aufgetreten.

Taxus baccata 'Kleiner Grüner' als auch *Thuja occidentalis* 'Mecki' konnten durch ihre Standorteignung überzeugen. Nachteilig sind allenfalls die im Winter auftretende Braunverfärbung der *Thuja*-Sorte sowie das sehr dunkelgrüne Erscheinungsbild der *Taxus baccata*-Sorte, wodurch ein insgesamt abweichendes Erscheinungsbild zum Buchsbaum entsteht.

Fazit aus dem Versuch:

Unter den beschriebenen schwierigen Standortbedingungen gibt es nur wenige Gehölzarten, die sich als eine Alternative für geschnittene Buchsbaumhecken anbieten.

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

Ersatzgehölzarten für Buxus unter kontinentaler Standortsituation

Lonicera pileata 'Moos Green'

Euonymus fortunei 'Silver Queen'

Taxus baccata 'Kleiner Grüner'

Thuja occidentalis 'Mecki'

Berberis candidula 'Jytte'

Berberis frikartii 'Amstelveen'

Abb. 1: Erscheinungsbild einiger Ersatzgehölzarten für den Buchsbaum

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

Ansaat von Staudenmischungen für das öffentliche Grün

Stauden, Sommerblumen, Ansaat

Zusammenfassung

Die Abteilung Landespflege experimentiert seit fünf Jahren mit Ansaatmischungen aus ein-, zwei- und mehrjährigen Arten. Aufgrund geringer Mittel für öffentliche Bereiche sind speziell dort, wo Stauden- und Gehölzpflanzungen zu kostenintensiv sind, Saatmischungen gefragt, die sich vor allem durch farbintensive Arten auszeichnen und damit eine hohe Attraktivität erzielen. Inzwischen bietet auch der Saatguthandel hierfür Mischungen an, die in einem Folgeversuch mit LWG-Mischungen vergleichen 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. Ein Parallelversuch läuft an der LVG Erfurt. 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, sodass im Jahre 2014 ein weiterer Versuch mit sechs eigenen und acht Fremdmischungen angelegt wurde. Die Artenzahl der aktuellen LWG-Mischungen und deren Herkunft sind in Tabelle 1 zusammengefasst.
In der Höhe variiert der Aufwuchs jeweils zwischen 60 cm und ca. einem Meter, nach einem Sommerschnitt bleibt der zweite Flor mit 30 bis 60 cm deutlich niedriger. Neben der optischen Erscheinung, die alle drei bis vier Wochen von 10 Bewertern beurteilt wird, werden regelmäßig die blühenden Arten, Dauer- bzw. Samenunkräuter sowie die Zeiten für Pflege und Mahd erfasst.

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

Tab. 1: Anzahl und Zusammensetzung der Arten in den mehrjährigen Mischungen der LWG

Name der Mischung	**Anzahl Arten**	**Anteil Arten**	**Anteil einjähriger Arten**		**Anteil zweijähriger Arten**		**Anteil mehrjähriger Arten**	
Veitshöchheimer	gesamt	heimisch	gesamt	heimisch	gesamt	heimisch	gesamt	heimisch
…Blau-Gelb	43	32	15	5	4	4	24	23
…Gelb-Rot	48	30	17	4	4	4	27	22
…Rosa-Lila	50	31	14	2	6	4	30	25
…Bunt	49	33	18	4	5	5	26	24
…Niedrig	44	30	20	6	0	0	24	24
…Duft	33	17	12	2	4	3	17	12

Ergebnisse und Diskussion

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die Attraktivität der bunten sowie der rosa-lila farbenen Mischung bisher im ersten Jahr am höchsten war. Bei allen anderen Mischungen nimmt die Optik mit der Entwicklung der ausdauernden Arten weiter zu. In allen Jahren blühten in den verschiedenen Mischungen zwischen acht und fünfzehn Arten gleichzeitig, wobei die mehrjährigen Arten mit den Jahren anteilsmäßig zunahmen. Im Juni sind die Bestände, übers Jahr gesehen, am Attraktivsten. Die gelb-rote Mischung zeichnet sich durch eine große und lang anhaltende Leuchtkraft aus und eignet sich am besten für fernwirksame Flächen, z.B. im Verkehrsbegleitgrün. Die blau-gelbe Mischung zeigt auch im fünften Jahr noch Entwicklungspotential und wirkt mit ihren Farben vor allem in der Nähe. Die drei Salbeiarten (*Salvia pratense, Salvia nemorosa* und *Salvia verticillata*) sowie das aufrechte Fingerkraut (*Potentilla recta*) und der aufrechte Ziest (*Stachys recta*) sind beständige Farbträger und Insektenmagnete. Bart-Nelken (*Dianthus barbatus*) sorgen in der bunten Mischung sowie in einer speziellen Duftmischung für außergewöhnliche Farb- und Duft-Effekte. Die Mischung Rosa-Lila ist für besondere Farbbedürfnisse konzipiert. Sie hat mit Flockenblumen (*Scabiosa jacea*) und Kronwicken (*Securigera varia*) eine eher „wiesenartige“ Erscheinung, aber auch einiges für Blütenbesucher zu bieten. Die rote Lichtnelke (*Silene dioica*) garantiert durch ihre schnelle Regenerationsfähigkeit bereits zwei bis drei Wochen nach dem ersten Rückschnitt eine sichere Nachblüte. Alle Mischungen zeichnen sich durch besondere Insektennährpflanzen aus und versorgen Honig- und Wildbienen mit ausreichend Nektar und Pollen.

Im Ansaatjahr sind die Bestände bereits im Oktober abzumähen, um die Entwicklung der zwei- und mehrjährigen Arten zu fördern. Ab dem zweiten Standjahr erhalten die mehrjährigen Mischungen einen Sommerschnitt Ende Juni/Anfang Juli, der mit Balkenmäher oder Freischneider ausgeführt werden kann. Die Schnitthöhe beträgt 5 bis 10 cm. Der genaue Zeitpunkt kann mittels spezifischer Indikatorarten für jede Mischung individuell bestimmt werden. So dient z.B. das Blütenende der Färberkamille bei der Gelb-Roten oder die Hauptblüte des Natternkopfes bei der Blau-Gelben als Orientierung. Das Schnittgut ist jeweils zu entfernen. Die Mähgutmenge in den Versuchen betrug je nach Mischung zwischen 0,5 und 1,5 kg/m². Nach zwei bis vier Wochen stellt sich ein Folgeflor ein, der eine geringere Wuchshöhe aufweist und im Spätherbst oder Winter einen zweiten Schnitt erfordert. Eine Düngung ist im Allgemeinen nicht erforderlich.

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

Ansaat von Staudenmischungen für das öffentliche Grün

Stauden, Sommerblumen, Ansaat

Abb. 1: Mehrjährige Mischungen im vierten Standjahr, im Vordergrund die blau-gelbe Mischung

Abb. 2: Die gelb-rote Mischung ist bereits im Handel erhältlich und überzeugt durch ihre Leuchtkraft

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

Die Flächen aus dem aktuellen Versuch mit vergleichbaren handelsüblichen Mischungen der Firmen Saatgutmanufaktur/Küpper, Nova Flore, Herbamadre, Rieger-Hofmann und Knapkon stehen derzeit im zweiten Jahr. Bisher lieferten fast alle Mischungen gute Aspekte. Im ersten Jahr überzeugten besonders die Mischungen der Firmen Saatgut-Manufaktur und Küpper (s. Abb. 3). Im zweiten Standjahr holten die naturnahen Mischungen der Firma Rieger-Hofmann auf. Wie sich die weitere Entwicklung in den Folgejahren präsentiert, bleibt abzuwarten.

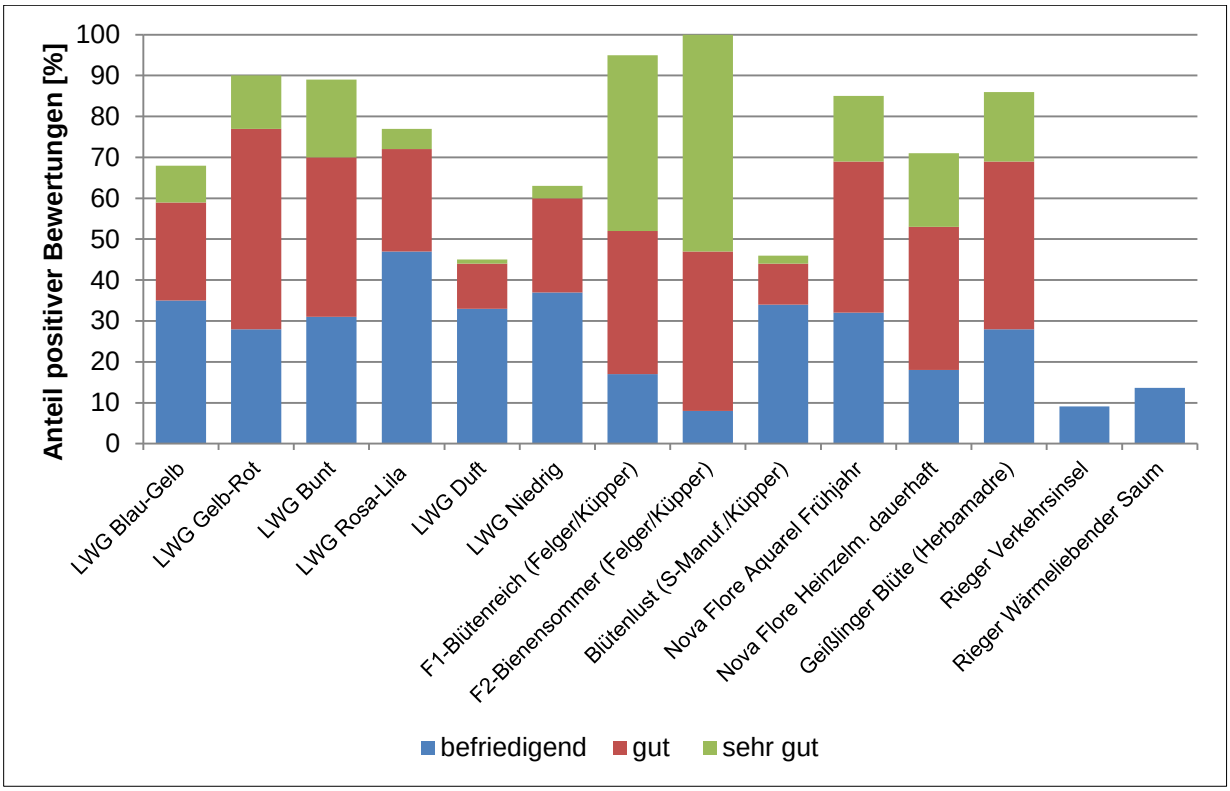


Abb. 3: Visueller Eindruck der Mischungen im Jahr 2014 (Ansaat: 20.5.2014). Dargestellt ist der prozentuale Anteil der Bewertungen: Eindruck befriedigend, gut und sehr gut, bezogen auf 100 Gesamtbewertungen pro Mischung zwischen Juli und Oktober

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. Eine Zusammenstellung und Auswertung der Pflegezeiten erfolgt zu gegebener Zeit.

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

Abgetönte Stammschutzanstriche bei Jungbäumen

Straßenbaum, Schutzvorrichtungen, Hochstamm

Zusammenfassung

Die vorliegenden Versuchsergebnisse zu den abgetönten Stammanstrichen in den Nuancen bräunlich, grünlich gelblich belegen eine ebenso gute Haltbarkeit der Beläge auf der Rinde, wie die der reinweißen Produkte ARBO-FLEX und proagro Baumweiß. Im Vergleich zu den weißen Anstrichen vergrauen die farbigen Anstriche stärker beziehungsweise werden zunehmend dunkler, so dass der Unterschied gegenüber den natürlichen unbehandelten Stämmen abnimmt. Trotz dieser Tatsache waren an allen Versuchsbäumen mit den abgetönten Varianten der Stammschutzfarbe ARBO-FLEX visuell keine Nekrosen nachweisbar. Im Gegensatz dazu wurde die schädigende Wirkung zu dunkler Farben durch eine umfangreiche Rindennekrose im Bereich eines schwarz gestrichenen Stammstücks eindrücklich deutlich. Mit Ausnahme der 3%igen Variante Sandgelb, die der reinweißen optisch am nächsten kam, können die Farbabtönungen nicht als gleichwertige Alternativen empfohlen werden (s. Versuch-Nr. 11).

Problemstellung

An jüngeren Bäumen vieler Arten und ihren Sorten wird seit Jahren eine deutliche Zunahme von Stamm- und Rindenschäden beobachtet. Frisch gepflanzte Hochstämme oder plötzlich freigestellte Bäume sind besonders stark durch thermisch verursachte Rindenschäden gefährdet. Deshalb ist in den letzten Jahren bei Straßenbaum-Neupflanzungen der Einbau eines wirksamen Stamm- und Rindenschutzes obligatorischer Bestandteil von Ausschreibungen und Ausführungen geworden. Entsprechende Empfehlungen enthalten die aktuellen Richtlinien der FLL und der FGSV. Als gute und praktikable Möglichkeiten zur Verhinderung thermischer Rindenschäden haben sich richtig eingebaute variable Matten, beispielsweise aus Schilfrohr, Bambusstäben oder Weidenruten erwiesen. Als Alternative gelten geprüfte weiße Stammanstriche, die trotz des sekundären Dickenwachstums der Bäume dauerhaft haltbar sind und einen Schutzzeitraum von mindestens zehn Jahren ohne Nacharbeiten gewährleisten.

Von Seiten mehrerer Grünflächenämter und Straßenbaubehörden sowie dem landschaftsgärtnerischen Berufsstand besteht seit einiger Zeit vermehrt die Anfrage, ob auch abgetönte Stamm-anstriche die gleiche Schutzwirkung entfalten können, wie rein weiße. Hintergrund sind Diskussionen zur ästhetischen Wirkung der Anstriche, vor allem innerhalb der Bevölkerung. Weiße Baumstämme werden besonders im städtischen Raum oft als störend empfunden. Im Rahmen der Prüfungen von Stammschutzmaterialien und –methoden werden seit Jahren in Quedlinburg auch abgetönte Stammanstriche auf ihre Eignung, Funktionserfüllung und Baumverträglichkeit getestet.

Material und Methoden

Versuchsvorbereitend wurden die so genannten Hydrocolor-Konzentrate (Schilfgrün, Grünbraun, Sandgelb) entsprechend der mengenmäßigen Herstellervorgaben mit dem handelsüblichen Produkt ARBO-FLEX intensiv gemischt, bis gleichmäßig durchgefärbte Abtönungen mit den gewünschten Abstufungen (1%ig, 2%ig, 3%ig, 5%ig und 10%ig) entstanden. Als zusätzliche Vergleichsvarianten dienten je eine intensiv schwarze, dunkelblaue, dunkelgrüne, weinrote und ockergelbe Mischung.

Die Versuchsanlage entstand im Herbst 2011 auf einer homogenen Fläche mit gleichartigen geo-ökologischen und meteorologischen Testbedingungen. Die Jungbäume stehen im Abstand von 5 m x 5 m einzeln, wind- und sonnenexponiert. Als Versuchsbäume dienten dreimal verpflanzte und mit Drahtballen gelieferte *Acer platanoides* ´Emerald Queen´ und *Tilia cordata* ´Greenspire´. Die Stammumfänge (STU) lagen bei der Pflanzung zwischen 15,8 cm und 17,6 cm. Alle Testvarianten wurden in vierfacher Wiederholung angelegt, zuzüglich vier

Dr. Axel Schneidewind, axel.schneidewind@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Quedlinburg

Ahorne und vier Linden mit ARBO-FLEX sowie vier Bäume ohne Stammschutz als unbehandelte Kontrollen. Weiterhin wurden an zwei Stämmen unbehandelter Bäume die extra gemischten Farbanstriche (schwarz, dunkelblau, dunkelgrün, weinrot, ockergelb) nacheinander in 20 cm Höhe aufgetragen.

Ergebnisse und Diskussion

Nach drei Vegetationsperioden kann die Haltbarkeit aller Testvarianten, unabhängig von der Farbnuance, der Einmischungskonzentration und der Stammseiten und uneingeschränkt als sehr gut beurteilt werden. In dieser Hinsicht sind die Ergebnisse mit denen von ARBO-FLEX reinweiß gleichzusetzen. Nachdem im ersten Versuchsjahr die prozentualen Mischungsunterschiede innerhalb einer Farbvariante noch gut unterscheidbar waren, wurden diese im weiteren Versuchszeitraum sukzessiv geringer. Im Vergleich zu den gelblichen und grünlichen Abtönvarianten erschienen die bräunlichen Anstriche bei allen Baumarten und Wiederholungen von Beginn an deutlich dunkler, so dass der Unterschied zu den anderen Abtönfarben erkennbar blieb. Trotzdem wirkten alle eingestrichenen Stämme nach drei Jahren immer noch deutlich heller als die unbehandelten Kontrollstämme.

Einen nachweisbaren Einfluss auf das Gesamtbild des Stammschutzes besaß auch die Wuchsstärke der Baumart, ihre Rindenentwicklung und –struktur. Bei den frisch gepflanzten Winter-Linden hatten sich die gemittelten STU bereits nach zwei Vegetationsperioden von 16,5 cm auf 19,7 cm und bei den Spitz-Ahornen von 17,6 cm auf 23,9 cm erhöht. Aufgrund dieser unterschiedlichen Rindenoberflächen-vergrößerungen waren auch die sichtbaren Erscheinungsbilder der Versuchsvarianten entsprechend unterschiedlich. Die Linden wiesen nach zwei Jahren immer noch beinahe geschlossene Schutzanstriche auf. Bei den Spitz-Ahornen entstanden bereits nach einer Vegetationsperiode erste kleinere Dehnungsrisse, die sich von da an gleichmäßig über alle Stammseiten verteilten. Trotz der unterschiedlichen Stammzuwächse zwischen den Baumarten, kam es bei keinem Versuchsbaum mit abgetöntem Anstrich an den kritischen südlichen bis westlichen Stammseiten zu einer sonnenbrandartigen Rindenstrukturen. Die Stämme blieben, im Querschnitt gesehen, kreisrund ohne äußere Auffälligkeiten. Dagegen entstanden bei drei von vier Winter-Linden sowie zwei von vier Spitz-Ahornen mit unbehandelten Stämmen deutliche Rindennekrosen, jeweils an den südwestlichen Stammseiten.

Im schwarz eingestrichenen Stammbereich eines Spitz-Ahorn war bereits zu Beginn des ersten Sommers an der südwestlichen Stammseite auf ganzer Länge des Anstrichs ein streifiges Absterben der Rinde feststellbar. Der eintrocknende Bereich verlor zunehmend seine Dehnfähigkeit, so dass die Rinde sekundär aufriss und das Splintholz freigelegt wurde. Mit der beginnenden seitlichen Überwallung wurde der Schaden im Kambialbereich deutlich. Eine komplette Überwallung fand bisher nicht statt. An der gleichen Stammseite war bei dem darüberliegenden Stammbereich mit dunkelblauem Farbbelag eine zunehmend größer werdende flache Stelle zu beobachten, so dass der Stammquerschnitt nicht mehr kreisrund, sondern immer exzentrischer wurde. Bei den anderen zusätzlichen Abtönungen (dunkelgrün, weinrot, ockergelb) waren diese Rindenabflachungen etwas weniger ausgeprägt. Es handelt sich bei diesem Schadbild um ein subletales Stadium, bei dem zunächst nur der Außenbast geschädigt wird, während Innenbast und Kambium noch funktionsfähig bleiben. Durch Anschneiden dieser Stelle konnten die teilweise abgestorbenen bräunlichen Rindenbereiche sichtbar gemacht werden. Nach fortgesetzter thermischer Belastung kam es zum vollständigen Absterben dieser Rindengewebestelle. Ein späteres kleinflächiges Aufreißen in diesem Stammbereich ist erfahrungsgemäß möglich. Als Vergleich war am gleichen Stamm ein Abschnitt mit der reinweißen Stammschutzfarbe eingestrichen worden, welcher vollkommen unbeschädigt blieb. Bereits diese visuellen Feststellungen veranschaulichen die schädigende Wirkung zu dunkler Farben auf das Rindengewebe, wenn diese direkt auf junge Stämme aufgetragen werden.

Temperaturmessungen unter abgetönten Stammschutzanstrichen

Straßenbaum, Schutzvorrichtungen, Baumpflege

Zusammenfassung

Die vorliegenden Versuchsergebnisse untermauern die temperaturmindernde und –ausgleichende Wirkung der Produkte ARBO-FLEX und proagro Baumweiß. Beide sind bei fachgerechter Anwendung ein wirksamer Stammanstrich. Aufgrund der ermittelten Temperaturverläufe im Rindengewebe der Versuchsbäume müssen die abgetönten Testvarianten insgesamt schlechter beurteilt werden. Die gemessenen Temperaturen lagen vielfach deutlich über denen des reinweißen Schutzanstrichs, so dass von einem zeitweilig erhöhten Stress für die Bäume auszugehen ist. Die abgetönten Farbvarianten können deshalb nicht als gleichwertige Alternativen gegenüber reinweißen Stammschutzanstrichen empfohlen werden. Darüber hinaus wurde durch die Auswertung der umfangreichen Gewebetemperatur-Messungen der Nachweis erbracht, dass die gewünschte thermische Schutzwirkung für das junge Rindengewebe bei allen Anstrichen sukzessiv abnimmt, aber, vor allem bei den reinweißen Schutzanstrichen, nicht verlorengeht. Im Gegenzug wird damit den Jungbäumen die Möglichkeit gegeben, sich allmählich an die herrschenden Temperaturverläufe am Endstandort anzupassen. Dies geschieht durch das jährlich zunehmende Dickenwachstum der Rinde und später durch die einsetzende Borkenbildung.

Problemstellung

In einem mehrjährigen Versuch sollen durch kontinuierliche Temperaturmessungen im Rindengewebe unter verschieden abgetönten Stammschutzanstrichen beziehungsweise ohne Stammanstrich an Ahorn und Linden die thermischen Belastungen für diese Jungbäume untersucht werden. Ziel ist es, durch gesicherte Ergebnisse die Wirksamkeit dieser Stammanstriche als geeigneter oder kritisch zu bewertender Stammschutz zu charakterisieren.

Material und Methoden

Die Versuchsanlage entstand im Herbst 2011 auf einer homogenen Fläche mit gleichartigen geo-ökologischen und meteorologischen Testbedingungen. Die Jungbäume stehen im Abstand von 5 m x 5 m einzeln, wind- und sonnenexponiert. Als Versuchsbäume dienten dreimal verpflanzte und mit Drahtballen gelieferte *Acer platanoides* ´Emerald Queen´ und *Tilia cordata* ´Greenspire´ (STU 16/18). Alle Testvarianten wurden in vierfacher Wiederholung angelegt, zuzüglich vier Ahorne und vier Linden mit ARBO-FLEX sowie vier Bäume ohne Stammschutz als unbehandelte Kontrollen. Weiterhin wurden an zwei Stämmen unbehandelter Bäume die extra gemischten Farbanstriche (schwarz, dunkelblau, dunkelgrün, weinrot, ockergelb) nacheinander in 20cm Höhe aufgetragen.

Um die kontinuierlichen Temperaturmessungen im Rindengewebe unter verschiedenen Stammfarben beziehungsweise an unbehandelten Stämmen durchführen zu können, wurde auf dem Prüffeld eine zentrale Datenlogger-Station mit 128 Messanschlüssen errichtet. Von dieser Station aus erfolgte mit Hilfe von wasserdichten Schutzrohren die Verkabelung zu jedem einzelnen Versuchsbaum. An den Hochstämmen wurden jeweils an den südlichen (Kompass bei 180°) und westlichen Stammseiten (270°) in 30cm und 100cm Höhe keilförmige Schnitte durch die Rinde, ähnlich wie bei einer Veredelung, gesetzt und die sehr dünnen Messzuleitungen mit den 0,5mm starken Messfühlern zwischen dem leicht abgelösten Rindengewebe und dem Splintholz geschoben. Abschließend erfolgte ein Verstreichen der Schnittstelle mit Baumwachs. Inzwischen sind die leicht verletzten Rindenbereiche vollkommen überwallt und die Messfühler eingewachsen.

Dr. Axel Schneidewind, axel.schneidewind@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Quedlinburg

Ergebnisse und Diskussion

Grundsätzlich interessant waren die gemessenen Temperaturen während der Zeit von Hochdruck-Wetterlagen, sowohl im Winter, als auch in der Vegetationsperiode, die häufig mehrere Tage oder sogar Wochen andauern können. An allen anderen Tagen unterschieden sich die Temperaturverläufe nur marginal voneinander und sind damit zu vernachlässigen. Die Temperaturdifferenzen zwischen den Messorten in 30m und 100cm Stammhöhe an gleichen Stammseiten und Bäumen waren entweder identisch oder wichen nur sehr gering voneinander ab. Auch die verwendeten Versuchsbaumarten Spitz-Ahorn und Winter-Linde erbrachten an analogen Messpunkten nur unwesentliche Messwertdifferenzen. Daraus ist abzuleiten, dass sich eine gleichmäßig dicke Farbschicht auf den behandelten Stämmen wesentlich stärker auf die Gewebetemperatur auswirkt, als die baumartenabhängige natürliche Rindenstärke und –struktur von Jungbäumen.

Zur Auswertung aller Messreihen wurden zunächst die statistischen Mittelwerte pro Versuchsvariante berechnet. Danach kann grundsätzlich festgestellt werden, dass die Rindentemperaturen unter der reinweißen Stammschutzfarbe ARBO-FLEX am niedrigsten und damit am besten zu bewerten sind. Durch die weißen Anstriche wurden während strahlungsintensiver Wintertage häufig Gewebetemperaturen über 0°C vermieden oder nur wenig überschritten, so dass es an diesen kritischen Tagen nur selten zum Auftauen gefrorener Stämme an der Südseite kommen konnte. Bei allen anderen Abtönvarianten wurden an Wintertagen mit Dauerfrost während der Mittagsstunden Temperaturen von durchschnittlich zwischen 6°C (Sandgelb 3%ig) und 9°C (Grünbraun 3%ig) gemessen, an den unbehandelten Stämmen vereinzelt sogar bis zu 14,3°C. Der mehrmalige Wechsel des Gefrierens und Auftauens partieller Bereiche zwischen Tag und Nacht beziehungsweise zwischen besonnten und nicht besonnten Stammseiten ist nachgewiesenermaßen die Hauptursache für echte Frostrisse.

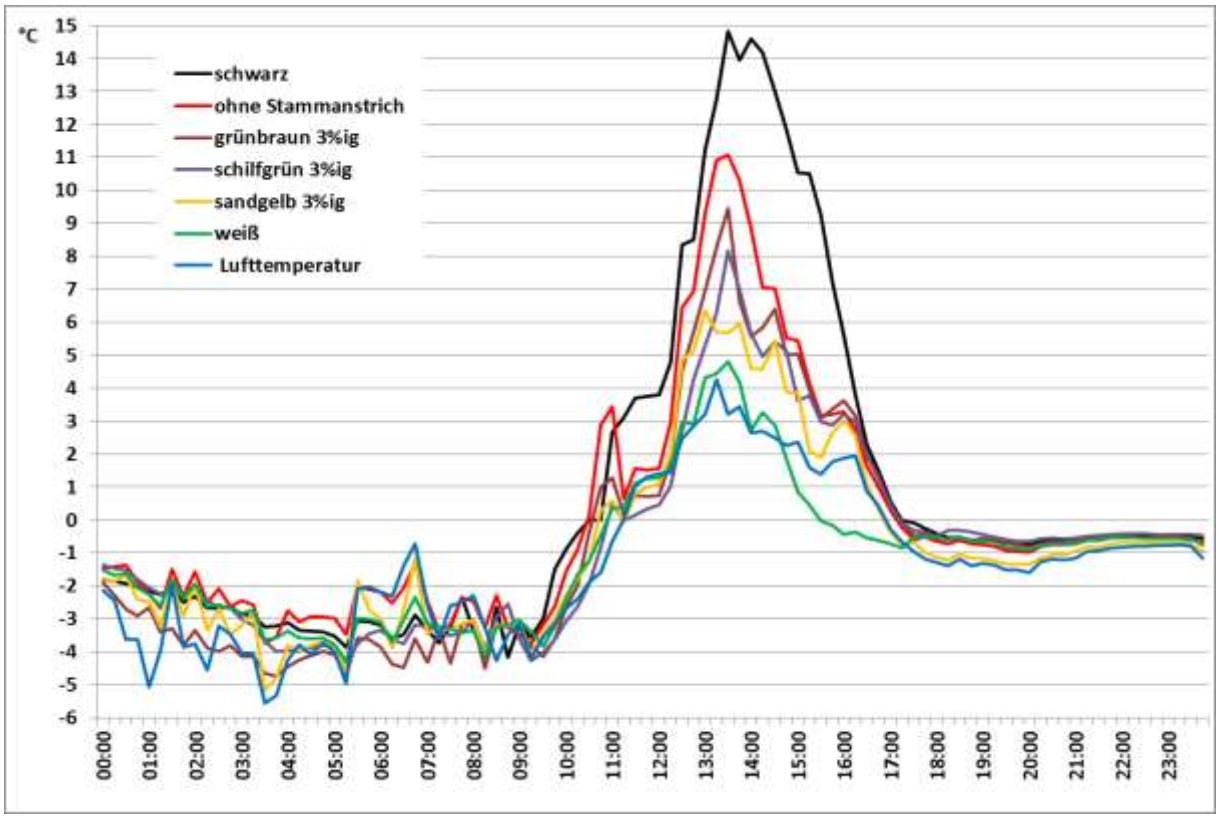


Abb. 1: Gewebetemperaturen am 28.01.14 an Stammsüdseiten

Während sommerlicher Hochdruck-Wetterlagen wurden die Vorteile der weißen Stammschutzfarbe besonders deutlich. Im Vergleich zu den herrschenden Lufttemperaturen (bis zu 37,6°C) lagen die höchsten Gewebetemperaturen unter reinweißen Anstrichen um bis zu 7°C niedriger.

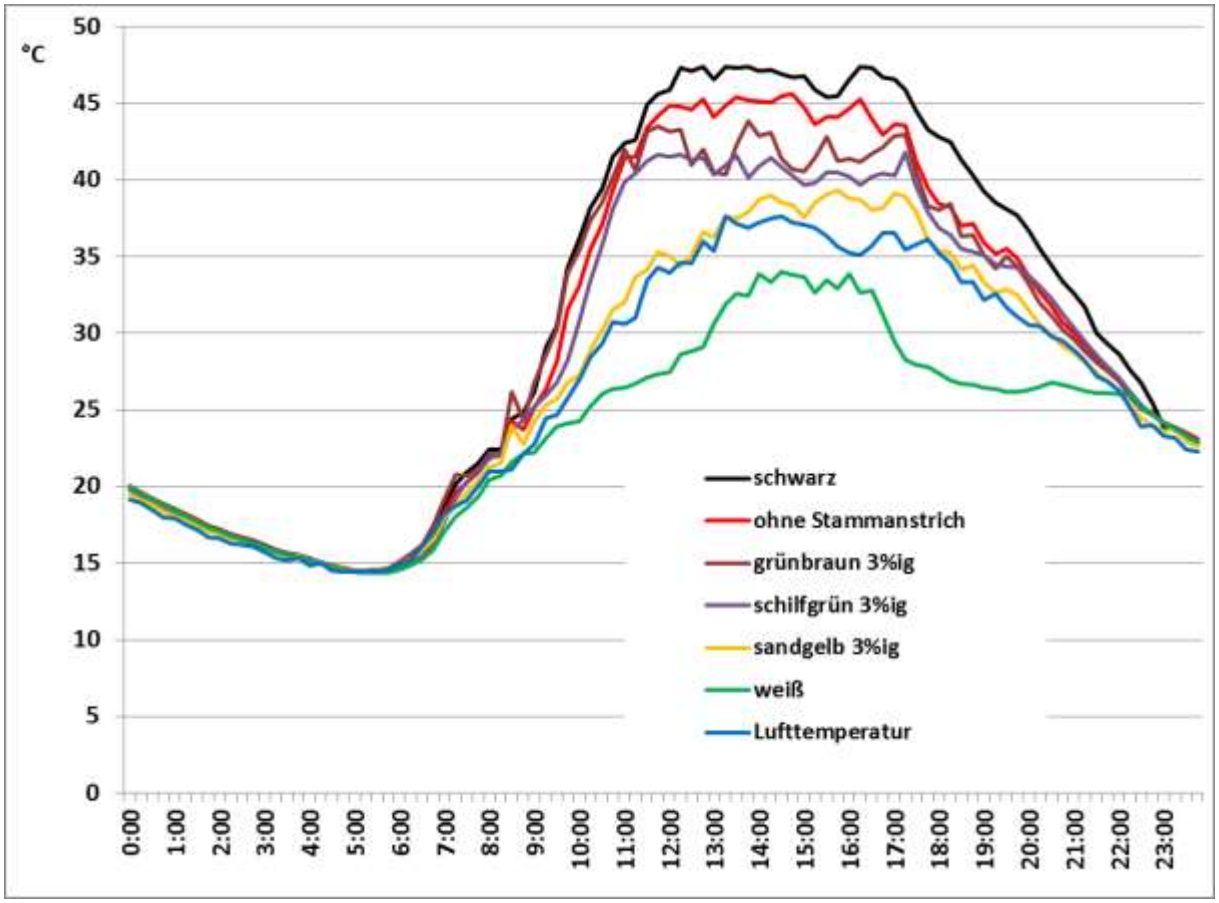


Abb. 2: Gewebetemperaturen am 20.07.14 an Stammsüdseiten

Zu gleichen Messzeitpunkten innerhalb der Vegetationsperiode wirkten unter den Abtönvarianten deutlich höhere Temperaturen. An einigen Tagen wurden bei Sandgelb 3%ig im Vergleich zu den Lufttemperaturen sehr ähnliche Werte und Temperaturverläufe nachgewiesen, während zu gleichen Zeiten bei den 3%igen Varianten von Schilfgrün und Grünbraun um 8°C bis 10°C höhere Werte auftraten und dieses Temperaturniveau von mehr als 40°C über sechs Stunden anhielt. An markanten Frühlings- und Herbsttagen wurden vereinzelt für zwei bis drei Stunden am Tag Gewebetemperaturen bis annähernd 40°C gemessen.
Im Vergleich der Abtönfarben haben demzufolge die sandgelben Muster besser abgeschnitten als die schilfgrünen, während an den grünbraunen Anstrichen, mit Ausnahme der 1%-Variante, die schlechtesten Werte gemessen wurden. Durch die unterschiedlichen prozentualen Einmischungen waren keine eindeutigen Abgrenzungen zwischen den drei Hydrocolor-Farben möglich. Gemäß der vorliegenden gemittelten Daten ergibt sich folgende Rangfolge: Sandgelb 3%ig, 6%ig, Schilfgrün 1%ig, Sandgelb 10%ig, Schilfgrün 2%ig, Grünbraun 1%ig, Schilfgrün 3%ig, Grünbraun 2%ig, Grünbraun 3%ig. Es ist bemerkenswert, dass dieses Ergebnis trotz der höheren Einfärbungskonzentrationen von Sandgelb (3%, 6%, 10%) erreicht wurde. Die Ursache dafür liegt im visuellen Erscheinungsbild der gelblichen Varianten an den Versuchsbäumen, das dem reinweißen ARBO-FLEX sehr viel mehr ähnelt, als die grünlichen und bräunlichen Muster. Vor allem letztere wirkten von Versuchsbeginn an dunkler. Gegenüber der günstigsten Abtönvariante Sandgelb 3%ig lagen die Gewebetemperaturen während heißer Sommertage um bis zu 10°C höher (s. Abb. 2). Deshalb ist generell

festzuhalten, je heller die trockene Farbschicht am Stamm optisch wirkt und je länger diese hell bleibt, desto besser ist ihre temperaturausgleichende Wirkung während eines kritischen Wetterverlaufs sowie über mehrere Jahre hinweg.

Durch die kontinuierlichen Messungen wurde ein weiterer wichtiger pflanzenphysiologischer Aspekt deutlich. Es konnte eine direkte Abhängigkeit zwischen den Abtönvarianten und der zeitlichen Dauer höherer Temperaturen unter den Farbanstrichen festgestellt werden. An einigen vollsonnigen Wintertagen lagen die Gewebetemperaturen über 0°C bei der besten Variante (Sandgelb 3%ig) zwischen 2,75 und 4,5 Stunden und bei der schlechtesten (Grünbraun 3%ig) zwischen 4,25 und 6,5 Stunden. Die gleiche Tendenz ergab sich für windstille heiße Sommertage. Bei den Varianten Schilfgrün 2%ig und 3%ig sowie Grünbraun 1%ig bis 3%ig wurden im Vergleich zur Lufttemperatur zwischen 7,5 und 9,25 Stunden höhere Temperaturen im Gewebe gemessen.

Wesentlich schlechtere Ergebnisse waren unter dem schwarzen und dunkelblauen Stammanstrich zu verzeichnen. In diesen beiden Stammbereichen erwärmte sich die Rinde an mehreren frostigen Wintertagen auf bis zu 19,2°C beziehungsweise 17,8°C. Der Zeitraum von Gewebetemperaturen deutlich über 0°C erstreckte sich auf bis zu sieben Stunden. Während heißer Sommertage stiegen die Temperaturen im Gewebe auf 47,4°C beziehungsweise 46,1°C und waren damit um mehr als 13 Stunden höher als die Lufttemperaturen. Die Temperaturen unter dem grünen, weinroten und ockergelben Stammanstrich lagen durchgehend deutlich oberhalb der 3%igen Variante Grünbraun, aber meistens etwas niedriger als unter dunkelblau.

Mähroboter im Praxistest

Rasen, Pflege, Maschinen

Zusammenfassung

Im Versuchsgarten der Abteilung Landespflege wurde im April 2014 ein Mähroboter Automower 320 der Firma Husqvarna installiert und eine Saison lang beobachtet. Insgesamt erfüllte der Robotermäher die in ihn gesetzten Erwartungen. Bewusst wurde bei der Installation auch an die Grenzen der Leistungsfähigkeit (insbesondere Gefällestrecken) gegangen und dabei die Bedienungs-anleitung des Herstellers ignoriert. Die Vorarbeiten, um die Rasenflächen tauglich für Robotermäher zu machen, dürfen nicht unterschätzt werden. Eine regelmäßige Wartung und Reinigung des Mähers ist unabdingbar.

Problemstellung

Rasenmähroboter liegen im Trend. Die technische Zuverlässigkeit, robotertaugliche Vorbereitung der Rasenfläche und Einsparung von Dünger durch den Mulchschnitt sind kaum untersucht. Die Zuverlässigkeit eines Automower 320 von Husqvarna, das Mähergebnis und Entwicklung der Rasenfläche (Wildkrautbesatz, Vitalität) sowie die Nährstoffversorgung einer Rasenfläche sollen über zwei Jahre beobachtet werden. Seit Mai 2015 ist auf einer weiteren Fläche ein Mähroboter Autoclip 225 S der Firma Stiga installiert, der mit einem anderen Messersystem arbeitet.

Ergebnisse und Diskussion

Der Kurzdarstellung der Ergebnisse soll an dieser Stelle ein Steckbrief dienen, in dem die Leistungsdaten um kritische Anmerkungen ergänzt sind (Tab. 1). Den Installationsaufwand und ausgewählte Störungen beschreibt Tab. 2.

Tab. 1: Leistungsdaten und Kommentare zum Automower 320

Eigenschaft	Technische Daten	Kommentar
Maximale Flächenkapazität	2200 m² +/-20%	Wenig aussagekräftig. Stark vom Flächenzuschnitt abhängig. Besser Mähleistung pro Stunde (hier: ca. 90 m²/h).
Ladesystem	Automatisch	Dockt zuverlässig an, wenn Station nahezu eben steht. 3 Varianten der Heimfindung: Begrenzungskabel, Suchkabel und Signal der Station.
Maximale Steigung in der Arbeitsfläche	45 %	Schafft er, aber Begrenzungsdraht darf nicht in der Steigung liegen. Maximal 10 % Gefälle vor dem Kabel
Tastatur	19 Tasten	Größtenteils selbsterklärend. Guter Bedienkomfort. Tiefen des Menüs nur mit Bedienungsanleitung zu meistern. Schriftliche Anleitung im Lieferumfang.
Timer		Entscheidend für optimales Mähergebnis (hier: 4 Stunden täglich für 360 m²). Mäht auch bei Regen.
Reifenprofil	Einfach	Geländekit mit Bürstensatz nachrüstbar.
Akkutyp	Lithium-Ionen, 18 V, 3,2 Ah	Zyklenlebensdauer unbekannt. Lädt ca. alle 1,5 Std (80 Minuten). Ladezeit 60 Minuten. Verbrauch wurde nicht gemessen.
Mähsystem	3 Klingen	Durch Fliehkraft ausfahrende Klingenplättchen (wie Kreiselmähwerk). Auswechseln innerhalb von zwei Monaten. Jahressatz ca. 15 Euro.
Schnitthöhe	20 - 60 mm	Einstell-Skala entspricht leider nicht exakt den Zentimetern.
Schnittbreite	24 cm	Aus Sicherheitsgründen 17 cm unter der Abdeckhaube.
Geräuschpegel	garantiert: 58 dB(A)	Leiser im Vergleich zu feststehenden Messersicheln.

Nikolai Kendzia, nikolai.kendzia@lwg.bayern.de |
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim

Eigenschaft	Technische Daten	Kommentar
Sicherheit	Alarm, PIN-Code	Aktivierbar, wenn Stop-Taste, Anheben, Kippen, öffnen des Bedienfeldes
Begrenzungskabel	250 m	Wir benötigten 80 m mehr. 500 m ca. 250 €.
Haken	300 Stück	Ausreichend, da im Boden 4 cm tief eingezogen; 100 Haken ca. 14,00 €.
Zusätzliche Messer	9 Stück	Reichen für eine Mähsaison; inkl. Schrauben.
Abmessungen, LxBxH	72,1x55,8x30,8 cm	Gewicht: 11,5 kg
Preis	UVP 2649,00 €	Angebote ab 2200 € im Internet.

Tab. 2: Installationsaufwand und ausgewählte Störungen

Datum	Ereignis/Schaden	Beschreibung	Maßnahme
07.04.2014	Vorbereitende Arbeiten	Einzeiler erneuert, Regner höhenmäßig angepasst, Boden aufgefüllt und planiert, Neuansaat	Bis zu 3 Arbeitskräfte (AK), insgesamt 99,5 Stunden
28.04.2014	Schlitze für das umlaufende Induktionskabel vorbereitet	an Engstellen und in Kunststoff-Rasenwaben, provisorische Stromversorgung, vorwässern	mit Trennschleifer und Spaten, 1 AK, 12,5 Stunden
29.04.2014	Einbautermin ab 8:15 Uhr	Mit Schlitzfräse der Firma Tiger durch Jürgen Herrmannsdörfer Firma Garten-Decker. Mit Trennschleifer und Spaten, 1 AK, Vorarbeiten 12,5 Stunden.	Vorbereitung, 15 min; Kabel einziehen 2 Std. maschinell. Programmierung und Testlauf 1 Std.
13.05.2014	Außerhalb der Suchschleife	Mäher an steilster Stelle (40 %) in Pflanzfläche abgerutscht. Begrenzungskabel überfahren, festgefahren	Herausheben, Reinigen des Reifenprofils, Neustart. Bestellung eines Gelände-Kit
05.06.2014	Nebenfläche nicht gemäht	Mäher kann den Korridor nicht passieren, wüchsige Stauden als Hindernis	Anfahrhäufigkeit der Fläche von 20 % auf 25 % gesteigert, Stauden zurückgeschnitten
09.09.2014	Mähbild ungleich-mäßig, zu hoch	1 Klinge verklemmt, Roboter versucht die Höheneinstellung zu kalibrieren	Säuberung und Austausch der Klingen (alle; 0,25 Std.)
07.11.2014	Einwinterung	Mäher drehte mit Stollenreifen durch: deutlicher Flurschaden auf nassem Boden. Künftig früher einwintern!	Akku vollständig laden, gesäubert, Lagerung in Werkstatt. Station am Strom gelassen und abgedeckt.

Wegen der stark witterungsabhängigen Freisetzung, Aufnahme und Verlagerung des Mineralstickstoffs im Boden konnte die Düngeeinsparung durch den Mulchschnitt nicht beziffert werden. Folgeuntersuchungen sind nötig. Der dem Verbraucher in der Werbung suggerierte Englische Rasen ist nur durch zusätzliche Düngung und Bewässerung zu erreichen. Vorhandene Beikräuter lassen sich allein durch die regelmäßige Mahd nicht verdrängen.

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**.

FLL – Arbeit für die Landschaft (Stand: August 2015, 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
100 615 01	**Sparpaket** Empfehlungen für **Baumpflanzungen**, **Teil 1 +Teil 2**, 2015/2010 ***Sparpreis***	44,00
102 210 01	Empfehlungen für **Baumpflanzungen**, **Teil 2:** Standortvorbereitungen für Neupflanzungen, 2010	27,50
102 411 01	**TP-BUS-Verticillium-** Techn. Prüfbestimm. zur Untersuchung v. Böden u. Substraten auf *Verticillium dahliae*, 2011	33,00
101 406 01	**ZTV-Baumpflege** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege, 2006	20,00
Download	**ZTV Baum-StB 04**, Zusätzliche **Technische** Vertragsbedingungen 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
103 814 01	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2014 Teil 1: Bäume** (Tagungsband)	29,00
103 914 01	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2014 Teil 2: Spielplätze/Spielgeräte** (Tagungsband)	20,00
104 014 01	**Sparpaket FLL-Verkehrssicherheitstage 2014 (Teil 1 + Teil 2)**	43,00
103 213 01	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2013 – Teil 1: Bäume** (Tagungsband)	29,00
103 313 01	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2013 – Teil 2: Spielplätze/Spielgeräte** (Tagungsband)	20,00
103 413 01	**Sparpaket FLL-Verkehrssicherheitstage 2013 (Teil 1 + Teil 2)**	43,00
Hinweis	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2011 und 2012** *(Tagungsbände weiter einzeln erhältlich)*	

Art. Nr.	Bauwerksbegrünung	€
120 108 01	**Dachbegrünungsrichtlinie**, Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen, 2008	33,00
160 102 01	Hinweise zur **Pflege** und Wartung **von begrünten Dächern**, 2002	11,00
120 200 01	**Fassadenbegrünungsrichtlinie**, Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen, 2000	33,00
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

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
140 706 01	Empfehlungen für Planung, Bau, Instandhaltung und Betrieb von **privaten Schwimm- und Badeteichen**, 2006	27,50

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
Download	**Musterbauvertrag** – Bauvertrag für Unternehmen des Garten-, Landschafts- und Sportplatzbaus gegenüber privaten Auftraggebern, ***neu ab 2. Q. 2015***	27,50

Art. Nr.	Kompost/Dünger/Abfall	€
Download	Fachbericht für die **Entsorgung von Abfällen** im GaLaBau, 2005	11,00

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!

FLL – Arbeit für die Landschaft (Stand: Mai 2015, Preisänderungen vorbehalten)

Art. Nr.	Pflege von Grün	€
160 415 01	**Bewässerungsrichtlinien** - Richtlinien für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen, 2015 ***neu ab März 2015***	33,00
160 509 01	**Freiflächenmanagement** - Empfehlungen für die Planung, Vergabe und Durchführung von Leistungen für das Management von Freianlagen, 2009 (incl. CD-ROM OK Frei)	33,00
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
110 610 03	CD-ROM **MLV Pflege- und Instandhaltungsarbeiten + MZW**, 2010	235,62

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
170 315 01 170 315 02	Regel - Saatgut - Mischungen Rasen, **RSM Rasen 2015** *(Jährliches Abo möglich)* (Vorabveröffentlichung der **Sorten- und Eignungsübersicht 2015** als Download)	14,50

Art. Nr.	Schadensfälle	€
110 107 01	**Schadensfallsammlung** GaLaBau, incl. **1.-3. Ergänzung**, 2000-2007	145,00
110 207 01	**3. Ergänzung** zur Schadensfallsammlung GaLaBau, 2007	25,00

Art. Nr.	Spiel/Sport	€
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
210 803 01	Fachbericht **Freiräume für Generationen -** zum freiraumplanerischen Umgang mit den demographischen Veränderungsprozessen, 2003	11,00
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
Download	Empfehlungen zu Planung und Bau von **Verkehrsflächen auf Bauwerken**, 2005	27,50
200 408 01	Richtlinie für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von **begrünbaren Flächenbefestigungen**, 2008	33,00
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
Download	**MLV Friedhofsrahmenpflege**, 1997 (Scan)	16,50

Art. Nr.	Pflanzenkrankheiten/Schädlinge	€
211 713 01	**Brandkrustenpilz**, Faltblatt (JKI/FLL/GALK), 2013	0,55
211 612 01	**Citrusbockkäfer**, Faltblatt (JKI/FLL/GALK), 2012	0,55
211 807 01	**Kiefernholznematode**, Faltblatt (JKI/FLL/GALK), 2014	0,55
Hinweis	Darüber hinaus sind **diverse weitere Faltblätter über den Online-Shop** erhältlich	0,55

Art. Nr.	English publications/Englische Veröffentlichungen	€
220 106 01	Recommendations of **private swimming and natural pools**, 2006	27,50
Download	**Green roof guidelines**, 2009	33,00
Hinweis	Darüber hinaus sind **weitere englischsprachige Veröffentlichungen über den OnlineShop** erhältlich	

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!

Allgemeine Bestellhinweise (Stand: Mai 2015)

- 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**, 2012/2013 (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!