



Versuche in der Landespflege

Gemeinsame Veröffentlichung der Forschungsinstitute des deutschen Gartenbaues

22. Jahrgang 2017

Herausgeber: Forschungsgesellschaft

Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL)

Friedensplatz 4, 53111 Bonn

3: 0228 – 965010-0 Fax: 0228 – 965010-20

E-Mail: info@fll.de Homepage: www.fll.de

Gesamtredaktion: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt

Kompetenzzentrum Garten- und Landschaftsbau Quedlinburg

Feldmark rechts der Bode 6, 06484 Quedlinburg

3: 03946 – 970-3

Fax: 03946 – 970499

E-Mail: poststelle.qlb@llg.mule.sachsen-anhalt.de Homepage: www.llg.sachsen-anhalt.de

Druck: © Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. – FLL, Friedensplatz 4, 53111 Bonn, 1. Auflage 2017. 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

a: 03471 – 355 - 1100 Fax: 03471 – 355 - 1149

Kontakt: Prof. Dr. Wolfram Kircher

Mail: kircher@loel.hs-anhalt.de

BRAUNSCHWEIG

Julius-Kühn Institut (JKI)

Fachbereich Pflanzenschutz im Gartenbau und Forst, AG Urbanes Grün

Messeweg 11/12

38104 Braunschweig

Tax: 0531 – 299 - 4452 Fax: 0531 – 299 - 400

Kontakt: Quentin Schorpp, M. Sc.

Mail: quentin.schorpp@julius-kuehn.de

DRESDEN-PILLNITZ

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Fachbereich Gartenbau Dresden-Pillnitz

Söbrigener Straße 3a

01311 Dresden-Pillnitz

a: 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

a: 0361 – 5741 - 57700 Fax: 0361 – 5741 - 57777 Kontakt: Dr. Gerd Reidenbach

Mail: g.reidenbach@lvg-erfurt.de

HEIDELBERG

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg (LVG)

Diebsweg 2

69123 Heidelberg

a: 06221 – 7484 - 0 Fax: 06221 – 7484 - 13 Kontakt: Michael Heck

Mail: michael.heck@lvg.bwl.de

QUEDLINBURG

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)

Zentrum für Gartenbau und Technik Quedlinburg

Feldmark rechts der Bode 6

06484 Quedlinburg

≅: 03946 − 970 − 3
 Fax: 03946 − 970 − 499
 Kontakt: Dr. Axel Schneidewind

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

VEITSHÖCHHEIM

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (LWG)

Abteilung Landespflege

An der Steige 15

97209 Veitshöchheim

6931 – 9801- 0
 79801 – 9801- 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 79801 – 400
 <li

Mail: philipp.schoenfeld@lwg.bayern.de

WEIHENSTEPHAN

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT)

Institut für Landschaftsarchitektur

Am Hofgarten 4

85350 Freising

2: 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

2: 0931 – 9801- 409 Fax: 0931 – 9801- 400

Mail: philipp.schoenfeld@lwg.bayern.de

GESAMTREDAKTION

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)

Kompetenzzentrum Garten- und Landschaftsbau Quedlinburg

Herr Dr. Axel Schneidewind

Feldmark rechts der Bode 6

06484 Quedlinburg

2: 03946 – 970 - 430

Fax: 03946 - 970 - 499

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

INHALTSVERZEICHNIS

THEMENBEREICH BAUWERKSBEGRÜNUNG

NR.STICHWORTEINSTITUTION1Bauwerksbegrünung, Rasengräser, SubstratLVG Erfurt

THEMENBEREICH GEHÖLZE / STAUDEN / SOMMERBLUMEN

Nr. Stichworte Institution

2 Gehölze, Streuobst, Sorten LWG Veitshöchheim

3 Gehölze, Stauden, Streusalz LVG Erfurt

4 Stauden, Vitalität, Ästhetik LfULG Dresden-Pillnitz

THEMENBEREICH INGENIEURBIOLOGIE

NR. STICHWORTE INSTITUTION

5 Ingenieurbiologie, Ansaat, Sicherungsbauweisen LWG Veitshöchheim

THEMENBEREICH STRAßENBAUM

Nr. Stichworte Institution

6 Straßenbaum, Substrat, Wurzeln ZHAW Wädenswil

7 Straßenbaum, Schutzvorrichtungen, Hochstamm LLG Quedlinburg

8 Straßenbaum, Selektion, Vitalität LWG Veitshöchheim

9 Straßenbaum, Klimawandel, Pflanzenverwendung HSWT Weihenstephan

10 Straßenbaum, Pflanzenschutz, Umweltschutz JKI Braunschweig

Substratstärke und Saatgutmischungen für die Gleisbettbegrünung -Abschlussbericht

Bauwerksbegrünung, Rasengräser, Substrat

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Containerversuchs wurde geprüft, inwieweit unter trockenen Standortbedingungen der Begrünungserfolg von Gleisbettanlagen erhöht werden kann. Dazu wurden die Substratstärke, die Substratzusammensetzung sowie die Rasensaatgutmischung variiert. Die Untersuchung lässt erkennen, dass eine Erhöhung der Substratstärke grundsätzlich die Begrünung begünstigt, einen Rückgang des Bedeckungsgrades unter trockenen Standortbedingungen jedoch nicht sicher verhindern lässt. Von der Saatgutmischung und der Erhöhung der Wasserhaltefähigkeit des Substrates ging nur ein geringer Einfluss auf den Begrünungserfolg aus. Es wird die Schlussfolgerung gezogen, dass unter kontinentalen Standortbedingungen die Kombination einer Rasen- und Kräutergesellschaft für die Begrünung von Gleisbettanlagen ratsam erscheint.

Problemstellung

Gleisbettbegrünungen bieten zahlreiche stadtökologische Vorteile. Diese Vorteile können jedoch nur erreicht werden, wenn sich der Vegetationsbestand vital auf diesem Sonderstandort entwickelt. Insbesondere unter trockenen Standortbedingungen lässt sich dieses Ziel allerdings nur schwer erreichen. Da eine Bewässerung von begrünten Gleisbettanlagen nur in Ausnahmefällen sinnvoll ist, wurde in der vorliegenden Untersuchung geprüft, ob sich durch eine Erhöhung der Substratstärke bzw. Änderungen in der Zusammensetzung des Substrates sowie der Rasensaatgutmischung der Begrünungserfolg erhöhen lässt.

Material und Methoden

Der Versuch wurde als Containerversuch angelegt (s. 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 (RTS). 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 (RTS Plus). 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 2013, der Düngung gemäß den Empfehlungen des Grüngleisnetzwerkes (2 x jeweils 5 g N/m²) sowie dem Rasenschnitt erfolgte keine weitere Pflege.



Abb. 1: Versuchsanlage

Substratstärke und Saatgutmischungen für die Gleisbettbegrünung - Abschlussbericht

Bauwerksbegrünung, Rasengräser, Substrat

Ergebnisse und Diskussion

Nach der Etablierungsphase im Jahr 2013 erfolgte keine zusätzliche Bewässerung. Während im Jahr 2014 mit 563 mm für den Standort Erfurt relativ hohe Niederschläge auftraten (langfristiges Mittel für Erfurt: ca. 500 mm), waren die Jahre 2015 und 2016 mit 418 mm bzw. 469 mm Niederschlag trocken geprägt. Diese Trockenheit wurde noch durch den Umstand verschärft, dass die Gefäße nicht in den Boden eingelassenen waren, wodurch höhere Bodentemperaturen als bei einem bodengleichen Standort auftraten.

Im Versuchszeitraum kam es insbesondere bei einer Substratstärke von 12 cm zu einem deutlichen Rückgang im Bedeckungsgrad, wie Abb. 2 exemplarisch für die Regelsaatgutmischung 7.2.1 darstellt. Bei dieser Substratstärke war die Trockenresistenz der Gräserarten demnach nicht ausreichend, wodurch es zu dem deutlichen Pflanzenausfall kam. Wenngleich in geringerem Ausmaß zeigte sich jedoch auch bei den Substratstärken 20 cm und 30 cm ein kontinuierlicher Rückgang im Bedeckungsgrad im Verlauf des Untersuchungszeitraumes, wobei die Unterschiede zwischen den beiden Substratstärken lediglich zu Versuchsende etwas deutlicher hervortraten, im restlichen Untersuchungszeitraum ansonsten recht gering waren. Zum Ende des Versuchs lag der Bedeckungsgrad bei der entsprechenden Saatgutmischung bei 25 % (12 cm Substratschicht), 40 % (20 cm Substratschicht) bzw. 60 % (30 cm Substratschicht). Neben dem Rückgang im Bedeckungsgrad traten bei allen Varianten insbesondere in den Sommerhalbjahren starke Trockenheitserscheinungen auf (s. Abb.3). Die Vitalität war erwartungsgemäß bei den geringeren Substratstärken am stärksten eingeschränkt.

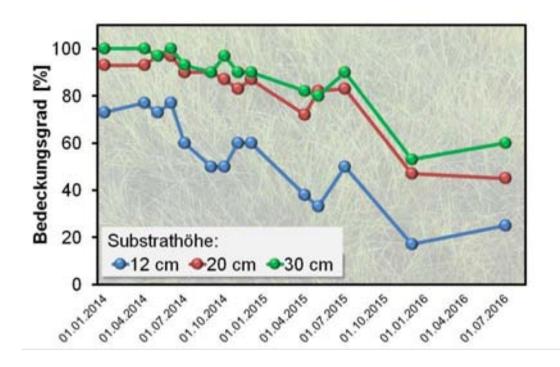


Abb. 2: Bedeckungsgrad der Saatgutmischung RSM 7.2.1 im Verlauf des Untersuchungszeitraumes in Abhängigkeit von der Substratstärke

Insgesamt lässt die Untersuchung somit erkennen, dass eine Erhöhung der Substratstärke zwar den Begrünungserfolg begünstigt, unter trockenen Standortbedingungen jedoch nicht den Rückgang der Rasengesell-

Substratstärke und Saatgutmischungen für die Gleisbettbegrünung -Abschlussbericht

Bauwerksbegrünung, Rasengräser, Substrat

schaft sicher verhindern kann. Eine Substratstärke von 12 cm erscheint unter den in Erfurt gegebenen trockenen Standortbedingungen nicht ausreichend, um einen Rasenbestand im Gleis dauerhaft flächendeckend und vital etablieren zu können. Die Erhöhung der Substratstärke von 12 cm auf 20 cm führte zu einer deutlichen Verbesserung im Bedeckungsgrad, dagegen hatte eine weitere Erhöhung auf 30 cm vergleichsweise geringe positive Auswirkungen. Die Erhöhung der Substratstärke von 20 cm auf 30 cm erscheint daher nur unter stark trocken geprägten Standortbedingungen gerechtfertigt, da nur unter diesen Bedingungen die deutlich höheren Aufwendungen langfristig gesehen die Vorteile im Begrünungserfolg rechtfertigen.

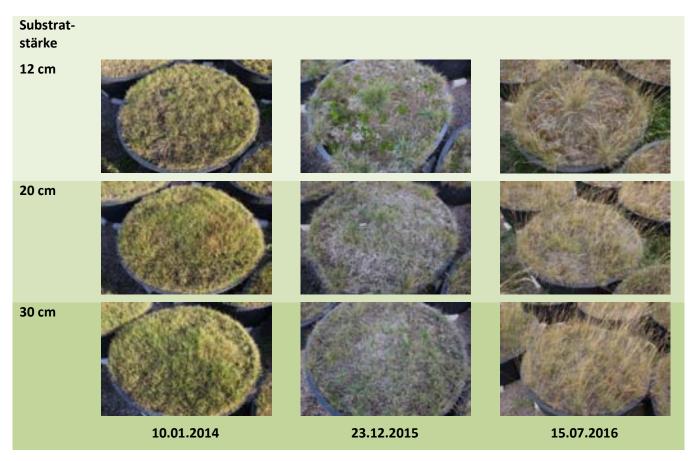


Abb.3: Erscheinungsbild der Saatgutmischung RSM 7.2.1 zu unterschiedlichen Versuchszeitpunkten in Abhängigkeit von der Substratstärke

Die Zusammensetzung der Rasensaatgutmischung hatte nur einen geringen Einfluss auf den Bedeckungsgrad. Beispielhaft für die Substratstärke von 12 cm zeigt Abbildung 4, dass bei allen getesteten Saatgutmischungen ein ähnlich starker Abfall im Bedeckungsgrad zu erkennen war. Am Ende des Versuches dominierten wenige Gräserarten: im Wesentlichen waren dies Rotschwingel (*Festuca rubra*) sowie Schafschwingel (*Festuca ovina, Festuca trachyphylla, Festuca valesiaca*).

Substratstärke und Saatgutmischungen für die Gleisbettbegrünung -

Abschlussbericht

Bauwerksbegrünung, Rasengräser, Substrat

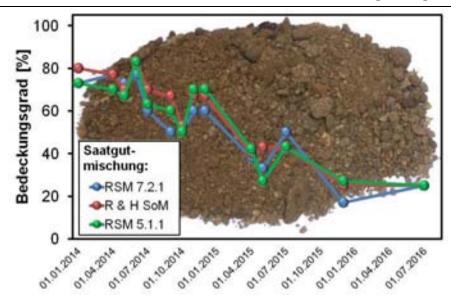


Abb. 4: Bedeckungsgrad bei 12 cm Substratstärke der Regelsaatgutmischungen Landschaftsrasen (RSM 7.2.1) u. Parkplatzrasen (RSM 5.1.1) sowie Sondermischung der Rieger-Hofmann GmbH (R & H SoM)

Auch die Erhöhung der Wasserhaltefähigkeit des Substrates durch den Zusatz an Ziegelmehl und Oberboden konnte den Rückgang des Bedeckungsgrades der Vegetation im Betrachtungszeitraum nicht verhindern. Vergleicht man die über den gesamten Untersuchungsgemittelten zeitraum Bedeckungsgrade wird deutlich, dass der Substratzusatz keinen konsistenten und insgesamt nur sehr geringen Einfluss auf die Entwicklung der Pflanzenbestände ausübte (s. Abb. 5).

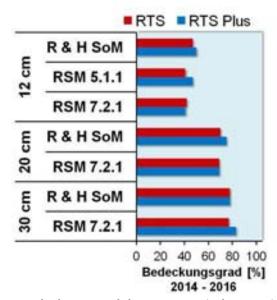


Abb. 5: Mittlerer Bedeckungsgrad der Saatgutmischungen im Versuchszeitraum in Abhängigkeit vom Substrat (RTS = Rasentragschichtmischung ohne Zusatz; RTS Plus = Rasentragschichtmischung mit Zusatz)

Zusammenfassend lässt die Untersuchung erkennen, dass eine Erhöhung der Substratstärke grundsätzlich die Entwicklung der Rasenvegetation begünstigt. Ein Ausfall der Gräser konnte unter den trockenen Standortbedingungen in Erfurt jedoch auch bei der höchsten Substratstärke nicht verhindert werden. Auch ging von der Saatgutzusammensetzung insgesamt nur ein geringer Einfluss auf den Begrünungserfolg aus, da nur relativ wenige Gräserarten, die in allen Mischungen enthalten waren, überlebten. Unter den gegebenen Standortbedingungen erscheint der Zusatz von trockenresistenten Kräutern bei einer extensiven Begrünung von Gleisbettanlagen sinnvoll. Dies soll Gegenstand einer weiterführenden Untersuchung sein.

Neue Apfelsorten im Streuobstbau

Gehölze, Streuobst, Sorten

Zusammenfassung

Vorgestellt werden Ergebnisse eines Langzeitversuches der LWG, bei dem an verschiedenen Standorten in Unterfranken zwischen 1998 und 2004 insgesamt 29 neue Apfelsorten im Vergleich mit "alten" Sorten (Anbau vor 1940) gepflanzt wurden, um deren Eignung für den extensiven Streuobstbau auf Hochstamm zu testen. Viele der neuen Sorten waren als mehrfachresistent beworben worden. Nach 18 Jahren Versuchsdauer zeigt sich, dass einige neue Sorten wie 'Florina' oder 'Reka' durchaus eine wichtige Ergänzung zum bewährten Sortiment darstellen. Die Krankheitsresistenz gewinnt zunehmend an Bedeutung. Leider ist die Schorfresistenz mittlerweile durchbrochen. Einige im Erwerbsanbau vorzügliche Sorten wie 'Pinova' kommen auf Hochstamm und mit extensiver Pflege nicht zurecht. Andere Sorten mit hervorragender Fruchtqualität wie etwa 'Gerlinde' erfüllen wegen ihrer Wuchseigenschaften nicht die Anforderungen des Streuobstbaus.

Problemstellung

Streuobstwiesen prägen besonders in Süddeutschland eindrucksvoll die Kulturlandschaft. Auch auf städtischen Flächen werden regelmäßig Hochstamm-Obstbäume gepflanzt, z.B. als Ausgleichsfläche oder Erholungsraum. Sie werden extensiv bewirtschaftet, ohne Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln. Deshalb braucht man dafür starkwüchsige, möglichst ertragreiche Sorten, die robust bzw. wenig krankheitsanfällig sind und gleichzeitig wenig Pflege brauchen.

In den letzten 30 Jahren sind zahlreiche neue Apfelsorten auf den Markt gekommen, die (zu Versuchsbeginn) mehr oder weniger ausgeprägte Resistenzen gegen Schorf, Mehltau und andere Krankheiten aufwiesen und durch gute Fruchteigenschaften überzeugen. Die bis 1999 veröffentlichten Versuchsergebnisse bezogen sich allerdings hauptsächlich auf den Erwerbsanbau mit schwach wachsenden Unterlagen (Spindelbusch), vorwiegend für die Verwendung als Tafelobst. Auch spätere Publikationen befassen sich kaum mit dem Streuobstbau. Es stellt sich nun die Frage, ob diese neuen Sorten auch eine zukunftsweisende Alternative für den extensiven Streuobstbau auf Hochstamm darstellen.

Material und Methoden

An 7 Standorten in Unterfranken wurden in den Jahren 1998–2004 insgesamt 437 Hochstamm-Apfelbäume gepflanzt, davon 252 mit neuen Sorten und 185 mit alten, bewährten Sorten. Am Standort Reichenbach wurden zusätzlich 126 Spindelbüsche mit neuen Sorten gepflanzt, um die Entwicklung der Sorten auf schwach und stark wachsender Unterlage unter extensiven Bedingungen vergleichen zu können.

Die Standortqualität war unterschiedlich, vom sehr guten Ackerstandort in Kürnach bis zu schwachen Grünlandstandorten in Heustreu und Großbardorf. Durch den breiten Standortquerschnitt und die mehr oder weniger extensive Pflege sind die Ergebnisse insgesamt für durchschnittliche Streuobstbestände gut verwertbar.

Bei der Sortenwahl wurde darauf geachtet, ein möglichst breites Spektrum vermutlich geeigneter neuer Sorten in den Versuch einzubringen. Es handelt sich vor allem um Re- und Pi-Sorten aus Dresden-Pillnitz, tschechische und Ahrensburger Sorten. Bei den zu Vergleichszwecken gepflanzten "alten" Apfelsorten wurden solche Sorten ausgewählt, die sich in der betreffenden Region in extensiven Streuobstbeständen bewährt haben. Neu hinzugekommen sind 2004 die Re-Sorten 'Rebella' und 'Regine', die tschechischen Sorten 'Rubinola' und 'Rosana', 'Saturn' aus England und 'Teser' (TSR 29) aus den USA.

Die Bestände wurden einmal jährlich Anfang September bonitiert, ggf. ergänzt durch Beobachtungen der Baumbesitzer (vor allem Frühsorten). Bewertet wurden Vitalität (Gesamteindruck, Zuwachs, Baumgesundheit), Ertrag und Fruchtqualität sowie der Befall von Laub bzw. Früchten mit Krankheiten und Schädlingen.

Neue Apfelsorten im Streuobstbau

Gehölze, Streuobst, Sorten

Baumhöhe, Kronenbreite und Stammumfang wurden alle 3 Jahre gemessen. Messdaten aus dem 16. Standjahr liegen somit nur für die Standorte Maidbronn, Reichenbach und Rottershausen vor. In Kürnach, Großbardorf und Veitshöchheim (2004 gepflanzt) sind die aktuellsten Messwerte aus dem 10. Standjahr.



Abb. 1 (links): 'Florina', sortentypisch violett beduftet, war im Versuch die beste der neuen Sorten und eignet sich sehr gut für den Streuobstbau



Abb. 2 (rechts): 'Reka' ist für Streuobstwiesen ebenfalls empfehlenswert; typisch sind die in den Anfangsjahren sehr steilen Triebe

Ergebnisse und Diskussion

Höhe, Kronenbreite und Stammumfang

Im 4., 7., 10., 13. und 16. Standjahr wurden die Baumhöhe und Kronenbreite, ab dem 7. Standjahr zusätzlich der Stammumfang gemessen und mit den Werten der bewährten Sorten verglichen. Im 16. Standjahr lag die Sorte 'Gravensteiner' bei allen Messwerten an der Spitze, gefolgt von den bewährten Sorten 'Rheinischer Bohnapfel' und 'Goldrenette von Blenheim' (s. Tab. 1). Dann folgt mit 'Reka' die erste neue Sorte. In der Spitzengruppe bei den Wuchsparametern etablierten sich außerdem die neuen Sorten 'Retina' und 'Resista'.

Tab. 1: "Top 10" Höhe, Kronenbreite und Stammumfang, 16. Standjahr

| Höhe | cm | Kronenbreite | cm | Stammumfang | cm |
|--------------------------|-----|--------------------------|-----|-------------------------|----|
| Gravensteiner | 638 | Gravensteiner | 650 | Gravensteiner | 59 |
| Reka | 610 | Goldrenette von Blenheim | 640 | Rheinischer Bohnapfel | 54 |
| Rheinischer Bohnapfel | 607 | Rheinischer Bohnapfel | 610 | Goldrenette v. Blenheim | 50 |
| Hilde | 590 | Dülmener Rosenapfel | 585 | Reka | 49 |
| Dülmener Rosenapfel | 590 | Reka | 541 | Hilde | 49 |
| Goldrenette von Blenheim | 550 | Retina | 528 | Retina | 49 |
| Ahra | 550 | Kaiser Wilhelm | 515 | Ahrista | 49 |
| Pikkolo | 547 | Hilde | 505 | Kaiser Wilhelm | 48 |
| Kaiser Wilhelm | 535 | Florina | 496 | Florina | 48 |
| Resista | 535 | Pirella/Pirol | 475 | Dülmener Rosenapfel | 46 |
| | | | | Pilot | 46 |
| Mittelwert | 509 | | 464 | | 42 |
| Mittelwert alte Sorten | 518 | | 491 | | 44 |
| Mittelwert neue Sorten | 502 | | 443 | | 41 |

Im 10. Standjahr waren neben der bewähren Sorte 'Schöner von Nordhausen' die neuen Sorten 'Rosana' und 'Ahra' die wuchsstärksten; in der Spitzengruppe lagen mit 'Florina', 'Topaz', 'Resista' und 'Reka' weitere neue Sorten. Bei 'Rosana' stehen alle 3 verbliebenen Bäume auf dem besten Standort in Kürnach, wo mit Abstand

Neue Apfelsorten im Streuobstbau

Gehölze, Streuobst, Sorten

die besten Zuwächse aller Standorte erzielt werden, weshalb diese Sorte "zu gut" abschneidet. Dies trifft auch auf einige alte Sorten zu. Vergleicht man die neuen Sorten insgesamt mit den alten, bewährten Sorten, ist eine etwas geringere Wuchsleistung der neueren Sorten über alle Kennwerte festzustellen.

Vitalität

Nachdem in den ersten Jahren wenig Unterschiede zwischen den altbewährten Sorten und den neuen Sorten auf Hochstamm und Spindelbusch zu erkennen waren, hat der extrem heiße und trockene Sommer 2003 den altbewährten Sorten einen deutlichen Vorsprung in der Vitalität eingebracht, der bis heute weiter vorhanden ist. 2016 ist wie schon 2008 'Rheinischer Bohnapfel' Spitzenreiter bei der Vitalität, gleichauf liegt 'Rosana', gefolgt von 'Florina' (s. Tab. 2). Wie in den Vorjahren liegen auch 2016 'Reka' und 'Retina' in der Spitzengruppe. Gute Vitalitätsbonituren bekommen regelmäßig die neuen Sorten 'Saturn', 'Teser' und 'Topaz'. 'Relinda', 'Rewena', 'Ahra' und 'Ahrista' sind dagegen leicht abgefallen, liegen aber immer noch bei "gut".

Die schlechtesten Vitalitätsbonituren erhielten 2016 unter den neuen Sorten 'Piflora', 'Pinova', 'Pingo', 'Reanda', 'Rebella', 'Reglindis', 'Gerlinde' und 'Rubinola'. Die beste Pi-Sorte war 'Pilot' mit noch guter Boniturnote.

Tab. 2: "Top 20" Vitalität 2016

| Rang | Sorte |
|------|--------------------------|
| 1 | Rheinischer Bohnapfel |
| 1 | Rosana |
| 3 | Florina |
| 4 | Roter Boskoop |
| 4 | Schöner von Nordhausen |
| 6 | Maunzenapfel |
| 6 | Welschisner |
| 8 | Dülmener Rosenapfel |
| 9 | Goldrenette von Blenheim |
| 10 | Hauxapfel |
| 10 | Retina |
| 12 | Saturn |
| 13 | Danziger Kantapfel |
| 14 | Brauner Matapfel |
| 14 | Gravensteiner |
| 14 | Hilde |
| 14 | Kaiser Wilhelm |
| 14 | Ontario |
| 14 | Reka |
| 14 | Teser (TSR 29) |

Ertrag und Fruchtqualität

Bonitiert wurde in diesem Versuch die sortenspezifische Fruchtqualität für den jeweiligen Verwertungszweck, es erfolgte also keine analytische Prüfung. Im Versuchsverlauf zeigte sich erwartungsgemäß ein deutlich früherer Ertragseintritt der meisten neuen Sorten im Vergleich zu den bewährten Sorten. Daneben ist festzustellen, dass die Fruchtqualität am Spindelbusch in der Regel deutlich besser war als am Hochstamm, wo die Früchte auch kleiner als bei schwachwachsender Unterlage waren, trotz gleich extensiver Pflege.

Hinsichtlich Ertrag und Fruchtqualität wurden nur Bonituren ab dem 10. Standjahr bewertet. Die besten Ertragsbonituren erzielte 'Resista', die einzige Sorte, bei der alle Bäume in allen Jahren Äpfel trugen. Es folgen 'Ahrista', 'Rewena', 'Relinda' und erst dann mit 'Hilde' die erste alte Sorte. 'Florina' folgt auf Platz 10, 'Reka' auf 12. Unter den "Top 15" sind 11 neue Sorten und nur 4 bewährte.

Bezüglich Fruchtqualität ist festzuhalten, dass mit Ausnahme der Pi-Sorten die neuen Sorten tendenziell besser abschnitten als die bewährten Sorten. An der Spitze liegt 'Ahrista', gefolgt von 'Rosana', 'Rheinischer Winterrambur', 'Rheinischer Bohnapfel', 'Gravensteiner' und 'Retina'.

Befall mit Schorf und Mehltau

Sämtliche Pi-Sorten zeigten von Versuchsbeginn an bei feuchter Witterung und entsprechendem Infektionsdruck mehr oder weniger gravierenden Schorfbefall, was die Fruchtqualität deutlich verschlechterte. 'Pilot' war noch am geringsten betroffen. 'Piflora' ist über den ganzen Versuchszeitraum die am häufigsten befallene Sorte, gefolgt von 'Roter Trierer Weinapfel' und 'Pinova'. 2009 trat erstmals bei den vermeintlich schorfresistenten Sorten vereinzelt und geringfügig Schorf auf ('Angold', 'Renora', 'Remo', 'Rewena'), der sich in den Folgejahren, insbesondere 2013 und am stärksten 2016, immer massiver zeigte. 2016 war nur 'Renora' schorffrei, alle anderen "resistenten" Sorten schwach bis mittel befallen, wenngleich meistens nicht alle Bäume. Starken Schorfbefall verzeichneten 'Remo', 'Relinda' und 'Rewena' (jeweils an einem Baum). Insgesamt

Neue Apfelsorten im Streuobstbau

Gehölze, Streuobst, Sorten

ist die Widerstandsfähigkeit gegenüber Schorf bei den sogenannten "resistenten" Sorten nach wie vor deutlich höher als bei den Pi-Sorten und vielen alten Sorten.

Mehltau trat bei 'Ahrista' in geringem Umfang in fast allen Versuchsjahren auf, bei 'Ahra', 'Angold', 'Florina', 'Pinova' und 'Pilot' mehrfach sowie bei 'Regine', 'Reka', 'Remo', 'Retina', 'Rosana', 'Pikkolo', 'Piflora' und 'Topaz' vereinzelt. Insgesamt war auf den Versuchsflächen Mehltau kein größeres Problem.

Bewertung der Versuchsergebnisse

Krankheitsresistenz

Die Schorfresistenz ist mittlerweile in ganz Mitteleuropa durchbrochen, was sich auch im Versuch gezeigt hat. Hierbei hat es sich nach FISCHER, M. (2010) und BANNIER (2011) als Fehler erwiesen, dass man bei der Apfelzüchtung einseitig auf die monogene Resistenzquelle *Malus floribunda* gesetzt hat (18 der 22 resistenten Sorten im Versuch). Bei (un)passender Witterung und entsprechendem Befallsdruck, der in typischen Streuobstwiesen unvermeidbar ist, war es nur eine Frage der Zeit, bis der Schorfpilz die Resistenz "knackt" und sich dieser Schorftyp rasant ausbreitet. Dieses Problem war schon lange bekannt (FISCHER, C. et al. 2000). Doch selbst die Sorten mit digener ('Reka') und polygener Resistenz ('Reglindis', 'Angold' und 'Teser') sind mittlerweile von Schorf befallen. Deshalb wird heute für den Profianbau zur Reduktion des Selektionsdrucks und zur Sicherung der Schorfresistenz ein minimales, präventives Pflanzenschutzprogramm gegen Schorf empfohlen, mit 2-4 Behandlungen im Frühjahr, im Vergleich zu den üblichen 15-16 Schorfbehandlungen (HANKE 2015). Verschorftes Falllaub ist zu entfernen.

Hierbei wird ein grundsätzliches Problem der modernen Apfelzüchtung offenkundig: fast alle seit 1920 für den Erwerbsanbau gezüchteten Apfelsorten gehen auf die sechs relativ krankheitsanfälligen "Stammsorten" 'Golden Delicious', 'Cox Orange', 'Jonathan', 'McIntosh', 'Red Delicious' und 'James Grieve' zurück, auch alle neuen Sorten im Test. Zum Teil sind diese Sorten sogar mehrfach im Stammbaum vertreten, etwa bei Topaz (2 x 'Golden Delicious', 2 x 'James Grieve', 1 x 'McIntosh' und 1 x 'Jonathan'), aber auch bei 'Resista', 'Ahra' und 'Ahrista'. Mit 'Golden Delicious' ist eine einzige Sorte an über der Hälfte der Apfelzüchtungen beteiligt, die extrem schorfanfällig ist (BANNIER 2011).

Auch beim EU-Projekt "Gemeinsam gegen Feuerbrand"(2007-2011), an dem die LWG maßgeblich beteiligt war (s. https://www.lwg.bayern.de/landespflege/natur_landschaft/086526/index.php), hat sich gezeigt, dass es gegen diese Bakterienkrankheit "resistente" Sorten eigentlich nicht gibt. Bei Infektionsversuchen im Gewächshaus trat Feuerbrand auch bei allen im Feld scheinbar gesunden Sorten auf, so dass man besser von feuerbrandtoleranten Sorten spricht, z.B. 'Rheinischer Bohnapfel', 'Florina' und sämtliche Re-Sorten (s. BOSCH 2012), während etwa 'Topaz' hoch anfällig ist.

Bewertung der Sorten nach den bisherigen Ergebnissen

Da für die Bewertung der Sorten die Frucht- und Verwertungseigenschaften auch eine wichtige Rolle spielen, wurden Literaturangaben hinzugezogen. Sofern nicht speziell angegeben, beziehen sich die Beurteilungen auf FISCHER, M. (2008 und 2010), BSA (2003) sowie FISCHER, C. (2003) (Analysewerte für die Verwertung).

Die französische Sorte 'Florina', bereits seit 1977 im Handel, erzielte im Versuch in fast allen Kategorien Spitzenwerte, also sowohl in punkto Wuchsleistung als auch hinsichtlich Vitalität und Fruchtqualität. Die attraktive Wintersorte ist schorf- und feuerbrandtolerant und gering anfällig für Mehltau. Geschmacklich ist die Sorte wegen des geringen Säuregehalts eher durchschnittlich. 'Reka', ein Abkömmling von 'James Grieve' wie 'Reglindis' und 'Remo', konnte ebenfalls überzeugen. Es ist eine schorftolerante, sehr saftige und ertragreiche Spätsommersorte, wenig anfällig für Mehltau und für Feuerbrand. Allerdings neigt sie zur Alternanz. Anfangs bildet die Sorte auffällig steil aufrechte Triebe, die erst nach etwa 12-15 Jahren stärker in die Breite gehen. 'Reka' eignet sich als Tafelapfel, aber auch für die Kelterei.

'Relinda' und 'Retina' folgen mit etwas Abstand, sind aber immer noch empfehlenswert. Für die beiden Sorten sprechen ihre Fruchtqualität und ihre Gesundheit. 'Retina' ist eine wohlschmeckende, attraktive Spätsommersorte mit hohem und gleichmäßigem Ertrag, weitgehend schorftolerant und nur gering anfällig für Mehltau und Feuerbrand sowie Blütenfrost. 'Relinda' trägt ebenfalls reich und regelmäßig (Rang 4 in der Ertragsbonitur), eignet sich auf Grund der Inhaltsstoffe (gutes Zucker-Säure-Verhältnis, hohe Saftausbeute)

Neue Apfelsorten im Streuobstbau

Gehölze, Streuobst, Sorten

sehr gut für die Verarbeitung zu Saft bis in den April hinein. Sie ist weitgehend schorftolerant, gering anfällig gegenüber Mehltau und gering bis mittel gegenüber Feuerbrand.

12 weitere Sorten weisen deutliche Schwächen auf, können aber noch mit Abstrichen für den Streuobstbau empfohlen werden (s. Tab. 3).

Tab. 3: Bewertung der Eignung getesteter neuer Sorten für den extensiven Streuobstbau

| Empfehlenswert | Bedingt er | npfehlenswert | Eher nicht empfehlenswert | Nicht em | pfehlenswert |
|----------------|------------|---------------|------------------------------|----------|--------------|
| Florina | Ahrista | Resista | Pilot | Piflora | Regine |
| Reka | Ahra | Rosana | Pirella/Pirol | Pikkolo | Resi |
| | Reglindis | Rubinola | Rebella | Pingo | Gerlinde |
| Relinda | Reanda | Topaz | Remo | Piros | |
| Retina | Renora | Saturn | | Pinova | |
| | Rewena | Teser | | | |

Bei den Pi-Sorten handelt es sich in der Regel um sehr gute Tafeläpfel, die aber gegenüber verschiedenen Krankheiten mehr oder weniger anfällig sind. Somit sind diese Sorten nach derzeitigem Kenntnisstand kaum für den extensiven Streuobstbau zu empfehlen.

Wegen ihres schwachen Wuchses eignen sich die Sorten 'Resi' und 'Regine' nicht für den Streuobstbau. Keinesfalls eignen sich die schwachwüchsigen Pi-Sorten 'Piros', 'Piflora', 'Pikkolo', 'Pingo' und 'Pinova' als Hochstamm. Sie erzielten (abgesehen von Pikkolo) schlechte Vitalitätsbonituren und haben massive Probleme mit Schorf und anderen Krankheiten. Die Herbstsorte 'Gerlinde', ein schmackhafter Tafelapfel, ist wegen des sehr schwierigen Kronenaufbaus für den Hochstamm leider ungeeignet.

Hinweise für die Praxis

Insgesamt betrachtet sind die Re-Sorten mit ihrer hohen Krankheitstoleranz gerade in Zeiten des sich ausbreitenden Feuerbrandbefalls eine wichtige Ergänzung des Streuobstsortiments mit früh einsetzenden, hohen und meist regelmäßigen Erträgen. Die von der Fruchtqualität früher als eher durchschnittlich eingestuften Re-Sorten verdienen heute deshalb größere Beachtung, während die anfälligeren Pi-Sorten für den Streuobstbau wohl weitgehend ausscheiden.

Unter den bedingt geeigneten Sorten sind weniger die Tafelsorten von Interesse, sondern eher jene, die hohe und gleichmäßige Erträge bringen und sich gut für die Verarbeitung zu Saft eignen. Das wären etwa 'Resista', 'Reanda' und 'Rewena', eventuell noch 'Renora' und 'Reglindis' (s. auch HÖHN u. LEUMANN 2004, EGGER u.a. 2004). Diese Sorten punkten auch durch ihre geringe Alternanz. Der meist deutlich frühere Ertragseintritt dieser Sorten im Vergleich zum bewährten Sortiment bringt Probleme bei der Kronenerziehung mit sich, so dass bei starkem Behang in den ersten Standjahren eine manuelle Ausdünnung sinnvoll wäre.

Ratsam erscheint nach wie vor, auf Streuobstwiesen schwerpunktmäßig bewährte Apfelsorten zu pflanzen, auch als Beitrag zur Erhaltung der genetischen Vielfalt beim Kernobst, und 10-20 % der Gesamtstückzahl neue Sorten beizumischen.

Gehölze, Stauden, Streusalz

Zusammenfassung

Eine als Mischpflanzung konzipierte Staudenpflanzung, ergänzt durch Gehölze wurde von der Salzgicht nahegelegener Gradiergänge widererwartend kaum geschädigt. Lediglich die immergrünen Stauden, wie Bergenien (Bergenia 'Winterglut')) wiesen erkennbare Wuchsdepressionen auf. Hingegen reagierten die Bäume wie Robinie (Robinia pseudoacacia), später ersetzt durch Hainbuchen (Carpinus betulus) im angrenzenden Bereich der Gradiergänge sowie in Abhängigkeit von der Windrichtung mit unterschiedlich starken Schäden bis hin zum Totalausfall. Wesentlich für die Salztoleranz von Stauden ist ein guter Wasserabzug.

Problemstellung

Aussagen zur Salzverträglichkeit von Stauden sind immer sehr schwierig, da viele Pflanzen zur Zeit des Streusalzeintrages oberirdisch abgestorben sind und sich jedes Jahr neu wieder aufbauen. Kommt es hier zu Ausfällen, werden diese sehr schnell der Wirkung von Streusalz zugeschrieben. Das kann aber schlecht bewiesen werden, da das Salz im Boden ausgewaschen wird und auch in den unterirdischen Pflanzenteilen der Stauden schwerlich nachzuweisen ist. Als wird die schädigende Wirkung der Salzgicht zugeschrieben, die aber bei Streusalz nur begrenzt und fast ausschließlich in der Vegetationsruhe entsteht. Ausnahmen bilden Spätfrosttermine mit spätem Schneefall und Glatteisbildung nach Vegetationsbeginn, die den Einsatz von Streusalz erfordern.

In einem Gradiergarten, der von Kurgästen in Bad Salzungen (Thüringen) mit Atemwegsproblemen gern genutzt wird, sind die Pflanzen ständig der Salzgicht ausgesetzt. Zwei Gradiergänge flankieren diesen Garten, bei denen täglich eine 6%ige Quellsole über in Holzgerüsten aufgeschichtete Reisigbündel (Schwarz- und Weißdorn) geleitet wird. "Das Verb "gradieren" bedeutet "einen Stoff in einem Medium konzentrieren". Der Salzgehalt im Wasser wird erhöht, indem die Sole durch das Reisig hindurchgeleitet wird." Das Wasser verdunstet, Verunreinigungen setzen sich an den Reisigbündeln ab und die gereinigte und höher konzentrierte Sole wird am Fuße der Gradierwand in Wannen aufgefangen und in den Kreislauf zurückgeführt. Es ist also zu erwarten, dass Pflanzen im Gradiergarten einer hohen Salzbelastung durch die Salzgicht ausgesetzt sind und dass sich die Pflanzen, die sich hier als beständig und vital erweisen, sehr salzverträglich sind. Im Versuch galt es zu klären, welche Stauden und Sommerblumen sich unter diesen Bedingungen bewähren. Die Salzbelastung ist in der Luft der Gradier-Wandelgänge besonders hoch und nimmt mit zunehmendem Abstand von diesen sehr rasch ab.

Material und Methoden

Versuchsstandort: Gradiergarten Bad Salzungen, Kurgarten, von vielen Kurgästen besucht, von 2

Gradiergängen gesäumt

Versuchsglieder: Zahl der Stufen:

Faktor A: Gehölze – Arten / Sorten 4

Faktor B: Stauden – Arten / Sorten 43 (incl. Geophyten)

Faktor C: Einsaaten / Sommerblumen keine exakte Meng / je Flächeneinheit definiert

(Mischungen bzw. Durchwuchs von

Vorpflanzungen

Prüfung der Salzverträglichkeit von Stauden und Gehölzen im Gradiergarten Bad Salzungen

Gehölze, Stauden, Streusalz

Nach Aufnahme des sehr lückigen und wenig attraktiven Vegetationsbestandes und der Standortkenndaten im April 2012 wurden die im Plan (s. Abb.1) grün schraffierten Flächen im Herbst 2012 vollflächig bepflanzt. In dem symmetrischen Gradiergarten wurden zu beiden Seiten des Hauptweges am Eingang Staudenmischpflanzungen zu je ca. 100 m² angelegt und durch wenige, nachfolgend aufgeführte Gehölze ergänzt:

Sommer-Tamariske (*Tamarix ramosissima*) 4 Stck., Co. 60/100 cm Salzstrauch (*Halimodendron halodendron*) 1x bereits vorhanden, 3 neu gepflanzt, Co. 60/100 cm Eberraute (*Artemisia abrotanum*) 12 Stck., 9-erTopf Blauraute (*Perovskia atrplicifolia* 'Blue Spire')12 Stck., 11-er Topf

Die mit Rosen besetzten Bogenbeete vor den Pergolen wurden mit den bereits vorhandenen und noch vitalen Stauden der bisherigen Pflanzflächen bepflanzt. Die wenig vitalen Rosen sowie die restlichen, ebenso ungenügend vitalen und kümmernden Stauden wurden ebenso wie Sommerblumen entfernt. Eine um den Kurpavillon in der Mitte des Garten bereits bestehende und vom Versuchsansteller an diesem Standort sehr kritisch betrachtete Eiben-Hecke (*Taxus bacata*) blieb auf Wunsch der Kurverwaltung bestehen und wurde von einer rhythmisch gegliederten, durch Gräser strukturierten Staudenpflanzung gesäumt. Alle Pflanzflächen wurden mit Travertinsplitt der Körnung 8/16mm in einer Schichtstärke von ca. 5 cm gemulcht um die Ansiedlung von Spontanvegetation und den unproduktiven Wasserverbrauch zu reduzieren. Ziel war es, auf allen Flächen vollflächige Pflanzungen zu etablieren, attraktiv und dauerhaft, mit geringem Pflegeaufwand, den Bedürfnissen der Kurgäste, aber auch der Stadt- und Kurverwaltung angepasst.

An den Eingängen des Gradiergartens gab es zu Versuchsbeginn im Jahr 2012 je 3 Kugelrobinien (*Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera' – Bäume 1 bis 6 in Abb. 1), die jedoch besonders im östlichen Teil am Gradiergang (Baum Nr. 3) vom Salz so stark geschädigt waren, dass sie im Herbst 2012 durch 3 Pyramiden-Hainbuchen (*Carpinus betulus* 'Fastigiata') ersetzt wurden. 10 Kugelahorne (*Acer platanoides* 'Globosum') rechts und links des Mittelweges (Bäume 7 bis 16 in der Abb. 1) bilden eine Allee. Der Pflegezustand dieser Bäume war zu Beginn der Pflanzung unbefriedigend (Deformierung der Kugelkronen durch starken Durchwuchs / fehlenden Schnitt), wurde aber durch kontinuierliche Pflege deutlich verbessert.

Die Staudenpflanzungen wurden über 5 Jahre mehrmals je Vegetationsperiode bewertet. Hierbei wurden die einzelnen Arten und Sorten in Abhängigkeit von der Entfernung zur Salzquelle hinsichtlich der Vitalität zu unterschiedlichen Entwicklungsphasen (Austrieb, Laubausbildung, Blüte etc.) ebenso bewertet wie die Pflanzung als Ganzes hinsichtlich des Gesamteindrucks und der Flächendeckung sowie der Eckdaten für die Pflege.

Gehölze, Stauden, Streusalz

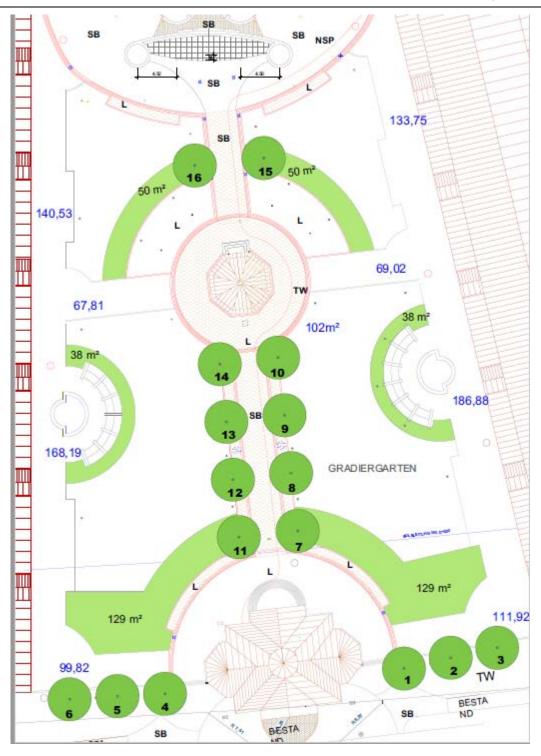


Abb. 1: Lageplan des Gradiergartens mit den grün-schraffierten Pflanzflächen (Versuchsflächen) und dem vorhandenen Baumbestand Bäume 1 bis 6: *Carpinus betulus* 'Fastigiata' Bäume 7 bis 16: *Acer platanoides* 'Globosum'

Gehölze, Stauden, Streusalz

Ergebnisse und Diskussion

Das Ziel einer vollflächigen und ganzjährig ansprechenden Pflanzung mit geringem Pflegeaufwand wurde auf allen der mit Stauden bepflanzten Flächen erreicht.

Staudenpflanzung am Eingang (Staudenmischpflanzung, Tab. 1)

Die Stauden wiesen wenige bis gar keine Salzschäden auf und blieben über 4 Jahre in der Mischpflanzung erhalten, wobei sich die Anteile an der Gesamtpflanzung wesentlich veränderten. Während der Salzgehalt in den überdachten Gradiergängen und den unmittelbar angrenzenden Bereichen sehr hoch ist, konnten im Boden der Versuchsflächen keine erhöhten Salzkonzentrationen nachgewiesen werden. Unter den 4 verschiedenen Gehölzen, die in die Staudenmischpflanzung integriert wurden, erwiesen sich die Blauraute und die Eberraute, die wie Stauden jährlich bodennah zurückgeschnitten werden, als vital. Die Sommertamariske zeigte in 4 Jahren wenig Zuwachs und konnte sich nicht artgerecht entwickeln. In der Form eher besenartig kann sie nur als mäßig vital bewertet werden. Der Salzstrauch konnte sich nach anfänglichen Startschwierigkeiten gut entwickeln, ist aber aufgrund der mangelnden Frosthärte als ebenso mäßig vital einzustufen und nur für geschützte Bereiche zu empfehlen. Von den 32 Stauden-Arten und-Sorten konnten nach 4 Standjahren noch 30 in unterschiedlichen Anteilen und mit unterschiedlicher Vitalität nachgewiesen werden. Nach der zeitigen Frühjahrsblüte, die vor Allem durch Narzissen geprägt wurde (siehe Abschnitt Zwiebel- und Knollenpflanzen) blieb die erwartete Blüte der Bergenien aus. Diese immergrüne und früh blühende Staude wies deutliche Schäden auf: kleine Blätter mit Verbräunungen, Kümmerblüten (Abb. 2 und 3)





Abb. 2 und 3: Bergenien weisen deutliche Schäden auf

Enttäuschend ist der Rückgang des Meerkohls. Von 4 Pflanzen konnte nur eine bestehen, die sich aber artgerecht und gut entwickelte (s. Abb. 4). Eine Bewertung erscheint deshalb sehr schwierig.



Abb. 4: Meerkohl (Crambe maritima, Juni 2017)

Gehölze, Stauden, Streusalz

Völlig verschwunden ist der Bärenklau (*Acanthus hungaricus*), der sich aus unerklärlichen Gründen gar nicht erst entwickeln konnte. Der im Anhang zu findende Ereigniskalender für die Staudenmischpflanzung (s. Tab. 1) zeigt die Vitalitätsnoten zu den jeweiligen Wirkungszeiträumen der einzelnen Pflanzen und die Tendenz der Anteile in der Pflanzung (zunehmend / gleichbleibend/rückläufig). Zur vereinfachten Darstellung wurden hier nicht die Monate und auch nicht die 10 phänologischen Jahreszeiten, sondern die 7 Jahreszeiten nach Karl Foerster verwendet:

Vorfrühling (VF): Ende Februar bis Ende April (bis späte Ostern)

Frühling (F): Mai bis Anfang Juni (bis Himmelfahrt)

Frühsommer (FS): Anfang bis Ende Juni (Siebenschläfer – 27.6.)

Hochsommer (HS): Juli bis Ende August

Herbst (H): September bis Anfang November (Allerseelen – 2.11.)

Spätherbst (SH): November bis Anfang Dezember

Winter (W): Dezember bis Februar (Advent bis Fastnacht)

Die Buchstaben geben die Wirkung / Ereignisse der Arten und Sorten wieder (s. Legende). Die Vitalitätsnoten (1-mangelhaft bis 9-sehr vital) weisen auf die Entwicklung der Pflanzen hin.





Abb. 5 und 6: Mischpflanzungen rechts und links des Eingangs zum Gradiergarten, Juni 2017

Staudenpflanzung an der Pergola (Übernahme vorhandener Stauden, s. Tab. 2)

Die durch die Pergola gegen die Salzgicht etwas abgeschirmte Staudenpflanzung wurde aus den Stauden der Vorpflanzung (vor Versuchsbeginn) in Form einer strukturierten Mischpflanzung erstellt. Das Gerüst bildeten Gräser und Kugeldisteln, denen verschiedene Blüten- und Blattschmuckstauden zugeordnet wurden. Breits im ersten Jahr entwickelte sich ein geschlossener Pflanzenbestand, der kaum Schäden aufwies und über das Jahr abwechslungsvolle Bilder bot (s. Tab. 2).

Staudenpflanzung an der Eiben-Hecke (Übernahme vorhandener Stauden, s. Tab. 3)

Die bereits aus Vorpflanzungen im Gradiergarten übernommenen Stauden konnten sich nach Aufnahme und Teilung unter den verbesserten Bedingungen (bessere Pflege, ausreichende Pflanzdichte, Mulchung) gut etablieren und boten der Eiben-Hecke einen guten Schutz, so dass sich diese aufgrund besserer Pflege und des Einflusses der geschlossenen Staudenpflanzung besser entwickeln konnte. Dominant in dieser strukturierten Pflanzung sind die Gräser (*Miscanthus sinensis* 'Gracillimus' und 'Kleine Fontaine', die das Motiv der Springbrunnen hinter den Pergolen in pflanzlicher Form wieder aufnahmen und der Pflanzung einen Rhythmus geben. Ergänzt wurden diese durch verschiedene Blüten- und Blattschmuckstauden sowie Zwiebel- und Knollenpflanzen (Geophyten) für den Frühjahrsaspekt.

Gehölze, Stauden, Streusalz





Abb. 7 und 8: Beet seitlich an der Pergola im April 2012 unattraktiv mit freien Flächen und stark geschädigten bzw. bereits abgestorbenen Rosen und im April 2013 mit farbenfrohen Frühblühern als Vorboten für die Stauden





Abb.: 9 und 10: Beet seitlich an der Pergola im Juni 2015 und ohne Pergola im Juni 2017 (Die Entnahme der Pergola bleibt den Versuchsanstellern ebenso unverständlich wie der Ersatz durch eine viel zu niedrige Hainbuchen-Hecke!)





Abb. 11 und 12: Auf einer im April 2012 sehr "stiefmütterlich" bepflanzten Fläche (Sag mir wo die Blumen sind!) hat sich vor der stark geschädigten Eiben-Hecke dank angemessener Pflege ein geschlossener Staudenbestand entwickelt, zum Wohle der Eibe und der Kurgäste (Aufnahme: Juni2017)!

Gehölze, Stauden, Streusalz

Zwiebel- und Knollenpflanzen in allen Pflanzflächen (s. Tab. 4)

10 Arten und Sorten von Knollenpflanzen (Geophyten) wurden in alle Pflanzflächen eingebracht, um den Frühjahrsaspekt zu verbessern und in den Frühsommer überzuleiten. Salzschäden konnten hier nicht beobachtet werden, jedoch sind insbesondere bei Krokussen und Tulpen größere Ausfälle durch Nagerfraß zu verzeichnen. Hier wirkte sich der Mulch eher negativ aus, weil er den Nagern Schutz bot und diese sich besonders wohl fühlten. Eine Nachpflanzung von Narzissen, deren Zwiebeln ungern gefressen werden, wird deshalb unbedingt empfohlen. Die kleinen Alpenveilchen-Narzissen (*Narcissus cyclamineus* 'February Gold' erwiesen sich jedoch als nicht geeignet, gingen im Bestand stark zurück und sollten durch die robusteren Trompeten-Narzissen ersetzt werden. Eine mögliche Sorte ist die im Versuch getestete Sorte 'Topolino', die jedoch durch weitere Sorten ergänzt werden sollte. Hinweise hierzu ergeben sich aus einem bereits abgeschlossenen Narzissen-Sorten-Versuch der LVG Erfurt. Strukturgebend und beständig zeigten sich der im Frühsommer blühende Kugel-Lauch (*Allium sphaerocephalon*) und die Kleopatranadel (*Eremurus stenophyllus*).

Der Gradiergarten hat durch die Staudenpflanzungen eine ganzjährige Aufwertung erfahren, die von den nutzenden Kurgästen mehrfach so bestätigt wurde. Die Form der Mischpflanzung hat sich als kostensparend (ohne Pflanzplan möglich, wenig Pflege erforderlich) erwiesen, erfordert jedoch gute Pflanzenkenntnisse des Pflegepersonals. Es bleibt dem Versuchsansteller völlig unverständlich, warum die Pergolen in den Seitenbereichen entfernt wurden. Sie waren in einem durchaus guten Zustand, passten sich sehr gut in den Kurgarten ein und boten den Staudenbeeten einen leichten Schutz gegen die Salzgicht. Die Sitzplätze unter den Pergolen vor den Springbrunnen wurden von Kurgästen gern zum Verweilen aufgesucht. Noch weniger verständlich ist die Umgestaltung der Wasserbecken, in Kiesflächen ohne Wasser mit je einem Gras (*Miscanthus sinensis*) das aufgrund von Wasser- und Nährstoffmangel kümmert, mit einer Vitalität im Bereich 1 bis 2 bewertet werden muss und somit entbehrlich erscheint.

Ein Rätsel bleibt auch die Nachpflanzung von je 3 Pyramiden-Hainbuchen (*Carpinus betulus* 'Fastigiata') zu beiden Seiten des Eingangs am Gradiergarten. Bereits die Kugelrobinien der Vorpflanzung zeigten, dass die Salzgicht unmittelbar an den Gradiergängen in Höhe der Kronen so schädigend wirkt, dass die Bäume starke Deformationen und Absterbeerscheinungen aufweisen. Besonders die beiden äußeren Bäume in der östlichen Hälfte wurden stark geschädigt. Eine Reduzierung auf je einen Baum zu beiden Seiten des Gebäudes am Eingang (s. Abb. 1) wird deshalb, wie bereits zu Beginn der Versuchspflanzung, dringend angeraten.





Abb. 13 und 14: Beet rechts am Eingang mit Frühjahrsflor im April 2012 und nach der Versuchspflanzung im April 2014 – Mit Frühblühern muss man klotzen und nicht kleckern!

Tab. 1: Mischpflanzung am Eingang

| | | Vor- | | Früh- | | | Spät- | | |
|---|--------------|---------------------|----------|--------|----------|--------|-------------------|--------------------|---|
| | | frühling *E II-E | Frühling | sommer | Sommer | Herbst | herbst XI - *A | Winter *M XII-M | Tendenz |
| Arten | Vitalität** | Ν | ^ | N | VII-VIII | IX-X | XII | II | Bemerkungen |
| Gehölze / Halbsträucher | | | | | | | | | |
| Artemisia abrotanum Eberraute | 7 | | Fo | Fo | Fo | Fo | Fo | Fo | zunehmend Strukturofl. |
| Halimodendron | 7 6 | | | | | | | | Anz dojch |
| Salzstrauch | 1 | 9 | 6 | ß | 9 | 요 | ß | Po | Aliz. Breiti leichter Zuwachs |
| Perovskia atripicifolia | 1 | | | | | | | • | |
| Blauraute | ` | | 오 | 오 | B | Fa | 오 | P 0 | Anz. gleich Ieichter Zuwachs |
| Tamarix ramosissima | | Ъ | Ро | Ъ | Ъ | Ъ | Ъ | Fo | |
| Sommer-Tamariske | 3-5 | | Fa | | | | | | Anz. gleich leichter Zuwachs |
| 1. Gerüstbildner (Stauden) | | | 1 | | | 1 | | | |
| Achillea filipendulina 'Coronation Gold' | 6 | | | ı | | Ĺ | L | ı | gleichbleibend |
| Goldgarbe | | | | e e | Fa | 오 | 오 | 9 | wichtige Bluten- und Strukturpflanze |
| Ammophila breviligulata Amerikanischer Strandhafer | 7-9 | | | | 6 | 9 | ይ | S. | Anz. gleich leichter Zuwachs |
| Calamagrostis x acutiflora | 1 | | | | | | | | 1:::: |
| 'K. Foerster' Garten-Reitgras | 6-/ | | | 윤 | Po- | 9 | 6 | ₆ | Anz. gleich leichter Zuwachs |
| | | | | Fo | Fo | Ъ | | | zunehmend |
| Cephalaria gigantea Großer Schuppenkopf | 7-9 | | | Fa | Fa | | | | Insektenmagnet, wichtige Blüten- und Strukturpflanze |
| Crambe maritima Meerkohl | 5 | | ľ | Γ | l | l | | | rückläufig, keine Blüte, nur Laub |
| Miscanthus sinensis 'Gracillimus' Feinhalm-Miscanthus | 7-9 | | | | 8 | P | ß | 9 | Anz. gleich leichter Zuwachs |
| Doning wingston | | | | | G. | Бо | Fo | Fo | Anzahl gleich |
| 'Rotstrahlbusch' Rutenhirse | 2-9 | | | | | Fa | | | leichter Zuwachs |
| Stipa calamagrostis 'Algàu' Föngras | 2-9 | | | Ъ | Бо | Бо | Ъ | Fo | gleichbleibend |
| roligias | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 81010101010 |

| | | Vor- | | Früh- | | | Spät- | | |
|---|-------------|--------------------------|----------|-----------------------------------|----------|--------|-------------|-------------|---|
| | | frühling | Frühling | ing Frühling sommer Sommer Herbst | Sommer | Herbst | herbst | Winter | Tendenz |
| Arten | Vitalität** | Vitalität** *E II-E IV | ^ | N | VII-VIII | IX-X | XI - *A XII | *M XII-M II | XI - *A XII *M XII-M II Bemerkungen |
| 2. Begleitstauden | | | | | | | | | |
| Acanthus hungaricus | 1 | | | | | | | | ausgefallen |
| Anombolio triplinomio | | | | | | | | | |
| Anapnans impinerus Silberimmortelle | 2 | Fa | Fa | Fa | Fa | 8 | 5 | Fa | rückläufig |
| Anemone x hybrida | 5.7 | | | | Fa | Fa | F0 | | - G G G G G G G G |
| 'Andrea Atkinsosn' | 5 | | | | L | L | ı | | ruckidulig |
| Aster dumosus | , | | | | | į | | 1 | zunehmend |
| 'Silberblau' | - | | | _ | 7 | Fa | Fa | Ъ | |
| Centranthus ruber Coccineus' | 6 | | | | | | | | ctark zinahmand |
| Spornblume | 1 | | | Fa | Fa | | | | |
| Eryngium maritimum | 7 | | | | | | | | ويمطنواططينواء |
| Strand- Mannstreu | . | | | 요 | 9 | 6 | 요 | Ъ | grennierbend |
| Euphorbia segueriana subsp. | | | | | | | | | |
| niciciana | 6 | | | | | | | | gleichbleibend |
| Steppenwolfsmilch | | | Ъ | 요 | Ъ | Ъ. | | | |
| Geranium x magnificum | 1 | | | | | | l | | gleichhleibend HE |
| Pracht-Storchschnabel | 2-7 | | _ | Fa | _ | Fa | Fa | | |
| Hemerocallis 'Corky' | _ | | | | | | | | gleichhleibend |
| Taglilie | | | - | Fa | Fa | _ | | | Breigner |
| Iris spuria | _ | | | Fa | | | | | a oicht oitead Structurafiana |
| Steppen-Iris | | | | 요 | Ъ | 9 | 요 | | gracini el benu, su untui pinanze |
| Papaver orientale | | | | | | | | | rückläufig, |
| Türkenlouis' | ı | | | Į. | 1 | | | | wichtige Blütenpflanze, kurzzeitig Struktur |
| Orientalischer Monn | | | | Fa | 오 | | | | durch |
| Phlomis russeliana | 1 | _ | _ | - | _ | _ | _ | _ | zunehmend |
| Brandkraut | ρ-/ | | | Fa | | | | | Insektenmagnet, wichtige Strukturpflanze |
| | | | | Ъ | Бо | Fo | Ъ | Ъ | Blattnekrosen |
| Salvia officinalis 'Berggarten' Salbei | _ | | _ | _ | _ | _ | _ | _ | gleichbleibend |
| Sedum 'Matrona' | | | | 1 | 1 | T | 1 | | zunehmend / |
| Fetthenne | 2-9 | 116 | | Fa | Fa | Fa | Fo | Ъ | strukturbildend |
| Sedum telephium | 1 | | | _ | - | L | _ | | / P |
| 'Herbstreude' Fatthenne | 6-/ | | | | 2 | 2 | G | G | Zunenmend / c+z::kt::rbildood |
| | | | | | 3 | 2 | - | 2 | strantal bildelia |

| | | Vor- | | Früh- | | | Spät- | | |
|--|------------------------|----------|-----------|---------------------------------|--------|--------|------------|-------------|---|
| | | frühling | Frühling | frühling Frühling sommer Sommer | Sommer | Herbst | herbst | Winter | Tendenz |
| Arten | Vitalität** *E II-E IV | *E11-E1V | ^ | N | MI-MII | X-XI | XI - *AXII | *M XII-M II | XI - *AXII *M XII-M II Bemerkungen |
| 3. Füllpflanzen (meist kurzlebige, sich verrsamende Arten) | bige, sich ve | rrsamend | le Arten) | | | | | | |
| Catananche caerulea | 7 | | | | | | | | gleichbleibend, unverzichtbarer Blüher |
| Rasselblume | | | | | Fa | Б | Б | Fo | und Strukturbildner |
| Gaura lindheimeri | 1 | | | | | | | | zu großenTeilen ausgefallen |
| Päriekerze | - | | | | | | | | (Frostschaden) |
| Knautia macedonica | 7 | | | | | | | 4 | wichtiger Sommerblüher, |
| Witwenblume | , | | | Fa | Fa | Ро | | | mehltaugefährdet |
| Seseli gummiferum Kretischer Berefenschel | 7 | | | 5 | S | 8 | 3 | | rückläufig, aber wichtige Strukturpflanze |
| Neusciel Deigleiche | | | | Ld | La | 2 | 2 | | |
| Bodendeckst auden | | | | | | | | | |
| Anemone sylvestris | | | | | | | | | gleichbleibend |
| Großes Windröschen | 7 | | Fa | Г | L | Fa | | | schöne Frühjahr sblüte + Nachblüte im |
| Bergenia 'Winterglut' | 3 | Fa | Fa | | | | | Fa | rückläufig, deutlich erkennbare |
| Bergenie | 7 | L | L | L | L | T | 1 | 1 | Salzschäden! |
| Ceratostigma plumbaginoides | 6 | | | | | | | | zunehmend |
| Beiwurz / Hornnarbe | , | | | _ | T | Fa | Fa | | Farbwirkung durch blaue Blüte und |
| Geranium wlassovianum | 'n | | | | | | | | rückläufig |
| Sibirischer Storch-schnabel | , | | | | L | Fa | | | schöne Herbstblüte, dekoratives Laub |
| Origanum vulgare | | | | | | | | | zunehm e nd, |
| Compactum | 6 | | | | | | | | Insektenmagnet, duftend, guter |
| Dost | | | | L | Fa | Fa | Бо | | Bodendecker |

| 20 16 | 3 2 | 6 3 | 29 21 | Farbereignis (Blüten, Früchte, Sommerlaub, Herbstfärbung, **Vitalität: farbiges Winterlaub | 3 = Pflanze kümmert, starke Mängel | 5 = geringes Wachstum / Mangelerscheinungen | 7 = Wachstum, aber leichte mängel/Schäden | 0.) 9 = normales Wachstum, keine Mänge 20.) |
|--------------|--------------|--------------------|--------------------|---|------------------------------------|--|--|---|
| 19 | 11 | 8 | 38 | erlaub, H | | | ıter Merk | (1. bis 10.) (11. bis 20.) |
| 15 | 13 | 12 | 40 | ite, Somm | | auffällige Belaubung (immergrüne!) | 1 dominar | |
| 11 | 11 | 10 | 32 | en, Früch ub | flanzen | ıng (imme | nteile unc | |
| 2 | 4 | 9 | 15 | Farbereignis (Blüten farbiges Winterlaub | Formprägnante Pflanzen | e Belaubu | Mengenaı ägen. | Anfang Mitte |
| 2 | 2 | 2 | 9 | Farberei farbiges | Formprä | auffällig | nend großer I Sschnitten pr | Anfang Mitte |
| | | | | Fa | Ю | ٦ | ufgrund ausreich anzung in Zeitak | δ Α Σ |
| Formaspekt ? | Farbaspekt ? | Auffälliges Laub ? | Ereignisse gesamt: | Fa | Ю | 1 | Aspektbildner, die aufgrund ausreichend großer Mengenanteile und dominanter Merkmale das "Gesicht" der Pflanzung in Zeitabschnitten prägen. | * * . |

Tab. 2: Pflanzung an Pergola

| | | Vor- frühling *F II-F | Frühling | Früh- sommer | Sommer | Herbst | Spät- herbst XI_*A | Winter *M XII-M | Tendenz |
|---|-------------|-----------------------------|----------|-----------------|----------|---------|--------------------------|--------------------|---|
| Arten | Vitalität** | | ^ | N | VII-VIII | IX-X | X IX | | Bemerkungen |
| <u>Gehölze</u> | - | ı | 1 | - | Į | ı | 1 | - | |
| Carpinus betulus | 7.3 | | | | | | | | Pflanzen kümmern, Trocken- |
| Frsatz für Pergola) | 7 | _ | G | _ | _ | _ | _ | _ | /ədizəciladeii als Ersatz für Pergola nicht geeignet! |
| Stauden aus Vorbestand | - | 1 | | 1 | į | 1 | Ī | 1 | |
| Aster dumosus 'Silberblau' | | | | _ | ۔ | Fa | Fa | Fo | zunehmend |
| Centranthus ruber 'Coccineus' Spornblume | თ | | | Fa | Fa | | | | aus Mischpflanzung vom Eingang eingewandert, stark zunehmend |
| Ceratostigma plumbaginoides Bleiwurz / Hornnarbe | თ | | | ٦ | ۔ | Fa | Fa | | zunehmend Farbwirkung durch blaue Blüte und intensiv rote HF |
| <i>Echinops ritro</i> Kugeldistel | 6-2 | | | 7 | L Fa | L Fo | | | zunehmend Blüten- und Strukturpflanze |
| Hemerocallis in Sorten Taglilien unbekannter Sorte | 7 | | L | Fa | Fa | L | | | gleichbleibend |
| Hosta fortunei 'Aureo-marginata' Grüne Goldrand-Funkie | _ | | | _ | L Fa | L Fa | | | Anz. gleich geringer Zuwachs, Sorte nicht eindeutig geklärt! |
| <i>Iris germanica</i> Schwertlilie unbek. Sorte | 7 | | L | Fa | L | L | 1 | | Anz. gleich, Zuwachs, formprägnantes Laub |
| Leucanthemum maximum 'Eisstern' / 'Christine Hagemann' Weiße gefüllte Margarite | 6 | | | | Fa | | | | zunehmend Sommer-Blütenstaude, zweiter Flor durch Rückschnitt nach Blüte |
| Miscanthus sinensis 'Silberfeder' Chine-Schilf | 2-9 | | | | Fo | Fo | Fo | Fo | Anz. gleich Zuwachs |
| Salvia nemerosa 'Caradonna' Steppensalbei | 6 | | Fa | Fa | Fa | Fa | | | Dauersommerblüher mit schöner Kerzenstruktur |
| Sedum telephium 'Herbstfreude' Fetthenne | 6-2 | | | _ | n Fa | L Fa | _ 요 | G | zunehmend / strukturbildend |
| | | 7 | T | T T | ٦ | - | _ | - | zunehmend |
| Stachys byzantina Wollziest | 6 | | | | Fa | | | | wichtige Bodendeckerstaude und Strukturpflanze |
| Verbascum bombyciferum 'Polarsommer' Silber-Königskerze | ۷ | | | L Fa | L Fa | _ | _ | | zweij. Pflanzen, die sich versamen in vorhandene Lücken, wichtige Strukturpflanze |
| Veronica teucrium 'Knallblau' Büschel-Ehrenpreis | 7 | ı | Fa | Fa | ı | | | | zunehmend Blütenstaude für das Frühjahr |

| Formaspekt ? | | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | |
|--|--|--|---|--|----------|--|-----------------|-----|--|
| Farbaspekt ? | | 0 | 2 | 9 | 6 | 2 | 2 | 0 | |
| Auffälliges Laub ? | | 3 | 4 | 8 | 10 | 8 | 5 | 2 | |
| Ereignisse gesamt: | | 3 | 7 | 14 | 20 | 15 | 6 | 5 | |
| Fa | Fa | Farbereig farbiges \ | Farbereignis (Blüten farbiges Winterlaub | Farbereignis (Blüten, Früchte, Sommerlaub, Herbstfärbung, farbiges Winterlaub | Somme | rlaub, He | rbstfärbur | lg, | **Vitalität: 1 = Pflanze abgestorben |
| Fo | Ро | Formprä | Formprägnante Pflanzen | anzen | | | | | 3 = Pflanze kümmert, starke Mängel |
| ľ | ٦ | auffällige | : Belaubur | auffällige Belaubung (immergrüne!) | grüne! | | | | 5 = geringes Wachstum / Mangelerscheinungen |
| Aspektbildner, die aufgrund ausreichend großer Meng. das "Gesicht" der Pflanzung in Zeitabschnitten prägen. | fgrund ausreichend anzung in Zeitabschı | großer Mengenanteile und dominanter Merkmale nitten prägen. | ngenante en. | ile und do | minanter | . Merkma | <u>ə</u> | | 7 = Wachstum, aber leichte Mängel/Schäden |
| * * * | ∀∑ш | Anfang Mitte Ende des | Monats F | Anfang Mitte Ende des Monats Februar (II), | | (1. bis 10.) (11. bis 20.) (21. bis 31.) |) (.0 (.1 | | 9 = normales Wachstum, keine Mängel |
| | | | | | | | | | |

Tab. 3: Pflanzung an Eiben-Hecke

| | | Vor- frühling | Frühling | Früh- sommer | Sommer | Herbst | Spät- herbst | Winter | Tendenz |
|---|-------------|------------------|----------|-----------------|----------|---------|-----------------|--------------|---|
| Arten | Vitalität** | === * E=== | > | 5 | VII-VIII | X-XI | ¥ - X | W-IIX H * | Bemerkungen |
| Gehölze | ı | | | ı | ı | 1 | 1 | | - |
| Acer platanoides 'Globosum' Kugelahorn, | 1-3 | 1 | Fo | ٦ | T | 7 | 7 | ٦ | bereits vorh. Bäume haben sich nach sachgerechter Pflege gut entwickelt! |
| Stauden aus Vorbestand | , | 1 | 1 | ı | ı | ı | 1 | ı | |
| Aster dumosus 'Silberblau' | ^ | | | _ | ٦ | Fa | Fa | 5 | zunehmend |
| Centranthus ruber 'Coccineus' Spornblume | თ | | | Fa | Fa | | | | aus Mischpflanzung vom Eingang eingewandert, stark zunehmend |
| Ceratostigma plumbaginoides Bleiwurz / Hornnarbe | o o | | | ١ | ١ | Fa | Fa | | zunehmend Farbwirkung durch blaue Blüte und intensiv rote HF |
| <i>Echinops ritro</i> Kugeldistel | 6-2 | | | L | L Fa | L Fo | | | zunehmend Blüten- und Strukturpflanze |
| Hemerocallis in Sorten Tagilien unbekannter Sorte | 7 | | L | Fa | Fa | Γ | | | gleichbleibend |
| Hosta fortunei 'Aureo-marginata' Grüne Goldrand-Funkie | 7 | | | - | L Fa | L Fa | | | Anz. gleich geringer Zuwachs, |
| Hosta lancifolia Lnzen-Funkie unbek. Sorte | 2-7 | | | _ | L Fa | L Fa | | | Anz. gleich geringer Zuwachs, braune Blattränder, |
| <i>Iris germanica</i> Schwertlilie unbek. Sorte | 7 | | L | Fa | L | L | L | | Anz. gleich, Zuwachs, formprägnantes Laub |
| Leucanthemum maximum 'Eisstern' / 'Christine Hagemann' Weiße gefüllte Margarite | 6 | | | | Fa | | | | zunehmend Sommer-Blütenstaude, zweiter Flor durch Rückschnitt nach Blüte |
| Miscanthus sinensis Chinaschilf versch. Unbek. Sorten | 6-2 | | | | Fo | Б | Fo | Fo | Anz. gleich Zuwachs |
| Salvia nemerosa 'Caradonna' Steppensalbei | 6 | | Fa | Fa | Fa | Fa | | | Dauersommerblüher mit schöner Kerzenstruktur |
| Sedum telephium 'Herbstfreude' Fetthenne | 6-2 | | | _ | L Fa | Fa | _ 요 | 9 | zunehmend / strukturbildend |
| Stachys byzantina | 6 | _ | _ | _ | | _ | _ | _ | zunehmend wichtige Bodendeckerstaude und Strukturgflanze |
| VVoliziest Verbascum bombyciferum 'Polarsommer' Silber-Königskerze | ~ | | _ | L Fa | E L | | | | zweij. Pflanzen, die sich versamen in vorhandene Lücken, wichtige Strukturpflanze |
| Veronica teucrium 'Knallblau' Büschel-Ehrenpreis | 2 | _ | Fa | Fa | ٦ | | | | zunehmend Blütenstaude für das Frühjahr |

| Formaspekt ? | | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | |
|--|---|-------------------------------|---|--|----------|---------------|-----------|-----|--|
| Farbaspekt ? | | 0 | 2 | 9 | 10 | 9 | 2 | 0 | |
| Auffälliges Laub ؟ | | 3 | 4 | 6 | 11 | 6 | 5 | 2 | |
| Ereignisse gesamt: | | 3 | 7 | 15 | 22 | 17 | 6 | 5 | |
| Fa | Fa | Farbereig farbiges | Farbereignis (Blüten farbiges Winterlaub | Farbereignis (Blüten, Früchte, Sommerlaub, Herbstfärbung, farbiges Winterlaub | Somme | rlaub, Her | bstfärbun | ρŷ | **Vitalität: 1 = Pflanze abgestorben |
| 9 | Ъ | Formprä | Formprägnante Pflanzen | lanzen | | | | | 3 = Pflanze kümmert, starke Mängel |
| | _ | auffällige | Belaubu | auffällige Belaubung (immergrüne!) | rüne!) | | | | 5 = geringes Wachstum / Mangelerscheinungen |
| Aspektbildner, die aufgrund ausreichend g das "Gesicht" der Pflanzung in Zeitabschn | ifgrund ausreichend anzung in Zeitabschr | großer Meng nitten prägen. | engenante en. | großer Mengenanteile und dominanter Merkmale itten prägen. | ninanter | Merkmal | Ψ | | 7 = Wachstum, aber leichte Mängel/Schäden |
| | | | | | | | | | 9 = normales Wachstum, keine |
| * | A | Anfang | | | | (1. bis 10.) | | | Mängel |
| * | Σ | Mitte | | | | (11. bis 20.) | · | | |
| * | E | Ende des | Monats I | Ende des Monats Februar (II), | | (21. bis 31.) | | | |
| * | E | Ende des | : Monats | -ebruar (II), | | (21. bis 31 | · - | - 1 | |

Tab. 4: Geophyten

| | | Vor- | | Früh- | | | Spät- | | |
|--|-------------|----------|----------|--------|----------|--------|--------|----------|---|
| | | frühling | Frühling | sommer | Sommer | Herbst | herbst | Winter | Tendenz |
| | | ∃-II ∃* | | | | | ¥ - IX | M-IIX M* | |
| Arten | Vitalität** | N | ^ | ΙN | VII-VIII | IX-X | IIX | = | Bemerkungen |
| Zwiebeln und Knollen | ı | I | I | ı | I | ı | ı | ı | ı |
| Tulipa praestans 'Füselier' | | | | | | | | | gleichbleibend / rückläufig |
| Tulpe | 7-9 | Fa | | | | | | | frühe, mehrblütige, kurzstielige Tulpe |
| Tulipa greigii | | | | | | | | | gleichbleibend / rückläufig |
| edin - | 2-9 | Fa | | | | | | | frühe kurzstielige Tulpe |
| Muscari latifolium | | | | | | | | | zweifarbige Traubenhyacinthe, |
| l raubennyazıntne | 7 | | | | | | | | gleichbleibend bis leicht |
| | | | Fa | | | | | | zunehmend |
| Anemone blanda | | | | | | | | | zunehmend, attraktive weiße Blüten |
| VVIIIte Spielidoui Stern-Anemone | o | | | | | | | | |
| | | Fa | 1 | | | | | | |
| Crocus tommasinianus | | | | | | | | | violetter, großblütiger Krokus, |
| rkuby Glant Elfenkrokus | _ | | | | | | | | rückläufig durch Mäusefraß |
| | | Fa | | | | | | | |
| Crocus chrysanthus | 7 | | | | | | | | gelber Krokus, |
| Dolouiy | , | Fa | | | | | | | rückläufig durch Mäusefraß |
| Trompeten-Narzisse | | | | | | | | | kleine gelbe Trompetennarzisse, |
| | 2 | | | | | | | | gleichbleibend bis rückläufig, verträgt |
| | | | Fa | | | | | | mineralischen Mulch nicht |
| Narcissus cyclamineus 'February Gold' | u | | | | | | | | frühe kleine gelbe Narzisse, rückläufig |
| Narzisse | ס | Fa | | | | | | | |
| Eremurus stenophyllus | | | | | | | | | goldgelbe Blütenkerzen, wichtige |
| Kleopatranadel | 6 | | | | | | | | Strukturpflanze |
| | | _ | Fa | Fa | 요 | 요 | | | gleichbleibend |
| Allium sphaerocephalon Roter Kudel-Lauch | | | | | | | | | zunehmend |
| | | | _ | Fa | Fa | Fo | Ъ | Ъ | Blüten- und Strukturpflanze |

| Formaspekt ? | | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | |
|--|--|-------------------------------|---|------------------------------------|----------|---------------|--|----|--|
| Farbaspekt ? | | 9 | 33 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Auffälliges Laub ? | | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Ereignisse gesamt: | | 7 | 5 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | |
| Fa | Fa | Farbereig farbiges ' | Farbereignis (Blüten farbiges Winterlaub | ın, Frücht b | e, Somm | erlaub, He | Farbereignis (Blüten, Früchte, Sommerlaub, Herbstfärbung, farbiges Winterlaub | g, | **Vitalität: 1 = Pflanze abgestorben |
| Fo | Fo | Formprä | Formprägnante Pflanzen | anzen | | | | | 3 = Pflanze kümmert, starke Mängel |
| L | ۰ | auffällige | . Belaubu | auffällige Belaubung (immergrüne!) | grüne! | . | | | 5 = geringes Wachstum / Mangelerscheinungen |
| Aspektbildner, die aufgrund ausreichend großer Mengenanteile und dominanter Merkmale das "Gesicht" der Pflanzung in Zeitabschnitten prägen. | grund ausreichend Izung in Zeitabschr | großer Meng nitten prägen. | ngenante en. | ile und do | ominante | er Merkma | e - | | 7 = Wachstum, aber leichte Mängel/Schäden |
| | | | | | | | | | 9 = normales Wachstum, keine Mängel |
| * | _ | Anfang | | | | (1. bis 10.) | <u>.</u> | | |
| * | V | Mitte | | | | (11. bis 20.) | 0.) | | |
| * | | Ende des | Monats | Ende des Monats Februar (II), | (| (21. bis 31.) | 1.) | | |

Prüfung einer Staudenmosaikpflanzung auf einem Kiesbeet

Stauden, Vitalität; Ästhetik

Zusammenfassung

Ziel dieser Staudenpflanzung war es, Stauden und Gräser zu beobachten, die ihre Vitalität und Ästhetik auch unter den extremen Standortbedingungen auf einem Kiesbeet nicht verlieren. Dabei sollten in gestalterischer Hinsicht auch Rückschlüsse auf geeignete Pflanzenkombination gezogen werden. Beobachtungen zum Pflegeaufwand spielten eine weitere Rolle. Ergebnis ist eine Aufstellung von Stauden, die sich für eine Pflanzenkombination unter schwierigen Standortbedingungen eignen können. Die Beobachtung erfolgte in einem Zeitraum von Mai 2010 bis Ende 2015.

Problemstellung

In öffentlichen Freianlagen und auch in privaten Gartenbereichen sind vermehrt extrem, karge Bodenverhältnisse in Verbindung mit anhaltender Trockenheit in der Vegetationszeit in den Monaten Mai bis September und in den Wintermonaten anzutreffen. Zum Teil sind diese Bedingungen durch Baumaßnahmen entstanden. Solche Bereiche sind zum Beispiel Traufstreifen. Es besteht der Wunsch, auch diese extremen Gartenbereiche gestalterisch ansprechend zu bepflanzen.

Material und Methoden

Die ca. 50 m² große Pflanzfläche befand sich in einem von 3 Seiten geschlossenem Hof an der Fachschule für Agrartechnik in Pillnitz. Die Pflanzfläche ist von Wegen und Platzflächen umschlossen und ohne Störfaktoren, wie zum Beispiel Wurzeldruck.

Pillnitz ist zum Teil in den Sommermonaten von wochenlanger Trockenheit und Temperaturen um 30 °C geprägt. Die Wintermonate zeichnen oft zweistellige Minusgrade ohne Niederschläge und mit kaltem Wind aus.

Der Hof hat eine süd-westliche Ausrichtung. Die umstehenden Gebäude beschatten die Pflanzfläche nicht. Die Besonnung der Fläche erfolgt insbesondere in den Monaten Juni, Juli und August von ca. 9.00 Uhr bis abends. Der anstehende Boden der Fläche wurde 35 cm tief entnommen und ein Kiesbeet mit folgendem Aufbau erstellt: 30 cm 0/32 Wandkies mit Zugabe von ca. 1l Grünkompost/m², 5 cm Abdeckung mit gebrochenem 8/16 Elbekies.

Anfang Mai 2010 wurden die in Tabelle 1aufgeführten Stauden und Gräser wiederholend in einem mosaikartigen Prinzip in das fertige Beet gepflanzt. Die Pflanzung wurde nicht gedüngt. Regelmäßig gewässert wurde nur im ersten Jahr in der Anwuchsphase.

Die regelmäßige Pflege der Pflanzung, die von einer Fachfirma ausgeführt wurden, fand im Abstand von 4 Wochen statt. Die Pflegemaßnahmen bezogen sich auf die Beseitigung von Fremdaufwuchs, Schneiden alter Blütenstände und das gelegentliche Wässern in extrem heißen, besonders langanhaltenden Trockenperioden mit über 30 °C.

Ergebnisse und Diskussion

Nach 5 jähriger Beobachtungszeit war ein Teil der gepflanzten Arten komplett ausgefallen. Dagegen zeigten sich andere Arten immer noch sehr vital und ansprechend. Insgesamt vermittelte die Fläche am Ende des Beobachtungzeitraumes immer noch einen sehr ästhetischen Eindruck, woran sich auch danach bis Juni 2017 nichts geändert hat.

Prüfung einer Staudenmosaikpflanzung auf einem Kiesbeet

Stauden, Vitalität; Ästhetik

Tab. 1: Übersicht über die gepflanzten Stauden u. Gräser u. ihren Zustand nach 5 jähriger Beobachtungszeit

| Art/Sorte | Vital und ästhetisch | Noch vorhanden bei | ausgefallen |
|--|----------------------|----------------------|-------------|
| A shilles Millefelium I I de vide a `Terre cette | ansprechend | geringerer Vitalität | |
| Achillea Millefolium-Hybriden `Terracotta | | | Х |
| Asclepias tuberosa | | X | |
| Aster x frikartii `Wunder von Stäfa` | | | Х |
| Boltonia asteroides `Snowbank` | | | X |
| Echinacea purpurea `Doppeldecker` | | | Х |
| Echinops ritro | | Х | |
| Euphorbia sequieriana `Copton Ash` | | | x |
| Gaillardia aristata `Kobold` | | | х |
| Gaura lindheimerie | Х | | |
| Geranium wlassovianum | Х | | |
| Gypsophila paniculata `Schneeflocke` | | | х |
| Helichrysum thianshanicum `Schwefellicht` | Х | | |
| Hemerocallis – Cultivars `Apricot Angels` | Х | | |
| Lavandula x intermedia `Grappenhall` | Х | | |
| Leucanthenella serotinum | | | х |
| Nepeta racemosa `Superba` | Х | | |
| Oenothera missouriensis | Х | | |
| Panicum virgatum `Squaw` | Х | | |
| Pycnathemum pilosum | | | х |
| Ratibida columnifera f. pulcherrima | | | х |
| Salvia nemorosa `Caradonna` | | | х |
| Sedum Telephium- Hybride `Matrona` | Х | | |
| Sedum telephium `Herbstfreude` | | Х | |
| Sesleria autumnalis | Х | | |
| Stachys byzanthina `Big Ears`, | Х | | |
| Veronicastrum virginicum `Lavendelturm` | | Х | |

Für die Pflege der 50 m² großen Pflanzfläche benötigte die Fachfirma im Durchschnitt 10 – 15 Minuten.



Abb. 1: Kiesbeet nach der Pflanzung im Juni 2010



Abb. 2: Kiesbeet Anfang November 2010

Prüfung einer Staudenmosaikpflanzung auf einem Kiesbeet

Stauden, Vitalität; Ästhetik



Abb. 3: Kiesbeet im Juni 2011



Abb. 4: Kiesbeet Anfang Juli 2012



Abb. 5: Kiesbeet Ende Juni 2013



Abb. 6: Kiesbeet Ende Juni 2013



Abb. 7: Kiesbeet Ende Juni 2017



Abb. 8: Kiesbeet Ende Juni 2017

Keimversuch unterschiedlicher Indikatorarten unter Erosionsschutzgewebe

Ingenieurbiologie, Ansaat, Sicherungsbauweisen

Zusammenfassung

Vorgestellt werden Ergebnisse eines Versuchs zur Beurteilung der Auswirkungen von Erosionsschutzgewebe auf die Keimung verschiedener Indikatorarten, nämlich Kresse, Winterweizen und Chinakohl. Wasser-und Acetonextraktionen im Labor legen nahe, dass das Gewebe mit lipidartigen Substanzen zum Schutz vor vorzeitiger Verrottung ausgerüstet ist. Unter Laborbedingungen wurde eine Keimhemmung bei Kresse in der Reihenfolge Aceton-Extrakt, Wasserextrakt, Kontrolle festgestellt. Bei der Aussaat der Indikatorarten auf Substrat und Abdeckung mit dem Gewebe konnte jedoch bei keiner der drei Indikatorarten eine Keimhemmung festgestellt werden.

Problemstellung

Ansaaten auf geneigten Flächen sind sehr erosionsgefährdet. Daher werden sie zum Teil mit Erosionsschutzgeweben abgedeckt, um die Saat zu schützen bis die Keimung passiert und die Bewurzelung ausreichend stabil ist, um den Oberboden vor Abschwemmung bei Regenereignissen zu schützen.

Die eingesetzten Gewebe sollen natürlich verrottungsfähig sein, damit sie nicht später wieder entfernt werden müssen. Gleichzeitig sollen sie nicht zu schnell verrotten, so dass ihre schützende Wirkung über einige Jahre sicher gestellt ist. Daher werden die eingesetzten Materialien aus Jute, Hanf, Kokosfaser oder Sisal zum Teil mit verschiedenen Stoffen ausgerüstet, um die Verrottungsdauer zu verlängern.

Die These, dass diese Stoffe bei dem zu untersuchenden Jutegewebe JG 500 (Soil saver) mit einem Flächengewicht von ca. 495 g/m² mit der Herkunft aus Bangladesch keimhemmend wirken, soll durch den Versuch bestätigt oder widerlegt werden.

Material und Methoden

a) Sensorik

Der Geruch erinnert sehr stark an die in der Landwirtschaft gebräuchlichen Sisal-Bindegarne. Diese sind zum Schutz gegen Verrottung imprägniert. Daten zur Art und chemischen Zusammensetzung der Imprägnierung von Sisalgarnen wurde bei Großhändlern für Naturgarne erfolglos nachgefragt. Recherchen bei Textilexperten ergaben, dass in Deutschland, sofern überhaupt noch Naturfasern versponnen werden, als Avivage lediglich Seifen und Weichmacher als Hilfsstoffe eingesetzt werden. Naturfasern werden in aller Regel als schon versponnene Waren importiert. Welche Stoffe in den Herkunftsländern als Avivage eingesetzt werden, ist nicht bekannt und nicht zu eruieren. Als klassische Avivagen werden Poly-Olefine und "Öle" genannt und es ist davon auszugehen, dass sie je nach Region

b) Extraktionen

- Wasserextraktion: 6 g Materialprobe wurden mit 150 ml kochend heißem Wasser übergossen, 4
 Stunden unter gelegentlichem Rühren bei Raumtemperatur eluiert.
 - Eluat wurde in Filterpapier bei Raumtemperatur eingetrocknet, "Matten-Geruch" deutlich wahrnehmbar
 - Materialprobe deutlich aufgespleißt, Farbe unverändert, "Matten-Geruch" noch deutlich wahrnehmbar
- Acetonextraktion: 3 g Materialprobe wurden mit 150 ml Aceton übergossen, 4 Stunden unter gelegentlichem Rühren bei Raumtemperatur eluiert.

und Spinnerei unterschiedlichen Ressourcen entstammen.

Keimversuch unterschiedlicher Indikatorarten unter Erosionsschutzgewebe

Ingenieurbiologie, Ansaat, Sicherungsbauweisen

- Eluat wurde in Filterpapier bei Raumtemperatur eintrocknen lassen, "Matten-Geruch" sehr deutlich, Aceton-Geruch nicht mehr wahrnehmbar,
- Materialprobe kaum aufgespleißt, Farbe stark aufgehellt, "Matten-Geruch" kaum wahrnehmbar

c) Keimtest auf Filterpapier

Die Filterpapiere mit dem Wasser- bzw. dem Aceton-Eluat wurden im Vergleich zu einem nativen Filterpapier mit jeweils 200 Kressesamen belegt und unter Standardbedingungen einem Keimtest unterzogen.

d) Keimtest auf Substrat

Der Keimtest auf Substrat wurde mit Kresse, Chinakohl und Sommergerste durchgeführt. In Versuchsbehälter wurde in drei Varianten Pikiererde 4 cm stark eingefüllt und darauf die drei Arten angesät. In der vierten Variante wurde das Kresse-Saatgut auf Wattepads aufgeständert und das Jutegewebe unten eingefüllt, um die Wirkung von etwaigen Ausgasungen zu beobachten. Das Jutegewebe wurde in allen Varianten mit der gleichen Menge von 4 g auf das Substrat mit Saatgut bzw. unter die aufgeständerten Wattepads in die Versuchsbehälter gefüllt. Gegossen / gesprüht wurde mit destilliertem Wasser nach gärtnerischer Erfahrung alle Varianten gleichmäßig. Alle Varianten wurden in 5facher Wiederholung durchgeführt, d.h. 5 Behälter Kresse-Direktsaat ohne Gewebe, 5 Behälter Kresse-Direktsaat mit Gewebe, 5 Behälter Kresse "Begasung" ohne Gewebe, 5 Behälter Kresse "Begasung" mit Gewebe. Chinakohl und Sommergerste wurden jeweils nur direkt in das Substrat gesät und je 5 Behälter mit und ohne Gewebe bestückt. So wurden insgesamt 40 Behälter beobachtet und täglich bonitiert.

Versuchsstart war der 27.06.16 Die Kressebehälter wurden zunächst mit einem Deckel versehen, um die Verdunstung einzuschränken. Zunächst standen die Behälter im Gewächshaus. Mit zunehmender Hitze wurden die Behälter aus dem Gewächshaus in einen kühleren Wintergarten gestellt und die Deckel von der Kresse wurden abgenommen.

Die Versuchsdauer bei Kresse wird mit 7 Tagen in der Literatur empfohlen, wir haben 11 Tage beobachtet. Sommergerste (empfohlen 10 Tage) und Chinakohl (empfohlen 21 Tage) wurden 23 Tage beobachtet.



Abb. 1: 40 Testbehälter bei Versuchsstart

Keimversuch unterschiedlicher Indikatorarten unter Erosionsschutzgewebe

Ingenieurbiologie, Ansaat, Sicherungsbauweisen

Ergebnisse und Diskussion

Keimtest auf Filterpapier

Der visuelle Befund beim Keimtest auf Filterpapier nach 6 Tagen zeigt eine Wuchshemmung der Sämlinge in der Reihenfolge Aceton-Extrakt > Wasser-Extrakt > Kontrolle. Es sprechen demnach Indizien dafür, dass in der Materialprobe keimhemmende Stoffe vorliegen, die sich insbesondere im Aceton-Extrakt ausprägten, was auf lipidartige Substanzen (Fette/Öle) als keimhemmende Agenzien hinweist. Die im Test vergleichsweise geringen Einschränkungen des Wuchsverhaltens der Kresse durch den wässrigen Extrakt lassen jedoch keine Expertise im Hinblick auf eine längere Exposition von Saatgut auf Erosionsschutzmatten unter natürlichen Bedingungen zu.

Keimtest auf Substrat

Die Ergebnisse aus den Bonituren waren eindeutig: Es gab bei allen getesteten Varianten keine Unterschiede beim Keimverhalten und der Vitalität der Pflanzen, ob mit oder ohne Gewebe.



Abb. 2: Testbehälter mit Chinakohl und Sommergerste mit und ohne Gewebe bei Versuchsende

Die beiden Keimtests zeigen, dass die Stoffe zur Ausrüstung des Gewebes eine keimhemmende Wirkung haben, dass aber offenbar nur die höhere Konzentration der Stoffe insbesondere beim Aceton-Eluat diese Wirkung auch an den Testpflanzen sichtbar werden lässt. Möglicherweise nimmt auch das Substrat die keimhemmenden Stoffe auf, so dass es sich weniger stark auf das Saatgut auswirkt.

Lenkung der Baumwurzeln in Stadtbaumsubstraten

Straßenbaum, Substrat, Wurzeln

Zusammenfassung

Die Standorte der Stadtbäume unterliegen dynamischen Bedingungen. Die Wechselwirkungen der anthropogenen Nutzung zur Beständigkeit eines Baumes stehen im Kontrast. Chronische Bautätigkeiten im Wurzel- und Stammbereich führen zu Stress, Schwächung, Kalamitäten und schlussendlich zum Absterben des Baumes.

Der vorliegende Versuchsbericht behandelt einen Topfversuch zur Lenkung von Baumwurzeln. Mittels differenziertem Einbau von Substratkomponenten sollen Baumwurzeln im städtischen Gebiet gezielt in Wurzelzonen gezogen werden und somit von künftigen potentiellen Schädigungen verschont werden. Die gelenkten Wurzelzuwächse werden nach der ersten Vegetationsperiode gemessen und ausgewertet.

Problemstellung

Stadtbäume erreichen an ihrem Standort einen Bruchteil ihrer natürlichen Lebensdauer. Für die Ökosystemdienstleistungen, die klimatischen Bedingungen und für die Ästhetik sind Stadtbäume, als grüne Infrastruktur einer Stadt, wichtige Vegetationsformen. Nach rund 50 Standjahren oder einem Brusthöhenumfang von 40 cm erreichen Stadtbäume ihre volle ökologische Leistungsfähigkeit. Dies ist insofern problematisch, da viele Stadtbäume nach 20-40 (60) Standjahren ersetzt werden. Dies aufgrund von Kalamitäten, Stress oder Bautätigkeiten um die städtische Infrastruktur zu renovieren oder zu ersetzen. Die Hauptproblematik: Die für die städtische Infrastruktur verwendeten Materialien sind kurzlebiger als die verwendeten Stadtbäume. Um die für die Stadt wichtigen Leistungen erbringen zu können, muss die Standzeit und Lebensdauer der Bäume erheblich erhöht werden. Die Substrate von urbanen Pflanzungen, insbesondere von Strassenbäumen sind schon heute und werden auch in Zukunft massiven Belastungen und Wechselwirkungen ausgesetzt sein. Die Belastungen werden in innerstädtischen Gebieten unter anderem aufgrund städtebaulicher Nachverdichtung weiter zunehmen. Das Substrat soll urbane Grünräume in ihrer Vitalität und Wüchsigkeit unterstützen, gleichzeitig aber auch als Tragschicht im Verkehrswegebau eingesetzt werden können. Während physikalische Parameter weitestgehend genormt sind, sind bei den chemischen Daten noch keine umfassenden Kenntnisse vorhanden. Mit Blick auf die überbaubaren Substrate (Pflanzgrubenbauweise 2, Sieblinienband B) nach FLL (2010) und Vegtra-Mü (2016) fällt auf, dass diese nur für durchgehende Grünstreifen, Geh- und Fahrradwege sowie Parkplätze empfohlen werden nicht aber für Flächen und Strassen mit Schwerverkehr. Diese Flächen bleiben somit für Bäume nicht oder nur wenig durchwurzelbar.

Weiter muss beachtet werden, dass in solch heterogenen Standortbedingungen, wie sie urbane Grünräume und insbesondere Strassenbäume vorfinden, eine Patentlösung kaum zu einem wirklichen Ziel führen kann. Für die urbanen Grünräume muss ein Medium in Form eines überbaubaren Substrats entwickelt werden, welches als Tragschicht funktionieren kann und somit die Durchwurzelung langfristig sicherstellt, das Regenwassermanagement positiv beeinflusst, die Schadstoffe adsorbiert und die Grundlage für eine Bodengenese gewährleistet. Mittels differenziertem Einbau der verwendeten Komponenten sollen zudem die Baumwurzeln gezielt an unterirdisch städtischer Infrastruktur vorbei geführt werden können. Dies soll die Beschädigung bei Bautätigkeiten erheblich verringern und die Entwicklung der Bäume über mehrere Generationen gewährleisten.

Folgende Forschungsfrage wird in diesem Zusammenhang untersucht:

Wie können mit dem vewendeten Substrat, mittels differenzierten Einbaus der Komponenten, die Baumwurzeln an gewünschte Orte geleitet werden?

Straßenbaum, Substrat, Wurzeln

Material und Methoden

Der Versuch wird in Containern, mit rund 1 m³ Substrat und zehn Wiederholungen sowie in einem Freilandversuch, als Nullvariante mit 15 Wiederholungen, mit Sämlingen von *Tilia cordata* getestet. Versuchsstandort ist dabei der Campus Grüental an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Wädenswil. In diesem Topfversuch werden die Substratkomponenten differenziert eingebaut. Ausgangssubstrat in allen Wiederholungen bildet dabei folgende Substratzusammensetzung.

Tab. 1: Substratzusammensetzung des Containerversuchs mit spezifischer Wurzellenkung

| Mischgesteinschotter 32/64 | 40% |
|----------------------------|-----|
| Mischgesteinschotter 16/32 | 25% |
| Ziegelsand 0/8 | 10% |
| Blähschiefer 8/16 | 15% |
| Pflanzenkohle | 10% |

Die Substratzusammensetzung des Containerversuchs (s. Tab.1) wird in einem Langzeitversuch auf die Praxistauglichkeit an der ZHAW in Wädenswil getestet. Erste Ergebnisse dazu sind in rund 2 Jahren zu erwarten. Die Zusammensetzung aus grobkörnigen Komponenten gewährt eine hohe Strukturstabilität mit grossem Porenvolumen bei gleichbleibenden physikalischen Verhältnissen. Das heisst, dass das Substrat überbaubar bleibt. Die eingebaute Pflanzenkohle funktioniert vor allem als Trägermittel für Nährstoffe. Hierfür muss sie biologisch aktiviert und mit Nährstoffen aufgeladen werden. Durch die sehr hohe spezifische Oberfläche kann die Pflanzenkohle Nährstoffe und Wasser bis zur fünffachen Menge ihres Eigengewichtes aufnehmen und speichern. Diese Aufladung geschieht beispielsweise durch die Einarbeitung in Kompost (Schmidt, 2011). Die Einarbeitung von Pflanzenkohle in einen Boden kann sehr positive Effekte auf Bodenkulturen aufweisen, so wurde nachgewiesen, dass die durch Pflanzenkohle verursachte bessere Nährstoffdynamik, zu einem erhöhten Pflanzenwachstum sowie zu einem besseren Grundwasserschutz führt . Die poröse Kohle bietet Nischen als geschützten Lebensraum, den Bodenorganismen für sich beanspruchen. Durch deren Präsenz wird die Nährstoffumsetzung verbessert und die Pflanzenversorgung gesteigert (Schmidt, 2016). Aufgrund der positiven chemischen Eigenschaften und der physikalischen Charakteristik wird die Pflanzenkohle als Ersatz für die organische Substanz im Stadtbaumsubstrat im Langzeitversuch getestet. Durch die hohe spezifische Oberfläche kann die Kohle, im Vergleich zu Oberboden in herkömmlichen Substraten, in geringen Mengen eingebaut werden und dennoch die Funktion des organischen Bestandteils erfüllen. Dies erlaubt voraussichtlich eine höhere Verdichtbarkeit des Substrates bei gleichbleibenden chemischen und physikalischen Bedingungen.

Die aktivierte Pflanzenkohle im Containerversuch wird dabei an beliebigen und verschiedenen Stellen konzentriert eingearbeitet und deponiert, um etwaige korrelierend beeinflussende Klima- oder Niederschlagseinflüsse auf das Wachstum zu vermeiden und in der Auswertung auszuschliessen. Nach einer Vegetationsperiode werden die Wuchsrichtungen der Baumwurzeln untersucht, abgemessen und ausgewertet. Die Nährstoffanalysen werden im Rahmen der Substratentwicklung im Langzeitversuch ausgewertet.

Das Versuchsgelände in Wädenswil ist massgeblich durch den Wettereinfluss von Westen geprägt. Dadurch kann ein Anstau der Regenwolken an den Alpen erfolgen. Die Niederschlagsmengen sind an diesem Standort, verglichen mit anderen Standorten in der Schweiz und Deutschland sehr hoch. Als Vergleich dient hierbei das Beispiel der Städte Berlin, Zürich und Wädenswil. Während in Berlin einen Mittelwert von 580 mm Niederschlag pro Jahr und m² aufweist, sind es in Zürich im Mittel ca. 1042 mm Niederschlag pro m² und in

Lenkung der Baumwurzeln in Stadtbaumsubstraten

Straßenbaum, Substrat, Wurzeln

Wädenswil rund 1350mm Niederschlag pro m² (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, 2016). Dies muss im Versuch und der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

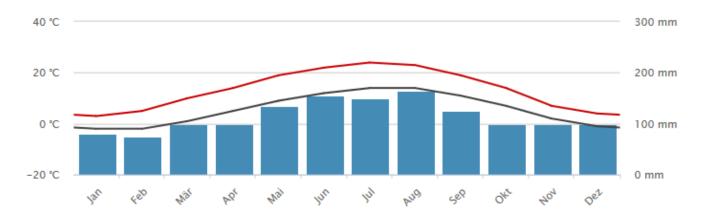


Abb. 1: Klimadiagramm des Standortes Wädenswil

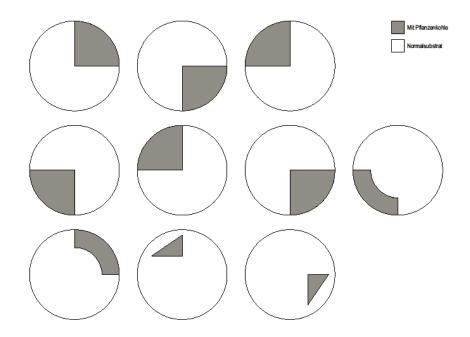


Abb. 2: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus in den Containern

Straßenbaum, Substrat, Wurzeln

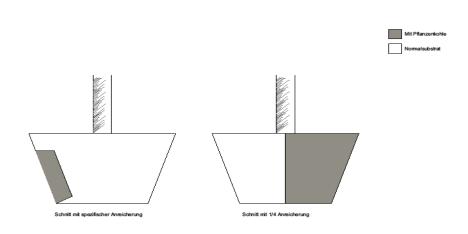
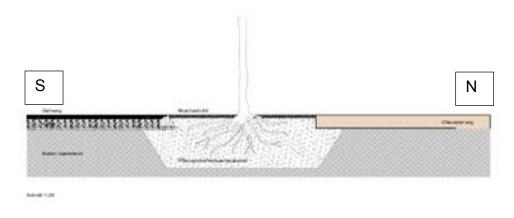


Abb. 3: Schnittansicht der Container mit selektivem Pflanzenkohleeinbau (Containerversuch)



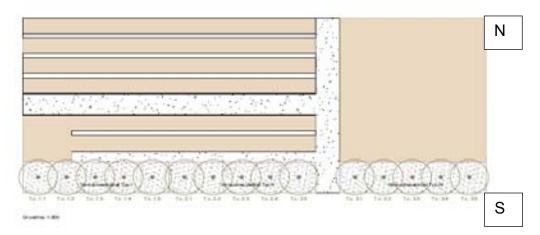


Abb. 4: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus im Freiland (Langzeitversuch)

Straßenbaum, Substrat, Wurzeln

Ergebnisse und Diskussion

Im Containerversuch gestaltete sich der Hauptzuwachs der Wurzeln in 80% der Fälle in die gewünschte Richtung. Die Wurzeln verliefen in die mit Pflanzenkohle angereicherten Zonen und bildeten in diesem Bereich ihre Feinwurzeln aus (s. Abb. 5). Insgesamt bildeten die Bäume ihr Wurzelwerk direkt in die Pflanzenkohle-Depots und zeigten im mageren Substrat zunächst ein zielgerichtetes Längenwachstum mit geringen Verzweigungen. In den Pflanzenkohle-Depots bildeten sich anschließend viel verzweigte Feinwurzelanteile. Die Zuwächse messen im Durchschnitt 21 cm. Auch isolierte Zonen mit Pflanzenkohle, also Zonen, welche keine direkten Korridore mit Pflanzenkohle zu den Wurzeln aufwiesen, wurden erschlossen. Hierbei wurden Distanzen von 35 cm zu den Depots problemlos überwunden (s. Abb. 6). In 20% der Fälle haben die wurzelnackten Bäume keine Zuwächse ausgebildet. Dies ist auf Restvorkommen von Lehm auf und zwischen den Wurzeln zurückzuführen (s. Abb. 7).



Abb. 5:Klare Tendenz der Wuchsrichtungen



Abb. 6: Wuchsrichtung zur Pflanzenkohle



Abb. 5: Das Gegenteil: Kein Zuwachs aufgrund der Restnährstoffe der Lehmrückstände auf den Wurzeln

Die Wurzelzuwächse im Langzeitversuch werden in der folgenden Tab. 2 aufgelistet. Durch den homogenen Einbau der Komponenten erfolgte ein gleichmässiger Zuwachs der Baumwurzeln (s. Abb. 8)

Die Wurzeln haben in einer Vegetationsperiode bereits grosse Distanzen zurückgelegt. Der längste Zuwachs bei Baum-Nr. 1.3 wurde mit 63 cm ausgemessen.

Der durchschnittliche Zuwachs liegt bei 42 cm. Ebenfalls ersichtlich ist, dass die Wurzeln die Pflanzenkohle stark binden. Sämtliche Feinstwurzeln bei allen Bäumen haben stark adhärente Pflanzenkohlebeschichtungen

Straßenbaum, Substrat, Wurzeln

(s. Abb. 9). Der Baum hat sich auch stark in die Tiefe entwickelt und Wurzeln von rund 50 cm Länge ausgebildet. Der Feinwurzelanteil hat sich exponentiell vervielfacht und der Wurzelteller misst einen Ø von 75 cm, was ebenfalls einem Zuwachs von 55 cm entspricht (s. Abb. 10).

Tab. 2: Zuwächse der Wurzeln an den Testbäumen im Langzeitversuch

| Baum | längster Zuwachs | durchschn. Zuwachs | tiefste Wurzel | Zuwachs Ø Wurzelteller | Feinwurzel- anteil |
|------|---------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1.3 | 63cm | 42cm | 60cm | 55cm | sehr hoch |
| 2.3 | 51cm | 38cm | 40cm | 43cm | sehr hoch |
| 3.3 | 48cm | 36cm | 34cm | 43cm | hoch |



Abb. 6: Tiefe Wurzeln an Baum 2.3



Abb. 7: Adhäsion der Pflanzenkohle

Abb. 8: Homogener, radiär ausgebildeter Wurzelteller

Die Wurzeln können mittels des getesteten Substrates in einem mineralischen Substrat an bestimmte Orte geleitet werden. Der differenzierte Einbau funktioniert mittels Korridoren im Strassenunterbau und Gehwege. Das strukturstabile Substrat weist eine geringere Lagerungsdichte auf als das danebenliegende Material für die Fundationsschichten. Die vorhandenen Grobporen suggerieren der suchenden Wurzelhaube einen durchwurzelbaren Raum. Dies ist mit einer Durchwurzelung der Leitungen und Leitungsgräben zu vergleichen (Heidger, 2002). Die Wurzel wächst in die dafür vorgesehenen Korridore und findet aufgrund der Grobporen und der Pflanzenkohle genügend Luft, Wasser und Nährstoffe vor. Diese Korridore sind zu vernetzen, um den Informationsaustausch der Wurzelspitzen und die Ausbildung eines symmetrischen Wurzelwerks zu gewährleisten. Die wurzelnackten Bäume konnten das Substrat sofort nach der Pflanzung durchwurzeln,

Lenkung der Baumwurzeln in Stadtbaumsubstraten

Straßenbaum, Substrat, Wurzeln

während die Bäume mit dem Restvorkommen von Lehm ein Nährstoff- und Körnungsbruch zu überwinden hatten. Dies spricht für Absehen der herkömmlichen Praxis von Pflanzungen mit Ballenware.

Die sehr vielversprechenden Resultate bezüglich der Wurzelleitung müssen weiterführend in einem grösseren und längerfristigen Projekt bestätigt werden. Die Frage wie tolerant die Bäume auf Wurzelkorridore sind und wie viele "Wurzelkorridore" es pro Baum braucht damit er statisch ausreichend sichert und genügend Nährstoffe aufnehmen kann, gilt es abzuklären.

Die Korridore können unter den Leitungen, Kofferung und Fundationen (Unterbau) hinweg gebaut werden. Sie sind als luft- und wasserführende Schicht besonders durchwurzelbar und aufgrund der groben Körnung strukturstabil. Es bleibt abzuklären, wie gross der Einfluss der Kapillarsperre ist. Wenn die Baumscheiben allerdings als entwässernde Elemente geplant werden, kann genug Feuchtigkeit in das Substrat gelangen. Auch die Pflanzenkohle als wasserspeicherndes und ausgesprochen sorptionsfähiges Element kann den Feuchtigkeitshaushalt steuern. Ein grosser Vorteil dieser Korridore ist die Möglichkeit ihrer unterirdischen Möglichkeit Vernetzung. Diese besteht natürlicherweise nur bei Neuanlagen Standortsanierungen. Ansonsten beschränken sich die Möglichkeiten weiterhin auf Wurzelraumerweiterungen und Belüftungen. Die Möglichkeit der Kopplung von Wurzelkorridoren und dem Leitungsbau birgt hierbei ein enormes Potential. Wie bereits erwähnt, schaden die regelmässigen Bautätigkeiten in Wurzelräumen der Grüninfrastruktur irreversibel. Die Lebensdauer eines Baumes übersteigt jene der eingesetzten Materialien im infrastrukturellen Städtebau. Die Planung von urbanen Grünräumen und insbesondere der Stadtbäume muss so ausgelegt werden, dass das Wurzelwerk, der Stamm und die Krone nicht von diesen Bautätigkeiten tangiert werden. Das heisst, dass der Grüninfrastruktur in der Planung vor allem unterirdisch kostengünstig Platz eingeplant werden muss. Die getestete Variante hat das Potential, diesen Ansprüchen gerecht zu werden. Die Schäden durch Wurzeleinwuchs in Leitungen sind hoch. Die Bäume erweitern ihren Wurzelraum mit Primärund Suchwurzeln auch bei nicht vorgesehenen Räumen aktiv. Somit sind Wurzelkorridore, welche ähnliche Bedingungen aufweisen wie Leitungsgräben, unter oder parallel von Leitungen und Fundationen ein Mittel, diese Schäden einzudämmen kann. Diese Korridore sollten wenn möglich, mit anderen Wurzelräumen verbunden und unter den kurzlebigeren technischen Leitungen hindurch gezogen werden. So können die Bäume die wichtige Wurzelkommunikation ausüben und werden von Bautätigkeiten weniger tangiert. Nach Balder (1998) entwickeln die Bäume standortangepasst ihre Wurzeln. So können bei richtigen Substrattypen die Wurzeln aktiv gelenkt werden (Heidger, 2002). Diese Korridore können auch als entwässerndes Element eingeplant werden. So kann das Regenwassermanagement in Form von Wasserretention, mittels reduziertem Oberflächenabfluss und Interzeption, gewährleistet werden. Die Korridore sollten mit möglichst geringem Aufwand und geringer Materialintensität umsetzbar sein, da die finanziellen Mittel oftmals fehlen oder der Platz zu gering ist. Die verwendeten Materialien sind demnach auch alle wiederverwendbar. Denn alterungsfähige Stadtbäume sind die effektivste Vegetationsform um auf den erwähnten Klimawandel zu reagieren.

Literatur

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie. (2016). *Meteo Schweiz*. Abgerufen am 08. 09 2016 von http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/klima/klima_schweiz/tabellen.html

FLL, (2010). Empfehlungen für Baumpflanzungen - Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. - FLL.

Heidger, C. (2002). Wurzeln sind lenkbar! Optimierungsmöglichkeiten im Wurzelraum von Strassenbäumen. Osnabrück: Tagungsband 20. Osnabrücker Baumpflegetage.

Schmidt, H. (2011). Wege zu Terra Preta - Aktivierung von Pflanzenkohle. Ithaka Journal, S. 28-32.

Schmidt , H. (2016). Wurzelapplikation von Pflanzenkohle - hohe Ertragssteigerung mit Pflanzenkohle. Arbaz, Schweiz: Ithaka Journal.

ZTV-Vegtra-Mü (2016). Zusätzliche Technische Vorschriften für die Herstellung und Anwendung verbesserter Vegetationstragschichten. München. Baureferat Gartenbau, Landeshauptstadt München

Stammschutzanstriche für Jungbäume

Straßenbaum, Schutzvorrichtungen, Hochstamm

Zusammenfassung

In einem weiteren Versuch zu Stammschutzanstrichen für Jungbäume wurden drei Materialkombinationen mit Korkmehl und einer organischen Trägersubstanz an Ahorn und Linde über fünf Jahre getestet. Die vorliegenden Versuchsergebnisse belegen aufgrund der isolierenden Eigenschaften von Kork, eine etwas bessere temperaturmindernde Wirkung von zwei weißen Kork-Varianten gegenüber den Handelsprodukten ARBO-FLEX und proagro-Baumweiß. Die gemessenen Rindentemperaturen lagen an kritischen Tagen während der Sommermonate um bis zu 5°C gegenüber den Lufttemperaturen und bis zu 13°C gegenüber den ungeschützten Stämmen niedriger. Beide Versuchsvarianten sind bei fachgerechter Anwendung ein wirksamer Stammschutz ohne notwendige Nacharbeiten. Die Haltbarkeit auf der Rinde ist uneingeschränkt gegeben, das witterungsbedingte Nachdunkeln über Jahre hinweg relativ gering. Nachteilig wirken sich der durchschnittlich doppelt so hohe Zeitaufwand beim Einbau und die deutlich längere Durchtrocknungszeit des Hauptanstriches aus. Die dritte Variante, ein naturbräunlicher groberer Korkanstrich, hielt dagegen nur zwei Jahre ausreichend und löste sich bis zum Versuchsende zunehmend ab. Demzufolge waren auch die Messergebnisse der Rindentemperaturen gegenüber den weißen Varianten erheblich schlechter.

An den Versuchsbäumen mit einem Stammschutzanstrich gab es keine visuell erkennbaren Rindenveränderungen. Im Gegensatz dazu wurde die schädigende Wirkung zu starker Sonneneinstrahlung mit begleitenden Gewebetemperaturen über 45°C auf ungeschützte Stammbereiche deutlich. An allen unbehandelten Linden sowie an 50% der Ahorne traten Rindennekrosen oder sonnenbrandartige Rindenveränderungen auf. Trotz ähnlich hoher Temperaturwerte im Gewebe waren diese Schädigungen bei der ringporigen Eiche nicht nachweisbar.

Problemstellung

An frisch gepflanzten Jungbäumen oder plötzlich freigestellten älteren Bäumen verschiedener Arten werden seit Jahren vielfältige Stamm- und Rindenschäden festgestellt. Durch mehrere Untersuchungen wurde der Nachweis erbracht, dass ein großer Anteil dieser Schäden hauptsächlich thermisch verursacht wird. Zahlreiche Versuchsergebnisse belegen, dass thermische Stammschäden durch zeitnahen und fachlich richtigen Einbau von geeigneten Stammschutzmaterialien vermieden werden können. Entsprechende Empfehlungen enthalten die aktuellen Richtlinien der FLL und der FGSV. Auch in der Praxis ist bei Straßenbaum-Neupflanzungen in den letzten Jahren der Einbau eines wirksamen Stamm- und Rindenschutzes obligatorischer Bestandteil von Ausschreibungen und Ausführungen geworden.

Neben den bewährten variablen Matten, beispielsweise fachgerecht eingebaute Fabrikate aus Schilfrohr, Bambusstäben oder Weidenruten, haben sich haltbare weiße Stammanstriche als gleichwertige Alternativen erwiesen. Der Vorteil dieser Beläge besteht, trotz des sekundären Dickenwachstums von Bäumen, in ihrer Dauerhaftigkeit und Witterungsbeständigkeit. Sie gewährleisten einen Schutzzeitraum von mehr als zehn Jahren ohne Nacharbeiten. Im Zuge der Optimierung von Stammanstrichen werden weitere Materialien und Kombinationen, beispielsweise aus Korkgemischen, getestet. In einem mehrjährigen Versuch wurden, durch kontinuierliche Temperaturmessungen im Rindengewebe von zwei Baumarten, Prüfmuster mit Korkmehl auf ihre thermischen Auswirkungen untersucht. Ziel war es, die Funktionserfüllung und Baumverträglichkeit dieser Varianten zu bewerten.

Material und Methoden

Versuchsvorbereitend wurden die Prüfanstriche mengenmäßig in vorgegebener Zusammensetzung hergestellt und intensiv verrührt, bis gleichmäßig durchgefärbte Materialkombinationen entstanden. Bei der Variante 1 wurde trockenes grobkörniges Korkmehl mit der transparenten Trägersubstanz von ARBO-FLEX, einem organischen Copolymer, ohne Zusatz von Quarzsand (Siliziumdioxid) gemischt. Die Varianten 2 und 3 bestanden

Stammschutzanstriche für Jungbäume

Straßenbaum, Schutzvorrichtungen, Hochstamm

ebenfalls aus Korkmehl in einer feineren Körnung, die mit dem weißen Fabrikat ARBO-FLEX ohne Quarzsandzusatz, gemischt wurden. Variante 3 unterschied sich von 2 durch eine zusätzliche Einmischung von UV-Stabilisatoren, die weder die Konsistenz noch das Aussehen beeinflussten. In der folgenden Tabelle sind die Prüfglieder im Einzelnen dargestellt.

Tab. 1: Prüfvarianten Stammanstriche an Jungbäumen mit Korkmehl

| Nr. | Material | Anstrichfarbe und Beschaffenheit |
|-----|---|--|
| 1 | Korkmehl + Trägersubstanz von ARBO-FLEX ohne Quarzsand | hellbraun, weichkörnig, grobe Oberfläche |
| 2 | Korkmehl + ARBO-FLEX ohne Quarzsand | weiß, weichkörnig, sehr rauhe Oberfläche |
| 3 | Korkmehl + ARBO-FLEX ohne Quarzsand + UV-Stabilisatoren | weiß, weichkörnig, sehr rauhe Oberfläche |
| 4 | ARBO-FLEX (mit Quarzsand) bzw. proagro-Baumweiß | weiß, hartkörnig, grobe Oberfläche |
| 5 | Kontrollen ohne Stammschutz (Ahorn, Linde, Eiche) | naturbelassene unbehandelte glatte Rinde |

Das Versuchsfeld befindet sich im ZGT Quedlinburg auf einer homogenen Fläche mit gleichartigen geoökologischen und meteorologischen Testbedingungen, wind- und sonnenexponiert. Als Prüfbäume dienten
Acer platanoides 'Emerald Queen' und Tilia cordata 'Greenspire', die 2011 im Abstand von 5 m x 5 m gepflanzt
wurden. Die Stammumfänge (STU) lagen bei Versuchsbeginn 2012 zwischen 19,4 cm und 21,8 cm. Zuzüglich zu
den drei Testvarianten wurden je vier Ahorne und Linden mit ARBO-FLEX (proagro-Baumweiß) eingestrichene
sowie weitere Bäume der Arten Ahorn, Linde und Eiche ohne jeglichen Stammschutz als Vergleichskontrollen
einbezogen (s. Tab. 1). Der Einbau der sämigen Mischungen erfolgte direkt nach gründlicher Stammreinigung
und dem getrockneten Voranstrich mit LX-60 (Prevent 10) an den bereits ein Jahr stehenden Bäumen. Für die
Korkanstriche musste aufgrund der Zähigkeit des Materials die doppelte Einbauzeit investiert werden. Nach
drei Stunden waren alle Hauptanstriche durchgetrocknet. Im Ergebnis entstanden an den Stämmen bei Var. 1
zirka 2 mm bis 2,5 mm starke Beläge, bei den Var. 2 und 3 waren diese zwischen 1 mm und 1,5 mm.

Für die kontinuierlichen Temperaturmessungen im Rindengewebe unter den Prüf- und Vergleichsvarianten wurden die Bäume, mittels einer wasserdichten Verbindung vom jeweiligen Messpunkt am Stamm zu einer zentralen Datenlogger-Station in der Versuchsanlage, verkabelt. Das Einschieben der Messfühler erfolgte an den trockenen Stämmen unter die Rinde. Nach einem keilförmigen Schnitt durch die Rinde, ähnlich wie bei einer Veredelung, wurden die Messfühler eingesetzt und abschließend mit Baumwachs verstrichen. Nach einer Vegetationsperiode waren die verletzten Rindenbereiche komplett überwallt und die Messfühler eingewachsen, so dass ab diesem Zeitpunkt verwertbare Temperaturergebnisse vorlagen. Die Messungen erfolgten rund um die Uhr im Zeitabstand von 15 Minuten, jeweils an den südlichen und westlichen Stammseiten aller Versuchsbäume.

Ergebnisse und Diskussion

Die Bonituren zum äußeren Erscheinungsbild der Stammanstriche wurden über einen Zeitraum von fünf Versuchsjahren durchgeführt. Dabei zeigte sich in den ersten beiden Vegetationsperioden unabhängig von der Variante und Stammseite eine uneingeschränkt sehr gute Haltbarkeit. Die Bäume wiesen nach einem Jahr noch beinahe geschlossene Schutzbeläge auf. Im zweiten Versuchsjahr entstanden zunehmend kleinere Dehnungsrisse, die sich von da an relativ gleichmäßig über die Stammseiten verteilten. In der Folgezeit begann das allmähliche Ablösen der bräunlichen Var. 1 (s. Tab. 1), zunächst an der Wetterseite, später an allen. Nach fünf Versuchsjahren lagen teilweise großflächige Stammbereiche ohne Schutzbelag offen. Diese Materialkombination muss wegen der zu großen Körnung des Korkmehls als nicht geeignet beurteilt werden.

Bei den Var. 2 und 3 sowie bei den Kontrollen mit ARBO-FLEX (proagro-Baumweiß) gibt es hinsichtlich der Haltbarkeit am Stamm, unabhängig von der Baumart und dem Dehnungsverhalten der Beläge, bisher keine Einschränkungen. Der visuell sehr gute Gesamteindruck der Var. 2 und 3 ist vergleichbar mit denen der Han-

Stammschutzanstriche für Jungbäume

Straßenbaum, Schutzvorrichtungen, Hochstamm

delsfabrikate (Var. 4), insbesondere in Bezug auf den geringen Grad der Nachdunkelung. Nach fünf Jahren sind diese Beläge weiterhin deutlich weiß und beinahe ohne sekundären äußeren Algenbewuchs. Aufgrund des stärkeren Dickenwachstums der Spitz-Ahorne waren die Rindenoberflächen gegenüber den Winter-Linden schneller größer und damit das Aussehen der Schutzbeläge grob netzartiger. Trotz der unterschiedlichen Stammzuwächse zwischen den Baumarten, kam es bei den Var. 2 bis 4 bei keinem der Versuchsbäume zu einer sonnenbrandartigen Rindenstruktur oder Rindennekrosen. Die Stämme blieben, im Querschnitt gesehen, kreisrund ohne äußere Auffälligkeiten.

Um den tatsächlich einwirkenden pflanzenphysiologischen Stress beurteilen zu können, waren die kontinuierlichen Messungen der Rindentemperaturen von entscheidender Bedeutung. Grundsätzlich interessant sind die Ergebnisse während der Zeit von windstillen Hochdruck-Wetterlagen, sowohl im Winter, als auch in der Vegetationsperiode, die häufig mehrere Tage bis zu zwei Wochen andauern können. An allen anderen Tagen unterschieden sich die Temperaturverläufe nur marginal voneinander und sind deshalb zu vernachlässigen. Gleiches gilt für die beiden verwendeten Versuchsbaumarten Spitz-Ahorn und Winter-Linde. An analogen Messpunkten lagen die Differenzen nur unwesentlich auseinander. Daraus ist abzuleiten, dass sich eine gleichmäßig starke Farbschicht auf den behandelten Stämmen wesentlich stärker auf die Gewebetemperatur auswirkt, als die baumartenabhängige natürliche Rindenstärke und –struktur von Jungbäumen.

Zur Auswertung aller Messreihen wurde zunächst das statistische Mittel pro Versuchsvariante errechnet. Dadurch kann für den Versuchszeitraum grundsätzlich festgestellt werden, dass die Rindentemperaturen unter den weißen Belägen deutlich günstiger gegenüber Var. 1 und noch deutlich besser gegenüber den unbehandelten Kontrollen waren (s. Abb. 2).

Die Ergebnisse bei den Tiefsttemperaturen (s. Abb. 1) während strahlungsintensiver windstiller Wintertage zeigen, dass keiner der Stammanstriche einen tatsächlichen Frostschutz bieten kann. Die gemessenen Minimaltemperaturen an den Stammsüdseiten lagen bei den Var. 1 bis 4 gegenüber den unbehandelten Stämmen sowie den Lufttemperaturen durchschnittlich nur um 2,1°C bis 4,3°C höher, jedoch alle deutlich im Frostbereich. Die weißen Anstriche erwiesen sich unter diesem Aspekt als etwas günstiger. In den Wintermonaten ist die Zeitdauer von wirksamen Gewebetemperaturen über 0°C bedeutender als die absoluten Temperaturwerte, da sie zum Auftauen gefrorener Stämme an der Südseite und damit zu echten Frostrissen führen können. Unter diesem Aspekt erwiesen sich die weißen Korkvarianten (Var. 2 und 3) mit weniger als 1,5 Stunden am besten. Bei den braunen Korkanstrichen (Var. 1) sowie an den unbehandelten Stämmen erstreckte sich dieser Zeitraum auf bis zu 4,6 Stunden, begleitet von den höchsten festgestellten Tagestemperaturen.

Auch während der Vegetationsperiode (s. Abb. 2) wirkten unter den braunen Korkbelägen (Var. 1), im Vergleich zu den weißen, wesentlich höhere Gewebetemperaturen (Spitzenwert: 43,3°C, westliche Stammseite im Monat Juli). Als Gründe dafür sind einerseits das relativ dunkle Erscheinungsbild anzusehen, das stärkere Aufheizeffekte zur Folge hat und andererseits die zunehmend schlechtere Haltbarkeit dieses Belages, v.a. an der Wetterseite, die zu größer werdenden ungeschützten Stammbereichen und damit höheren Messwerten führte. Sonnenbrandähnliche Rindenstrukturen unter den intakten braunen Belagsbereichen konnten nicht festgestellt werden.

Bei allen unbehandelten Kontrollbäumen lagen die Maximaltemperaturen ganzjährig bedeutend höher (Spitzenwert: 48,6°C, westliche Stammseite im Monat Juli). Hinzu kommt die Zeitdauer einwirkender Strahlungswärme von mehr als 40°C. Bei den ungeschützten Stämmen waren es bis zu 6,3 Stunden, dagegen unter dem braunen Kork-Belag nur 2,9 Stunden. Im Vergleich der Temperaturkurven bei den Kontrollbäumen ohne Schutzanstrich sind sehr ähnliche Verläufe ersichtlich. Die Temperaturdifferenzen während eines gesamten Versuchsjahres bewegten sich innerhalb eines Bereiches von 4°C, wobei die Unterschiede während der Sommermonate noch geringer ausfielen. Auch zwischen den zerstreutporigen Linden und Ahorn sowie der ringporigen Eiche konnten keine wesentlichen Temperaturabweichungen festgestellt werden (s. Abb. 2). Deutlicher waren die Auswirkungen am Rindengewebe. Während bei allen unbehandelten Winter-Linden sowie an der Hälfte der Spitz-Ahorne, jeweils an der südwestlichen Stammseite beginnend, subletale bis fortschreitend letale Rindennekrosen entstanden, war die Rinde bei Eiche visuell unverändert. Diese markanten Unterschiede beruhen wahrscheinlich auf den verschiedenartigen Gewebestrukturen der Baumarten und deren Rindenstär-

Stammschutzanstriche für Jungbäume

Straßenbaum, Schutzvorrichtungen, Hochstamm

ke. Andererseits bilden Ringporer, wie die Eiche, im Gegensatz zu Zerstreutporern im Frühholz weitlumige Gefäße, in denen der Wassertransport und damit die Kühlung entsprechender Gewebebereiche im größeren Umfang erfolgen können. Trotzdem verursachen in den Sommermonaten die über viele Stunden einwirkenden Temperaturen über 40°C einen hohen physiologischen Stress für jeden Baum, der nur durch geeignete Rindenschutzmaßnahmen deutlich gemildert werden kann.

Im Vergleich der drei weißen Stammanstriche (Var. 2 bis 4) während kritischer Sommertage wurden ebenfalls sehr ähnliche Temperaturverläufe nachgewiesen, jedoch auf einem wesentlich günstigeren Niveau (s. Abb. 2). Während in der vegetationslosen Zeit unter den Kork-Varianten 2 und 3 gegenüber ARBO-FLEX (proagro-Baumweiß) noch Differenzen bis zu 3,4°C auftraten, lagen die Spitzenwerte im Sommer gegenüber den Handelsprodukten (Var. 4) zwischen 1,4°C und 2,9°C niedriger. Dagegen betrug die Differenz der gemessenen maximalen Rindentemperaturen zwischen den Var. 2 und 3 und den ungeschützten Stämmen im Juli 2015 mehr als 11°C, zuzüglich der stundenlangen Einwirkzeiten hoher Temperaturen auf die ungeschützten Bäume.

Im Vergleich der beiden weißen Kork-Varianten waren die gemessenen Gewebetemperaturen im gesamten Versuchszeitraum annähernd gleich. Eine statistisch gesicherte höhere Schutzwirkung durch die Einmischung von UV-Stabilisatoren bei Var. 3 konnte nicht nachgewiesen werden. Die Temperaturunterschiede zwischen ARBO-FLEX (proagro-Baumweiß) und den weißen Kork-Varianten beruhen wahrscheinlich auf die stärker isolierende Wirkung des Korkmehls, sowie den etwas dickeren Schutzschichten dieser Beläge. Hinsichtlich der Baumverträglichkeit und des sekundären Dickenwachstums gab es bei allen Versuchsanstrichen keine nachweisbaren Beeinträchtigungen.

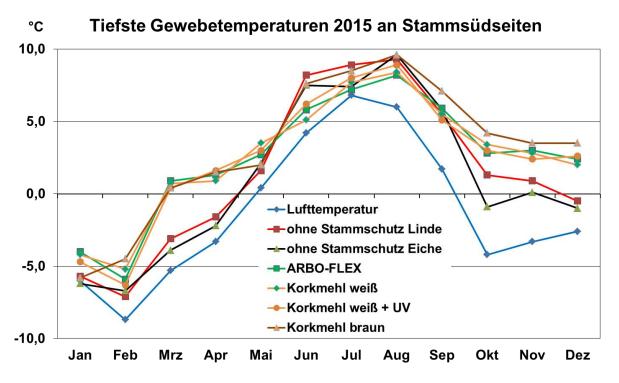


Abb. 1: Temperaturmessungen im Rindengewebe von Linde, Ahorn und Eiche (T-Min 2015)

Stammschutzanstriche für Jungbäume

Straßenbaum, Schutzvorrichtungen, Hochstamm

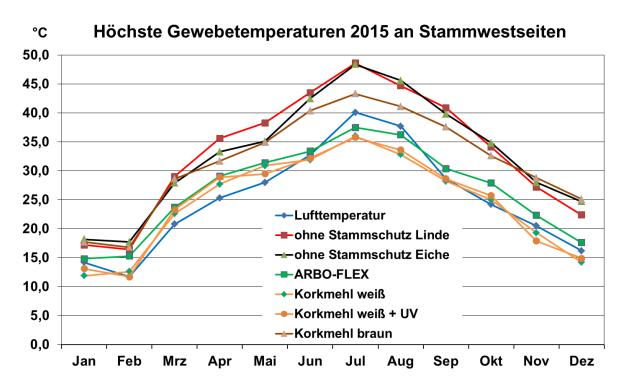


Abb. 2: Temperaturmessungen im Rindengewebe von Linde, Ahorn und Eiche (T-Max 2015)

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

Straßenbaum, Selektion, Vitalität

Zusammenfassung

Um das derzeit stark eingeschränkte Repertoire von Stadtbaumarten zu erweitern, werden in dem Projekt "Stadtgrün 2021" seit 2010 zwanzig potentiell klimafeste, stresstolerante Baumarten mit insgesamt 460 Bäumen an drei klimatisch sehr unterschiedlichen bayerischen Standorten auf ihre Eignung als Straßenbäume der Zukunft getestet: - in Würzburg, einer wärmebegünstigten Stadt mit Weinbauklima, geeignet, um die Versuchsbaumarten auf Trocken- und Hitzestresstoleranz zu testen, - in Hof/Münchberg, unter kontinentalem Klimaeinfluss mit hoher Frostgefährdung, Teststandort für Frosttoleranz, und in Kempten, das durch ein gemäßigtes Voralpenklima mit hohen Niederschlägen geprägt ist. 2015 wurde das Projekt in den Partnerstädten um 10 Baumarten/-sorten erweitert. Die Versuchsbäume werden jährlich im Frühjahr und Herbst auf Frost- und Trockenschäden, Kronenvitalität, Gesundheit und Zuwachsleistung bonitiert. Erste Ergebnisse zur Eignung der Versuchsbaumarten liegen, regional differenziert, vor. Verwendete FLL-Baumsubstrate werden begleitend hinsichtlich ihrer Nährstoffverfügbarkeit überprüft. Seit April 2017 wird eine vergleichende Untersuchung zur Artenvielfalt in den Kronen heimischer und gebietsfremder Straßenbäume durchgeführt.

Problemstellung

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

Material und Methoden

Im Rahmen der Versuchsanstellung sollen folgende Einzelziele verwirklicht werden:

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

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

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

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

Straßenbaum, Selektion, Vitalität

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

Substrate: Im Versuch wurden an den drei Standorten vor Ort hergestellte Substrate bzw. ein von einem Hersteller angebotenes Substrat (Würzburg) verwendet, die den FLL- "Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 2" entsprechen. Für die Baumgruben wurde eine standardisierte Größe von 8m³ und eine Baumgrubentiefe von 1,50 m gewählt. Auf Grund ihres geringen Stickstoffgehalts wurden die Substrate 2013 und 2014 gedüngt. Die Veränderungen bei den Nährstoffgehalten in den Baumsubstraten werden durch jährliche Probennahmen kontinuierlich beobachtet. Der Status der Nährstoffversorgung der Bäume wird über Blattanalysen kontrolliert. Ggf. werden weitere Düngungen erfolgen, um die Versuchsbäume mit den notwendigen Nährstoffen zu versorgen.

Um den Einfluss der zweimaligen Erhaltungsdüngung auf die Nährstoffversorgung der Versuchsbäume besser abschätzen zu können, wurden im Sommer 2014 von sechs Versuchsbaumarten sowohl Substrat- als auch Blattproben genommen und analysiert. In Würzburg standen darüber hinaus ungedüngte Bäume dieser Versuchsarten zur Verfügung, die vergleichend untersucht werden konnten.

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

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

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

Tab. 1: Versuchsbaumarten

| Versuchsbaumarten | dt. Name | Herkunft |
|---------------------------------|----------------|-------------------------------|
| Acer buergerianum | Dreizahn-Ahorn | Japan, China |
| Acer monspessulanum | Burgen-Ahorn | Mittel-/Südeuropa |
| Alnus x spaethii | Purpur-Erle | Züchtung: Späth, Berlin, 1908 |
| Carpinus betulus Frans Fontaine | Hainbuche | Europa |
| Celtis australis | Zürgelbaum | Südeuropa, N-Afrika, W-Asien |
| Fraxinus ornus | Blumen-Esche | Südeuropa, Kleinasien |
| Fraxinus pennsylvanica Summit | Rot-Esche | Mitte/ Osten USA |

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

Straßenbaum, Selektion, Vitalität

| Ginkgo biloba | Ginkgo | China |
|--------------------------------|------------------|---|
| Gleditsia triacanthos Skyline | Gleditschie | Nordamerika |
| , | | |
| Liquidambar styraciflua | Amberbaum | Osten USA |
| Magnolia kobus | Kobushi-Magnolie | Japan |
| Ostrya carpinifolia | Hopfenbuche | Südeuropa, Kleinasien |
| Parrotia persica | Eisenholzbaum | Nordiran, S-Russland |
| Quercus cerris | Zerr-Eiche | Mittel-/Südeuropa, Kleinasien |
| Quercus x hispanica Wageningen | Span. Eiche | NAK Züchtung, Ede, NL 1979 |
| Quercus frainetto Trump | Ungarische Eiche | Südosteuropa, Kleinasien |
| Sophora japonica Regent | Jap. Schnurbaum | China, Korea |
| Tilia tomentosa Brabant | Silber-Linde | SO-Europa, Kleinasien |
| Ulmus Lobel | Ulme | Züchtung: De Dorschkamp, Wageningen, NL, 1973 |
| Zelkova serrata Green Vase | Jap. Zelkove | Japan, Korea, China |

Artenvielfalt in "Klimabäumen": Naturschutzfachliche Aspekte blieben im Projekt "Stadtgrün 2021" bisher unberücksichtigt. Gerade von Mitgliedern von Naturschutzorganisationen wird häufig die Frage gestellt, ob nicht-heimische Baumarten in der Stadt einen geeigneten Lebensraum für die heimische Tier-, insbesondere Insektenwelt darstellen. Dazu gibt es bisher keine fundierten Daten zu urbanen Standorten. In einer Vorstudie wird seit April 2017 nun die Arthropodenvielfalt auf einer eingeschränkten Anzahl von Versuchsbaumarten in Würzburg die untersucht werden. Mit den Ergebnissen dieser Untersuchung lassen sich hoffentlich erste Aussagen zum Biodiversitätspotentials einzelner Stadtbaumarten machen.

Ergebnisse und Diskussion

Ausfälle: Von 2010 bis 2016 sind insgesamt sind 8 Bäume in Würzburg, 14 in Kempten und 16 in Hof/Münchberg ausgefallen. Die höchsten Ausfälle zeigte die Kombination von schlechter Baumschulware bei kaum am Markt vorhandenen Baumarten und ausgeprägten Frostereignissen (z.B. bei *Quercus frainetto* 'Trump'), aber auch Autounfälle oder extrem hohe Wühlmauspopulationen auf den Mittelstreifen spielen eine Rolle.

Tab. 2: Seitentriebzuwachs 2016, mit Markierung der Standorte mit den höchsten Zuwächsen

| Wachstum: Versuchsbaumarten | Hof/ Münchberg | Kempten | Würzburg |
|---------------------------------|----------------|---------|----------|
| Acer buergerianum | 20,5 | 9,8 | 39,6 |
| Acer monspessulanum | 17,3 | 17,0 | 22,8 |
| Alnus x spaethii | 38,9 | 64,2 | 32,4 |
| Carpinus betulus Frans Fontaine | 21,3 | 20,4 | 55,6 |
| Celtis australis | | 23,6 | 12,5 |
| Fraxinus ornus | 34,6 | 42,3 | 28,0 |
| Fraxinus pennsylvanica Summit | 54,7 | 36,6 | 85,2 |
| Ginkgo biloba | 1,9 | 14,2 | 16,8 |

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

Straßenbaum, Selektion, Vitalität

| Gleditsia triacanthos Skyline | 27,6 | 35,1 | 36,6 |
|-------------------------------|------|------|------|
| Liquidambar styraciflua | 22,0 | 30,4 | 24,5 |
| Magnolia kobus | 27,0 | 28,7 | 13,1 |
| Ostrya carpinifolia | 24,9 | 26,1 | 53,6 |
| Parrotia persica | 27,1 | 25,2 | 25,0 |
| Quercus cerris | 21,7 | 17,3 | 29,9 |
| Quercus frainetto Trump | 17,3 | 30,8 | 41,3 |
| Quercus hispanica Wageningen | 25,4 | 6,7 | 7,8 |
| Sophora japonica Regent | 48,8 | 79,2 | 35,8 |
| Tilia tomentosa Brabant | 44,8 | 34,4 | 31,1 |
| Ulmus Lobel | 28,1 | 77,6 | 68,0 |
| Zelkova serrata Green Vase | 10,6 | 20,1 | 29,2 |
| Mittel | 27,1 | 32,0 | 34,4 |

Betrachtet man den Seitentriebzuwachs 2016, so liegen Würzburg und Kempten ziemlich gleich auf, während Hof/Münchberg hier fast durchgängig die geringsten Zuwachsraten zeigt (s. Tab. 2). Das war nicht immer so. Interessanterweise haben sich die meisten Baumarten/-sorten von dem Pflanzschock trotz kalter Winter und verschiedener Frostereignisse in den ersten Jahren zuerst an dem Kältestandort Hof/Münchberg erholt und dort in den meisten Fällen die größten Zuwachsraten gezeigt. Das könnte darauf zurückzuführen sein, dass das Hofer Substrat anfänglich den höchsten Anteil an organischer Substanz hatte, der sich aber bereits 2012 durch eine entsprechend hohe Abbaurate an die anderen beiden Standorte angenähert hat. Das Wachstum in Würzburg verlief dagegen in den ersten Jahren wesentlich langsamer, hat dann aber – abgesehen von dem Hitzejahr 2015 – stark angezogen, so dass mittlerweile die Hälfte der Baumarten hier das stärkste Wachstum sowohl hinsichtlich des Stammumfangs als auch des Triebwachstums zeigen. Hier spielt wahrscheinlich die in den meisten Versuchsjahren wesentlich höhere Sonnenscheindauer in Würzburg eine Rolle. In Kempten dürften die Bäume dagegen von der besseren Wasserversorgung durch die wesentlich höheren Niederschläge profitiert haben.

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

Trockenstresstoleranz: 2014 wurden die Versuchsbäume an keinem der Standorte, 2015 nur in Würzburg, aber erst gegen Ende der lang anhaltenden Hitze- und Trockenperiode im August gewässert. Detaillierte Trockenstress-Bonituren haben ergeben, dass der überwiegende Anteil der Versuchsbäume im "Steppensommer 2015" an keinem der Standorte Trocken- oder Hitzeschäden und normale Zuwachsraten zeigte. Es fand kein vorzeitiger Blattfall statt und keine Verkürzung der Vegetationsperiode. Ein Großteil der Versuchsbaumarten scheint bei entsprechender Herbstwitterung in der Lage zu sein, Assimilationsverluste während extremer Hitzewellen durch eine längere Vegetationsperiode auszugleichen. Diese Fähigkeit könnte ein wichtiges Selektionskriterium für zukünftige Stadtbäume sein, sofern sie nicht mit einer späten Holzreife verbunden ist, die zu Frühfrostschäden führen kann.

Tab. 3: Beginn der Blattfärbung, Kalenderwoche

| Würzburg | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2011-2014 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| Acer buergerianum | 41 | 40 | 42 | 43 | 44 | 42 |
| Acer monspessulanum | 42 | 41 | 42 | 43 | 44 | 42 |
| Alnus x spaethii | 45 | 43 | 47 | 42 | 46 | 44 |
| Carpinus betulus Frans Fontaine | 39 | 39 | 43 | 44 | 42 | 41 |
| Celtis australis | 43 | 42 | 42 | 41 | 42 | 42 |
| Fraxinus ornus | 41 | 40 | 42 | 43 | 41 | 42 |

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

Straßenbaum, Selektion, Vitalität

| Fraxinus pennsylvanica Summit | 35 | 36 | 40 | 38 | 40 | 37 |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Ginkgo biloba (männl. Selektion) | 41 | 41 | 43 | 42 | 44 | 42 |
| Gleditsia triacanthos Skyline | 34 | 36 | 39 | 37 | 40 | 37 |
| Liquidambar styraciflua | 41 | 42 | 43 | 43 | 44 | 42 |
| Magnolia kobus | 36 | 38 | 42 | 42 | 45 | 40 |
| Ostrya carpinifolia | 43 | 42 | 43 | 43 | 41 | 43 |
| Parrotia persica | 42 | 43 | 43 | 43 | 44 | 43 |
| Quercus cerris | 41 | 42 | 43 | 44 | 43 | 43 |
| Quercus frainetto Trump | | 43 | 42 | 43 | 44 | 43 |
| Quercus x hispanica Wageningen | | | | | | |
| Sophora japonica Regent | 41 | 41 | 42 | 40 | 43 | 41 |
| Tilia tomentosa Brabant | 42 | 43 | 43 | 44 | 41 | 43 |
| Ulmus Lobel | | 42 | 44 | 45 | 45 | 44 |
| Zelkova serrata Green Vase | 43 | 41 | 41 | 40 | 43 | 41 |

Substratuntersuchungen: Zu den rein physikalisch definierten FLL-Baumsubstraten liegen bisher keine veröffentlichten Untersuchungen vor, ob diese ausreichende Nährstoffversorgung für die Bäume gewährleisten.
Um einen Überblick über die Nährstoffsituation der Substrate zu erhalten, wurden seit Beginn des Projekts
jährlich Substratanalysen durchgeführt. Anders als erwartet weisen vorläufige Ergebnisse der Substratanalysen
der letzten beiden Jahre sowie Ergebnisse von Blattanalysen gedüngter und nicht gedüngter Bäume auch im
Vergleich mit ihren Zuwachsraten daraufhin, dass der Versorgungsgrad mit Nährstoffen in den verwendeten
Baumsubstraten, je nach Zusammensetzung, im Allgemeinen ausreichend bis sehr gut zu sein scheint.

Frosttoleranz: Die meisten Versuchsbaumarten haben eine hohe Frost- und Salztoleranz bewiesen (s. Tab. 4). Aber es gibt auch Ausnahmen: *Celtis australis* ist, wie der Totalausfall in Münchberg gezeigt hat, nur für wärmebegünstigte Standorte geeignet. Aber auch *Acer buergerianum* sowie die Sorten *Tilia tomentosa* 'Brabant', *Sophora japonica* 'Regent' und *Zelkova serrata* 'Green Vase' sollten an kontinental geprägten Standorten nicht oder nur an geschützten Standorten gepflanzt werden. Im Vergleich zu der Winterhärtebewertung der Versuchsbaumarten in der KlimaArtenMatrix für Stadtbaumarten von Roloff et al. (2008) schneiden diese Arten bzw. Sorten teilweise deutlich schlechter ab (Tab. 4), wobei die KLAM-Bewertung sich nur auf reine Arten bezieht und keine frostbedingten Stammrisse in der Bewertung berücksichtigt. Dagegen erwiesen sich die Arten *Acer monspessulanum, Fraxinus ornus, Liquidambar styraciflua, Magnolia kobus* und *Quercus cerris* im Versuch z.T. deutlich frosthärter als in der KLAM dargestellt.

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

Straßenbaum, Selektion, Vitalität

Tab. 4: Frost- und Salztoleranz der Versuchsbaumarten.

| Versuchsbaumarten | Winterhärte KLAM | Frosttoleranz "Stadtgrün 2021" | Salztoleranz "Stadtgrün 2021" | Salztoleranz Literatur |
|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Acer buergerianum | 1 | - | - | + |
| Acer monspessulanum | 2 | ++ | + | k. A. |
| Alnus x spaethii | 1 | + | + | + |
| Carpinus betulus Frans Fontaine | 1 | + | - | - |
| Celtis australis | 3 | " | ? | k. A. |
| Fraxinus ornus | 4 | ++ | + | k. A. |
| Fraxinus pennsylvanica Summit | 1 | ++ | + | + |
| Ginkgo biloba | 2 | + | + | + |
| Gleditsia triacanthos Skyline | 2 | ++ | + | + |
| Liquidambar styraciflua | 3 | ++ | + | k. A. |
| Magnolia kobus | 2 | ++ | - | - |
| Ostrya carpinifolia | 1 | + | + | - |
| Parrotia persica | k. A. | + | + | + |
| Quercus cerris | 2 | ++ | + | + |
| Quercus frainetto Trump | 2 | ? | + | k. A. |
| Quercus hispanica Wageningen | k. A. | ? | + | k. A. |
| Sophora japonica Regent | 2 | - | + | + |
| Tilia tomentosa Brabant | 2 | - | - | k. A. |
| Ulmus Lobel | 1 | ++ | + | + |
| Zelkova serrata Green Vase | 2 | - | + | + |

Frosttoleranz: ++ sehr hohe Frosttoleranz, + hohe Frosttoleranz, - eingeschränkte Frosttoleranz, -- keine Frosttoleranz

1=sehr geeignet, 2=geeignet, 3=problematisch, 4=sehr eingeschränkt geeignet, k.A. keine Angabe Salztoleranz: + salztolerant, - salzempfindlich

Vorläufige Beurteilung der Baumarten: Aus dem bisherigen Erfahrungen bezüglich der Wuchsentwicklung, Frost- und Trockenstresstoleranz sowie weiterer Faktoren, wie z.B. Kronenentwicklung, ergibt sich eine vorläufige "Best of"- Liste an den verschiedenen Standorten:

Hof/Münchberg: Alnus x spaethii, Fraxinus ornus, Fraxinus pennsylvanica Summit, Liquidambar styraciflua, Magnolia kobus, Parrotia persica Vanessa, Sophora japonica Regent, Ulmus Lobel

Kempten: Alnus x spaethii, Fraxinus ornus, Fraxinus pennsylvanica Summit, Gleditsia triacanthos Skyline, Sophora japonica Regent, Ulmus Lobel

Würzburg: Alnus x spaethii, Carpinus betulus Frans Fontaine, Liquidambar styraciflua, Ostrya carpinifolia, Quercus cerris, Quercus frainetto Trump, Tilia tomentosa Brabant, Ulmus Lobel

Einfluss von Trockenheitstoleranz auf die mikroklimatisch wirksamen Regulationsleistungen von Straßenbäumen

Straßenbaum, Klimawandel, Pflanzenverwendung

Zusammenfassung

Vorgestellt werden Zwischenergebnisse einer zweijährigen Messkampagne zur Beurteilung des Potenzials unterschiedlicher Straßenbaumarten und -sorten, das Stadtklima durch Verschattung und Transpiration zu regulieren. Unter kontrollierten Bedingungen in einer städtischen Baumschule werden dabei etablierte Straßenbaumarten/-sorten paar- und gruppenweise mit den neuen, z. T. fremdländischen "Klimabäumen" verglichen, denen aufgrund ihrer Stressbelastung im Ursprungshabitat eine höhere Trockenheitstoleranz zugeschrieben wird. Die Ergebnisse deuten an, dass Trockenheitstoleranz zu Lasten der mikroklimatisch wirksamen Regulationsleistungen gehen kann, denn die "Klimabäume" zeigen bei erhöhtem Trockenstress tendenziell eine stärkere Regulierung ihrer Wasserverluste als die etablierten Arten und Sorten. Ungeachtet dessen wurden allerdings die Kronendimensionen und die Menge der transpirierenden Blattfläche als die wichtigsten Einflussgrößen für die Höhe der zu erwartenden Regulationsleistungen identifiziert.

Problemstellung

Vorteile, die Menschen von urbanen Ökosystemen beziehen, erfahren eine zunehmende Wertschätzung und werden unter dem Begriff der "Ökosystemleistungen" untersucht. Die Regulation des städtischen Mikroklimas ist eine dieser Leistungen; gemeint ist das Potenzial von Vegetation und insbesondere Bäumen, Hitzebelastungen durch Evapotranspiration und Verschattung zu verringern. Gleichzeitig stellt der Klimawandel aber auch erhöhte Anforderungen an die Trockenheitstoleranz von Stadtbäumen – insbesondere am Extremstandort Straße. Aktuell werden daher intensiv neue, z. T. gebietsfremde Arten und Sorten getestet, denen man eine erhöhte Trockenheitstoleranz zuschreibt. Die sie zu hierzu befähigenden Eigenschaften (z.B. erhöhte stomatäre Regulation der Wasserverluste) können jedoch eine geringere Biomasseproduktion und einen eingeschränkten Wasserverbrauch implizieren. Im Hinblick auf die künftige Baumartenwahl für den Standort Straße wird folglich der Frage nachgegangen, ob Trockenheitstoleranz zu Lasten der mikroklimatisch wirksamen Regulationsleistungen geht, welche von der Biomasseproduktion und der Verdunstung abhängen.

Material und Methoden

a) Standortbedingungen und Selektion der Versuchsbäume

Die Messungen zu dieser Studie wurden auf zwei Quartieren der städtischen Baumschule München-Laim durchgeführt. Hier stehen rund 200 Arten und Sorten von Bäumen und Sträuchern in verschiedenen Wachstumsstadien, die nach spätestens vier Jahren in die Stadt verpflanzt werden. Die edaphischen Verhältnisse in den Quartieren variieren nur geringfügig: der Oberboden besteht aus 0,5–0,75 m Rotlage und Humusauflage, darunter befindet sich Kies.

In einer zweijährigen Messkampagne werden 2016 und 2017 Wassernutzung und -nutzungseffizienz, Kroneneigenschaften (Kronenvolumen, -fläche und Belaubung), das Stammdickenwachstum und die Wurzelbiomasse (nur 2017) von sechs häufigen Straßenbaumarten/-sorten verglichen, denen aufgrund ihrer Herkunft aus kontrastierenden Habitaten unterschiedliche Grade der Trockenheitstoleranz zugeschrieben werden: Acer platanoides, Carpinus betulus 'Fastigiata' und Tilia cordata 'Greenspire' werden verglichen mit Acer campestre, Ostrya carpinifolia und Tilia tomentosa 'Brabant', wobei die letzteren in ihren Habitaten häufiger Wassermangel ausgesetzt sind. Sämtliche Individuen hatten zu Beginn der Messkampagne Stammumfänge von 16–18 cm und wurden 2014 gepflanzt.

Einfluss von Trockenheitstoleranz auf die mikroklimatisch wirksamen Regulationsleistungen von Straßenbäumen

Straßenbaum, Klimawandel, Pflanzenverwendung

b) Klima und Bodenfeuchte

Klimaparameter (Temperatur, Niederschlag, relative Luftfeuchte, Windrichtung/-geschwindigkeit) werden mit Hilfe einer frei stehenden Wetterstation (Davis Vantage Pro2; Davis Instruments, Hayward, USA) erfasst. Die photosynthetisch aktive Strahlung (μmol m⁻² s⁻¹; LI-190; LI-COR Biosciences, Lincoln, USA) wird gemeinsam mit der Bodenfeuchte in 30 cm Tiefe im Oberboden (Vol. %; HS-10, Decagon Devices, Pullman, USA) auf den Versuchsquartieren gemessen.

c) Stammdickenwachstum

Innerhalb der Vegetationsperioden werden monatliche Zuwächse mit Hilfe eines digitalen Messschiebers auf 1 m Stammhöhe erfasst. Um Unregelmäßigkeiten in der Stammausbildung gerecht zu werden, werden jeweils zwei Messungen pro Baum (N-S, O-W) vorgenommen und gemittelt. Hochaufgelöste, kontinuierliche Wachstumsmessungen erfolgen zusätzlich auf 1,3 m Stammhöhe an den zwei *Tilia-*Sorten in der Vegetationsperiode 2017 mit Hilfe von elektronischen Dendrometern (DDL Ecomatik, Dachau; s. Abb. 1 re.).

d) Vermessung der Baumkronen mit Hilfe optischer Verfahren

Kronenvolumina, Kronenprojektionsflächen, Blattflächenindizes (m² m⁻²) und –dichten (m² m⁻³) werden mit Hilfe zweier optischer Verfahren bestimmt (LAI-2000 Plant Canopy Analyzer; LI-COR Biosciences, Lincoln, USA und Nikon Coolpix P5100 Kamera mit Fischaugenlinse, Nikon, Tokio, Japan). Im Jahr 2016 wurde ein vollständiger Datensatz einmalig im August aufgenommen, 2017 sind hingegen mindestens drei Messreihen geplant, um auch Veränderungen innerhalb des Jahres – von der Blattentwicklung bis zur Seneszenz – verfolgen zu können. Darüber hinaus wird die Blattmasse der Bäume nach Ende der Vegetationsperiode 2017 vollständig geerntet und vermessen, um die zuvor angewandten optischen Verfahren evaluieren zu können.

e) Saftflussmessungen und Berechnungen der Transpiration

Für die Untersuchung des Wasserverbrauchs der Bäume wird die Wärmeausgleichstechnik nach Granier verwendet. Mittels zweier in den Baumstamm integrierter Sensoren wird die Verteilung induzierter Wärme gemessen, die als Indikator für die Menge des durch den Baumstamm fließenden Wasserstroms dient. Um die Messwerte von Bäumen mit unterschiedlichen Kronendimensionen vergleichbar machen zu können, werden neben der Saftflussdichte (ml cm⁻² min⁻¹) und dem Saftfluss (I Baum⁻¹) auch Quotienten aus den Saftfluss-Tagessummen und den Kronenprojektionsflächen (I m⁻² Kronenfläche Tag⁻¹) bzw. den Blattflächen (I m⁻² Blattfläche Tag⁻¹) gebildet.

d) Stressexperiment 2017

2017 wird in einem kontrollierten Versuch Trockenstress künstlich induziert um künftige Klimasituationen gezielt simulieren zu können und – anders als im Jahr 2016 – weniger abhängig vom Witterungsgeschehen zu sein. Die umgebenden Bodenbereiche von 50% der Bäume werden mit drei Meter langen transparenten Gewebeplanen dachförmig abgedeckt (s. Abb. 1) und somit die Bodenwassergehalte systematisch über die Vegetationsperiode verringert; die anderen 50% dienen als Kontrolle. Ziel ist es, den Wasserverbrauch, das oberirdische Wachstum als auch die unterirdische Wurzelentwicklung der Baumarten und –sorten unter starker Trockenheit zu untersuchen. Letzteres erfolgt durch eine parallel durchgeführte Studie zur Feinwurzelbiomasse, die von einem Promotionsstudenten der Technischen Universität München mittels Bohrkernentnahmen durchgeführt wird.





Abb. 1: links: Regenausschlusskonstruktion bei *Tilia cordata* 'Greenspire' im Mai 2017. Unter den silbernen Schutzschilden über dem Dach befinden sich die Saftflusssensoren, rechts: Dendrometer für eine hochaufgelöste Messung des Stammdickenwachstums

Einfluss von Trockenheitstoleranz auf die mikroklimatisch wirksamen Regulationsleistungen von Straßenbäumen

Straßenbaum, Klimawandel, Pflanzenverwendung

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse für das Jahr 2016 haben gezeigt, dass die "Klimabäume" 1,24-fach höhere Maximalwerte des täglichen Saftflusses, bis zu sieben-fach höhere Wachstumsraten und eine höhere auf das Stammwachstum bezogene Wassernutzungseffizienz aufgewiesen haben als die Arten und Sorten aus feuchteren Habitaten. Standardisiert auf die Blattfläche waren ihre mittleren Transpirationsmengen jedoch niedriger (0,21 und 0,31 l H_2O m⁻² Tag⁻¹). Darüber hinaus zeigten sie eine höhere Flexibilität im Wasserverbrauch in Reaktion auf sich verändernde Wetterbedingungen mit sichtbar eingeschränkter Transpiration im trockenen Spätsommer, aber einer umso höheren Kapazität für Wachstum und Transpiration unter günstigeren Bedingungen im Früh- und Hochsommer. Die Arten und Sorten aus feuchteren Habitaten schränkten ihre Transpiration bei Wassermangel hingegen kaum ein und zeigten somit gleichförmigere Transpirationsraten über den Sommer (s. Abb. 2). Dies bedeutet, dass sich Trockenheitstoleranz negativ auf die Regulationsleistungen der "Klimabäume", insbesondere in trockenen Phasen, auswirken kann, wobei die Kronengröße und art-/sortenspezifische Blattfläche nach wie vor die wichtigsten Einflussgrößen für Unterschiede zwischen Arten/Sorten hinsichtlich ihrer Regulationsleistung sind.

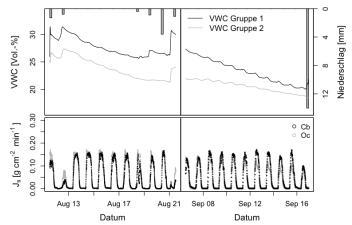


Abb. 2: Tagesverläufe der Saftflussdichte (J_s) von *Carpinus betulus* 'Fastigiata' (*Cb*; schwarz) und ihrer nahen Verwandten *Ostrya carpinifolia* (Oc; grau) im regnerischen August (links) und einer längeren Trockenperiode im September 2016 (rechts) (VWC: Bodenwassergehalt Vol.-%). Zu sehen ist, dass im August die mittleren Maximalwerte der Saftflussdichte bei *Ostrya carpinifolia* noch höher sind, wohingegen diese Art bei zunehmender Trockenheit ihre Transpiration kontinuierlich einschränkt, während *Carpinus betulus* 'Fastigiata' auf höherem und konstanterem Niveau weiter transpiriert.

Zu sehen ist, dass im August die mittleren Maximalwerte der Sf-d bei *Ostrya carpinifolia* noch höher sind, wohingegen diese Art bei zunehmender Trockenheit ihre Transpiration kontinuierlich einschränkt, während *Carpinus betulus* 'Fastigiata' auf höherem und konstanterem Niveau weiter transpiriert.

Die Erkenntnisse decken sich mit Beobachtungen aus anderen Studien, bei denen trockenheitstolerante Arten ebenfalls keine geringeren Wachstums- und Saftflussraten aufwiesen als weniger angepasste Spezies. Einige Autoren schrieben trockenheitsadaptierten Arten gar eine höhere Kapazität zur Transpiration unter nichtlimitierenden Bedingungen zu. Fraglich ist, ab welchem Grad des Wassermangels die Transpirations- und Photosyntheseleistung aufgrund der Überlebensstrategie der trockenheitstoleranten Spezies derart einschränkt werden, dass es sich nachteilig auf ihre Ökosystemleistungen auswirkt. Die Folgestudie in Form des künstlich herbeigeführten Stressexperimentes soll im Jahr 2017 hierzu weitere Erkenntnisse liefern, denn abgesehen von der zehn-tägigen Trockenphase im September, war der Sommer 2016 zu regnerisch, um das Verhalten der untersuchten Arten und Sorten unter Situationen des Wassermangels analysieren zu können.

Parasitoidenspektrum an der Kastanienminiermotte in artenreichen Städtischen Umgebungen – Vorläufige Ergebnisse

Straßenbaum, Pflanzenschutz, Umweltschutz

Zusammenfassung

Zu den bedeutendsten natürlichen Feinden der Kastanienminiermotte (Cameraria ohridella) zählen parasitoide Schlupfwespen (Hymenoptera: Ichneumonoidea). Allerdings sind die Parasiterungsraten heimischer Schlupfwespen an C. ohridella so niedrig, dass keine bedeutende Befallsminderung stattfindet. Das liegt zum Einen an der fehlenden Spezialisierung auf den exotischen Wirt und zum Anderen an der schlechten Synchronisation. Um den Einfluss biodiverser Stadt-Strukturen auf das Parasitoidenspektrum an C. ohridella zu untersuchen, werden am JKI seit 2011 Blattproben des Herbstlaubes der Rosskastanie (Aesculus hippocastanum) im botanischen Garten in Braunschweig genommen. Über eine lange Zeitreihe soll die Dynamik der Artengemeinschaften und die Häufigkeit von Parasitoiden an der Überwinterungsgeneration von C. ohridella festgestellt werden. Die Ergebnisse liefern Informationen über Mechanismen der Adaptation und Synchronisation heimischer Schlupfwespen an C. ohridella und helfen bei der Entwicklung integrierter Pflanzenschutzkonzepte.

Problemstellung

Heimische parasitoide Schlupfwespen adaptieren oft nur langsam an exotische Schädlinge und sind daher nicht effektiv in der Befallsminderung. Dennoch sind die zeitlichen Dynamiken einer Adaptation an solche Exoten noch nicht ausreichend untersucht, um ihr Potential für den Pflanzenschutz einschätzen zu können. Hier kommt es auch auf die Synchronisation mit dem Wirt an (Grabenweger, 2004), d.h. dass sich die Phänologie beider Arten in einer Weise überschneiden muss, dass zu entscheidenden Phasen in der Biologie des Wirtes eine Parasitierung möglich oder sehr wahrscheinlich wird. Die Kastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*) hat sich massiv in Deutschland ausgebreitet, sodass der Nutzen der Rosskastanie als Klimabaum in den meisten deutschen Städten stark beeinträchtigt ist. Das Schadbild von *C. ohridella* entsteht vor allem durch die Blattminen. Die Larven fressen das Palisadenparenchym, wodurch die photosynthetische Assimilationsfläche reduziert wird, schließlich kommt es zur Verbräunung der Blätter und sie fallen bereits im Spätsommer von den Bäumen. Damit verliert der Baum nicht nur seine ästhetische Qualität und seine Funktion als Schattenspender, sondern auch seine Funktion als Klimaregulator, weil kaum noch Transpiration stattfindet. Es ist allerdings nur selten beobachtet worden, dass die Bäume durch einen Befall mit *C. ohridella* absterben.

Langzeittrends in der Anpassung heimischer Schlupfwespen an *C. ohridella* sind von Bedeutung, um zukünftige Entwicklungen voraussagen zu können und nachhaltige integrierte Pflanzenschutzkonzepte zu entwickeln. In diesem Zusammenhang könnte die Biodiversität in den umliegenden Gebieten befallener Bäume eine besondere Bedeutung besitzen, da sie fördernd auf das Vorkommen von Schlupfwespen wirken kann. Der botanische Garten in Braunschweig besitzt mit ca. 4000 Pflanzenarten eine extrem hohe Biodiversität, die durch eine abwechslungsreiche Parkstruktur vielfältige Lebensräume für Insekten schafft. Die Lage des botanischen Gartens ist zentrumsnah, jedoch nicht dicht bebaut. Sollte es in Zukunft möglich sein durch eine strategische Freiraumgestaltung Parasitoiden gezielt zu fördern, damit spezielle Ökosystemdienstleistungen erfüllt werden, könnte das eine enorme Bedeutung für den Pflanzenschutz in Städten haben.

Material und Methoden

Um den Einfluss biodiverser städtischer Strukturen auf Langzeitdynamiken im Parasitoidenspektrum an *C. ohridella* zu untersuchen, wurden vom Julius Kühn-Institut seit 2011 Blattproben des Herbstlaubes der Rosskastanie in der Nähe des botanischen Gartens in Braunschweig gesammelt. Nach der Überwinterung in

Parasitoidenspektrum an der Kastanienminiermotte in artenreichen Städtischen Umgebungen – Vorläufige Ergebnisse

Straßenbaum, Pflanzenschutz, Umweltschutz

Klimakammern bei 4°C, wurde das Laub im Frühjahr in Photoeklektoren gegeben und die schlüpfenden Parasitoide eingesammelt. Dazu standen 10 Photoeklektoren bei 21°C und 12 h Tageslichtlänge in einer Klimakammer (s. Abb. 1). Alle Photoeklektoren wurden mit 5 g Laub befüllt und zwischen Februar und Mai zweimal wöchentlich geleert. Im Labor wurde die Artenzusammensetzung und Häufigkeit von Parasitoiden an der Überwinterungsgeneration von *C. ohridella* festgestellt. Zudem wurde der Schlupfzeitpunkt der einzelnen Arten erfasst und mit dem von *C. ohridella* verglichen, um Rückschlüsse auf die Synchronisation mit dem exotischen Wirt zu ziehen.



Abb. 1: Photoeklektoren in einer Klimakammer. Das Licht lockt die Tiere in die Sammelgefäße

Für die Auswertung wurden die Gemeinschaftsstrukturen mit multivariaten Verfahren (Principle Component Analysis, PCoA) ausgewertet. Der paarweisen Berechnung von Ähnlichkeiten zwischen zwei Artengemeinschaften ging eine Hellinger Transformation der Daten voraus. Die Gemeinschaften wurden sowohl zwischen den einzelnen Beprobungsjahren, als auch mit Daten aus der Literatur verglichen. Die Literaturdaten entstammten aus Cebeci et al. (2011), Freise et al. (2002), Giardoz et al. (2007), Grabenweger (2003, 2004), Grabenweger et al. (2005, 2010), Hellrigl (2001), Stojanovic & Markovic (2004) und Volter & Kenis (2006). Alle Analysen wurden mit dem Programm R ausgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Bislang liegen nur die Ergebnisse aus den Jahren 2015 und 2016 vor. Insgesamt konnten 11 verschiedene Parasitoiden-Arten an *C. ohridella* gefunden werden. Davon waren die vier Arten *Pediobius saulius, Minotetrastichus frontalis, Pnigalio agraules* und *Cirrospilus viticola* am häufigsten vertreten. Die Dynamik des Schlupfverlaufs war trotz hoher Unterschiede in den Gesamtzahlen in beiden Jahren 2015 und 2016 sehr ähnlich (s. Abb. 2). Diese Beobachtung galt auch für *C. ohridella*. Bei der Betrachtung der artspezifischen Schlupfzeitpunkte, konnten zwei Gruppen von Parasitoiden unterschieden werden: Eine Gruppe, die vor dem Hauptschlupf der Überwinterungspopulation von *C. ohridella* auftritt und eine zweite Gruppe, die danach auftritt. Letztere, zu der auch *C. viticola* gehört, kann in Bezug auf die Synchronisation mit dem Wirt Vorteile haben, da nach ihrem Schlupf weniger Zeit vergehen muss, bis geeignete Stadien von *C. ohridella* zur Parasitierung vorhanden sind. Dadurch nimmt die Gefahr einer Abwanderung auf andere Wirte ab.

Parasitoidenspektrum an der Kastanienminiermotte in artenreichen Städtischen Umgebungen – Vorläufige Ergebnisse

Straßenbaum, Pflanzenschutz, Umweltschutz

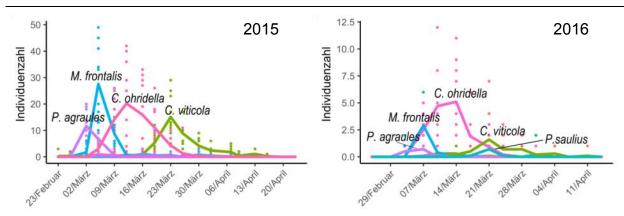


Abb. 2: Anzahl und Zeitpunkt des Schlupfes für die häufigsten gefundenen Parasitoide (*Pediobius saulius, Minotetrastichus frontalis, Pnigalio agraules* und *Cirrospilus viticola*) sowie für *Cameraria ohridella*. Fänge aus Photoeklektoren für die Jahre 2015 und 2016

Nach Grabenweger et al. (2010) existieren zwei geographisch unterscheidbare Typen von Gemeinschaftszusammensetzungen für Parasitoide an *C. ohridella*, ein Südost- und ein Nordwest-Europäisches Cluster. Neben diesen beiden Clustern, konnte in der vorliegenden Untersuchung ein dritter Bereich identifiziert werden, der Artengemeinschaften enthielt die keinem der beiden Cluster zugeordnet werden konnten. Möglicherweise handelt es sich um einen Übergangbereich zwischen den beiden Arealen. Die Artengemeinschaften aus Braunschweig ließen sich trotz Abweichungen eindeutig dem Nord-West Cluster zuordnen (s. Abb. 3). Darüber hinaus besaßen sie mit einem Shannon-Index von 1.3 eine verhältnismäßig hohe Biodiversität innerhalb des Clusters. Es war auffällig, dass *Cirrospilus viticola*, die typischerweise keine Charakterart des Nordwest-Cluster ist, sondern dem Südost-Cluster zugeordnet wird (s. Abb. 3), einer der häufigsten Parasitoiden war. Da der botanische Garten eine Vielzahl von exotischen Pflanzen, u.a. mit mediterranem Verbreitungsgebiet, beherbergt ist es möglich, dass darüber eine Ansiedlung dieser Art stattgefunden hat.

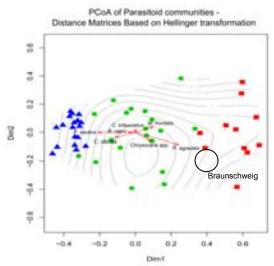


Abb. 3: Principle Component Analysis für Parasitoidengemeinschaften aus Braunschweig und Gesamt-Europa, basierend auf Hellinger transformierten Daten

Graue Linien zeigen die Shannon-Diversität an, abnehmend von innen nach außen. Rote Quadrate - Nordwest-Cluster, blaue Quadrate – Südost-Cluster, grüne Punkte nicht eindeutig zu einem Cluster zuzuordnen. Pfeile

Parasitoidenspektrum an der Kastanienminiermotte in artenreichen Städtischen Umgebungen – Vorläufige Ergebnisse

Straßenbaum, Pflanzenschutz, Umweltschutz

zeigen Häufigkeit einzelner Parasitoiden in den Gemeinschaften an. Daten für Gesamt-Europa wurden aus Literatur entnommen.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen jedoch, dass trotz hoher Biodiversität in der Umgebung zwar eine artenreiche Parasitoidengemeinschaft entsteht, aber keine deutliche Befallsreduktion erreicht wird. Die geographische Lage scheint für die Zusammensetzung der Parasitoidengemeinschaft von größerer Bedeutung zu sein, als die Biodiversität in der Umgebung. Weitere Untersuchungen zu Parasitierungsraten von *C. viticola* an der zweiten und dritten Generation von *C. ohridella*, aber auch an alternativen Wirten sind nötig um die Biologie dieser Schlupfwespenart und ihre Bedeutung für die biologische Schädlingskontrolle zu klären. Die Fortführung der Untersuchung, und die Auswertung früherer Probennahmen sollen detailliertere Einblicke in die Langzeit-Dynamik von Parasitoidengemeinschaften liefern und zum Verständnis der Adaptation heimischer Nützlinge an fremde Schädlinge beitragen.

Literatur

- Cebeci, H. H., et al. (2011). "Eulophid parasitoids (Hymenoptera: Eulophidae) of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae), from Istanbul, Turkey." Turkish Journal of Zoology 35(5): 777-780
- Freise, J. F., et al. (2002). "Parasitism of the Horse chestnut leaf miner, *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic (Lep., Gracillariidae) in Serbia and Macedonia." Journal of Pest Science 75: 152-157
- Girardoz, S., et al. (2007). "Variations in parasitism in sympatric populations of three invasive leaf miners." Journal of Applied Entomology 131(9-10): 603-612
- Grabenweger, G. (2003). "Parasitism of different larval stages of *Cameraria ohridella*." BioControl 48: 671-684.
- Grabenweger, G. (2004). "Poor control of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae), by native European parasitoids: a synchronisation problem." European Journal of Entomology 101: 189-192
- Grabenweger, G., et al. (2005). "Parasitism of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) in natural and artificial horse-chestnut stands in the Balkans." Agricultural and Forest Entomology 7: 291-296
- Grabenweger, G., et al. (2010). "Temporal and spatial variations in the parasitoid complex of the horse chestnut leafminer during its invasion of Europe." Biological Invasions 12(8): 2797-2813
- Hellrigl (2001). "Neue Erkenntnisse und Untersuchungen über die Roßkastanien-Miniermotte." Gredleriana 1: 9-81
- Stojanovid, A. and C. Markovid (2004). "Parasitoid Complex of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Serbia." Phytoparasitica 32(2): 132-140
- Volter, L. and M. Kenis (2006). "Parasitoid complex and parasitism rates of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Czech Republic, Slovakia and Slovenia." European Journal of Entomology 103: 365-370

Notizen

Notizen

Notizen



Gesamtverzeichnis der Veröffentlichungen

Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung Friedensplatz 4 Tel: 0228/96 50 10-0 info@fll.de
Landschaftsbau e.V. 53111 Bonn Fax: 0228/96 50 10-20 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 <u>Download</u> 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: Oktober 2017, Preisänderungen vorbehalten)

| Art. Nr. | Bäume und Gehölze | € |
|------------|--|---------------------------------------|
| 102 110 01 | Baumkontrollrichtlinien, Richtlinien für Regelkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, 2010 | 30,00 |
| 102 313 01 | Baumuntersuchungsrichtlinien, Richtlinien für eingehende Untersuchungen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, 2013 | 20,00 |
| 103 713 01 | Sparpaket Baumkontrollrichtlinien + Baumuntersuchungsrichtlinien, 2013 Sparpreis | 43,00 |
| 100 215 01 | Empfehlungen für Baumpflanzungen , Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege, 2015 | 27,50 |
| 102 210 01 | Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen, 2010 | 27,50 |
| 100 615 01 | Sparpaket Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 1 +Teil 2, 2015/2010 Sparpreis | 44,00 |
| 102 411 01 | TP-BUS-Verticillium- Techn. Prüfbestimm. zur Untersuchung v. Böden u. Substraten auf Verticillium dahliae, 2011 | 33,00 |
| 101 417 01 | ZTV-Baumpflege - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege, 2017 | 35,00 |
| Download | ZTV Baum-StB 04, ZTV und Richtlinien für Baumpflegearbeiten im Straßenbau, 2004 | 16,50 |
| 101 605 01 | ZTV-Großbaumverpflanzung , Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Verpflanzen von Großbäumen und Großsträuchern, 2005 | 13,00 |
| Download | Fachbericht zur Pflege von Jungbäumen und Sträuchern , 2008 | 11,00 |
| 104 116 01 | FLL-Verkehrssicherheitstage 2016 Teil 1: Bäume (Tagungsband) | 29,00 |
| 104 216 01 | FLL-Verkehrssicherheitstage 2016 Teil 2: Spielplätze/Spielgeräte (Tagungsband) | 20,00 |
| 104 316 01 | Sparpaket FLL-Verkehrssicherheitstage 2016 (Teil 1 + Teil 2) | 43,00 |
| Hinweis | FLL-Verkehrssicherheitstage 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 (Tagungsb. einzeln erhältlich) | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · |
| Ant No | De un contra la contra de la contra del la contra | |
| Art. Nr. | Bauwerksbegrünung Pachbogrünungerichtlinien Bichtlinien für Planung Rau und Instandhaltung | € |
| 120 117 01 | Dachbegrünungsrichtlinien, Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen, 2017 | 35,00 |
| 160 102 01 | Hinweise zur Pflege und Wartung von begrünten Dächern , 2002 | 11,00 |
| 120 200 01 | Fassadenbegrünungsrichtlinien , Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen, 2017 | 35,00 |
| 120 311 01 | Innenraumbegrünungsrichtlinien, Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Innenraumbegrünungen, 2011 | 33,00 |
| 120 513 01 | Leitfaden Gebäude Begrünung Energie (Forschungsbericht), 2014 | 34,50 |
| Art. Nr. | Biotoppflege/Biotopentwicklung | € |
| 130 292 01 | Tagungsband: Stützung u. Initilerung von Biotopen durch landschaftsbauliche Maßnahmen, 1992 | 11,00 |
| 130 495 01 | Tagungsband: Biotoppflege im besiedelten Bereich, 1995 | 11,00 |
| Art. Nr. | Gewässer/Entwässerung | € |
| 140 105 01 | Empfehlungen von Abdichtungssystemen für Gewässer im GaLaBau, 2005 inkl. "Verfahren zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit v. Gewässerabdichtungen ", 2008 | 30,00 |
| 140 206 01 | Tagungsband: Abdichtungen von Gewässern und Nutzungen von Dachflächen im GaLaBau, 2006 | 16,50 |
| 140 305 01 | Empfehlungen zur Versickerung und Wasserrückhaltung, 2005 | 27,50 |
| 140 507 01 | Empfehlungen für Planung, Bau, Pflege und Betrieb von Pflanzenkläranlagen , 2008 | 27,50 |
| 141 111 01 | Richtlinien für Freibäder mit biologischer Wasseraufbereitung (Schwimmteiche), ohne Berechnungsprogramm, 2011 | 33,00 |
| 141 112 01 | Richtlinien für Freibäder mit biologischer Wasseraufbereitung (Schwimmteiche), mit Berechnungsprogramm, 2011 | 169,00 |
| 140 717 01 | Schwimmteichrichtlinien, Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von privaten Schwimm- und Badeteichen, 2017 | 35,00 |
| Aut No | | |
| Art. Nr. | Kalkulation/Abrechnung/Ökonomie Kostonnlanung nach DIN 274 (incl. Excel Tabellon auf CD DOM), 2012 | € |
| 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, 2015 | 27,50 |
| 110 610 03 | CD-ROM MLV Pflege- und Instandhaltungsarbeiten + MZW, 2010 | 235,62 |
| 230 316 03 | CD-ROM MLV + MZW Freianlagen, 2016 | 235,62 |
| Art. Nr. | <u>Schadensfälle</u> | € |
| 110 316 01 | FLL-Schadensfallsammlung GaLaBau 2016, (2000-2016 incl. 14. Ergänzung) | 165,00 |
| 110 216 01 | 4. Ergänzung zur Schadensfallsammlung GaLaBau, 2016 | 34,00 |
| Art. Nr. | Kompost/Dünger/Abfall | € |
| 150 316 01 | Qualitätsanforderungen und Anwendungsempfehlungen für organische Mulchstoffe und Komposte – Garten- und Landschaftsbau, 2016 | 30,00 |
| Download | Fachbericht für die Entsorgung von Abfällen im GaLaBau, 2005 | 11,00 |
| | . as | . 1,50 |

FLL – Arbeit für die Landschaft (Stand: Oktober 2017, Preisänderungen vorbehalten)

| Art. Nr. | Pflege von Grün | € |
|------------|--|--------|
| 160 415 01 | Bewässerungsrichtlinien - Richtlinien für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen, 2015 | 33,00 |
| 160 509 01 | Freiflächenmanagement - Empfehlungen für die Planung, Vergabe und Durchführung von Leistungen für das Management von Freianlagen, 2009 (inkl. OK FREI, 2016) | 33,00 |
| Download | Objektartenkatalog Freianlagen (OK FREI 2016) inklusive Anlage "Übersicht zur Signaturenbibliothek - Flächeninhalte", 2016 | 30,00 |
| Download | SK FREI Signaturenbibliothek-QGIS , inklusive Anlage "Übersicht zur Signaturenbibliothek - Flächeninhalte" 2016 | 520,00 |
| Download | SK FREI Signaturenbibliothek-ArcGIS , inklusive Anlage "Übersicht zur Signaturenbibliothek - Flächeninhalte" 2016 | 520,00 |
| 160 116 01 | Fachbericht "Winterdienst", 2016 | 22,00 |
| 160 716 01 | Bildqualitätskatalog Freianlagen (BK FREI), 2016 | 115,00 |
| 160 614 01 | Fachbericht Staudenverwendung im öffentlichen Grün – Staudenmischpflanzungen für trockene Freiflächen , 2014 | 27,50 |
| 160 306 01 | Fachbericht: Pflege historischer Gärten - Teil 1: Pflanzen u. Vegetationsflächen, 2006 | 22,00 |
| 190 298 01 | Empfehlungen zur Begrünung von Problemflächen , 1998 - <i>Sonderpreis</i> | 10,00 |
| Art. Nr. | Produktion/Gütebestimmungen | € |
| 170 104 01 | Gütebestimmungen für Baumschulpflanzen, 2004 | 9,00 |
| 170 215 01 | Gütebestimmungen für Stauden , 2015 | 9,00 |
| 170 514 01 | Empfehlungen für Begrünungen mit gebietseigenem Saatgut, 2014 | 27,50 |
| 170 317 01 | Regel - Saatgut - Mischungen Rasen, RSM Rasen 2017 (Jährliches Abo möglich) | 14,50 |
| 170 616 01 | TL Fertigrasen, Technische Lieferbedingungen f. Rasensoden aus Anzuchtbeständen, 2016 | 30,00 |
| Art. Nr. | Spiel/Sport | € |
| 180 816 01 | Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Skate- und Bikeanlagen, 2016 | 30,00 |
| 180 714 01 | Sportplatzpflegerichtlinien – Richtlinien für die Pflege und Nutzung von Sportanlagen im Freien; Planungsgrundsätze, 2014 | 33,00 |
| 180 614 01 | Reitplatzempfehlungen – Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Reitplätzen, 2014 | 27,50 |
| 180 308 01 | Golfplatzbaurichtlinie, Richtlinie für den Bau von Golfplätzen, 2008 | 33,00 |
| 180 507 01 | Fachbericht Golfanlagen als Teil der Kulturlandschaft , Planung u. Genehmigung, 2007 | 24,00 |
| 180 109 01 | Richtlinie Golfplatzbau + Fachbericht Golf- Kulturlandschaft, Doppelpack-Sparpreis | 48,00 |
| Art. Nr. | Sonderthemen der Freiraumplanung | € |
| 211 412 01 | Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung der Übergangsbereiche von Freiflächen zu Gebäuden, 2012 | 27,50 |
| 211 211 01 | Fachbericht Garten und Therapie , 2011 Sonderpreis | 10,00 |
| 210 707 01 | Fachbericht Licht im Freiraum, 2007 | 25,00 |
| Art. Nr. | Wogobay (Mayorbay | € |
| | Wegebau/Mauerbau Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von | |
| 200 812 01 | 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 | 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 | € |
| 211 807 01 | Kiefernholznematode, Faltblatt (JKI/FLL/GALK), 2014 | 0,60 |
| 210 615 01 | Netzwanzen an Heidekrautgewächsen, Faltblatt (JKI/FLL/GALK), 2015 | 0,60 |
| Hinweis | Darüber hinaus sind diverse weitere Faltblätter über den Online-Shop erhältlich | 0,60 |
| Art. Nr. | English publications/Englische Veröffentlichungen | € |
| Download | Green roof guidelines, 2009 | 33,00 |
| Hinweis | Darüber hinaus sind weitere englischsprachige Veröffentlichungen über den OnlineShop erhältlich | |

Allgemeine Bestellhinweise (Stand: Oktober 2017)

- 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.

Mitgliedsnummer

Firma

Bestellung

| Name | | | | | | | - | | | |
|-------------|----------|--------------|------------|--------------|-----------|-----|------|-----------|--------|-------------|
| Straße, Nr. | | | | | | | | | | |
| PLZ, Ort | | | | | | | - | | | |
| Telefon/Fax | | | | | | | | | | |
| E-Mail | | | | | | | | | | |
| U (bei | ID Be | -Nu stell | um lung | ıme jen a | er aus | den | n Au | island) | | |
| ArtNr. | | | | | | | | Kurztitel | Anzahl | Einzelpreis |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 1 | 1 | |

Ich abonniere den FLL-Newsletter, um mich über Aktuelles aus der Gremienarbeit sowie zu

Ich bestelle den FLL-Jahresbericht, 2014/2015 (kostenlos)

Bitte senden Sie mir Informationen zur FLL-Mitgliedschaft

neuen/überarbeiteten Publikationen zu informieren (kostenlos)