Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung
Landschaftsbau e.V.

Versuche in der Landespflege

Gemeinsame Veröffentlichung
der Forschungsinstitute des
deutschen Gartenbaues

Ausgabe 2020

25. Jahrgang 2020

Herausgeber: Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL)
Friedensplatz 4, D-53111 Bonn
☎: +49 228 965010-0 Fax: +49 228 965010-20
Mail: info@fll.de Website: www.fll.de

Gesamtredaktion: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Kompetenzzentrum Garten- und Landschaftsbau Quedlinburg
Feldmark rechts der Bode 6, D-06484 Quedlinburg
☎: +49 3946 970-3 Fax: +49 3946 970499
Mail: poststelle.qlb@llg.mule.sachsen-anhalt.de Website: www.llg.sachsen-anhalt.de

Druck: © Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. – FLL, Friedensplatz 4, D-53111 Bonn, 1. Auflage 2020. Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Nachdruck, Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung oder Verarbeitung mit elektronischen Systemen ist ohne Genehmigung des Herausgebers unzulässig.

VERZEICHNIS DER BETEILIGTEN INSTITUTE UND FACHREDAKTIONEN

BAD ZWISCHENAHN

Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Geschäftsbereich Gartenbau (LWK-NS)
Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau
Hogen Kamp 51
D-26160 Bad Zwischenahn

☎:	+49 4403 6796-14		
Fax:	+49 4403 6796-10		
Kontakt:	Heinrich Beltz	/	Björn Ehsen
Mail:	heinrich.beltz@lwk-niedersachsen.de	/	björn.ehsen@park-der-gaerten.de

BERNBURG

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

☎:	+49 3471 355-1150
Fax:	+49 3471 355-1249
Kontakt:	Prof. Dr. Wolfram Kircher
Mail:	wolfram.kircher@hs-anhalt.de

BRAUNSCHWEIG

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

☎:	+49 531 299-4404
Fax:	+49 531 299-3009
Kontakt:	Christiane Lehmhus
Mail:	christiane.lehmhus@julius-kuehn.de

DRESDEN-PILLNITZ

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Referat 83: Garten- und Landschaftsbau
Pillnitzer Platz 3
D-01326 Dresden-Pillnitz
☎: +49 351 2612-8300
Fax: +49 351 2612-8399
Kontakt: Dr. Ingolf Hohlfeld
Mail: ingolf.hohlfeld@smul.sachsen.de

ERFURT

Fachhochschule Erfurt (FHE)
Fakultät Landschaftsarchitektur, Gartenbau und Forst
Leipziger Straße 77
D-99085 Erfurt
☎: +49 361 6700-228
Fax: +49 361 6700-259
Kontakt: Prof. Gert Bischoff
Mail: bischoff@fh-erfurt.de

ERFURT

Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und ländlichen Raum (TLLLR)
Lehr- und Versuchszentrum Gartenbau Erfurt (LVG)
Leipziger Straße 75a
D-99085 Erfurt
☎: +49 361 5741-57700
Fax: +49 361 5741-57777
Kontakt: Dr. Gerd Reidenbach
Mail: gerd.reidenbach@tlllr.thueringen.de

HEIDELBERG

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg (LVG)
Sachgebiet 23: Garten- und Landschaftsbau
Diebsweg 2
D-69123 Heidelberg
☎: +49 6221 7484-24
Fax: +49 6221 7484-13
Kontakt: Michael Heck
Mail: michael.heck@lvg.bwl.de

NEUBRANDENBURG

Hochschule Neubrandenburg (HSNB)
Fachbereich Landschaftswissenschaften und Geomatik
Brodaer Straße 2
D-17033 Neubrandenburg
☎: +49 395 5693-4505
Fax: +49 395 5693-4999
Kontakt: Prof. Dr. Manfred Köhler
Mail: koehler@hs-nb.de

OSNABRÜCK

Hochschule Osnabrück (HSOS)
Nachhaltiges Rasenmanagement
Postfach 1940
D-49009 Osnabrück
☎: +49 541 969-5280
Fax: +49 541 969-2066
Kontakt: Prof. Dr. Wolfgang Prämaßing
Mail: w.praemassing@hs-osnabrueck.de

QUEDLINBURG

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)
Kompetenzzentrum Garten– und Landschaftsbau
Feldmark rechts der Bode 6
D-06484 Quedlinburg
☎: +49 3946 970-430
Fax: +49 3946 970-499
Kontakt: Dr. Axel Schneidewind
Mail: axel.schneidewind@llg.mule.sachsen-anhalt.de

STUTTGART-HOHENHEIM

Staatsschule für Gartenbau (SfG)
Sachbereich Rasen / Garten- und Landschaftsbau
Emil-Wolff-Straße 19 - 21
D-70599 Stuttgart
☎: +49 711 459-24337
Fax: +49 711 459-22730
Kontakt: Wolfgang Henle
Mail: wolfgang.henle@sfg.bwl.de

VEITSHÖCHHEIM

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (LWG)
Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau
An der Steige 15
D-97209 Veitshöchheim
☎: +49 931 9801-413
Fax: +49 931 9801-400
Kontakt: Rainer Berger
Mail: rainer.berger@lwg.bayern.de

WEIHENSTEPHAN

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT)
Institut für Landschaftsarchitektur
Am Hofgarten 4
D-85350 Freising
☎: +49 8161 71-0
Fax: +49 8161 71-2839
Kontakt: Prof. Dr. Swantje Duthweiler / Heinz-Josef Schmitz
Mail: swantje.duthweiler@hswt.de / heinz-josef.schmitz@hswt.de

WIEN-SCHÖNBRUNN

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

ZÜRICH-WÄDENSWIL

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

FEDERFÜHRUNG IN DER KOORDINATION

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (LWG)
Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau
Herr Rainer Berger
An der Steige 15
D-97209 Veitshöchheim
☎: +49 931 9801-413
Fax: +49 931 9801-400
Mail: rainer.berger@lwg.bayern.de

GESAMTREDAKTION

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)
Kompetenzzentrum Garten- und Landschaftsbau Quedlinburg
Herr Dr. Axel Schneidewind
Feldmark rechts der Bode 6
D-06484 Quedlinburg
☎: +49 3946 970-430
Fax: +49 3946 970-499
Mail: axel.schneidewind@llg.mule.sachsen-anhalt.de

INHALTSVERZEICHNIS

THEMENBEREICH GEHÖLZE / STAUDEN / SOMMERBLUMEN

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
1	Stauden, Pflanzenverwendung, Versamung	ZAHW Zürich
2	Stauden, Ansaat, Nachwachsende Rohstoffe	LWG Veitshöchheim
3	Stauden, Pflanzenverwendung, Regenwassermanagement	ZAHW Zürich

THEMENBEREICH GRÜNFLÄCHENPFLEGE / LANDSCHAFTSPFLEGE

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
4	Grünflächenpflege/Landschaftspflege, Substrat, Deckungsgrad	LfULG Dresden
5	Grünflächenpflege, Pflanzenschutz, Bodenvorbereitung	LWG Veitshöchheim

THEMENBEREICH RASEN

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
6	Rasen, Ansaat, Autochthonie, Blumenwiese	LWG Veitshöchheim

THEMENBEREICH STRAßENBAUM

NR.	STICHWORTE	INSTITUTION
7	Straßenbaum, Bewässerung, Klimawandel	LLG Quedlinburg
8	Straßenbaum, Wurzeln, Containerpflanzen	LLG Quedlinburg

Miscanthus-Tests in der Pflanzenverwendung, ihr Versamungspotential

Stauden, Pflanzenverwendung, Versamung

Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Versuches wurden 27 Miscanthus-Arten/Sorten aus dem gängigen Sortiment mittels Aussaatversuchen auf ihr Versamungspotential geprüft. Es konnte kein spezifisches Merkmal ausfindig gemacht werden, welches auf ein höheres Versamungspotential hinweist (z.B. frühe Blütezeit). Entscheidend sind der Witterungsverlauf und die Länge der Vegetationsperiode. Hohe Keimraten im Gewächshaus gingen tendenziell auch mit höheren Keimraten im Freiland einher. Jedoch konnten sich auch aus Sorten mit geringen Gewächshaus-Keimraten, sehr vitale Sämlinge entwickeln.

Weitere Beobachtungen, speziell von gefährdeten Standorten, sind empfohlen.

Problemstellung

Hintergrund der Studie war der Umstand, dass die Art *Miscanthus sinensis* 2011 in die EPPO-Warnliste (European and Mediterranean Plant Protection Organization) aufgenommen wurde. Ebenfalls ist die Art in der Broschüre „Invasive gebietsfremde Pflanzen, Früh erkennen – sofort handeln“ des EFBS (Eidgenössische Fachkommission für biologische Sicherheit) unter „Beispiele wenig bekannter invasiver gebietsfremder Arten“ zu finden. In einigen Gebieten der USA (speziell im Osten) konnte sich *Miscanthus* vor allem auf gestörten Standorten (gemäht oder abgebrannt) über Samen stark ausbreiten, insbesondere entlang von Straßen und ist vielerorts als invasiv eingestuft worden.

Abb. 1: *Miscanthus* Sämling am Wegrand

Umfrageergebnisse aus 2013 von 14 Gärtnereien in der Schweiz weisen ebenfalls darauf hin, dass entsprechende Erfahrungen vorliegen. Sie zeigen, dass sich einige Sorten über Sämlinge in den Kulturen stark ausbreiten (Versamung in Töpfe, Plattenbelägen und an Stellriemen /Kantensteinen).

Die Gattung *Miscanthus* stellt eine wichtige Zierpflanzengruppe für Produktion und Verwendung in der Schweiz dar.

In dieser Studie wurde das Potential für mögliches invasives Verhalten von ausgewählten *Miscanthus sinensis*-Sorten abgeschätzt und verglichen. Ziel war es, proaktiv auf die oben erwähnten Beobachtungen zu reagieren und die Situation differenziert zu betrachten. Damit soll pauschalen Einschränkungen vorgebeugt werden.

Material und Methoden

Der Versuch wurde über fünf Vegetationsperioden durchgeführt und die Probengröße bestand aus 27 Arten/Sorten. Die Auswahl aus dem Kernsortiment erfolgte über die Staudenfachgruppe von Jardin Suisse, die Kriterien waren folgende:

- häufigste Arten/Sorten
- aus Erfahrung großes Vermögen zur Selbstaussaat
- potenzielle Zukunftsarten

Versuchsstandort: ZHAW Campus Grüental, Wädenswil

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch; Celine Derman-Baumgartner, celi@zhaw.ch
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich Wädenswil

Miscanthus-Tests in der Pflanzenverwendung, ihr Versamungspotential

Stauden, Pflanzenverwendung, Versamung

Folgende Sorten wurden für den Versuch zur Verfügung gestellt:

Sorte

Miscanthus japonicus 'Giganteus'
Miscanthus sinensis 'Adagio'
Miscanthus sinensis 'Afrika'
Miscanthus sinensis 'Apache'
Miscanthus sinensis 'Cosmopolitan' (M. s. var. condensatus 'C.')
Miscanthus sinensis 'Dronning Ingrid'
Miscanthus sinensis 'Ferner Osten'
Miscanthus sinensis 'Flamingo'
Miscanthus sinensis 'Ghana'
Miscanthus sinensis 'Gold Bar'® (PBR)
Miscanthus sinensis 'Gracillimus' (Eulaliagras)
Miscanthus sinensis 'Graziella'
Miscanthus sinensis 'Kleine Fontäne'
Miscanthus sinensis 'Kleine Silberfeder'
Miscanthus sinensis 'Kleine Silberspinne'
Miscanthus sinensis 'Little Zebra'®
Miscanthus sinensis 'Malepartus'
Miscanthus sinensis 'Morning Light'
Miscanthus sinensis 'Purple Falls'®
Miscanthus sinensis 'Rotsilber'
Miscanthus sinensis 'Silberfeder'
Miscanthus sinensis 'Strictus' (Stachelschweingras)
Miscanthus sinensis 'Vanilla'
Miscanthus sinensis 'Variegatus'
Miscanthus sinensis 'Yaku Jima'
Miscanthus sinensis 'Zebrinus'
Miscanthus sinensis 'Luc André Le Page'

Das Versamungspotential der untersuchten *Miscanthus*-Arten/Sorten wurde abgeschätzt über folgende Parameter:

Workpackage A: Blühverhalten und Samenansatz *Miscanthus* in drei Varianten (Phänologie)
Je vier Exemplare derselben Sorte wurden in folgenden drei Varianten gepflanzt bzw. aufgestellt:

A1.Variante: Freiland, ausgepflanzt (Gartensituation)
A2.Variante: Freiland, im Container (Produktionsbedingungen)
A3.Variante: Standort mit höherem Wärmeeinfluss (vergleichbar Standort auf Gebäude, Terrasse mit Hitzeabstrahlung), im Container

Jährlich wurden der Austrieb sowie der Blüte- und Reifezeitpunkt bonitiert.

Workpackage B: Keimraten und Überwinterungsverhalten der Sämlinge von *Miscanthus*
Jährlich wurden Samenstände von allen ausreifenden Sorten geerntet und deren Keimrate bestimmt.

<u>B1 Keimrate unter Idealbedingungen im Gewächshaus</u>

- Um die Keimraten jeder Sorte unter Idealbedingungen zu bestimmen, wurden jeweils 4 x 100 Samen in einer Saatschale ausgesät. Substrat: Sand gemischt mit Perlit (ca. 10-20%), Kultur im Warmhaus bei 20°C.
- Nach einigen Wochen werden die gekeimten Samen von Hand ausgezählt und in % angegeben

<u>B2 Überwinterungsrate der Keimlinge im Freiland</u>

- Um das Überwinterungsverhalten der Sämlinge beurteilen zu können, wurden jeweils 4 x 100 Samen abgezählt und im Freiland direkt ausgesät. Als Grundlage diente ein Holzraster und die Saat wurde zu Beginn mit Vlies abgedeckt.
- Die Sämlinge konnten sich eine ganze Vegetationsperiode über entwickeln und wurden im drauffolgenden Herbst ausgezählt. So wurden nur diejenigen Sämlinge erfasst, welche auch tatsächlich überwintern konnten und vital waren.
- Die Direktsaat wurde jeweils im November durchgeführt, die Fläche davor gefräst und von Hand gesäubert. Im Mai wurde jeweils ein Schröpfschnitt durchgeführt, da die Flächen viel Fremdaufwuchs aufwiesen und die *Miscanthus*-Sämlinge zu überwachsen drohten. Im August wurden die Flächen nochmals von Hand gejätet, da erneut viel Unkrautdruck vorhanden und die Beurteilung schwierig war. Danach konnten sich

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch; Celine Derman-Baumgartner, celi@zhaw.ch
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich Wädenswil

die Sämlinge gut entwickeln und im Herbst gezählt werden. Im Jahr 2018 wurde kein Schröpfschnitt durchgeführt, um zu sehen, wie sich die Sämlinge in einer „natürlichen“ Konkurrenzsituation entwickeln können.

Abb. 2: Versuch A, Variante 1 am 26.08.2015

Abb. 3: Versuch A, Variante 1 am 27.10.2016

Abb. 4: Versuch A, Variante 2 am 12.08.2015

Abb. 5: Versuch A, Variante 3 am 25.05.2016

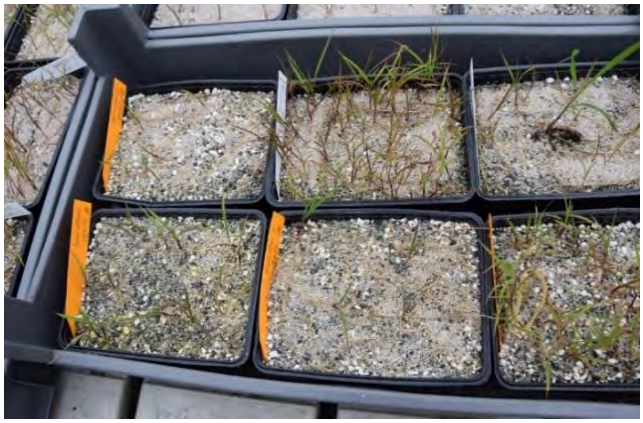


Abb. 6: Versuch B, Variante 1, Aussaat im Gewächshaus

Abb. 7: Versuch B, Variante 2, Aussaat im Freiland

Ergebnisse und Diskussion

Nachfolgend sind die Sorten mit vergleichsweise hohen bis mittleren Keimraten im Gewächshaus als auch im Freiland aufgelistet (absteigend).

Sorten nach Anzahl Nennungen in den Messungen

'Afrika'	'Yaku Jima'
'Kleine Silberfeder'	'Dronning Ingrid'
'Kleine Silberspinne'	'Malepartus'
'Rotsilber'	'Ferner Osten'
'Vanilla'	'Little Zebra' (bis 2017 als unproblematisch eingestuft, Überwinterungsverhalten unklar)
'Adagio'	'Purple Falls'
'Ghana'	'Silberfeder'
'Graziella'	

Sorten mit vergleichsweise geringen Keimraten im Gewächshaus und im Freiland sind:

- 'Apache'
- 'Flamingo'
- 'Kleine Fontäne'

Zusammenfassend lässt die Untersuchung erkennen, dass – entgegen der anfänglichen Vermutung- der Zeitpunkt der Blüte und der Samenreife keinen Rückschluss auf Höhe des Ausbreitungspotentials zulässt. Ebenfalls kann nicht generell von einer hohen Keimrate im Gewächshaus auf ein hohes invasives Potential geschlossen werden. Dies verdeutlicht das Beispiel der Sorten 'Purple Falls' und 'Silberfeder', welche im Gewächshaus eher mittlere bis geringere Keimraten aufwiesen, die wenigen Sämlinge im Freiland zeigten sich jedoch sehr vital, wüchsig und robust. Es ist also möglich, dass zwar wenige fertile Samen produziert werden, diese dann aber sehr robuste, überlebensfähige Pflanzen hervorbringen. Die Sämlinge zeigen sich jeweils als komplett neue Typen, welche bereits im ersten Jahr zur Blüte kommen können.

Die ausgesäten Sorten der Variante 2 und 3 - also der Pflanzen im Topf - wiesen eine geringere Keimfähigkeit auf als die Pflanzen, welche im Freiland auf natürliche Weise wachsen konnten. Die untersuchten *Miscanthus sinensis*-Sorten scheinen ausgepflanzt im Freiland eine höhere Fertilität zu erreichen als die in Gefässen kultivierten Exemplare.

Folgende Sorten konnten sich 2014-2018 im Versuch nicht über Samen vermehren (sog. «Positivliste»):

- M. j. 'Giganteus' (reift aus, Samen keimen nicht → steril)
- 'Cosmopolitan' (blüht spät, reift nicht aus), hohe Ausfallrate im Topf (Winterhärte?)
- 'Gold Bar' (keine Blüten)
- 'Gracillimus' (blüht spät, reift nicht aus)
- ~~M. s. var. c. 'Luc Andre Le Page' (blüht spät, reift nicht aus)~~
- 'Morning Light' (vereinzelt Blüten, reift nicht aus)
- 'Strictus' (blüht spät, reift nicht aus)
- 'Variegatus' (blüht spät, reift nicht aus)
- 'Zebrinus' (blüht spät, reift nicht aus)

Abb. 8: 'Luc Andre Lepage' Keimlinge im Januar 2020

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch; Celine Derman-Baumgartner, celi@zhaw.ch
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich Wädenswil

Bis 2017 war auch die Sorte 'Little Zebra' in dieser Liste vertreten, sie konnte jedoch im Jahr 2018 erstmals ausreifen und musste daher ebenfalls als potenziell problematische Sorte eingestuft werden. Ebenfalls musste die Sorte 'Luc Andre Lepage' wieder aus der Liste gestrichen werden; eine Samenernte nach Versuchsende im Dezember 2019 zeigte im Gewächshaus eine vergleichsweise hohe Keimrate von 35%.

Die oben aufgeführte Liste ist also nicht als statisch zu betrachten und könnte sich je nach klimatischen Verhältnissen verändern.

Fazit

Im Hinblick auf Klimawandel sind längerfristig nur die sterilen und/oder nicht blühenden Sorten «Zukunftssorten». Darauf weist auch eine Studie aus Chicago hin (Madeja, G. et al., 2012), in welcher fast alle Sorten von den hier als «unproblematisch» erklärten Sorten fertile Samen produzieren konnten. Nur folgende vier Arten/Sorten waren nicht fertil:

- 'Hinjo'
- 'Silberpfeil'
- *M. j.* 'Giganteus'
- *M. s. var. condensatus* 'Cabaret' (sehr ähnlich 'Luc André Le Page')

Sinnvoll wären zukünftig wohl Züchtungsbemühungen hin zu sterilen Sorten. In den USA ist dies bereits im Gange (Schnitzler, 2011 und 2015, Rounsaville et al., 2011), da die Ausbreitung von *Miscanthus* dort bereits ein grösseres Problem darstellt ('My Fair Maiden', 'Bandwidth', NCSU (North Carolina State University), Darwin Perennials; 'Scout', UGA (University of Georgia)). Ob diese Sorten für die Verwendung in Europa geeignet sind, müsste eine Sichtung zeigen.

Ausblick

Ebenfalls interessant zu untersuchen wäre die Konkurrenzstärke von *Miscanthus* in verschiedenen Vegetationstypen in der freien Landschaft als auch in Vegetationssystemen unter natürlichen bzw. urbanen Bedingungen. Eine Stärke von *Miscanthus* am Naturstandort ist die Fähigkeit, konkurrenzierender Vegetation das Licht erfolgreich streitig zu machen und so selber konkurrenzfähiger zu sein. Ob dies auch in Pflanzengesellschaften, welche nach europäischem Vegetationszyklus wachsen eine erfolgreiche Strategie ist, kann in Frage gestellt werden, da *Miscanthus* sehr spät austreibt (Vgl. 10-jährige stabile Erfahrungen in Staudenhecken *Miscanthus* 'Morning Light' - Variante in Kombination mit *Clematis recta* 'Purpurea') FLL 2016. So scheint sich *Miscanthus* vor allem an gestörten und offenen Standorten ausbreiten zu können. Sehr häufig wird es in Ritzen, Randbereichen und Fugen gefunden, dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die *Miscanthus*-Samen als Windflieger (Anemochorie) sehr leicht sind und mit Wind und Regen an diese Orte geweht bzw. geschwemmt werden. Potenziell gefährdete Orte könnten also sein: Strassen-/Wegränder, Dächer, Flussufer, wenig gemähte Wiesen/Böschungen, ruderale Standorte. Diese gilt es speziell zu beobachten.

Invasionsdynamik

Die Zeit von der Etablierung bis zur Phase der rasanten Ausbreitung von invasiven Arten ist sehr unterschiedlich und kann wenige Jahre oder auch weit über hundert Jahre dauern. *Solidago* wurde bereits im 17. und 18. Jahrhundert nach Europa eingeführt und ist seit dem 19. Jahrhundert bei uns eingebürgert und es hat folglich lange gedauert bis sichtbare, grossflächige Bestände entstanden sind. *Miscanthus* wird zwar schon seit Anfang des 20. Jahrhunderts verwendet (Foerster, Eulaliagras, *M. s.* 'Gracilimus'), jedoch noch nicht in blühenden Formen, Höhepunkt der Züchtungstätigkeit und damit der Verbreitung begann in den 50er-/60er- und 70er-Jahren (E. Pagels und K. Foerster). Wie lange eine Ausbreitung bei *Miscanthus* dauern würde, ist schwer abzuschätzen.

Miscanthus-Tests in der Pflanzenverwendung, ihr Versamungspotential

Stauden, Pflanzenverwendung, Versamung

Aktuell

2018 wurde *Miscanthus sinensis* von der EPPO Alert List auf die EPPO Observation List verschoben. Dies bedeutet, dass momentan kein unmittelbares Risiko von der Art ausgeht und dass noch nicht genau abgeschätzt werden kann, ob und wie die Art problematisch werden könnte. Daher steht sie bis auf weiteres in Beobachtung. Es gibt in Europa zwei dokumentierte Fälle einer unerwünschten Ausbreitung: in Vorarlberg-Region entlang eines Flusses und in Frankreich (La Roche-sur-Yon), wo *Miscanthus* aus einer Pflanzfläche «ausgebrochen» ist (EPPO, 2018)

Das deutsche Bundesamt für Naturschutz (BfN) hat eine Invasivitätsbewertung für gebietsfremde Gefässpflanzen durchgeführt und *Miscanthus sinensis* auf die Beobachtungsliste „Potentiell invasive Arten“ mit dem Status „unbeständig“ gesetzt. Das heißt, es lagen 2013 nur begründete Annahmen bzw. Hinweise zur Invasivität vor, „weitergehende Handlungen scheinen aufgrund des geringen Kenntnisstandes nicht gerechtfertigt zu sein“ (BfN, 2013). Hier stehen Monitoring und Forschung im Vordergrund.

Empfehlungen

1. sterile Sorten testen und verwenden
2. auf Arten aus der «Positivliste» zurückgreifen (fast nur panaschierte Sorten)
3. rot färbende Sorten: auf die, mit geringer Keimfähigkeit und Überwinterungsrate zurückgreifen ('Apache', 'Flamingo', 'Kleine Fontäne'…)
4. in Produktion auf Sämlinge achten und entfernen (Töpfe, Stellriemen)
5. Blütenbildung über Pflegeeingriff beeinflussen bzw. zu verschieben: Rückschnitt im Austrieb (ähnlich Vorblüteschnitt)
6. Beobachtung besonders gefährdeter Standorte (siehe Kapitel Ausblick)

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch; Celine Derman-Baumgartner, celi@zhaw.ch
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich Wädenswil

Ringversuch Bayern zur Verwendung mehrjähriger, artenreicher Wildpflanzenmischungen für die Biogasgewinnung

Stauden, Ansaat, Nachwachsende Rohstoffe

Zusammenfassung

Wildpflanzenmischungen zur Biogaserzeugung können ökologisch wertvolle Ergänzungen zu Mais darstellen. Seit 2011 wird im Rahmen des Ringversuches Bayern auf Versuchsfeldern an anfangs acht, jetzt noch vier Standorten die Verwendung mehrjähriger, artenreicher Wildpflanzenmischungen erprobt. Hierbei wurden im Praxisversuch zwei Zeitpunkte zur Einsaat (Frühjahr und Sommer) mit einem unterschiedlichen Deckungsmodul in der Saatmischung getestet. Die Bestandsentwicklung (Blühindex, Bodendeckung) beider Varianten wurde durch mehrfaches Bonitieren im Laufe des Jahres überprüft. Beide Mischungen konnten sich gut etablieren und zeigen eine hohe Blütenvielfalt und einen hohen Blütenreichtum. Zusätzlich wurde der Ertrag der verschiedenen Bestände untersucht. Die Erträge fallen vor allem am niederschlags- und nährstoffreichen Standort im Alpenvorland sehr hoch aus, an den restlichen Standorten sind sie zufriedenstellend. Des Weiteren wurden Bodenproben an zwei Standorten entnommen, um die Fähigkeit der Wildpflanzenmischung zur Nitratreduktion zu untersuchen. Hier zeigte sich, dass mehrjährige Wildpflanzenmischungen den Nitratgehalt im Boden auch in den ersten Standjahren schon erfolgreich reduzieren können und er sich auf einem niedrigen Niveau einpendelt. Mehrjährige, artenreiche Wildpflanzenmischungen bieten im Vergleich zu Mais einen geringeren Ertrag, aber viele andere Vorteile: Pollen und Nektar, Produktivität, Nitratreduktion. Zusätzlich sind die Mischungen optisch sehr ansprechend. Das Interesse an ökologisch wertvollen Alternativen zu Mais ist sowohl bei Anwendern als auch in der Bevölkerung insgesamt sehr hoch.

Problemstellung

Der großflächige und intensive Anbau von Energiepflanzen, vor allem von Mais zur Biogaserzeugung wirkt sich nachteilig auf die Bodenfruchtbarkeit, das Risiko von Pflanzenkrankheiten und die Artenvielfalt aus. Zusätzlich besteht insbesondere im Frühjahr erhöhte Erosionsgefahr und aufgrund der hohen Stickstoffverlagerung ein Risiko für den Gewässerschutz. Der Bestandsrückgang etwa von Feldvogelarten in der intensiv genutzten Agrarlandschaft ist gravierend. Mehrjährige, artenreiche Wildpflanzenmischungen hingegen können vollständig in der Biogasanlage eingesetzt werden und tragen durch ihre Strukturvielfalt zur ökologischen Bereicherung der Agrarlandschaft bei. Wildpflanzenmischungen können als Ergänzung zu Mais angebaut werden und bieten viele Vorteile: sie schaffen Lebensraum und liefern Nahrung für viele Wildtiere, bieten als Dauerkultur Erosionsschutz und verringern die Nitratbelastung der Böden. Daher sind sie insbesondere zum Einsatz in Wasserschutzgebieten und Flutpoldern geeignet.

Die LWG arbeitet seit 2008 an der Entwicklung von artenreichen mehrjährigen Wildpflanzenmischungen für Biogasanlagen (WPM). 2008-2015 förderte das Bundeslandwirtschaftsministerium, Projektträger FNR, die Arbeiten, seit 2011 das Bayerische Landwirtschaftsministerium. Diese Mischungen müssen mehrere Anforderungen erfüllen: sie müssen dauerhaft eine üppige und artenreiche Blütentracht bieten und gleichzeitig einen zufriedenstellenden Ertrag liefern. Ziel des Ringversuches ist der Vergleich der Entwicklung der WPM unter verschiedenen Standortbedingungen mit dem Ziel einer jeweils praxistauglichen Mischungszusammensetzung. In der aktuell dritten Projektphase (2017 bis 2020) ist die Optimierung der Mischung „Veitshöchheimer Hanfmix“ in Hinsicht auf den Ansaatzeitpunkt und die Mischungszusammenstellung des Deckungsmoduls im ersten Jahr das Ziel. Hierfür werden in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), dem Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) und den Landwirtschaftlichen Lehranstalten in Bayreuth Praxisflächen an vier verschiedenen Standorten in Bayern angelegt und beprobt.

Elena Krimmer, elena.krimmer@lwg.bayern.de; Kornelia Marzini, kornelia.marzini@lwg.bayern.de | Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim

Ringversuch Bayern zur Verwendung mehrjähriger, artenreicher Wildpflanzenmischungen für die Biogasgewinnung

Material und Methoden

In den Jahren 2017 und 2018 wurden an vier verschiedenen Standorten in Bayern Praxisflächen mit der Biogasmischung Veitshöchheimer Hanfmix eingesät, einmal als Frühjahrseinsaat und einmal als Sommereinsaat (Tabelle 1). Durch die Einsaat im Sommer lässt sich eine etwaige Frühjahrstrockenheit umgehen. Die Sommereinsaat 2017 erfolgte in Getreidestoppel und war daher nahezu frei von Beikräutern. Die Frühjahrseinsaat erfolgte ebenfalls nach Getreideanbau, bzw. nach einem Jahr Schwarzbrache.

Tab. 1: Übersicht über die vier verschiedenen Standorte des Ringversuchs Bayern mit Ansaatzeitpunkt der Jahre 2017/2018 und die entsprechende Flächengröße

Standort	Abkürzung	2017		2018	
		Saattermin	Größe	Saattermin	Größe
Bayreuth	Bt	Mitte August	0,80 ha	Mitte Mai	1,00 ha
Osterseeon	O	Mitte August	0,83 ha	Mitte Mai	0,74 ha
Schwarzenau	Schw	Ende August	0,50 ha	Mitte Mai	0,40 ha
Straubing	Str	Anfang September	0,42 ha	Ende Mai	0,87 ha

In der Mischung 2017 kam ein einjähriges Deckungsmodul im Charakter einer Zwischenfruchtbegrünung ohne hochwüchsige Arten zum Einsatz. Diese wird im ersten Standjahr auch nicht geerntet. Als Deckungsmodul wird die Zusammenstellung an einjährigen Arten bezeichnet, die den mehrjährigen Arten bei ihrer Etablierung helfen. Diese sehr schnell wachsenden Arten sind als Ammenpflanzen geeignet, da sie den Beikrautdruck gering halten und trotzdem genügend Licht nach unten durchlassen, um den Stauden den Aufwuchs zu ermöglichen. Im Frühjahr 2018 kam eine Variante mit den hochwüchsigen Stauden Faserhanf (*Cannabis sativa* Santhica), *Althea officinalis* und *Levisticum officinale* zum Einsatz (Tab. 2, Abb. 1).

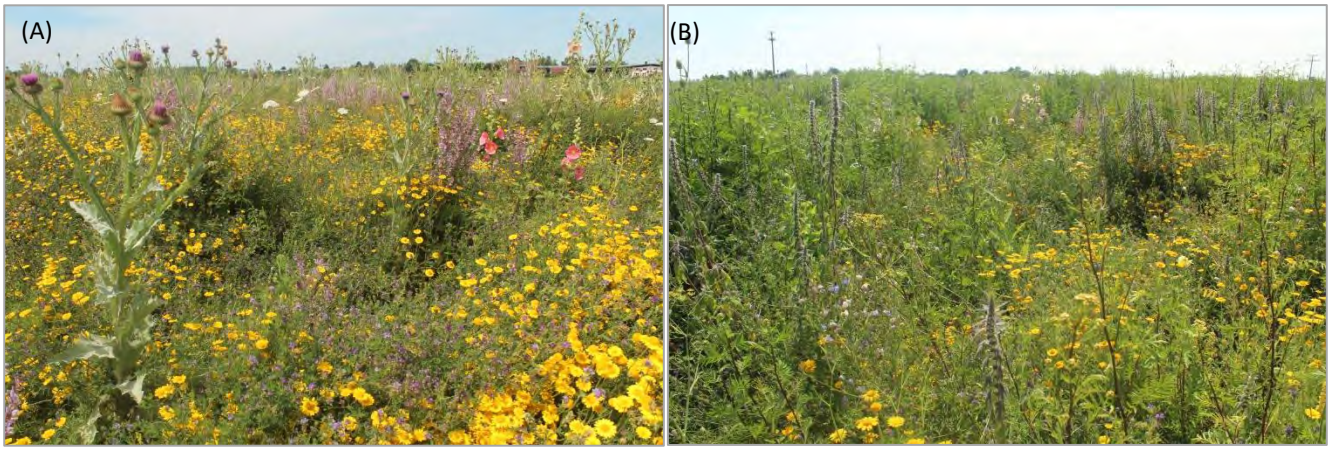


Abb. 1: Vergleich der verschiedenen Praxisflächen im Juli 2019 am Standort Straubing. (A) Frühjahrseinsaat 2018 im 2. Standjahr, (B) Sommereinsaat 2017 im 3. Standjahr

Elena Krimmer, elena.krimmer@lwg.bayern.de; Kornelia Marzini, kornelia.marzini@lwg.bayern.de | Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim

Tab. 2: Artenzusammensetzung und Mischungsverhältnisse des Veitshöchheimer Hanfmix mit Sommereinsaat 2017 und Frühjahreinsaat 2018

Deckungsmodule	
Einjährige Arten Ansaat 2017	**[%]**
Dracocephalum moldavica	2,00
Anethum graveolens	3,00
Fagopyron esculentum	15,00
Malva verticillata	1,50
Linum usitatissimum	15,00
Melilotus albus "Adele"	3,50
Einjährige Arten Ansaat 2018	
Amaranth Bärenkrafft	1,50
Anethum graveolens	2,00
Cannabis sativa Santhica	13,00
Coreopsis tinctoria	2,00
Cosmos bipinnatus	1,50
Helianthus annuus mehrköpfig	5,00
Linum usitatissimum	3,00
Melilotus albus	3,50
Sorghum bicolor	8,50

Restliche Mischung	**2017**	**2018**
Zweijährige Arten	**[%]**	**[%]**
Anthemis tinctoria	0,50	1,50
Arctium lappa/tomentosa	6,00	5,00
Daucus carota	1,50	1,50
Dipsacus fullonum	1,00	1,00
Leonurus japonicus	1,00	1,00
Melilotus officinalis	2,50	2,50
Onopordum acanthium	5,00	5,00
Oenothera biennis	2,0	2,00
Stauden		
Alcea ficifolia	5,50	4,00
Asclepias syriaca	1,50	0,70
Althea officinalis		2,00
Centaurea macrocephala	2,00	0,80
Centaurea pannonica	3,00	3,00
Cichorium intybus	5,00	4,00
Foeniculum vulgare	12,00	12,00
Galium verum	1,50	1,50
Leonurus cardiaca	2,50	3,00
Levisticum officinale		1,50
Medicago sativa	2,50	3,00
Salvia sclarea	1,50	1,50
Tanacetum vulgare	2,50	2,50
Verbascum nigrum	1,00	1,00

Bonituren

Durch regelmäßiges Bonitieren werden der Feldaufgang sowie die Bestandsentwicklung der Mischungen überprüft. Zur einheitlichen Bewertung der Blüheffizienz der verschiedenen Mischungen wurde ein Blühindex berechnet. Dieser setzt sich zusammen aus der Blütenhäufigkeit, dem Blütenzustand, der Anzahl der blühenden Arten in der Mischung und dem Boniturwert für die Artenvielfalt der blühenden Arten. Der Blühindex ermöglicht einen Vergleich zwischen Monokulturen und Mischungen mit hoher Artenvielfalt. Zusätzlich ist die Bestandsdeckung vor und nach der Ernte von Interesse.

Versuchsernten

Um produktionsintegriert Biodiversität zu fördern, müssen die bewirtschafteten Flächen ein Produktionsziel erfüllen und zumindest einen zufriedenstellenden Ertrag liefern. Die Praxisflächen werden jährlich ab Mitte Juli mit handelsüblichen Maschinen beerntet und der Ertrag an Trockenmasse (TM) gewogen.

Bodenuntersuchungen

Durch den übermäßigen Einsatz von stickstoffhaltigem Dünger auf landwirtschaftlichen Flächen kann es zu einer Auswaschung des Stickstoffs und damit zu einer Nitratbelastung der Grund- und Oberflächengewässer kommen. Um zu untersuchen, ob Wildpflanzenmischungen als Dauerkultur zur Verringerung des Nitratgehaltes im Boden beitragen, werden jährlich im Frühjahr und Herbst Bodenproben in einer Tiefe von bis zu 90cm gezogen und auf ihren Nitratwert untersucht.

Weitere Untersuchungen

In Projektphase 1 des Ringversuchs wurden von der LfL Silierversuche durchgeführt, welche die gute Silierbarkeit der WPM bestätigten. Bei den FNR-Vorhaben wurden umfangreiche Begleituntersuchungen unter anderem zur Düngung und zur Fauna durchgeführt. Das Institut für Bienenkunde und Imkerei der LWG ist für bienenkundliche Begleituntersuchungen verantwortlich. Der Schlussbericht ist in der Projektdatenbank der FNR veröffentlicht, siehe https://www.fnr.de/index.php?id=11150&fkz=22038211.

Ergebnisse und Diskussion

Die Bestände beider Ansaaten haben sich im Jahr 2019 gut entwickelt (Abb. 2). Für die Sommeransaat 17 handelt es sich hierbei um das 3. Standjahr, während sich die Frühjahrsansaat 18 im 2. Standjahr befindet. Beim Blühindex fällt auf, dass er bei der Ansaat 17 durchgehend höher ausfällt als bei der Ansaat 18. Im 3. Standjahr der Mischung fehlen die zweijährigen Pflanzen und der Bestand besteht hauptsächlich aus den Stauden, die in den späteren Standjahren den Ertrag liefern. Die zweijährigen Arten treten jedoch im vierten Jahr wieder verstärkt auf. Hier ist also eine gewisse Fluktuation in der Blütenvielfalt zu erwarten.

Der Standort Osterseeon hat insgesamt einen geringeren Blütenindex als die anderen Standorte. Hier sind die Böden am nährstoffreichsten, was einigen Wildpflanzen Probleme bereitet. Jedoch hat dieser Standort daher die höchsten Erträge.

Alle Standorte wiesen im Jahr 2019 eine hohe Bodendeckung auf. Die Bestände haben sich geschlossen und ohne nennenswerte Lücken entwickelt.

Elena Krimmer, elena.krimmer@lwg.bayern.de; Kornelia Marzini, kornelia.marzini@lwg.bayern.de | Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim

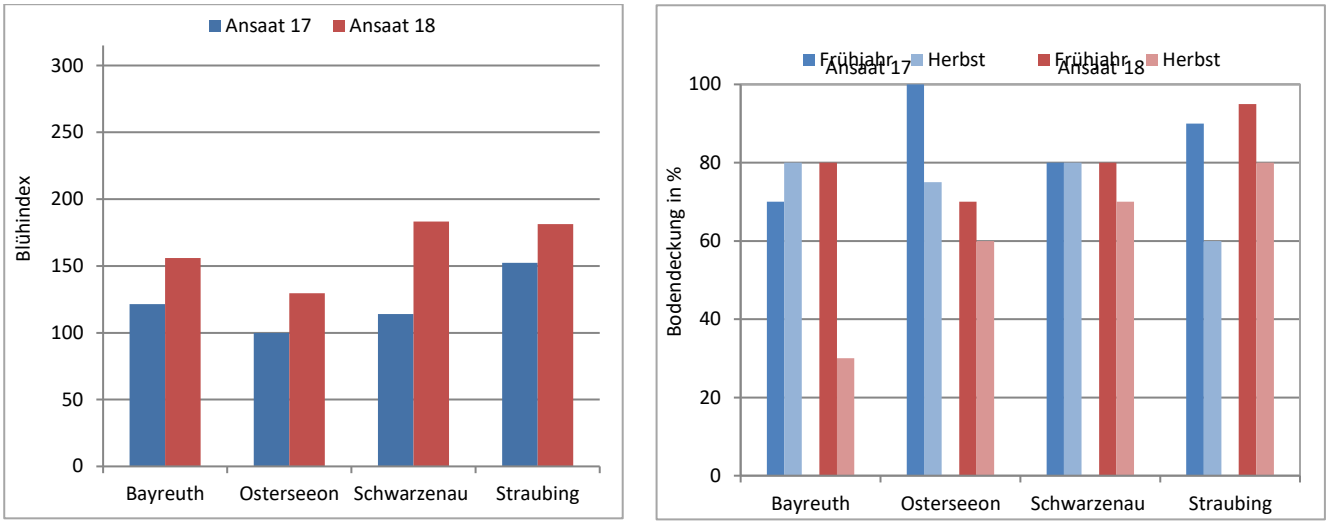


Abb. 2: (A) Blühindex der zwei Ansaatjahre des Veitshöchheimer Hanfmix an den vier Standorten in Bayern im Frühjahr 2019. (B) Prozentuale Bodendeckung der Ansaaten im Frühjahr und nach der Ernte im Herbst 2019

Wie schon erwähnt, ist besonders der Ertrag der Sommeransaat 17 am Standort Osterseeon hoch (Abb. 3). Dies liegt vor allem an den nährstoffreichen Böden und dem niederschlagsreichen Alpenvorland. Dadurch konnte der Bestand sich besonders massewüchsig etablieren und lieferte entsprechend viel Trockenmasse. Die Frühjahrsansaat 18 hingegen musste durch den hohen Beikrautdruck schon verfrüht geerntet werden, zu einem Zeitpunkt, an dem die Hauptmasseträger noch nicht ausgewachsen waren und der Bestand insgesamt noch zu feucht war. Ein prozentualer Trockensubtanzanteil von 28-30% des Erntematerials ist erstrebenswert, kann aber nur bei einer zeitgenauen Ernte erreicht werden.

An den übrigen Standorten liefert der Hanfmix zufriedenstellende Ergebnisse und liegt bei einem durchschnittlichen Methanhektarertrag von 40% von Mais. Der Standort Bayreuth liefert durch die hohe Trockenheit nur geringe Erträge.

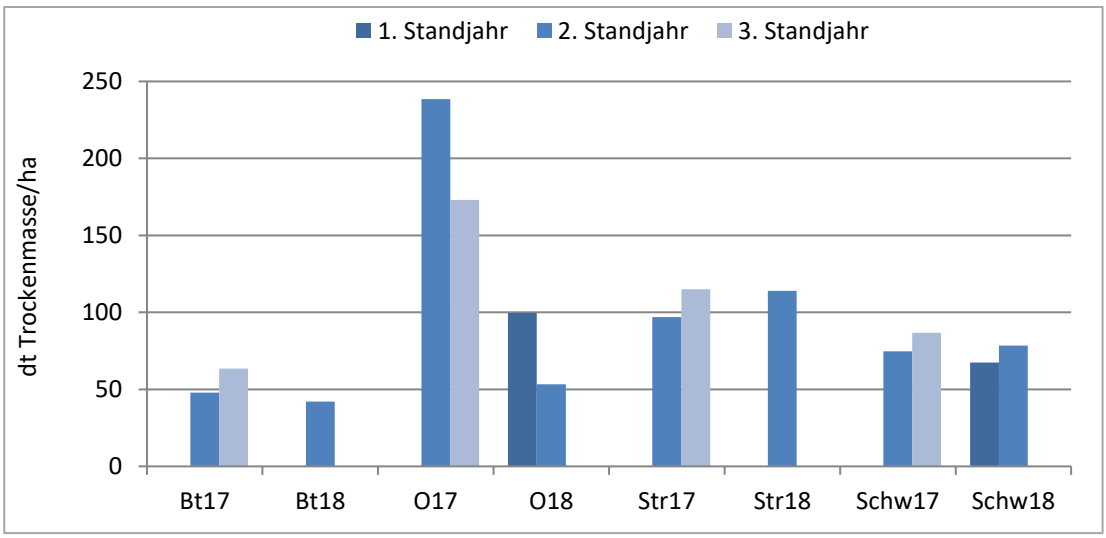


Abb. 3: Ertragsdaten in dt Trockenmasse pro Hektar der zwei Ansaatjahre an den vier Standorten in Bayern in den verschiedenen Standjahren

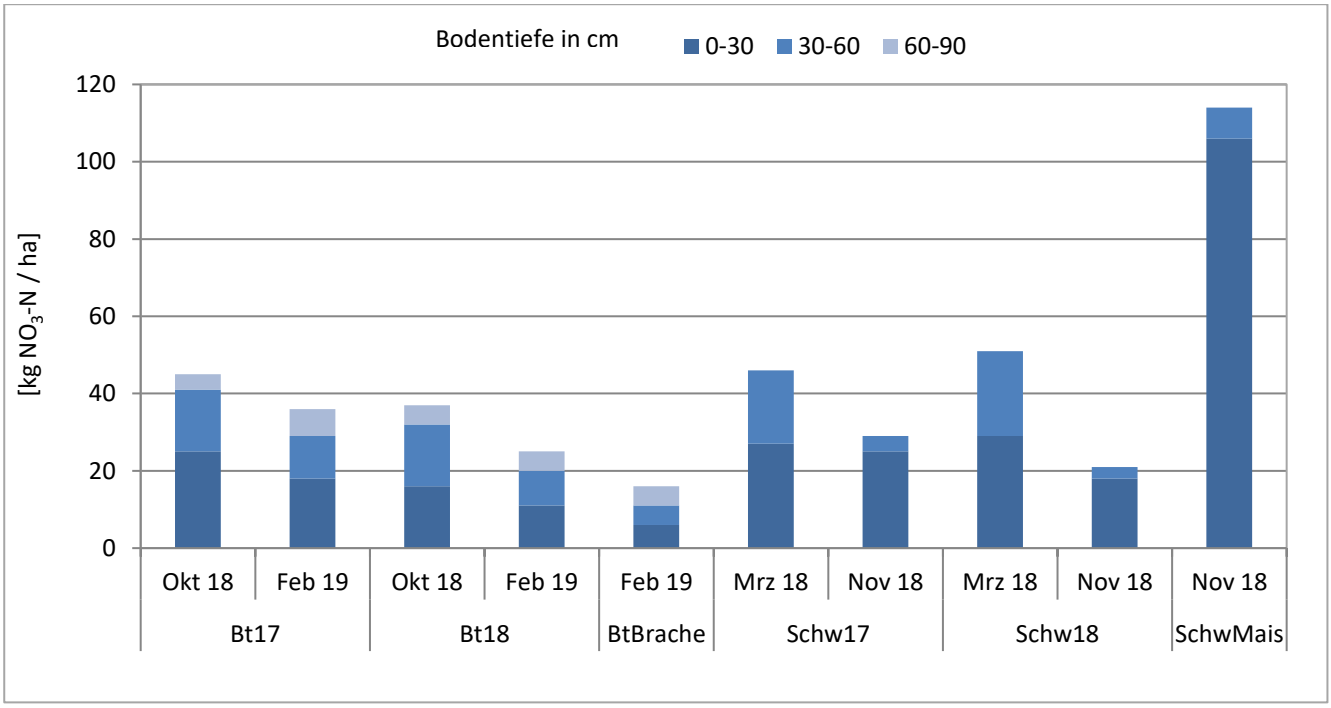


Abb. 4: Nitratwerte der Bodenuntersuchungen der beiden Ansaatjahre an den Standorten Bayreuth (Bt) und Schwarzenau (Schw) in unterschiedlichen Bodentiefen (0-90cm) im Vergleich zu einer Brache- und Maisfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten in den Jahren 2018/19.

Die Wildpflanzenmischung Veitshöchheimer Hanfmix kann als Dauerkultur zur Verringerung der Nitratwerte im Boden beitragen. Schon im ersten Standjahr weist der Boden relativ geringe Nitratwerte auf, ähnlich einer Bracheﬂäche und sehr viel geringer als Mais (Abb. 4). Daher kann der Hanfmix vor allem in Wasserschutzgebieten positive Auswirkungen auf die Nitratwerte im Grundwasser haben und ist auch zum Einsatz in Flutpoldern geeignet.

Das Interesse an ökologisch wertvollen Alternativen zu Mais ist sowohl bei Anwendern als auch in der Bevölkerung sehr hoch. Unsere Untersuchungen zeigen, dass Wildpflanzenmischungen mehrere positive Eigenschaften vereinen:

- Sie bieten einen hochwertigen Lebensraum und hohen Blütenreichtum, und daher viel Nektar und Pollen auch in der trachtarmen Zeit.
- Das Flächenpotential in Deutschland ist begrenzt, daher ist der Beitrag des Hanfmix zum produktionsintegrierten Naturschutz besonders wertvoll. Die Ernten sind zufriedenstellend und leisten einen Beitrag zur Versorgung mit erneuerbaren Energien.
- Die Nitratwerte im Boden werden durch die Dauerkultur effektiv verringert. Außerdem ist anzunehmen, dass die tiefe Verwurzelung zu einer Verringerung der Bodenerosion beiträgt.
- Außerdem ist der Hanfmix auch optisch sehr ansprechend und trägt daher zu einem erhöhten Erholungswert in der Agrarlandschaft bei.
- Insgesamt kann all dies zu einer Imageverbesserung der Landwirtschaft führen.

Resilienz von wiesenartigen Hochstaudenfluren in temporär durchfeuchteten Vegetationssystemen

Stauden, Pflanzenverwendung, Regenwassermanagement

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Langzeitversuches testete die ZHAW in der Stadt Zürich ein repräsentatives Vegetationssystem aus Hochstauden in einem Regenwassermanagement auf einem eigens hierfür entwickelten Substrat.

Das Substrat bestand aus 65 % «Landerde» und 35 % Blähschiefer 8/16 und wurde hierfür 30 cm tief über den anstehenden kiesigen Untergrund eingebaut.

Der 5-jährige Versuch startete im Frühjahr 2014 nach einer Sanierung der Vegetationsschicht 2013 und endete im Dezember 2018. Die Staudenkomposition wurde nach naturräumlichen Kriterien und den Angaben der Lebensbereiche der Stauden für feuchte Freiflächen zusammengestellt. Ein besonderes Kriterium waren die verschiedenen aufeinanderfolgenden Austriebszeitpunkte der Einzelarten. Von Anfang an diente hierfür die «Ereignistabelle» als wichtiges planerisches Werkzeug. Etabliert wurde das Vegetationssystem nach dem «Prinzip der Aspektbildner».

Das System mit den funktionalen «Zielarten» entwickelte sich zügig und stabil in der Regenwasser-Mulde. Ein dauerhafter Beikrautbesatz konnte so unterdrückt werden. Auch versagten die Ruderalstrategen bereits komplett nach der ersten Vegetationsperiode. Die langlebigen Arten führten zu einem dicht(en) verwobenen Vegetationsbild, welches sich naturgemäss im Laufe der Vegetationsperioden permanent veränderte.

Die extremen Hitze- und Trockenphasen 2017/2018 wie auch Einstauungen wurden unbeschadet überstanden. Es wurde ab der Pflanzung nie zusätzlich gewässert oder gedüngt. Kolmatierungseffekte und der Aufwuchs von Pioniergehölzen sind zudem ebenfalls nicht feststellbar.

Eine einmalige Erfolgskontrolle 2019 stellte krautige Arten als «resilienter» heraus.

Problemstellung

Der rechtliche Rahmen für Regenwassermulden ist streng vorgegeben: das Wasser darf nur einen Tag (24 Stunden) darinstehen, anschliessend muss es versickert sein. Die Anstauhöhe beträgt in der Schweiz 20 cm, in Deutschland und Österreich 30 cm. Dabei muss beim Versickern das in der Regel verunreinigte Oberflächenwasser langsam und ausreichend gefiltert respektive gereinigt werden, dies geschieht über den bewachsenen Boden-Wurzelfilter aus einer Schichtstärke von minimal 10 bis 20 cm. Darunter sind Kiese oder Sande, die eine zügige Drainage in die Tiefe garantieren, eingebaut. In der Regel werden derartige Begrünungen mit Rasenansaaten, wenn es schnell gehen muss sogar regelwerkskonform mit Rollrasen (Campus Liebefeld, Bern) etabliert. «Wiesenartige Vegetationen» und «Bodendecker» (vergleiche DWA 162) wären nach den aktuellen Regelwerken ebenso zulässig, erstere werden aus fachlicher Unwissenheit vernachlässigt.

Der Gruben-/Mulden-Sohlen-Mindestabstand zu Grundwasser führenden Schichten beträgt in Zürich minimal einen Meter. (Arbeitshilfe Versickerung in Stadträumen, ERZ Entsorgung und Recycling Zürich, 2015)

Als zukünftiger Schwammstadtbaustein («Sponge City») sind langfristige funktionale Erfahrungen bezüglich Resilienz und Standfestigkeit der röhrichtbegleitenden Hochstauden-Arten im dicht besiedelten, nachverdichteten urbanen Raum unerlässlich. Zumal rasenartige Bestände oder Rollrasen nicht dauerhaft unproblematisch zu begrünen und zu unterhalten sind. Hitze-, Trockenheitsschäden insbesondere an ihren Flanken und das Einwandern von Neophyten und Gehölzsämlingen in deren Versagensfolge stellen die Wirksamkeit im derzeitigen rechtlichen Kontext und aus ökologisch-ökonomischen Gründen in Frage.

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch; Celine Derman-Baumgartner, celi@zhaw.ch |
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich Wädenswil

Resilienz von wiesenartigen Hochstaudenfluren in temporär durchfeuchteten Vegetationssystemen

Stauden, Pflanzenverwendung, Regenwassermanagement

Material und Methoden

Der Versuch wurde als vollflächiger Langzeitversuch ab Herbst 2013 auf 75 m^2 mit acht Stauden pro m^2 angelegt. Fünf Mal pro Jahr wurden Bonituren des Vegetationszustandes (2014-2018) durchgeführt.

Hier erhielt die Forschungsgruppe Pflanzenverwendung der ZHAW von der Grün Stadt Zürich den Forschungsauftrag, das ästhetisch und funktional nicht zufriedenstellende Vegetationsbild in der Regenwasserversickerungsmulde des 2003 erstellten Turbinenplatzes zu überarbeiten und zu einem urbanen, zuverlässig pflegbaren, ästhetisch ansprechenden Vegetationssystem zu entwickeln. Ökosystemare Leistungen wie Drainage, Versickerung, Trockenstressfähigkeit, mechanische Belastungen und Konkurrenzfähigkeit, aktuell unter dem Begriff «Resilienz» von Vegetationssystemen zusammengefasst, standen im Fokus. Neben der Entwicklung des Vegetationssystems (Substrate, Pflanzenvergemeinschaftung, Funktionalität) wurde dessen Weiterentwicklung und eine Dokumentation der jährlichen Vegetationsentwicklung des Systems in 2014-2018 mit jährlichem Kurzbericht für die Grün Stadt Zürich dokumentiert.

2019 konnten zusätzlich mit einer einmaligen Erfolgskontrolle der Einzelarten in ihren Anteilen überprüft werden.

Analyse Bestand

Bis 2012 hatte sich eine «wiesenartige Matte» mit starkem Anteil an *Equisetum arvense* auf der Fläche bestandsbildend entwickelt. Diese lagerte bereits im Sommer und erforderte einen hohen, da mehrmaligen Pflegaufwand. Der Boden war zudem oberflächlich sehr verschlämmt. Die *Equisetum* wiesen zudem auf eine Bodenverdichtung im Untergrund mit wasserführender Schicht hin. Somit wäre die Versickerungsleistung in die Tiefe nach Starkregen und Wasseranstau bestenfalls eingeschränkt oder nicht gegeben.

Die spontan auftretenden Arten weisen neben einer Verdichtung des Substrates auch auf Trockenheitsphasen hin: so wird *Deschampsia cespitosa* nach den «Lebensbereichen der Stauden» dem «Gehölzrand/Gehölz trocken bis frisch (gar feucht)» G/GR1-2(3) zugeordnet. *Panicum virgatum* gehört der «frischen Freifläche» (FR2) an. (s. Tab. 1)

Die mittlere Vegetationshöhe lag ab 50, bis 80 punktuell bis 100 cm. die ökosystemaren Leistungen wie Biomasseaufbau, Nährstoffentzug, Schadstoffabbau, Durchwurzelung, Verdunstungs-, Reinigungsleistung können so nicht ausgespielt werden.

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch; Celine Derman-Baumgartner, celi@zhaw.ch |
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich Wädenswil

Analyse der Bestands-Arten 2012/2013		
1 Gepflanztes Sortiment (7 Arten/Sorten):	**Lebensbereich**	**Analyse und Beurteilung**
Carex panicea 15/30-50,	FR3/W	kippt, unordentlich ohne Rückschnitt, "Rasen bildend", vorhanden, wandern wieder ein
Molinia caerulea 30/70	H, Fr-GR(2)3	grosse Standortamplitude, nicht sichtbar
Juncus inflexus 40/50	FR3/WR4	R-Stratege, immergrün, Bestandsbildner, feintexturiert, vorhanden, wandern ein
Eriophorum latifolium 60/80	WR4	Moorwiesen, heikel im ÖG (Natur), schwachwüchsig und konkurrenzschwach (mit Mehlprimel, Lungenenzian…), Ausfall
Carex remota 30/50	G/GR2-3	horstig, feuchte Waldwege, -stellen --> Humushaltig, Auenwälder, Bodenluft, nicht nachweisbar
Iris sibirica `White Swirl` 100	Frb2	starkwüchsige weisse Sorte, einige vorhanden
Iris sibirica `Soft Blue` 40/90	Frb2	schwach, kränkelnd, wenige vorhanden
Analyse der Bestands-Arten 2012/2013		
2 Spontane Vegetation/ 5 Zeigerpflanzen:		
Deschampsia cespitosa	G/GR1-2(3)	Frühsommerblüher, viele vorhanden, Versamung?
Panicum virgatum	Fr2	mehr oder weniger perfekt, viele vorhanden
Phragmites australis	WR5-4	Punktuell vorhanden, klassischer Röhrichtbildner
Equisetum arvense		Eingewandert → verdichtete Bodenschicht?, Bestandsbildend, → Verdichtungshorizont öffnen
Molinia altissima (aggr.)	Fr2-3, Gr2	insgesamt, funktional, stark versamend!

Abb. 1: Bestandsanalyse 2012/13

Die Umstellung von einer Gräser betonten relativ artenarmen Pflanzung mit heimischen Arten erfolgte nach Analyse der Bestandsvegetation auf eine artenreiche Stauden-Mischpflanzung mit einem höheren Anteil krautiger Arten mit bewusst gewähltem unterschiedlichen Austriebszeit- und Vegetationshöhepunkten wie Blüte, Herbstfärbung und Standfestigkeit. Die Ereignistabelle (s. Tab. 2) diente als Planungswerkzeug. Es wurden insgesamt 32 Arten teilweise in mehreren Sorten im Herbst 2013 gesetzt.

Eingeteilt wurde die Pflanzenauswahl in spezielle Verwendungskategorien nach Arten (vgl. Abb. 1):

- 8 Arten „Gräser und Grasartige“ (Gräser und Iris-Arten)
- 6 Arten „Vertikale standfeste Grossstauden ohne Sommerschnitt“
- 2 Arten „Begleiter ohne Sommerschnitt“
- 3 Arten „Kurzlebige Versamer/R-Strategen“
- 10 Arten „Schleppe/Kletterer/Webepflanzen“
- 3 Arten „Geophyten“

Resilienz von wiesenartigen Hochstaudenfluren in temporär durchfeuchteten Vegetationssystemen

Stauden, Pflanzenverwendung, Regenwassermanagement

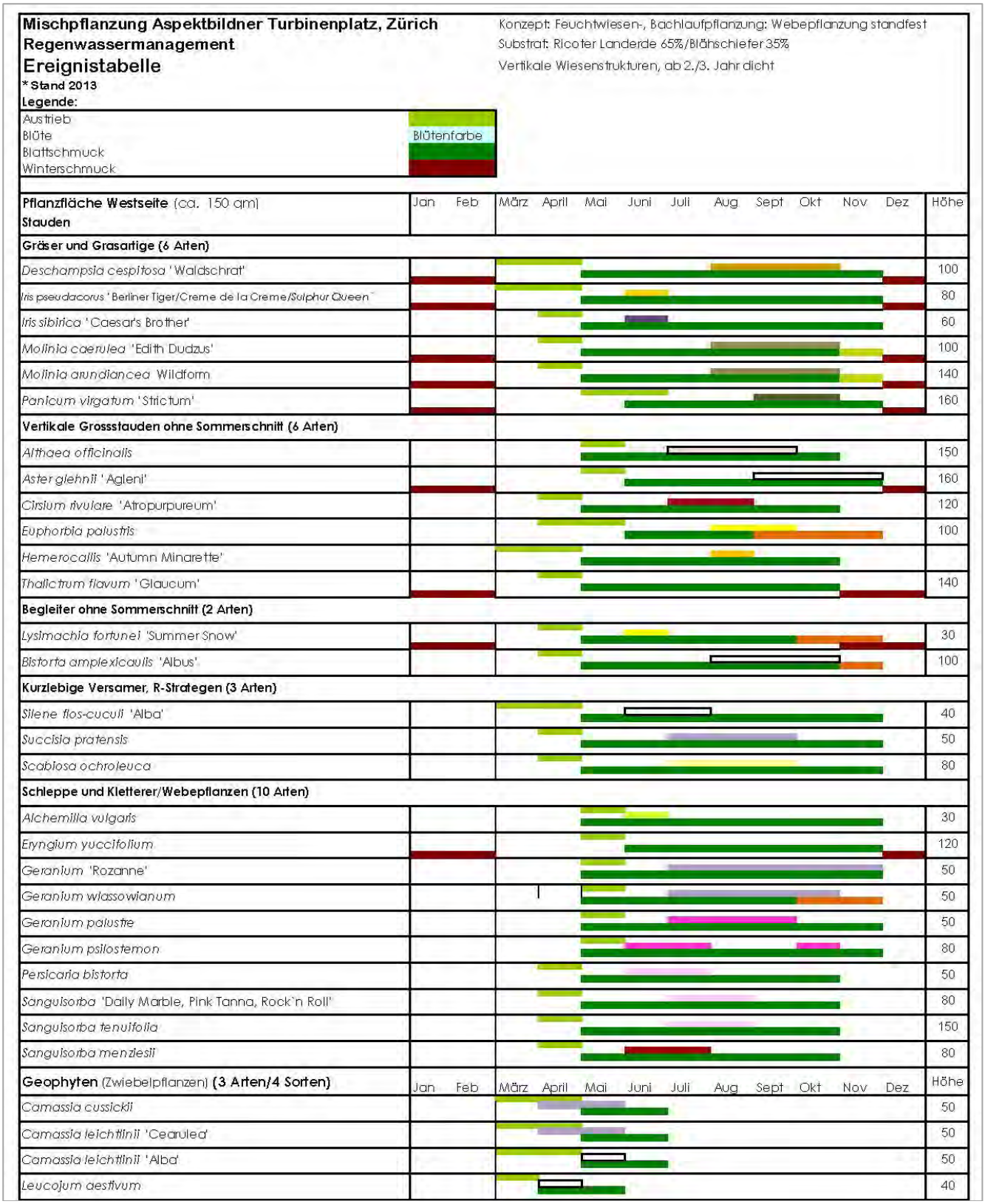


Abb. 2: Ereignistabelle des etablierten Vegetationssystems 2013

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch; Celine Derman-Baumgartner, celi@zhaw.ch |
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich Wädenswil

Tab. 1: Dauerhaftigkeit der Einzelexemplare der gepflanzten Arten (ohne Sorten) u. eingewanderte Arten – bei der „Erfolgskontrolle“ 2019

	Art		Anzahl Individuen 2013	Anzahl Individuen 2019	Differenz (Exemplare)
Spontan erschienen	*Calystegia sepium*		0	5	5
	Equisetum arvense		0	5	5
	Solidago Hybriden		0	5	5
	Urtica dioica		0	5	5
	Viccia sepium		0	5	5
	Daucus carota		0	2	2
	Trisetum flavescens		0	1	1
	Juncus inflexus		0	1	1
≥ 50 % der Individuen im System noch erhalten	*Euphorbia palustris*		13	17	4
	Cirsium rivulare		8	8	0
	Eryngium yuccifolium		1	1	0
	Molinia arundinacea		17	13	-4
	Deschampsia cespitosa		100	68	-32
	Aster glehnii		8	5	-3
	Persicaria amplexicaulis		10	6	-4
	Althaea officinalis		8	4	-4
≤ 50 % der Individuen im System noch erhalten	*Hemerocallis in Sorten*		13	6	-7
	Sanguisorba in Arten		18	7	-11
	Thalictrum flavum		13	5	-8
	Alchemilla vulgaris		15	5	-10
	Lysimachia fortunei		21	7	-14
	Persicaria bistorta		13	4	-9
	Panicum virgatum		13	2	-11
	Iris sibirica		21	3	-18
	Geranium in Arten		47	6	-41
	Iris pseudacorus		50	5	-45
	Molinia caerulea		120	5	-115
Totalausfall	*Silene flos-cuculi*		17	0	-17
	Scabiosa ochroleuca		10	0	-10
	Succisia pratensis		40	0	-40

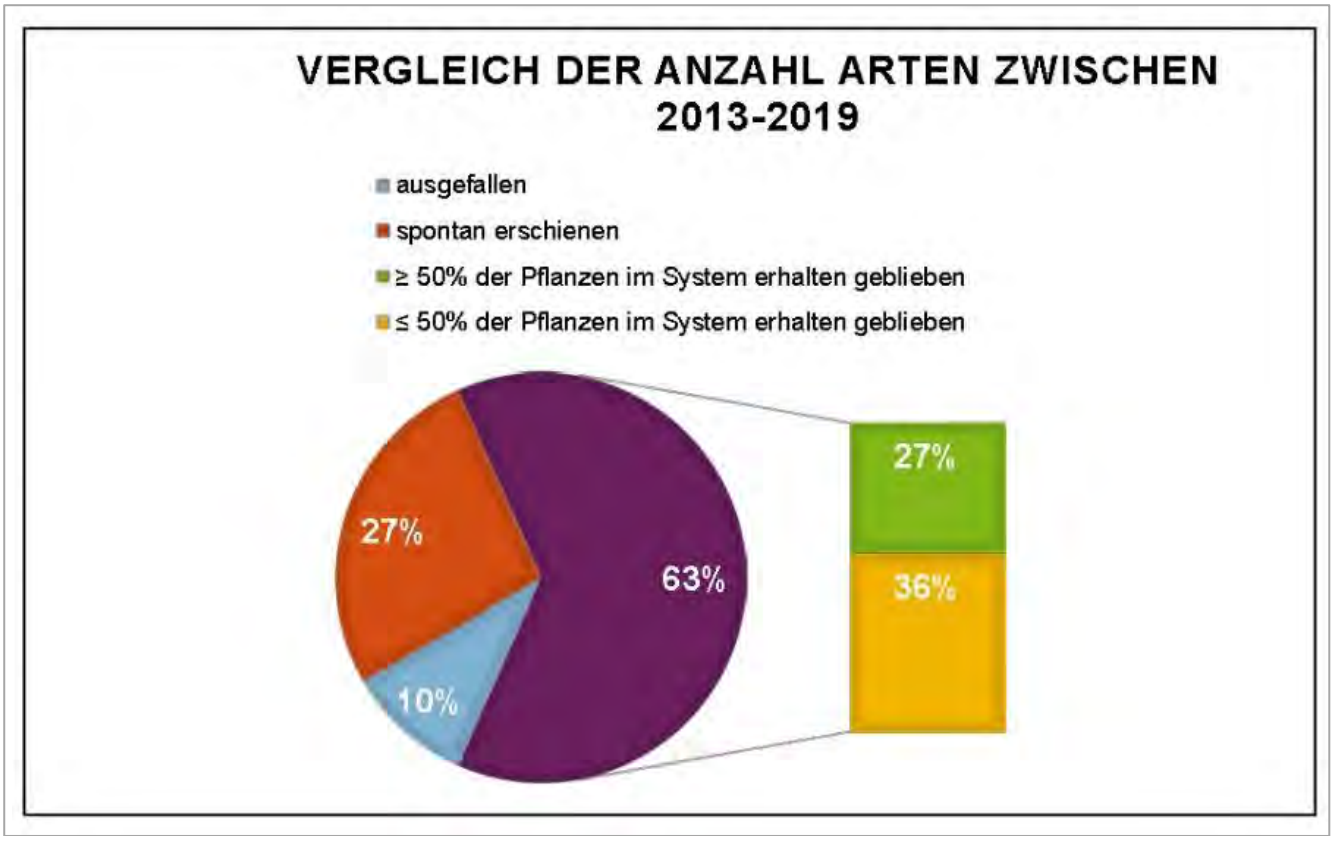


Abb. 3: Kreisdiagramm: Dauerhaftigkeit verwendeter Einzelarten und eingewanderter Arten

Ergebnisse und Diskussion

Zusammenfassend lässt die Untersuchung erkennen, dass bei einem einmaligen Winterrückschnitt die Etablierung von Hochstaudenfluren in Regenwassermulden sinnvoll und praktisch langfristig realisierbar ist. Die Pflege muss dabei vorrangig auf die Funktionalität, die Aufgabe eines Regenwassermanagements, abgestimmt und angepasst sein. Kolmationsprozesse sind zu unterdrücken und eine lebende Bodendecke ist auch im Winter für dessen Funktionalität zu erreichen. Beim Winterrückschnitt wurde die Biomasse und Unrat komplett entfernt.

In Regenwassermanagements können sich aus artenreichen Pflanzungen mit mehr als 30 Arten mittelfristig stabile pflegeoptimierte Vegetationseinheiten entwickeln. Einzelarten übernehmen hierbei auf Zeit infolge sukzessiver, sich einpendelnder Prozesse oder durch Störungen wichtige Aufgaben. Das „Prinzip der Aspektbildner“ hat sich hierfür außerordentlich bewährt. Eingewanderte störende krautige Arten sind gegebenenfalls zu dezimieren (vgl. Tab. 1).

Eine Matrix aus sehr früh austreibenden Arten (*Camassia*, *Leucojum*, *Hemerocallis*, *Deschampsia* und spät austreibenden Arten (*Molinia*, *Panicum*, *Althaea*, *Aster*) garantiert einen langen attraktiven (vitalen) Gesamteindruck. Funktional und optisch überbrückt und ergänzt werden Lücken in der Höhenstaffelung durch wiesenartige Begleiter (*Alchemilla*, *Geranium*, *Sanguisorba*, *Iris sibirica*).

Das dauerhafte Gerüst der Pflanzung sind Röhricht begleitende und spät blühenden Grossstauden für die Gesamt-Standfestigkeit und Dauerhaftigkeit des Vegetationssystems. Die Dimension der Grossstauden (Durchmesser und Blütenstängel) nahm von Jahr zu Jahr stetig zu.

Resilienz von wiesenartigen Hochstaudenfluren in temporär durchfeuchteten Vegetationssystemen

Stauden, Pflanzenverwendung, Regenwassermanagement

In einer Zwischenphase vom 3.-5. Standjahr (2015-2017) hatten die Gräser eine Hochzeit. Danach erfolgte die sichtbare Ausbreitung (Horste und Volumen) der Blütenstauden. 2016 konnte erstmals ein deutlicher Höhenzuwachs der Grossstauden auf etwa 150 cm festgestellt werden.

Die Ruderalstrategen (10% der Artenmatrix, s. Abb. 3 Ausfallarten) wurden aus Akzeptanzgründen anfänglich benötigt, 2017 waren von den drei gesetzte Pionierarten noch je eine *Silene flos-cuculi* und *Succisia pratensis* letztmalig dokumentierbar.

Der Deckungsgrad der Pflanzung lag bis 2014 ab Anfang Juni, ab 2015 dann ab Mitte Mai bei kontinuierlich 100% bis zum Rückschnitt nach jeder Vegetationsperiode. Hier setzte die deutliche Flächen-Zunahme der krautigen Arten in ihren Einzelexemplaren ein.

Die früh austreibenden Arten sind für das Aufbrechen des Bodens und von Sedimenten scheinbar enorm wichtig. Für die Pflege hatte diese den überraschenden Effekt, dass der maschinelle Rückschnitt der Fläche nicht erst Ende Februar, sondern in warmen Innenstadtlagen bereits durch individuelle Kontrolle Ende Dezember stattfinden muss. Dann werden die austreibenden Geophyten nicht geschädigt. So reagierten einzeln gesetzte *Leucojum aestivum* auf den früheren Rückschnitt ab 2017 mit deutlichem Zuwachs. 2018 blühten durchschnittlich 2 Blütenstängel pro Zwiebel, 2020 mehr als 5 Blütenstängel trotz fortschreitendem Klimawandel und extremer Frühjahrstrockenheit seit 2017.

Es wäre zu erörtern, welche Aufgabe schattenverträgliche Bodenkriecher in derartigen Systemen bei frühem Winterräumschnitt übernehmen könnten.

Das bewusst gewählte Luft führendere Substrat mit 35% Blähschiefer-Anteil 8/16 im lehmigen Oberboden („Landerde“) hat sich inzwischen in mehreren ingenieurbiologischen Projekten bewährt. Die Substrate bleiben besser strukturstabil, nehmen Wasser zügiger auf und die Durchwurzelung mit den Zielarten kann schneller erfolgen. Kolmationen (Verschlämmungen) traten nicht auf. Es ist heute ein Bestandteil der sogenannten Wädenswiler „Sandwich-Substrate“.

Ein entsprechender Dank geht an die Grün Stadt Zürich für die sehr gute und erkenntnisoffene Projektzusammenarbeit.

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch; Celine Derman-Baumgartner, celi@zhaw.ch |
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich Wädenswil

Resilienz von wiesenartigen Hochstaudenfluren in temporär durchfeuchteten Vegetationssystemen

Stauden, Pflanzenverwendung, Regenwassermanagement

Bilder der Anlage 2015/16 bis 2019

Abb. 4: Anfang Mai 2015 lückiger Austrieb

Abb. 5: Mitte Juni 2015: Das oberirdische Bio-Volumen ist schütter

Abb. 6 und 7: Spätsommer und Spätherbst 2016: Gräser dominiert und optisch „volle Leistungsfähigkeit" des Systems

Abb. 8: Mai 2019, Deckungsgrad 100%, Blütenstauden dominieren und schützen das Vegetationssystem

Axel Heinrich, axel.heinrich@zhaw.ch; Celine Derman-Baumgartner, celi@zhaw.ch |
ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürich Wädenswil

Eignung von Oberbodensubstraten aus Recyclinganlagen für die Verwendung im Garten- und Landschaftsbau

Vegetationstechnik, Substrat, Deckungsgrad

Zusammenfassung

Es wurden zehn Oberbodensubstrate von Recyclingbetrieben im Dresdner Raum beschafft und untersucht. Mit dem Versuch wird aufgezeigt, welche Bandbreite angeboten wird und ob sich Einschränkungen hinsichtlich der Eignung der Substrate ergeben.

Eine Reihe der Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutzverordnung wurde bei allen Substraten überschritten, die Prüf- und Maßnahmewerte wurden jedoch nicht erreicht.

Der Humusgehalt der Substrate war stark unterschiedlich. Diese Substrate sind besonders leicht. Vier von 10 Substraten weisen einen erhöhten Salzgehalt auf. Der pH-Wert aller Substrate lag im normalen Bereich, sie sind carbonatarm bis sehr carbonatarm. Die Substrate sind sandig und können in die Bodengruppen 3a und 4a eingestuft werden. Der Feinkornanteil der Substrate mit besonders hohem Anteil an organischer Substanz wird sich mit der Zeit erhöhen.

Herkömmliche Laboruntersuchungen reichen nicht in jedem Fall aus, um die Eignung eines Oberbodensubstrates für die Rasenansaat zu garantieren. Wenn nicht beregnet wird, müssen ungeachtet des eingebauten Oberbodensubstrats sehr lange Anwachsphasen und unregelmäßiges Aufgehen in Kauf genommen werden. Unter ungünstigen Bedingungen bleibt der Begrünungserfolg aus.

Problemstellung

Oberboden ist ein wichtiger, zunehmend knapper Baustoff im Garten- und Landschaftsbau. In der Regel werden im Garten- und Landschaftsbau Oberböden verwendet, die aus verschiedenen Ober- und Unterböden gemischt worden sind. Gehandelt werden sie als „Oberboden, gesiebt“ oder als „Oberbodensubstrat“. Technisch hergestellte Böden werden in DIN 18915:2018-06 als Substrate definiert. Der Begriff Oberbodensubstrat soll verdeutlichen, dass der wesentliche Ausgangsstoff dieser Substrate Oberboden ist und dass ein solches Substrat den Oberboden ersetzen soll.

Hersteller solcher Oberbodensubstrate sind Firmen des Garten- und Landschaftsbaus oder Recyclingbetriebe, bei denen die Firmen Oberbodensubstrate zum Einbau als Vegetationstragschicht in Pflanz- und Rasenflächen zukaufen. Die Eignung dieser Böden ist aber nicht ohne weiteres erkennbar. DIN 18915 gibt für die Verwendung der Böden im Garten- und Landschaftsbau keine konkreten Richtwerte vor. Oberboden sollte lediglich „aufgrund seiner Zusammensetzung und Eigenschaften für die vorgesehene Vegetation und Art der Nutzung geeignet sein. Er sollte keine Stoffe enthalten, die den vorgesehenen Gebrauch mindern.“. Ob der Boden geeignet ist, wird im Zweifelsfall erst klar, wenn der Begrünungserfolg ausbleibt.

Substrate für spezielle Einsatzgebiete im Garten- und Landschaftsbau unterliegen Normen des DIN und Regelwerken der FLL. So sind Eigenschaften von Substraten nach ihrem Verwendungszweck beispielsweise in DIN 18035-4 Sportplätze-Rasenflächen, in der FLL-Dachbegrünungsrichtlinie und den ZTV Baumpflanzungen der FLL definiert. Die untersuchten Oberbodensubstrate wurden jedoch nicht für einen spezielles Einsatzgebiet hergestellt, sie unterliegen nur DIN 18915.

Die Eigenschaften dieser Oberbodensubstrate werden von den Herstellern nicht deklariert und auch nicht untersucht. Eine Untersuchung wäre auch nur eingeschränkt gültig, da die Ausgangsstoffe wechseln, je nachdem, welcher Boden gerade aufgearbeitet werden soll. Die gehandelten Oberbodensubstrate sind so verschieden wie ihre Ausgangsstoffe. Mit dem Versuch soll gezeigt werden, welche Bandbreite angeboten wird und ob sich Einschränkungen hinsichtlich ihrer Eignung ergeben.

Tom Kirsten | tom.kirsten@smul.sachsen.de
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Eignung von Oberbodensubstraten aus Recyclinganlagen für die Verwendung im Garten- und Landschaftsbau

Vegetationstechnik, Substrat, Deckungsgrad

Material und Methoden

Die Oberbodensubstrate wurden über eine Baufirma von zehn verschiedenen Anbietern im Dresdner Raum beschafft. Sie wurden im Labor auf die Prüfparameter nach Bundes-Bodenschutzverordnung sowie bodenphysikalische und bodenchemische Eigenschaften untersucht.

Die zehn Oberbodensubstrate wurden auf dem Gelände des LfULG in Dresden-Pillnitz in Parzellen mit vier Wiederholungen eingebaut. Der Bodeneinbau erfolgte in 15 cm Schichtdicke, es wurde Gebrauchsrasen RSM 2.3 Gebrauchsrasen-Spielrasen angesät. Gewässert wurde, wie im GaLaBau üblich und nach DIN 18917 für einfache Gebrauchsrasen erlaubt, nicht. Gemäht wurde nach Bedarf. Im Laufe des Versuchs wurden Witterung und Entwicklung der Rasendeckung erfasst.

Ergebnisse und Diskussion

Tab. 1: Prüfparameter nach Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV)

Probe	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PCB_6	Benz(a)-pyren	PAK_{16}
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
OS 1	0,51	25,9	32,6	0,06	12,2	50,2	122	0	0,25	3,18
OS 2	0,23	13	13,5	0,08	9,49	27,2	92,4	0	0,72	13,36
OS 3	0,24	21,1	20,6	0,08	11,3	40,5	161	0	0,70	9,44
OS 4	0,42	18,8	24,4	0,2	13,6	91,3	173	0,006	0,55	6,71
OS 5	0,32	26,2	29,4	0,18	16,4	56,1	118	0	0,50	5,82
OS 6	0,32	15	24,4	0,17	13,1	45	108	0	0,65	6,49
OS 7	0,35	15,5	23,7	0,17	11,6	53,1	120	0	0,36	4,26
OS 8	0,32	17,3	20,7	0,11	11,2	36,3	116	0	0,16	1,76
OS 9	0,48	20,3	32,2	0,19	15,7	172	300	0,01	0,44	5,07
OS 10	0,4	15,3	17,4	0,12	10,2	42,2	121	0	0,36	3,81
Vorsorgewert BBodSchV	*0,4*	*30*	*20*	*0,1*	*15*	*40*	*60*	*0,05*	*0,3*	*3*

Werte, welche die Vorsorgewerte überschreiten, sind in der Tabelle blau gekennzeichnet. Sämtliche getesteten Oberbodensubstrate hielten eine Reihe der Vorsorgewerte der BBodSchV nicht ein, die Prüf- und Maßnahmewerte werden jedoch nicht erreicht.

In besonderem Maße wurden die Vorsorgewerte bei den Schwermetallen Zink, Blei und Kupfer sowie bei den organischen Verbindungen Benzo[a]pyren, einem PAK, und bei der Stoffgruppe PAK16 überschritten. Schwermetalle gelangen durch den Autoverkehr, Verbrennung, Düngung und Ausbringung von Klärschlamm in den Boden. PAK entstehen bei unvollständiger Verbrennung organischem Materials, sie sind in einer Reihe von Produk-

Tom Kirsten | tom.kirsten@smul.sachsen.de
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

ten aus Gummi oder Kunststoff sowie in Asphalt und Dachpappe enthalten. In Dresden gibt es zudem mit Trümmerschutt, Industriegebieten, zum Teil auch ehemaligen, und Überschwemmungen durch die Elbe weitere Quellen für Schadstoffeinträge in den Boden.

Die Beprobung der zehn Substrate kann nur eine Momentaufnahme des Schadstoffgehalts der Substrate im Handel liefern. Ihre Zusammensetzung ist räumlich und zeitlich verschieden. Allerdings ist das Bild insgesamt eindeutig. Keines der Substrate entspricht den Vorsorgewerten der Bundes-Bodenschutzverordnung. Die Böden sind anthropogen beeinflusst und im Raum Dresden offenbar siedlungsbedingt belastet.

Tab. 2: Bodenphysikalische und bodenchemische Untersuchungen

Probe	Humus	C_{org}	Trockendichte	Salzgehalt	pH-Wert	$CaCO_3$	Masseanteile in % für Korngrößen			Bodengruppe DIN 18915
							≤ 0,063 mm	> 2 mm ≤ 63 mm	>63 mm ≤ 200 mm	
	Masse-%	Masse-%	kg/l	mg/100 g		Masse-%	Masse-%	Masse-%	Masse-%	
OS 1	5,39	3,13	1,19	191	7,2	0,25	29,7	12,8	-	4a
OS 2	2,62	1,52	1,61	99,8	7	< 0,20	12,5	14,3	-	3a
OS 3	2,57	1,49	1,48	292	7,3	1,41	10,6	23,7	-	3a
OS 4	2,51	1,46	1,40	88,7	7,5	1,25	16,0	19,7	-	4a
OS 5	5,33	3,09	1,50	85	7,2	1,09	13,6	16,5	-	3a
OS 6	5,63	3,27	1,35	166	7,3	0,7	11,2	33,6	-	3a
OS 7	4,78	2,78	1,28	101	7,4	0,65	15,1	21,6	-	4a
OS 8	7,22	4,19	0,99	231	7,2	0,51	22,8	19,0	-	4a
OS 9	1,96	1,14	1,36	58,6	7,5	1,7	17,7	12,5	-	4a
OS 10	8,92	5,17	0,94	133	6,6	0,2	22,2	19,8	-	4a

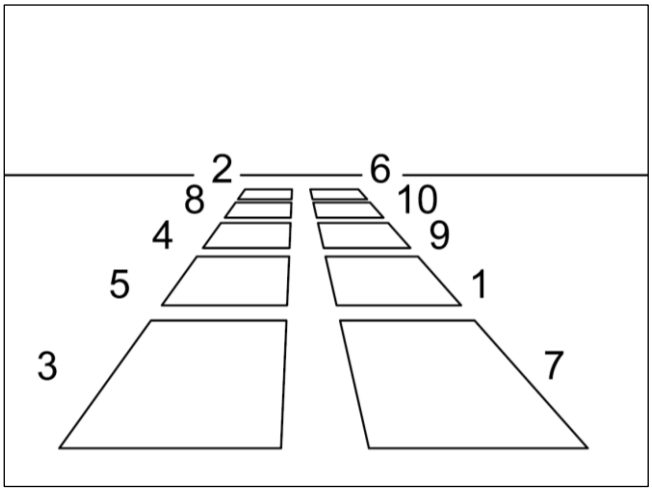


Abb. 1 + 2: Die Oberbodensubstrate (OS) nach dem Einbau mit Zuordnung der Nummerierung, hier in der zweiten Wiederholung.

Humusgehalt / Gehalt an organischer Substanz

Der Humusgehalt der Substrate war stark unterschiedlich, die Werte lagen zwischen 1,96 % (schwach humos) und 8,92 % (sehr stark humos). Besonders humos waren die Substrate OS 8 und OS 10.

Substrate mit hohem Anteil an organischer Substanz sind bekanntermaßen dunkler. Diese Substrate fielen außerdem wegen ihrer Struktur auf. Gröbere Anteile waren bei diesen Substraten mit viel organischer Substanz zum Großteil nicht mineralisch, sie bestanden augenscheinlich meist aus Holz und Pflanzenfasern. Diese Bestandteile verrotten mit der Zeit, sie erhöhen dann den bindigen Anteil des Substrats. Erfahrungsgemäß setzen sich solche Böden um bis zu 30 % der Schichtdicke, unter ungünstigen Verhältnissen führt das Verrotten außerdem zum Verschlammen des Bodens. Der Humusgehalt bzw. der Gehalt an organischer Substanz wird standardmäßig am Feinbodenanteil (Körnung unter 2 mm) ermittelt, der Boden wird vor der Untersuchung abgesiebt. Die Beschaffenheit gröberer Anteile wird dabei nicht erfasst.

Trockendichte

Die Dichte der Substrate wurde im getrockneten Zustand bestimmt, sie liegt zwischen 0,94 und 1,61 kg/l. Substrate mit besonders hohem Anteil an organischer Substanz sind besonders leicht, was vor allem auf die groben Bestandteile des Bodens und die Struktur des Bodens zurückgeführt wird. Insbesondere die groben Bestandteile, Holz und Pflanzenfasern, sind leichter als die Sande mineralischer Substrate. So waren im Versuch die Substrate OS 8 und 10 besonders leicht.

Salzgehalt

Der Salzgehalt der Böden schwankte zwischen 58,6 und 292 mg/100 g. Substrate mit besonders hohem Anteil an organischer Substanz wiesen einen hohen, aber nicht den höchsten Salzgehalt auf. Der Salzgehalt sollte nach gartenbaulicher Praxis nicht über 100 mg/100 g liegen, wobei der Wert, ab dem Schäden eintreten, von der artenspezifischen Salztoleranz abhängt. Nach FLL-Empfehlungen für Baumpflanzungen und DIN 18035-4 Sportplätze – Rasenflächen soll der Salzgehalt der dort verwendeten Substrate 150 mg / 100 g nicht überschreiten. Vier von 10 Substraten, OS1, 3, 6 und 8, weisen einen höheren Salzgehalt auf.

pH-Wert

Der pH-Wert aller Böden lag zwischen 6,6 und 7,5 und damit im normalen Bereich. Charakteristisch für Substrate aus Recyclinganlagen, in denen auch Böden aus Siedlungsbereichen verarbeitet werden, ist ihr leicht basischer Charakter. Bei Böden mit höherem Anteil organischer Substanz liegt der pH-Wert etwas niedriger.

$CaCO_3$

Die Substrate waren mit Carbonatgehalten von unter 0,2 bis 1,7 Masse-% nach Bodenkundlicher Kartier-anleitung als carbonatarm einzustufen, OS 1, 2 und 10 als sehr carbonatarm. Da der ph-Wert der Böden in der Regel stimmt, erscheint der Carbonatgehalt zunächst unproblematisch. Bei Substrat OS10 mit pH 6,6 wäre eine Kalkzugabe beim Einbau anzuraten. Möglicherweise sind die organischen Bestandteile in diesem Boden aber auch noch nicht humusiert und der pH-Wert des Substrats steigt von selbst wieder an.

Korngrößenverteilung

Die Substrate waren als sandig in die Bodengruppen 3a und 4a einzustufen, ihr Feinkornanteil lag zwischen 10,6 und 29,7 %. Substrate mit hohem Anteil an organischer Substanz hatten einen höheren Feinkornanteil. Da diese Böden bei Lieferung noch erhebliche Anteile unverrotteter, grobkörniger organischer Substanz enthalten haben, wird sich ihr Feinkornanteil mit der Zeit erhöhen.

Verlauf und Bonitierergebnisse

Die Versuchsparzellen wurden am 14.09.2018 eingesät. Am 21.09. und 23.09.2018 regnete es insgesamt 24 l/m², anschließend regnete es bis zum 24.10.2018 nicht. Am 14.10. waren auf den Parzellen mit den Oberbodensubstraten 2 und 5 in allen Wiederholungen unregelmäßig erste Rasengräser aufgegangen. Auf den anderen Parzellen war kein Rasenaufwuchs oder waren ausschließlich keimende Samenunkräuter, vor allem Melde, zu verzeichnen. Der erste Mähgang erfolgte am 15.11.2018, wobei sich die Situation gegenüber dem 14.10. kaum geändert hatte. Die Bodentemperatur sank ab Mitte November unter 8°C.

Ab Mitte März stieg sie bei feuchtem Boden wieder über 8°C. Der zweite Mähgang erfolgte am 05.04., der dritte am 25.04.2019. Am 03.05. wurde der Deckungsgrad des auflaufenden Rasens mittels Zählrahmen bonitiert.

Tab. 3: Rasendeckung in % / Wiederholung

	1	2	3	4
OS 1	95	95	95	100
OS 2	80	90	90	95
OS 3	90	85	90	90
OS 4	60	65	60	75
OS 5	95	100	95	100
OS 6	90	80	85	80
OS 7	5	10	5	10
OS 8	85	85	80	90
OS 9	60	70	75	70
OS 10	80	80	70	75

Die zu diesem Zeitpunkt gemessene Deckung lässt bei allen Substraten mit Ausnahme von Substrat Nummer 7 unter normalen Umständen bei weiteren Mähgängen die Entwicklung einer zufriedenstellenden Rasendeckung erwarten. Allerdings liegen zwischen Einsaat und Rasendecke dann über sieben Monate, ein Zeitraum, der in der Praxis nicht akzeptabel erscheint. Wenn auf Beregnung verzichtet wird, ist mit solch langen Phasen bis zum Entwickeln der Rasendecke zu rechnen.

Im Versuch folgte auf den Mai 2019 ein heißer, trockener Sommer. Die Parzellen liegen von früh bis spät in der Sonne, die Rasendecke ist dabei auf allen Parzellen vergilbt. Der Versuch wurde daraufhin beendet.

Im Garten- und Landschaftsbau werden Ansaaten von Gebrauchsrasen in aller Regel nicht vom ausführenden Betrieb bewässert oder nur, wenn eine Beregnungsanlage eingebaut worden ist. Nach DIN 18917:2018-07 ist Gebrauchsrasen mit geringen Anforderungen nicht zu beregnen. Wenn nicht beregnet wird, müssen sehr lange Anwachsphasen und unregelmäßiges Aufgehen in Kauf genommen werden.

Auf Oberbodensubstrat 7 ist auch im weiteren Verlauf keine Rasendecke aufgelaufen. Das Substrat ist optisch nicht auffällig, mit den Laborergebnissen lässt sich das Ausbleiben des Rasens ebenfalls nicht erklären. Die einschlägigen Laboruntersuchungen reichten demzufolge nicht aus, um die Eignung eines Oberbodensubstrates zu garantieren.

Pflanzbeetvorbereitung ohne Einsatz chemischer Pflanzenschutzmitteln

Grünflächenpflege, Pflanzenschutz, Bodenvorbereitung

Zusammenfassung

Bei der Vorbereitung von Pflanz- und Ansaatflächen kommt es unter anderem darauf an, dass der Boden möglichst frei von Wurzel- und Samenunkräutern ist. Das reduziert den Zeitaufwand in der Phase der Fertigstellungspflege erheblich.

Die Anwendung von glyphosathaltigen Pflanzenschutzmitteln in der Bodenvorbereitung ist aufgrund fehlender gesellschaftlicher Anerkennung und teilweiser Anwendungsverbote nahezu unmöglich, daher sind Alternativen gefragt.

Seit dem Jahr 2017 wurde ein Versuch zur Thematik Glyphosat-Ersatz zur Bodenvorbereitung am Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau an der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau durchgeführt.

Im diesem Versuch wurden Alternativen zu Glyphosat untersucht, um ein möglichst unkrautfreies Saat- oder Pflanzbett zu erhalten. Hier wurden nach einer Umfrage unter Kommunen in der Praxis schon angewendete Alternativen getestet, nämlich die mechanische Behandlung mittels Kreiselegge, die Anwendung von Pelargonsäure, sowie eine Kombination dieser beiden Methoden.

Problemstellung

Wie geht man vor, um ein möglichst unkrautfreies Pflanz- oder Saatbett zu erhalten?

Dazu wurde im Jahr 2017 eine nicht repräsentative Umfrage bei Kommunen durchgeführt. Aufgrund der Ergebnisse dieser Umfrage wurden in einem Versuch die Alternativen untersucht.

a) Behandlung mit dem Bioherbizid Pelargonsäure in Form des Präparates Finalsan

b) Mechanische Bodenlockerung mit einer Kreiselegge, bei der das aufkommende Beikraut ausgerissen wird

c) Kombination beider Alternativen

Material und Methoden

Die Versuchsfläche wurde seit Jahren nur einmal pro Jahr gemäht und ansonsten nicht genutzt. Dementsprechend vielfältig und stabil war der Pflanzenbestand. Es wurden vier Parzellen mit je ca. 100 m² für die drei Behandlungsalternativen und einer Nullparzelle hergerichtet. Wiederholungen waren aufgrund der räumlichen Gegebenheiten nicht möglich. Ein Umstand, der die Aussagekraft der Versuchsergebnisse in diesem Fall stark relativiert. Die vorhandene Vegetation auf den Versuchsparzellen und der Umgebung hatte einen starken Einfluss auf die Art und Menge der Beikräuter, die auf den verschiedenen Versuchsparzellen trotz der Behandlungen aufkamen.

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

Pflanzbeetvorbereitung ohne Einsatz chemischer Pflanzenschutzmitteln

Grünflächenpflege, Pflanzenschutz, Bodenvorbereitung

Abb. 1: Versuchsfläche vor Versuchsbeginn

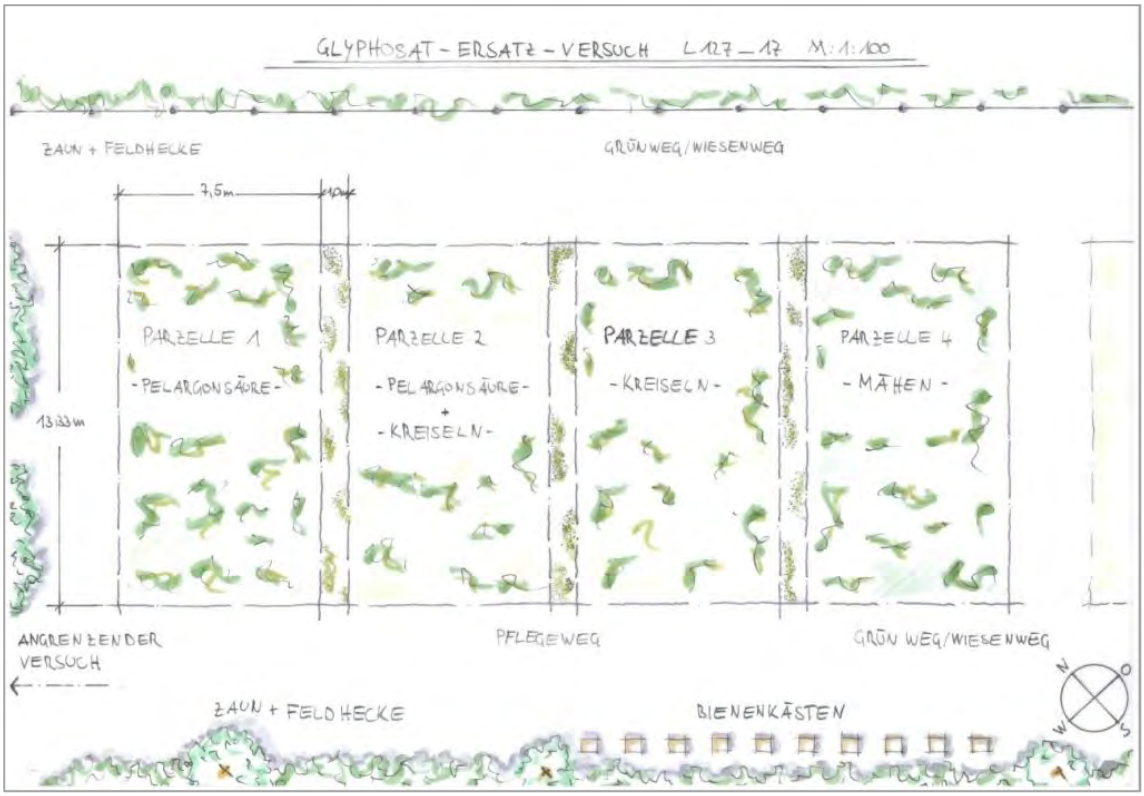


Abb. 2: Versuchsflächenanordnung

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

In der zweiten Jahreshälfte 2017 und den Jahren 2018 und 2019 wurden die Behandlungsalternativen angewendet.

Finalsan wurde in der vom Hersteller vorgegebenen Konzentration mit einer Rückenspritze ausbracht. Es wurde den Anwendungsvorschriften gemäß ausgebracht, das heißt unter anderem pro Jahr maximal viermal und auch nur in Abständen von mindestens 21 Tagen. Letzteres erwies sich in den Jahren 2017 und 2018 als für unsere Absichten nicht als zielführend, daher wurde im Rahmen des Versuchs im Jahr 2019 dieser minimale zeitliche Abstand zwischen zwei Behandlungen exakt eingehalten, um den Aufwuchs nicht zu hoch werden zu lassen.

Die mechanische Behandlung wurde mittels Kreiselegge - montiert an einem Einachser - gemacht, was sich bei feuchter oder nasser Witterung und dem vorhandenen bindigen Boden als schwierig bis nicht durchführbar erwies.

Abb. 3: Ausbringen von Finalsan mittels Rückenspritze

Abb. 4: Die Kreiselegge stößt bei feuchten, bindigen Böden an ihre Grenzen

Für die kombinierte Variante wurde Finalsan in der Regel 1 Woche vor dem Kreiseln angewendet, so dass der Bestand vorgeschwächt war.

Der Abstand zwischen den Behandlungen wurde von der Höhe des Aufwuchses abhängig gemacht. Ziel war, die Anwendungen dann durchzuführen, wenn die Vegetation weniger als 10 cm aufgewachsen war. Das gelang leider nicht immer, weil mitunter das Wetter nicht passte oder weil im Versuchsbetrieb gerade andere Arbeiten vordringlich waren. Im Idealfall hofften wir, die aufkommende Vegetation zu schwächen und durch mehrere Behandlungen „auszuhungern“, so dass ein beikrautfreies Saat- oder Pflanzbett entstanden wäre.

Bonitiert wurde anfangs im wöchentlichen Abstand, später im Abstand von zwei Wochen während der Saison. Dabei wurde die projektive Bodendeckung des Bestandes ermittelt und nach folgender Boniturskala klassifiziert:

1 = Bedeckung 0 – 20 %
3 = Bedeckung 20 – 40 %
5 = Bedeckung 40 – 60 %
7 = Bedeckung 60 – 80 %
9 = Bedeckung 80 – 100 %

Ergebnisse und Diskussion

Das Ergebnis über die gesamte Versuchsdauer ist eindeutig und nicht völlig überraschend. Der unerwünschte Aufwuchs wurde durch die kombinierte Variante am besten zurückgedrängt. Die beiden Einzelanwendungen waren weniger effektiv, aber unterscheiden sich nicht stark. Es war zu erwarten, dass die Variante, bei der der doppelte Aufwand in Form von zwei Behandlungen investiert wurde, am besten abschneidet.

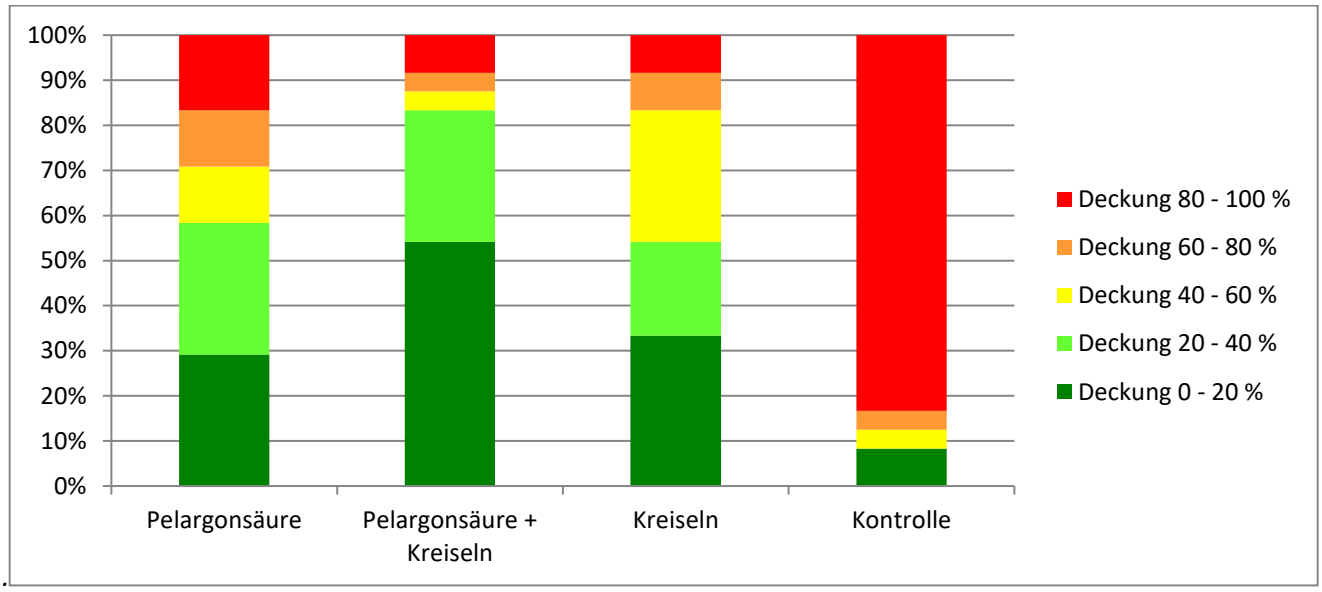


Abb. 5: Anteile der Deckungsgrade über alle Bonituren in %

Abb. 6: Von einer Drohne aus ist die unterschiedlich starke Bodendeckung des Aufwuchses gut zu erkennen

Sowohl das Ausbringen der Pelargonsäure und das Kreiseln allein waren in ihrer Effektivität eingeschränkt,

weil zum Teil der Aufwuchs zu hoch war. Die Wirkung der Pelargonsäure war damit bei manchen Arten sehr eingeschränkt und auch durch das Kreiseln konnten die dann schon tieferreichenden Wurzeln nicht herausgezogen werden.

Was die Einzelarten betrifft, wurde zweimal im Jahr die Arten differenziert nach den Parzellen erfasst und nach ihrer Besatzdichte nach folgender Skala klassifiziert:

1 = kein Besatz

3 = geringer Besatz, einzelne Exemplare

5 = mäßiger Besatz, auffällig

7 = starker Besatz, stellenweise dominant

9 = sehr starker Besatz, dominant

Leider kann hier wie schon eingangs angedeutet keine eindeutige und übertragbare Aussage getroffen werden, dafür war der Ausgangsartenbestand der Parzellen zu unterschiedlich. Interessant ist, dass es verschiedene Arten gab, denen die Behandlungen nur sehr wenig anhaben konnten. Sie waren in fast allen drei Parzellen in einem starken Besatz und zum Teil dominant vorhanden. Die Vegetationsaufnahme im Juli 2019 nach Ende der Behandlungen zeigte die folgenden 4 Arten als besonders widerstandsfähig.

Botanischer Name	Deutscher Name	Besatz Parzelle Pelargonsäure	Besatz Parzelle Kombi-Behandlung	Besatz Parzelle Kreiseln
Amaranthus powellii	Grünähriger Amaranth	7	9	7
Bunias orientalis	Orientalisches Zackenschötchen	9	3	5
Convulvulus arvensis	Acker-Winde	7	5	9
Elymus repens	Gemeine Quecke	9	3	7

Tab. 1: Widerstandsfähige Arten am Ende des Versuchs (Boniturnote: 1 = kein Besatz, 3 = geringer Besatz, einzelne Exemplare, 5 = mäßiger Besatz, auffällig 7 = starker Besatz, stellenweise dominant, 9 = sehr starker Besatz, dominant)

Die Ergebnisse sind nur bedingt übertragbar. Der anstehende Boden, die Vornutzung der jeweiligen Fläche und der Artenbesatz an Wurzel- und Samenkräutern zwingen dazu, jede Fläche individuell zu betrachten.

Bleibt abschließend zu erwähnen, dass alle Versuchsparzellen 3 Monate nach Ende der Behandlungen flächendeckend durch Wildkrautflora zurückerobert waren.

Entwicklung einer Regiosaatgutmischung für Grünwege in der ländlichen Entwicklung

Rasen, Ansaat, Autochthonie, Blumenwiese

Zusammenfassung

In der freien Natur darf ab März 2020 nur noch gebietseigenes Saatgut verwendet werden, jedoch fehlen die entsprechenden Mischungen. Im Rahmen dieses Projektes wurden Regiosaatgutmischungen entwickelt, die in ganz Bayern zum Einsatz kommen können, da alle enthaltenen Arten in allen bayerischen Ursprungsgebieten vorkommen. Diese Mischungen wurden auf Grünwegen mit unterschiedlicher Bodenqualität und unterschiedlicher Belastung angesät und auf ihre Tauglichkeit geprüft. Hierfür wurden Bonituren an den verschiedenen Standorten durchgeführt. Es stellte sich heraus, dass ein Gräseranteil von 90% die ebenfalls in der Mischung enthaltenen Kräuter unterdrückt und daher in Hinsicht auf eine hohe Biodiversität ein Gräseranteil von 70% zu bevorzugen ist. Bei starker Belastung kommt es in den Fahrrinnen zu keinem Aufwuchs, jedoch ist der Grünweg durch den Bewuchs des Mittel- und Seitenstreifens trotzdem ausreichend gesichert. Beide Mischungen funktionieren auf verschiedener Bodenqualität, jedoch greift der Standort in Hinsicht auf Bodenqualität und Belastungsstufe selektierend in die Mischungen ein.

Problemstellung

Laut §40 BNatSchG darf ab dem 1. März 2020 in der freien Natur (außerhalb von Ortschaften und landwirtschaftlichen Nutzflächen) nur noch gebietseigenes (regionales) Saatgut zum Einsatz kommen. Grünwege in der Feldflur zählen zur freien Natur, daher können herkömmliche Regelsaatgutmischungen nicht mehr eingesetzt werden und neue Regiosaatgutmischungen werden benötigt. Diese Regiosaatgutmischungen müssen den besonderen Anforderungen eines Grünweges genügen: sie müssen den mechanischen Belastungen standhalten und sich zur Sicherung von Seitenstreifen eignen. Zusätzlich ist es wünschenswert, dass ein Kräuteranteil mit hoher Blütendichte in den Mischungen enthalten ist und zur Förderung der Biodiversität beiträgt. Diese Kräuter müssen sich außerdem gegenüber den Gräsern durchsetzen können.

Im Rahmen dieses vom BayStMELF geförderten Projektes wurden zwei Regiosaatgutmischungen für Grünwege entwickelt, die sich in ganz Bayern einsetzen lassen, da sie nur Arten enthalten die in allen bayerischen Ursprungsgebieten gemäß Erhaltungsmischungsverordnung (ErMiV) vorkommen. Die beiden Mischungen unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung und insbesondere auch im Gräseranteil und werden seit 2016 auf ihre Tauglichkeit zum Einsatz auf Grünwegen überprüft.

Material und Methoden

Auf Grundlage der regionalen Artenlisten der bayerischen Ursprungsgebiete wurden zwei Mischungen entwickelt, die in ganz Bayern in der freien Natur zur Flurwegbegrünung eingesetzt werden können (Tabelle 1) und die den besonderen Standortfaktoren gerecht werden sollen: Trittbelastung, feuchte bis wechselfeuchte Gräben, südexponierte trockene Böschungen, nährstoffreiche und nährstoffarme Böden und eine lange Blütezeit.

Die Mischungen bestehen zu einem Anteil aus Gräsern und zu einem Anteil aus Kräutern. Die Mischung Flurweg 1 ist eine besonders artenreiche Mischung mit einem mengenmäßig hohen Kräuteranteil von 30 % (35 Arten) und entsprechendem Gräseranteil von 70 % (6 Arten). In dieser Mischung dienen Leindotter, Saatlein und Inkarnatklee als Ammenpflanzen. Die Mischung Flurweg 2 hingegen hat einen erhöhten Gräseranteil von 90 % (auch 6 Arten) und entsprechend einem Kräuteranteil von nur 10 % (21 Arten). Sie setzt sich aus den robustesten und preiswertesten Arten der Mischung Flurweg 1 zusammen, was die Kosten stark verringert.

Kornelia Marzini, kornelia.marzini@lwg.bayern.de |
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim

Tab. 1: Artenzusammensetzung und prozentualer Anteil der beiden Mischungen (A) Flurweg 1 mit 70 % Gräseranteil und (B) Flurweg 2 mit 90 % Gräseranteil (hellgrau unterlegt)

(A) Flurweg 1	%
Agrostis capillaris	14,00
Cynosurus cristatus	9,00
Festuca pratensis	10,00
Helictotrichon pubescens	2,00
Poa pratensis	30,00
Poa trivialis	5,00
Linum usitatissimum	6,00
Camelina sativa	2,50
Trifolium incarnatum	1,50
Achillea millefolium	0,50
Campanula patula	0,10
Cichorium intybus	0,80
Clinopodium vulgare	0,20
Crepis biennis	0,80
Daucus carota	0,50
Epilobim hirsutum	0,20
Galium album	1,50
Hypericum perforatum	1,60
Hypochoeris radicata	0,50
Knautia arvensis	0,30
Lamium maculatum	0,10
Lathyrus pratensis	0,20
Leontodon autumnalis	0,30
Leontodon hispidus	0,30
Leucanthemum ircutianum	1,50
Linaria vulgaris	0,50
Malva neglecta	0,80
Medicago lupulina	0,50
Papaver rhoeas	0,30
Pimpinella major	1,00
Plantago lanceolata	1,30
Plantago major	1,00
Plantago media	0,90
Prunella vulgaris	0,50
Silene flos-cuculi	0,60
Silene latifolia	0,60
Solidago virgaurea	0,50
Trifolium dubium	0,20
Trifolium pratense	1,50
Vicia cracca	0,10
Vicia sepium	0,30

(B) Flurweg 2	%
Agrostis capillaris	20,00
Cynosurus cristatus	10,00
Festuca pratensis	12,00
Helictotrichon pubescens	3,00
Poa pratensis	35,00
Poa trivialis	10,00
Achillea millefolium	0,30
Cichorium intybus	0,50
Crepis biennis	0,20
Daucus carota	0,30
Galium album	0,60
Hypericum perforatum	0,50
Leontodon autumnalis	0,20
Leontodon hispidus	0,20
Leucanthemum ircutianum	0,80
Linaria vulgaris	0,10
Malva neglecta	0,70
Medicago lupulina	0,70
Papaver rhoeas	0,30
Plantago lanceolata	0,90
Plantago major	0,50
Plantago media	0,40
Prunella vulgaris	0,40
Silene latifolia	0,10
Solidago virgaurea	0,60
Trifolium dubium	0,20
Trifolium pratense	1,50

Die beiden Mischungen wurden an 5 verschiedenen Standorten mit unterschiedlicher Bodenqualität ausgebracht: Muschelkalk, Buntsandstein, Sand. Zusätzlich sind sie an den Standorten unterschiedlichen Belastungsstufen ausgesetzt: keine Belastung (Ausgleichsfläche), mittlere Belastung (Getreidebau), starke Belastung (Weinbau). Pro Standort gibt es drei Wiederholungen. Im September 2016 wurden die ersten Ansaaten durchgeführt.

Tab. 2: Übersicht über die 5 verschiedenen Standorte des Versuches mit entsprechender Bodenqualität und Belastungsstufe

Standort	Bodenqualität	Belastung
Wollbach (Lkr. NES)	Buntsandstein / Lehm	Keine bis gering
Nordheim am Main (Lkr. KT)	Muschelkalk / Sand	Gering bis stark
Zeilitzheim (Lkr. SW)	Muschelkalk / Löss	Gering bis stark
Nordheim in der Rhön (Lkr. NES)	Muschelkalk	Mittel
Veitshöchheim LWG	Humoser Sand	Mittel

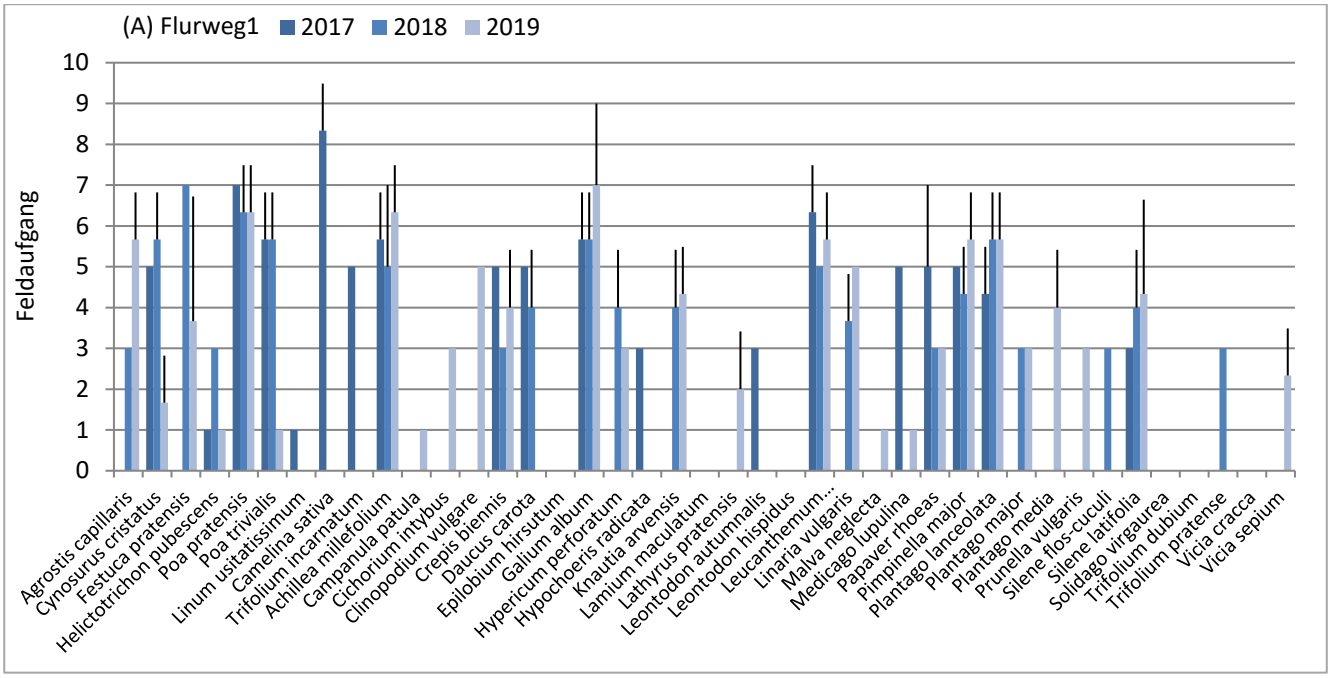
Seit 2017 werden an allen Standorten Bonituren zum Feldaufgang und zur Bodendeckung durchgeführt. Hier ist insbesondere von Interesse, ob sich die Kräuter gegen die Gräser behaupten konnten und ob die Mischung insgesamt eine hohe Bodendeckung erreicht, wie sie zur effektiven Befestigung von Grünwegen benötigt wird. Die Bonituren zum Feldaufgang werden hierbei nach folgendem System bewertet:

Tab. 3: Boniturwerte

Wert	Bedeutung
1	Kein Exemplar
3	Wenige Exemplare
5	Mäßige Anzahl von Exemplaren
7	Viele Exemplare
9	Dominante Anzahl von Exemplaren

Ergebnisse und Diskussion

Am Standort Wollbach konnten sich die Gräser in beiden Mischungen vollständig etablieren (Abb. 1). Die Kräuter hingegen konnten sich in der Mischung Flurweg 2 nur unzureichend entwickeln. Während an diesem Standort bei der Mischung Flurweg 1 83% der enthaltenen Kräuter nachgewiesen werden konnten, waren es bei Flurweg 2 nur 57%. Dies ist auch bei den anderen Standorten der Fall. Der hohe Gräseranteil von 90% scheint die Kräuter in ihrer Entwicklung zu unterdrücken. In Hinsicht auf eine hohe Diversität und Blütenvielfalt ist daher die Mischung Flurweg 1 zu bevorzugen.



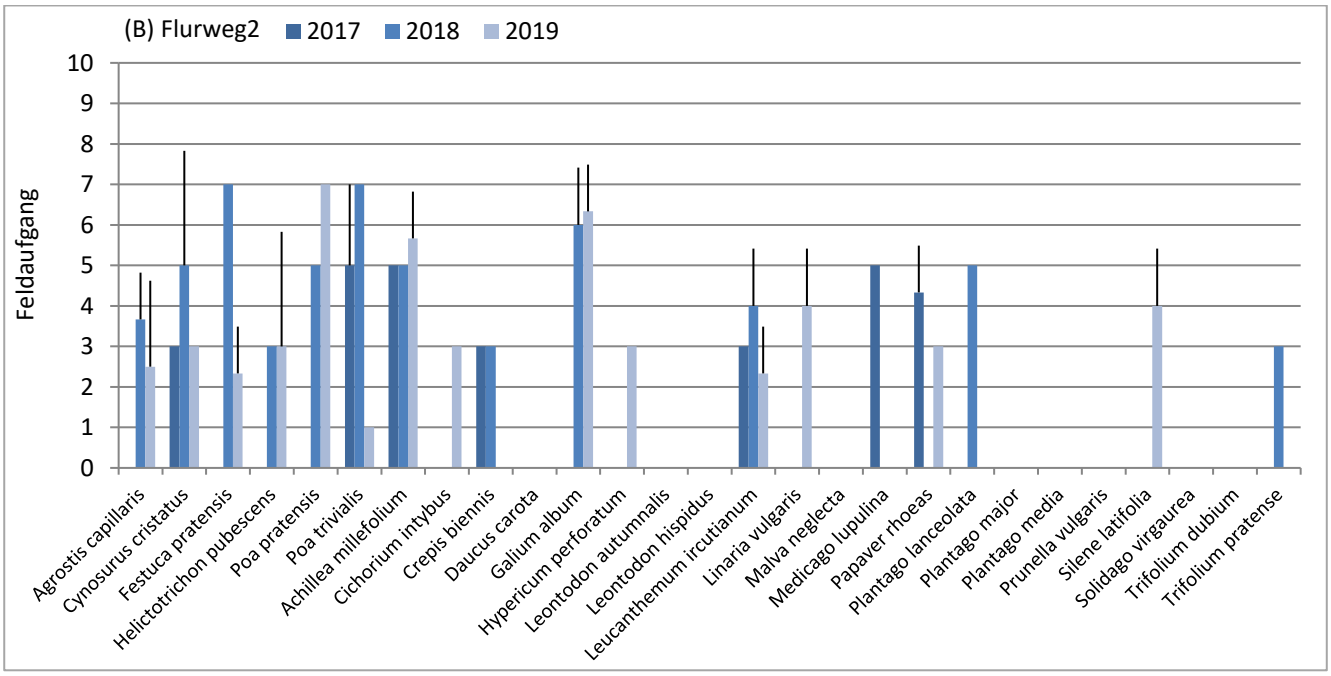


Abb. 1: Bonitur zum Feldaufgang der Mischungen (A) Flurweg 1 und (B) Flurweg 2 exemplarisch am Standort Wollbach im Mai der Jahre 2017-2019, gemittelt über die drei Wiederholungen [Mittelwert + Standardabweichung]

Abb. 2: Aufnahmen der Versuchsflächen am Standort Nordheim am Main im Verlauf von zwei Jahren. Zu sehen ist die Mischung Flurweg 1 bei niedriger Belastung im Jahr (A) 2018 und (B) ein Jahr später 2019 und die Mischung Flurweg 2 unter schwerer Belastung ebenfalls in den Jahren (C) 2018 und (D) 2019

In Abb. 2 (A) und (B) ist die Ansaat Flurweg 1 unter geringer Belastung auf einem Seitenstreifen zu sehen, während bei (C) und (D) zu sehen ist, dass unter schwerer Belastung die Fahrrinnen auf den Grünwegen keinen Bewuchs ausbilden können. Jedoch sind die Seitenränder trotzdem ausreichend bewachsen, um eine Sicherung der Wege zu garantieren.

Dies spiegelt sich auch in Abbildung 3 wider, bei der Flurweg 2 unter der schweren Belastung nur eine geringe Bodendeckung ausbilden konnte.

Die Regiosaatgutmischungen Flurweg 1 und Flurweg 2 funktionieren auf allen getesteten Böden, sowohl auf guten Lössböden als auch auf schlechten Sandböden. Gräser und Kräuter sind jedoch bei unterschiedlicher Bodenqualität unterschiedlich ausgeprägt. Bei Sandböden zeigte sich vor allem *Agrostis capillaris* als vorwüchsig, während bei Lössböden sich vor allem *Festuca pratensis* durchsetzen konnte. Das ausgewogenste Verhältnis zwischen den Gräsern ergibt sich bei mittlerer Bodenqualität.

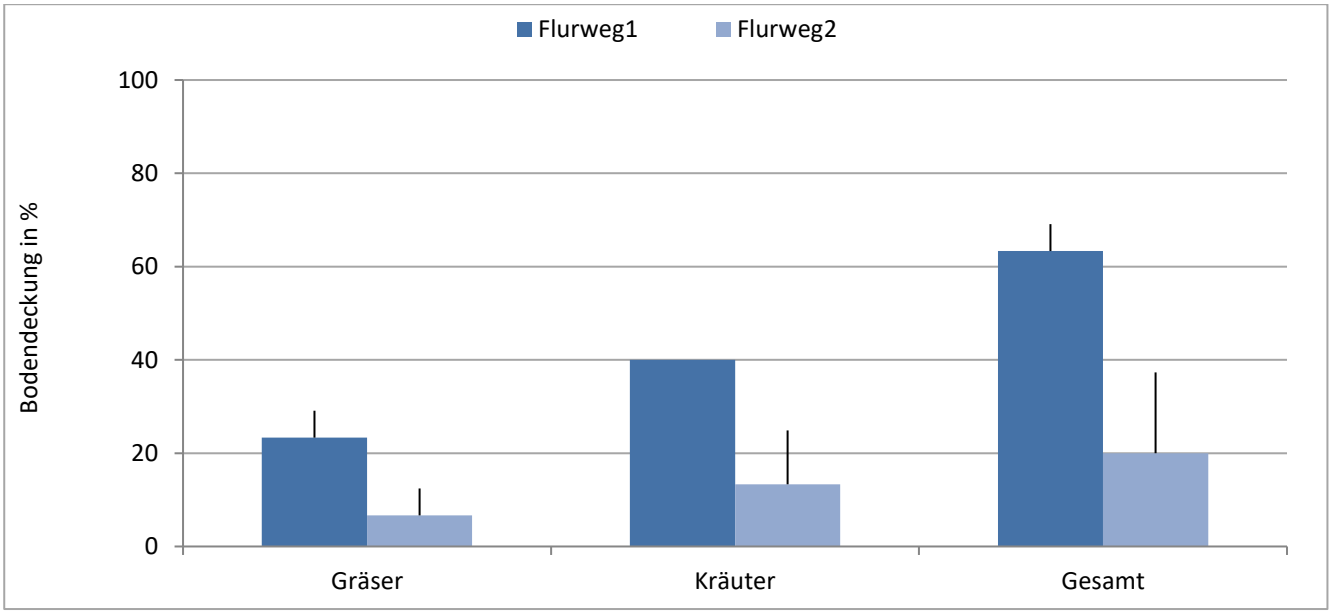


Abb. 3: Vergleich der Bodendeckung der Gräser, Kräuter und insgesamt der beiden Mischungen Flurweg 1 und Flurweg 2 exemplarisch am Standort Nordheim am Main im Mai 2019, gemittelt über die drei Wiederholungen

Durch die Bearbeitung der Fläche wird die im Boden befindliche Diasporenbank wieder aktiviert. Im Laufe der Untersuchung hat sich gezeigt, dass *Lolium perenne* in Ackerbereichen häufig einen großen Anteil in der Samenbank besitzt. Der Aufwuchs aus Saatmischungen wird, wie in Wollbach dokumentiert (Abb. 4.), häufig von *Lolium perenne* unterdrückt, da diese Gräserart sehr durchsetzungsfähig ist. Dies kann die Biodiversität verringern, ist jedoch grundsätzlich der Sicherung der Grünwege nicht abträglich.

Abb. 4: Die Einsaat mit der Mischung Flurweg 2 bei Wollbach wird stark von Lolium perenne aus der Samenbank unterdrückt.

An Standorten mit starker Belastung konnten sich insbesondere trittverträgliche Arten durchsetzen. Hierzu gehören *Cichorium intybus* und *Plantago lanceolata. Agrostis capillaris* kann sich sowohl auf sandigen als auch auf stark belasteten Böden gut etablieren. Auf Seitenstreifen ohne große Belastung konnten sich hingegen *Poa pratensis* und *Festuca pratensis* durchsetzen. *Malva neglecta* eignet sich besonders für Mittel-streifen hervorragend und entwickelte sich auf nährstoffreichen Böden bodendeckend.

Abschließend ist festzustellen, dass der Standort durch die Bodenqualität und Belastungsstufe selektierend auf die Mischungen einwirkt, dies sollte bei einer Ansaat immer berücksichtigt werden.

Eignungsprüfung von verschiedenen Bewässerungshilfen für Jungbäume

Straßenbaum, Bewässerung, Klimawandel

Zusammenfassung

Die Bewässerung von Bäumen während anhaltender Hitze- und Trockenphasen stellt eine wichtige Maßnahme zur Milderung der Auswirkungen des Klimawandels dar. Für die Bewässerung frisch gepflanzter, aber auch schon länger am Endstandort wachsender Bäume, stehen seit einiger Zeit neuartige Bewässerungsränder mit verschiedenen Randausprägungen sowie unterschiedliche Formen und Größen von mobilen Bewässerungssäcken zur Verfügung. Der Einsatz solcher Fabrikate soll sicherstellen, dass Bäume in der Anwuchsphase und für die weitere Entwicklung ausreichend mit Wasser versorgt werden können. Der Bericht gibt einen Überblick verfügbarer Produkte, einschließlich der technischen Ausstattung, Praktikabilität und Funktionssicherheit.

Problemstellung

Gemäß der guten fachlichen Praxis sollten alle Neu- oder Ersatzpflanzungen im öffentlichen Grün während auftretender Trockenperioden von April bis September mindestens über 5 Jahre zusätzlich bewässert werden. In der anschließenden Jugendzeit der Bäume bis zirka 20 Standjahre können die entsprechenden Bewässerungsgänge auf einen größeren Abstand ausgedehnt werden.

Die DIN 18919 von 2016 sagt aus, dass Gehölze zum Anwachsen und zur weiteren Entwicklung eine ausreichende Durchfeuchtung des Wurzelraums benötigen, die gegebenenfalls durch zusätzliche Wassergaben sicherzustellen ist. In Abhängigkeit von den Standort- und Bodenverhältnissen sowie der Pflanzengröße werden pro Bewässerungsgang, zum Beispiel bei Hochstämmen mit einem Stammumfang von 10 cm bis 25 cm und der Bodenart Sand und lehmiger Sand, 80 l bis 100 l Wasser angegeben, bei der Bodenart sandiger Lehm und Lehm sind es 120 l bis 150 l. Die Ausbringung kann witterungsabhängig in mehreren Gaben erfolgen.

Die FLL-Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 1 (FLL 2015) gibt unabhängig von den natürlichen Niederschlägen als Richtwert für Hochstämme mit Stammumfang bis 25 cm, in Abhängigkeit von der Bodenart, 75 l bis 100 l Wasser pro Bewässerungsgang an. Von April bis September sollte mindestens zweimal pro Monat, in Trockenperioden häufiger, durchdringend gewässert und die ausreichende tiefe Durchfeuchtung mittels Bohrstockprobe kontrolliert werden.

Material und Methoden

In der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG) in Quedlinburg wurden auf einer ebenen Fläche mit homogenen Bodenverhältnissen der Aufbau und die Funktionssicherheit der verfügbaren Gießränder und Bewässerungssäcke getestet.

Bewässerungsränder

Die Gießränder lassen sich in zwei Gruppen unterteilen: Bewässerungsränder aus Rollenware und spezielle Einzelsysteme. In Tab. 1 sind die Fabrikate mit ihren Produktdaten und Beschaffungspreisen aufgelistet. Die Nettopreise beziehen sich auf das Jahr 2019. AquaMax®, GEFA Gießrand und GROWtect® werden nur als Rollenware angeboten. Die Materialpreisermittlungen beziehen sich deshalb auf die hergestellten Gießranddurchmesser von 80 cm.

Axel Schneidewind, axel.schneidewind@llg.mule.sachen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Quedlinburg

Tab. 1: Übersicht der getesteten Bewässerungsränder

Nr.	Fabrikat	Angebots-form	Wand-stärke in mm	Maximal-höhe in cm	Ø in cm	Einfüll-volumen in l	Einzel-preis in €
1	AquaMax®	25-m-Rolle	3	30	80	100	10,65
2	arboGreenWell™	dreiteilig	2	27	67	55	39,80
3	arboGreenWell™	einteilig	2	19	49	25	22,20
4	Funke Gießring	einteilig	10	30	80	100	119,00
5	GEFA Gießrand	20-m-Rolle	3	30	80	100	9,75
6	GROWtect®	25-m-Rolle	2	25	80	75	8,50

Die Gießränder AquaMax® und GEFA Gießrand bestehen aus grünem biegsamen LDPE, die entsprechend der gewünschten Größe aus einer 25 m- bzw. 20 m-Rolle zuzuschneiden sind. Der Unterschied zwischen beiden Fabrikaten besteht in der äußeren Oberflächenbeschaffenheit. Während der mittelgrüne GEFA Gießrand beidseitig glatt ist, weist der dunkelgrüne AquaMax® an der Außenseite eine feinstrukturierte, nicht so glatte Oberfläche auf. Vor dem Aufbau wurden mit einem Trennschleifer exakt jeweils 2,5 m von der Rolle abgeschnitten, so dass Gießringe mit einem theoretischen Füllvolumen von 150 l entstanden. Da jedoch das 30 cm hohe Material zirka 10 cm in den Boden eingesenkt werden muss, verringert sich das tatsächliche Fassungsvolumen auf zirka 100 l. Beim Einbau werden die Wandenden auf Stoß gestellt und mit Hilfe eines schwarzen doppel-T-förmigen Kunststoffkupplungsprofils von 6 cm Breite zusammengesteckt. Die Innenseiten des Kupplungselements sind mit schräg in eine Richtung weisenden Zahnreihen ausgestattet. Die Zähne bestehen aus dem gleichen Material und sind in versetzten Reihen so angeordnet, dass eine Klemmwirkung erzielt wird.

GROWtect®, ein schwarzer Gießrand besteht aus HDPE, ist dünnwandiger und sehr oberflächenglatt. Durch die geringere Rollenbreite entsteht ein tatsächliches Fassungsvermögen von zirka 75 l. Das Aufbauprinzip und die Handhabung sind analog der letztgenannten.

Abb. 1: AquaMax®, GEFA Gießrand, GROWtect® mit Kupplungselement

Der Gießrand arboGreenWell™ wird als ein- und dreiteilige Variante, entsprechend des zu bewässernden Ballenumfangs, angeboten. Die dunkelgrünen Fabrikate sind aus recyceltem wetterfesten Polypropylen hergestellt und bei fachgerechtem Gebrauch wiederverwendbar. Eine Stapelung der einteiligen Ränder bzw. dreiteiligen Randsegmente ist problemlos möglich. Das verringert den Transport- und Lagerungsaufwand. Die maximalen Wandhöhen betragen 19 cm (einteilig) und 27 cm (dreiteilig), die Wandstärken durchgehend 2 mm.

Durch wellenartige Ausschneidungen der Wandunterkanten verringern sich die Höhen im Minimum auf 17 cm beziehungsweise 25 cm. Beim unkomplizierten Einbau der in sich starren Gießränder erleichtern diese Aussparungen durch Drehbewegungen das Einsenken in den Boden. Das danach entstehende Fassungsvermögen beträgt 25 l bzw. 55 l. Mittels einer patentierten Klickverbindung erfolgt bei beiden Varianten das wasserdichte Verschließen. Die Randwände sind bogig so ausgeführt, dass die oberen Ringkanten zirka 3 cm dichter zum Stamm stehen. Als zusätzliche Verstärkung des Systems dient eine 1,5 cm breite abgerundete umlaufende Materialabwinkelung. Dadurch verringern sich die oberen Ringdurchmesser auf 59 cm bzw. 42 cm. Innerhalb des Gießrands werden je nach Größe abschließend eine Kokosmatte (45 cm Ø bzw. 60 cm Ø) auf den Oberboden oder Baumsubstrat gelegt, um die Oberflächenaustrocknung und den Wildkrautbewuchs zu vermindern. Bei der Wasserbefüllung heben sich die Kokosmatten bis zu den abgewinkelten Ringkanten und senken sich mit der Wasserversickerung wieder nach unten.

Der staubgrau aussehende Funke Gießring besteht aus witterungsbeständigem PVC-U mit einem Durchmesser von 80 cm. Mit 10 mm Wandstärke ist dieser Gießring von allen Testvarianten der stabilste. Die kompakten Ringe sind nur bedingt stapelbar und werden einzeln bzw. zwei Stück pro Palette verpackt geliefert. An der Innenseite ist das System mit einem Gießmengenanzeiger ausgestattet, an dem der Füllstand genau abgelesen werden kann. Beim Einbau wird der geöffnete einteilige Ring um den Baumstamm gelegt, anschließend wieder verschlossen, auf den Boden aufgesetzt und mit Hilfe eines Gummihammers zirka 5 cm in die Erde oder das Baumsubstrat eingedrückt. Dabei erleichtert die langgewellte Unterkante des Fabrikats das Einbringen der Wände. Die Ringenden weisen EPDM-Gummidichtungen auf. An den Ringinnenseiten befinden sich gegenüberliegend zwei vormontierte massive Kunststoffverschlussstücke. Mittels Zentrierstiften und zwei Flügelschrauben werden die beiden Nahtstellen passgenau und wasserdicht verschlossen. Die eingeklemmte Gummidichtung besitzt im funktionssicheren Zustand eine Stärke von 3 mm. 100 l Wasser können problemlos eingefüllt werden. Da das Material langlebig ist und der Verschluss geöffnet werden kann, sind Wiederverwendungen an anderen Bäumen grundsätzlich möglich.

Abb. 2: Kleine und große Ausführung von arboGreenWell™ und Funke Gießring

Bewässerungssäcke

Mobile Bewässerungssäcke werden zurzeit in den Größen von 75 l und 100 l angeboten. Die in verschiedenen Grüntönen gefertigten Bewässerungssäcke bestehen aus reißfestem, unterschiedlich verstärktem Polyethylen (PE). Sie sind so konstruiert, dass diese als Ganzes mit der Rückwand um den Baumstamm gelegt und mittels eines an den Außenrändern befindlichen groben Reißverschlusses locker befestigt werden. Der dadurch entstehende maximale Innenumfang beträgt produktabhängig zwischen 53 cm und 58 cm. Die vorgesehene Öffnung zur Wasserbefüllung ist als breiter horizontaler Schlitz an der Vorderseite ausgebildet und befindet sich mittig kurz unter der Oberkante des Sackes. Eine angenähte Kunststoffscheibe mit Firmeninformationen deckt die Befüllungsöffnung ab.

Wenn größere Bewässerungsmengen, beispielsweise bei größeren Stammumfängen, benötigt werden, können mehrere Säcke nebeneinander am Baum befestigt werden. Durch die seitlichen Reißverschlüsse sind beliebig viele Bewässerungssäcke pro Baum im Verbund aufstellbar. Diese haben aber untereinander keine Wasserverbindung, so dass jeder Sack immer einzeln befüllt werden muss. Die verschiedenen Fabrikate sind aufgrund unterschiedlicher Reißverschlussgrößen nicht miteinander kombinierbar. An der Unterseite der Säcke befinden sich bei den getesteten Fabrikaten je zwei gestanzte Löcher mit Durchmessern von zirka 1 mm, die als Tropföffnungen dienen. Durch diese kleinen Ablauflöcher sickert das eingefüllte Wasser langsam über mehrere Stunden hinweg in den Boden. Die Entleerungs- bzw. Versickerungszeiten werden gemäß Herstellerinformationen mit 5 bis 9 Stunden angegeben.

Abb. 3: Treegator® unbefüllt, Watercoat II® unbefüllt, Tree King™ teilbefüllt

Bewässerungsringe

Mobile flach aufliegende Bewässerungsringe sind zurzeit in 50 l und 70 l Größe erhältlich. Die beiden getesteten Ringe bestehen ebenfalls aus PE, weisen ein flaches schwimmringähnliches Profil auf. Sie besitzen auf der Oberseite eine Befüllungsöffnung und an der Unterseite zwei gegenüberliegende Tropferventile, die an einem Winkelstück aus Kunststoff angebracht sind. Seitlich befindet sich ein materialgleicher Lappen mit einer mittigen Befestigungsöffnung von 1,5 cm Ø. Die Bewässerungsringe sind nur einzeln pro Baum verwendbar. Die maximale Öffnung am Stamm beträgt im Durchmesser 15 cm. Bäume mit größerem Stammumfang können nicht mit dieser Bewässerungshilfe bestückt werden. Durch die kontinuierliche Zunahme der Stammumfänge wachsender Bäume ist damit die langjährige Nutzung dieser Bewässerungsringe begrenzt.

Tab. 2 zeigt alle getesteten Fabrikate mit ihren Produktdaten und Einzelpreisen aus dem Jahr 2019.

Abb. 4: Treegator® Junior Pro befüllt, Tree King™ WaterRing befüllt

Tab. 2: Übersicht der getesteten Bewässerungssäcke und -ringe

Nr.	Fabrikat	Farbe	Volumen in l	Tropf Ø in mm	Einzelpreis in €
1	Treegator®	grün	75	1	18,95
2	Treegator® Junior Pro	braun	56	2	18,70
3	Tree King™	grün	100	1	18,00
4	Tree King™	grün	75	1	16,00
5	Tree King™ WaterRing	braun	75	2	16,50
6	Watercoat II®	grün	75	1	14,95

Ergebnisse und Diskussion

Bewässerungsränder

Der technische Einbau war bei allen sechs Testvarianten unkompliziert. Die absoluten Einbauzeiten, ohne Rüstzeiten gemessen, zeigten deutliche Unterschiede. Da der Versuchsstandort sehr eben war, nahm das mittige Aufstellen der Produkte und das in Waagebringen wenig Zeit in Anspruch. Bei den biegsamen Gießrändern AquaMax®, GEFA Gießrand und GROWtect® wurde die meiste Zeit für den Zuschnitt aus dem Rollenmaterial benötigt. Eine Vorkonfektionierung der gewünschten Ringdurchmesser unabhängig vom Einbauort ist zu empfehlen.

Als wesentlicher Zeitfaktor erwies sich, neben dem Eindrücken der Fabrikate in den Boden, das nachträgliche Abdichten der Ränder von außen mit Erde. Dieser Aspekt wurde erst bei der Wasserbefüllung deutlich, da es immer wieder zu unerwünschten seitlichen Wasseraustritten kam.

Die Gesamteinbauzeit war bei den Kompaktsystemen arboGreenWell™ und Funke Gießring mit durchschnittlich zwei Minuten wesentlich geringer, als bei den anderen Testprodukten. Die von außen sichtbaren durchschnittlichen Wandhöhen nach dem Anfüllen waren bei Funke Gießring 23 cm, bei arboGreenWell™ dreiteilig 19 cm und bei arboGreenWell™ einteilig 13 cm.

Wesentlich aufwendiger war bei den Rollenfabrikaten das herstellerseitig geforderte Eindrücken der Ränder in den Boden sowie das nachträgliche Anfüllen und Festtreten an den Außenwänden. Diese Arbeiten beanspruchten wegen der biegsamen Materialien durchschnittlich drei bis vier Minuten. Mehrfach musste wegen Wasseraustritten nachgearbeitet werden. Erst die feste äußere Erdanfüllung der Gießringe bewirkte die not-

wendige Stabilität. Ohne äußere Erdkante reichte die Klemmwirkung der baugleichen Verbindungselemente nicht aus. Bei der Erstbefüllung ohne äußere Erdkante kam es durch den Wasserdruck mehrfach zum Lösen an der Verbindungstelle und zum Auseinanderfallen der Ringe.

Eine Möglichkeit, dies zu verhindern, besteht in einer festen Verschraubung der Ringenden mit dem schwarzen Kupplungsprofil. Damit ist das Auseinanderfallen an den Stoßenden ausgeschlossen und gleichzeitig ein wirksamer Diebstahlschutz gegeben. Diese Methode wurde an Praxisstandorten in mehreren Städten erfolgreich angewendet, ist aber vom Hersteller nicht vorgesehen. Deshalb wurde dieser Zusatzaufwand nicht für die Gesamteinbauzeit berücksichtigt. Die von außen sichtbaren Wandhöhen nach Erdanfüllung betrugen durchschnittlich bei AquaMax® und GEFA Gießrand 14 cm und bei GROWtect® 10 cm.

Insgesamt benötigten die Fabrikate arboGreenWell™, ein- und dreiteilig, sowie der Funke Gießring durchschnittlich drei Minuten Gesamteinbauzeit. Bei den Testvarianten AquaMax®, GEFA Gießrand und GROWtect® lagen diese zwischen sieben und neun Minuten, nahmen also mehr als zwei bis drei Mal so viel Zeit in Anspruch.

Nach dem exakten Einbau aller Versuchsglieder waren während des Testjahrs keine weiteren Nacharbeiten notwendig. Die Standsicherheit blieb uneingeschränkt bestehen. Hinsichtlich der mechanischen Belastungen können wegen fehlender Praxistests nur eingeschränkte Aussagen gemacht werden. Die stabilste Materialausführung besitzt mit Abstand der Funke Gießring, gefolgt von den arboGreenWell™–Systemen. Der Funke Gießring ist dauerhaft beständig und kann durch abgerundete Kanten die Verletzungsgefahr im öffentlichen Bereich verringern. Das schlagfeste Material gewährleistet einen guten Schutz vor seitlichen Mäh- und anderen mechanischen Schäden. Durch die hohe Außenwand besteht ein guter Schutz vor seitlichem Eindringen unerwünschter Substanzen, wie Streusalz und Hundeurin.

Die arboGreenWell™–Systeme gewährleisten durch ihre besondere Produktform, trotz dünner Materialstärken, eine gute und sichere Stabilität. Vorsätzliche Zerstörungen sind trotzdem möglich. Der Einsatz beider Varianten richtet sich nach der Ballengröße des Pflanzbaums und ist gemäß Produktinformation bis zu einem STU von 25 cm vorgesehen, also nicht für Zusatzbewässerungen in der gesamten Jugendzeit von Bäumen.

Die drei Testvarianten aus Rollenware schneiden hinsichtlich ihrer Gebrauchswerteigenschaften und mechanischer Beeinträchtigungen gegenüber den Kompaktsystemen schlechter ab. Zum einen sind die Wände wesentlich weniger formstabil und durch ihre Biegsamkeit am Endstandort umknickbar und damit vandalismusgefährdet. Außerdem erhöhen die nicht abgerundeten Kanten der Wände mögliche Verletzungsgefahren. Zum anderen können die Bewässerungsränder aus Rollenware bei einem tieferen Einbau weniger Wasser fassen, wodurch eine gleiche Wassermenge pro Baum durch zusätzliche Gießgänge ausgeglichen werden müssten.

Bewässerungssäcke und -ringe

Die vier mobilen Bewässerungssackvarianten und die zwei flach aufliegenden Bewässerungsringe waren grundsätzlich unkompliziert anbringbar. Auch bei den absoluten Einbauzeiten ohne Rüstzeiten zeigten sich keine messbaren Unterschiede. Das Anlegen eines einzelnen Sacks um den Baumstamm und das Auflegen eines Rings mit anschließender Befestigung durch die vorgesehene Öffnung dauerte durchschnittlich unter einer Minute.

Gleiches gilt für die Erstbefüllung der Säcke gemäß des Füllvolumens. Dabei wurde deutlich, dass die Wassermengen, die tatsächlich eingefüllt werden konnten, niedriger lagen als die angegebenen Produktvolumina, bei den 75 l-Varianten 55 l bis 60 l und bei der 100 l-Variante zirka 85 l bis 90 l. Der Grund dafür liegt in den unterschiedlichen Stammumfängen der Bäume. Je stärker der Stammumfang, desto mehr reduziert sich das Einfüllvolumen der Säcke. Bei größeren Bäumen müssen deshalb mehrere Säcke verwendet werden. Der nachträgliche spätere Einbau von zusätzlichen Säcken ist vor allem wegen der Säuberung älterer, verschmutzter Reißverschlüsse zeitaufwendig.

Die Befüllung der Bewässerungsringe dauerte deutlich länger und war produktbezogen schwieriger. Die Einfüllöffnungen weisen keine Kupplungsanschlüsse oder Einfüllstutzen auf. Bei Treegator® Junior Pro besteht die Einfüllöffnung aus rotem Kunststoff und ist deshalb weit sichtbar. Der Durchmesser von 3,5 cm gestattet die Wasserbefüllung mittels eines dreiviertel Zoll Standardschlauchs. Da jedoch keine Rückschlagklappe in der Einfüllöffnung vorhanden ist, geht beim Füllvorgang am Boden ständig Wasser daneben. Eine vollständige Befüllung ist nur durch partielles Anheben des Ringes möglich und damit zeitaufwendiger. Im Durchschnitt dauerte das Füllen pro Ring zwei Minuten. Die ebenfalls rote Schließkappe ohne Gewinde wird einfach festgeklemmt, erwies sich aber trotzdem bisher als wasserdicht.

Die Befüllungsöffnung bei Tree King™ WaterRing hat einen schwarzen Schraubverschluss mit einer Öffnung an der engsten Stelle von 2,5 cm Durchmesser. Damit kann ein dreiviertel Zoll Standardschlauch mit normaler Wandstärke nur mit einem reduzierten Aufsatz eingesetzt werden. Das Fabrikat besitzt eine integrierte Rückschlagklappe, sodass die Wassereinfüllung am liegenden Ring ohne größere Wasserverluste erfolgen kann. Die durchschnittliche Einfüllzeit betrug weniger als 1,5 Minuten.

Ein wesentliches Gütekriterium beim Einsatz von Bewässerungssäcken und –ringen sind Standfestigkeit und Dauerhaftigkeit. Auf dem Prüffeld blieben alle Versuchsvarianten ganzjährig an den Bäumen. Es zeigten sich, bereits im Verlauf der ersten allmählichen Entleerung und dann auch bei allen späteren, produktabhängig deutliche Unterschiede. Als gut bis sehr gut standfest sind bisher der Treegator® sowie Watercoat II® einzuschätzen. Über die bisherige Versuchsdauer hinweg und auch bei unterschiedlichsten Witterungsereignissen blieben diese beiden Fabrikate aufrecht, mit nur geringfügiger Dellenbildung, stehen. Der Grund dafür liegt in einer speziellen Materialverstärkung mit Nylonfäden im Wandbereich. Bei Treegator® sind diese rautenförmig mit einem Abstand von zirka 1 cm gleichmäßig über die gesamte Oberfläche angeordnet, bei Watercoat® II ist die Oberflächenverstärkung engnetzig fein. Beides erfüllt den gleichen Zweck der guten Standfestigkeit. Auch die nachfolgenden Wasserbefüllungen sind dadurch wesentlich einfacher und zeitsparender.

Ein negativer Aspekt besteht bei allen Testfabrikaten darin, dass sich die Abdeckschilder der Einfüllöffnungen durch Sonneneinstrahlung bereits nach einem Jahr auflösten und inzwischen nicht mehr vorhanden sind. Dadurch entstehen dauerhaft offene Einfülllöcher, in die ungehindert Staub eintritt oder Unrat entsorgt werden könnte. Eine entsprechende Materialverbesserung ist anzuraten.

Die beiden Tree King™-Varianten erwiesen sich hinsichtlich der Standfestigkeit als deutlich schlechter, genauso wie das Vorgängerprodukt Watercoat I®. Das Wandmaterial ist zwar auch netzartig verstärkt, aber unzureichend und dadurch viel stärker bieg- und knickbar. Beide Ausführungen sacken, unabhängig von ihrem maximalen Einfüllvolumen, entsprechend der allmählichen Entleerung in sich zusammen. Die weiteren Befüllungen gestalten sich schwieriger, denn nur der Wasserdruck bewirkt eine Glättung der faltigen Wände. Durch das ständige Wiedereinknicken an den gleichen Stellen traten in Verbindung mit der Sonneneinstrahlung bereits nach drei Standjahren Materialermüdungen auf, die vereinzelt zu Undichtigkeiten und zum notwendigem Ersatz führten. Eine Reparatur mittels Flicken oder Tapes ist firmenseitig nicht vorgesehen.

Eine Befestigung von Bewässerungssäcken direkt an Baumstämmen, wie dies immer wieder an Praxisstandorten zu beobachten ist, muss grundsätzlich abgelehnt werden. Durch das sekundäre Dickenwachstum der Stämme droht sehr schnell die Einschnürung durch die Befestigungsmaterialien. Bei den getesteten braunen Ringen (Treegator® Junior Pro und Tree King™ WaterRing) ist vor allem die einseitige Befestigung mit nur einer Befestigungslasche problematisch. Die andere nicht fixierte Ringhälfte wird im leeren Zustand durch Windeinfluss ständig verdreht und hochgeklappt, wodurch große Bereiche der Baumscheiben frei liegen. Durch diese ständigen Knickbewegungen kommt es zunehmend zur Versprödung des Materials. Nach drei Vegetationsperioden sind auf Grund dessen bereits mehr als 50 % der Ringe undicht und damit unbrauchbar geworden.

Insgesamt gesehen konnte mit allen Prüfvarianten eine kontinuierliche Baumbewässerung durchgeführt werden. Hinsichtlich der Materialbeschaffenheit, Praktikabilität und Funktionssicherheit zeigten bereits sich nach einem Untersuchungsjahr auf dem Prüffeld in Quedlinburg deutliche Unterschiede.

Wurzelentwicklung von Winter-Linden in Abhängigkeit von der Anzucht in Containern

Straßenbaum, Wurzeln, Containerpflanzen

Zusammenfassung

In einem achtjährigen Versuch wurde das Auswurzelungsverhalten von Winter-Linden untersucht, die zuvor in fünf verschiedenen Containerfabrikaten kultiviert worden waren. Bereits bei der Pflanzung der Versuchsbäume zeigten sich bei vier von fünf Containertypen Ringwurzelbildungen an den Behälterwänden, die auch nach der Auswurzelung in den anstehenden Boden erhalten geblieben sind. Durch regelmäßig vorgenommene Ausgrabungen von Wurzelballen konnte die kontinuierliche Zunahme der ursprünglichen Ringwurzelquerschnitte nachgewiesen werden. Nach acht Jahren waren bei zwei Bäumen Abschnürungen des Stammes, verbunden mit wulstartigen Verdickungen, festzustellen. Es ist davon auszugehen, dass dieses würgewurzelähnliche Wachstum die Baumvitalität zunehmend gefährden wird. Nur ein Containerfabrikat, das System Air-Pot®, verursachte keine Ringwurzelausprägungen.

Problemstellung

Ein Problem der Containerproduktion von Bäumen besteht in der seit langem bekannten Gefahr der unerwünschten Ring- oder Drehwurzelbildung in Kulturgefäßen. Diese Erscheinung wird auch als Topfeffekt bezeichnet. Je länger die Pflanzen in Behältern stehen, desto größer ist die Gefahr der Ringwurzelausprägung. In welchem Ausmaß diese entstanden sind, zeigt sich erst beim Pflanzvorgang an den äußerlich sichtbaren Flächen.

Unter Praxisbedingungen wurde bei Linden bisher nicht das eigentliche Auswurzelungsverhalten von Containerbäumen, die weitere Entwicklung dieser Wurzelsysteme und das nachfolgende Wurzelwachstum am Endstandort über mehrere Jahre hinweg untersucht.

Material und Methoden

Im Jahr 2009 wurde ein Gemeinschaftsversuch mit dem Kompetenzzentrum Baumschule in Ellerhoop gestartet. An beiden Standorten dienten Winter-Linden (*Tilia cordata* 'Greenspire') als Versuchsbäume, die zuvor drei Jahre lang in fünf verschiedenen Containertypen mit gleichem Containersubstrat in einer Baumschule kultiviert worden waren. Zur Pflanzung kamen an beiden Standorten vier Bäume je Containervariante, also insgesamt 20 hochstämmige Winter-Linden, Stammumfang 14 cm bis 16 cm. In Quedlinburg begann der Versuch im Frühjahr 2009 auf einer ebenen Fläche mit homogenen Bodenverhältnissen. Die dort durchgeführten Schachtungen bis 1,20 m Tiefe zeigten einen natürlich gewachsenen Boden mit einem ausgeprägten Lößlehm-Bodenprofil, der ab zirka 80 cm zunehmend skelettreicher wurde.

Die mit den Containern angelieferten Versuchsbäume machten visuell einen guten und vitalen Eindruck. Im Zuge des Pflanzvorgangs konnten die Wurzelbereiche der Linden erstmals in Augenschein genommen werden. Wie in der Praxis üblich wurden vor der Pflanzung die Wurzelballen jeweils an vier Seiten zirka 2 cm tief eingeschnitten, um die Wurzelneubildung in den umgebenden Oberboden zu fördern. Nach dem fachgerechten Pflanzschnitt wurden die Bäume in Reihe mit einem Abstand von je fünf Metern in den anstehenden Boden gepflanzt. Die Ränder der Pflanzlöcher wurden vorher mechanisch aufgeraut, um eine gute Verzahnung zwischen den Wurzelballen und dem umgebenden gewachsenen Boden zu erzielen. Als Baumverankerung diente ein Drei-Bockgerüst mit einer praxisüblichen Kokosstrick-Anbindung. Als Stammschutz wurde die Kokosmatte Cocoprotec® eingebaut, so dass der gesamte Stammbereich bis zum Kronenansatz geschützt war. Die Baumbewässerung wurde mithilfe von Gießrändern aus Oberboden sichergestellt. Während der gesamten Versuchszeit erfolgten weder Düngungs- noch Schnittmaßnahmen.

Axel Schneidewind, axel.schneidewind@llg.mule.sachen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Quedlinburg

Wurzelentwicklung von Winter-Linden in Abhängigkeit von der Anzucht in Containern

Straßenbaum, Wurzeln, Containerpflanzen

Im Zuge der Pflanzung wurden die Ausgangswerte der 20 Winter-Linden (Stammumfänge, Baum-, Stamm- und Kronenhöhen) gemessen. Im Versuchszeitraum erfolgte eine jährliche Erfassung der Wuchsdaten.

Von den je vier Wiederholungen pro Containerfabrikat wurde alle zwei Jahre die Ausgrabung einer Linde vorgenommen, erstmals im Herbst 2011, dann nach den Vegetationsperioden der Jahre 2013, 2015 und 2017. Die Untersuchungen zum Auswurzelungsverhalten der Winter-Linden in Abhängigkeit vom ursprünglichen Kulturcontainer sowie die Feststellung möglicher Ringwurzelbildungen standen dabei im Mittelpunkt. Deshalb wurden die kompletten Wurzelbereiche von allen entnommenen Bäumen intensiv freigespült, um die Wurzelentwicklung dokumentieren und die Wurzelstärken messen zu können. Die Zählung der Wurzeln erfolgte in den drei baumpflegerisch üblichen Gruppen: Starkwurzel (Ø > 5,0 cm), Grobwurzel (2,0 cm bis 5,0 cm) und Schwachwurzel (0,5 cm bis 2,0 cm). Nach Versuchsende schlossen sich holzbiologische Aufarbeitungen und Untersuchungen an, um die Wurzelentwicklung der Linden in Abhängigkeit von der Containeranzucht genauer analysieren zu können.

Während ihrer Baumschulkulturzeit standen von den 20 Versuchs-Linden vier Containerfabrikate oberirdisch an Gerüsthalterungen und eine in den Boden eingesenkt (Pot-in-Pot-System). Die fünf Kulturcontainertypen kann man in die drei Gruppen: Hartwand-Kübel, Pflanzsäcke und Springring-System unterteilen (s. Tab. 1).

Der verwendete Hartwand-Einzelkübel besteht aus schwarzem Polyethylen (PE) ohne Griff mit hochgezogenem Boden und 8 Bodenlöchern mit 2 cm Durchmesser sowie weiteren 8 über Eck-Öffnungen. Die ungelochte Topfwand ist wasser- und lichtundurchlässig. Der robuste Container ist sehr stabil und standfest und wird deshalb in Baumschulen häufig bei der oberirdischen Kultur an Gerüsthalterungen eingesetzt. Eine Wiederverwendbarkeit nach der Pflanzung am Endstandort ist uneingeschränkt möglich. Nachteilig können sich die harten Topfränder und Griffmulden beim Pflanzentransport zur Baustelle auswirken, weil die Gefahr von Stammschäden besteht.

Beim Pot-in-Pot-System handelt es sich um zwei gleich große Hartwand-Kübel, ebenfalls aus schwarzem PE, die ineinander gestellt werden. Der äußere Grundtopf verbleibt dauerhaft im Boden und schließt nur geringfügig oberhalb der Erdbodenkante ab. Der zweite mit dem Baum getopfte Kübel wird darin eingesenkt. Abstandhalter zwischen beiden Containerböden und -wänden verhindern das Verkeilen ineinander. Alle anderen Eigenschaften sind analog dem Hartwand-Einzelkübel.

Abb. 1: Versuchsbaum im Hartwand-Kübel vor der Pflanzung und im Pot-in-Pot-System

Axel Schneidewind, axel.schneidewind@llg.mule.sachen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Quedlinburg

Wurzelentwicklung von Winter-Linden in Abhängigkeit von der Anzucht in Containern

Straßenbaum, Wurzeln, Containerpflanzen

Zwei Versuchsvarianten gehören zur Gruppe der Pflanzsäcke aus flexiblem, teilweise recyceltem, Material, von denen es inzwischen eine Vielzahl von Größen, Farben und Anbietern gibt. Die Produkte werden aus witterungsbeständigen Polyethylen- oder Polypropylen-Geweben mit Trageschlaufen hergestellt. Das atmungsaktive wasserdurchlässige Gewebe soll Ringwurzelbildungen und Staunässe verhindern. Die Pflanzsäcke sind wasch-, sterilisier- und deshalb wiederverwendbar. Flach zusammengefaltet beanspruchen sie ein geringes Lager- und Transportvolumen. Aufgrund der weichen Topfwände verursachen Pflanzsäcke bei Verladung und Transport von Bäumen keine Stammschäden. Die Preise pro Pflanzsack sind im Vergleich zu den anderen Fabrikaten günstiger.

Bei den getesteten Produkten handelt es sich um den PlantinBag® und ARBO-Perf®. Der grüne Baumschulcontainer PlantinBag® besteht aus nicht abbaubarem aber recycelfähigem Polyethylengewebe mit zwei Griffen bzw. Transportschlaufen, ist luftdurchlässig und UV-beständig. Über die gesamte Containerwand gleichmäßig verteilt befinden sich 24 und im Containerboden weitere 8 gestanzte Löcher mit 4 mm Durchmesser. Zusätzlich sind an der seitlichen Unterkante des Sacks weitere 4 größere Löcher von 1 cm Durchmesser ausgeführt, die für den Abzug überschüssigen Wassers sorgen soll.

Der ARBO-Perf® ist mit 59 l Volumen, einem Durchmesser von 46 cm und einer Höhe von 31 cm etwas breiter. Er besteht ebenfalls aus nicht abbaubarem aber weißem PE-Gewebe der Seitenwände mit angenähtem schwarzem Behälterboden gleichen Materials und vier gleichmäßig verteilten Transportschlaufen. Gemäß Herstellerangaben ist dieser ebenfalls luftdurchlässig und UV-beständig. Die weißliche Färbung der Containerwände soll durch die Reflektion des Sonnenlichts die Bodentemperaturen im Baumsubstrat während der Kulturzeit verringern. In vier Reihen angeordnet, befinden sich in der unteren Hälfte des Sacks insgesamt 104 gestanzte 4 mm große Löcher, die wie Perforierungen wirken. Weitere Lochungen, wie bei PlantinBag®, sind nicht vorhanden.

Abb. 2: Linden im PlantinBag®, im ARBO-Perf®, im Air-Pot® vor der Pflanzung

Axel Schneidewind, axel.schneidewind@llg.mule.sachen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Quedlinburg

Wurzelentwicklung von Winter-Linden in Abhängigkeit von der Anzucht in Containern

Straßenbaum, Wurzeln, Containerpflanzen

Der Air-Pot®, ist gegenüber den bisher vorgestellten Kulturcontainern von Gehölzen ein grundsätzlich anderes System, auch als Springring bekannt. Das Fabrikat wird aus recyceltem schwarzem HPDE gefertigt und besteht aus einer speziellen Topfwand, einem gitterartigen Bodeneinsatz sowie grünen Wandbefestigungsschrauben. Der für die Versuchspflanzen verwendete Air-Pot®-Behälter wies einen Durchmesser von 39 cm und eine Höhe von 44 cm auf. Die Bodenplatte war 6 cm oberhalb des unteren Topfrands eingebaut. Damit ist auch von unten eine dauerhaft gute Belüftung und Drainage des Wurzelwerks gewährleistet. Aus dieser Aufbauweise ergibt sich ein Gesamtvolumen von 45 l. Die Containerwand besitzt eine dreidimensionale Struktur mit direkt nebeneinanderliegenden konisch geformten 4 cm tiefen kegelartigen Ausstülpungen. Die Hälfte der Kegel ist nach innen gerichtet und geschlossen. Die nach außen weisenden Kegelspitzen sind exakt abgeschnitten, also offen, mit Ausnahme der oberen drei Kegelreihen. Dieser geschlossene Containerrand von 6 cm Breite dient als Gießrand und verhindert das oberflächliche Abschlämmen des Baumsubstrats. Da die Behälterwände keine ebenen Flächen aufweisen, werden die Wurzeln in die nach außen stehenden, offenen Kegel geleitet bis die Wurzelspitzen durch den ansteigenden Luftgehalt eintrocknen. Dieser natürliche Luftwurzelschnitt wird auch als „air-pruning“ bezeichnet. Gleichzeitig erfolgt damit eine intensive Durchlüftung des eingebauten Baumsubstrats. Der Beschaffungspreis pro Set ist im Vergleich zu den anderen Containertypen am höchsten. Ein Versand von Bäumen auch ohne den Air-Pot®-Behälter ist, gemäß Produktinformation, möglich.

Eine Übersicht der Containerfabrikate mit den Produktdaten zeigt Tab. 1. Die Einzelpreise beziehen sich auf das Jahr 2019. ARBO-Perf® wird inzwischen nicht mehr angeboten. Es handelt sich deshalb um den früheren Beschaffungspreis.

Tab. 1: Übersicht der verwendeten Containertypen

Var.	Fabrikat	Farbe	Volumen in l	Ø in cm	Höhe in cm	Einzelpreis in €
1	Hartwand-Kübel	schwarz	50	45	35	3,76
2	Pot-in-Pot	schwarz	50	45	35	7,52*
3	PlantinBag®	grün	53	43	32	1,55
4	ARBO-Perf®	weiß	59	46	31	2,85
5	Air-Pot®	schwarz	45	39	40	7,74

*Preis entspricht zwei Hartwandkübeln (Grundtopf verbleibt im Boden)

Ergebnisse und Diskussion

Bei der Erstaufnahme der Stammumfänge (STU) nach der Pflanzung (Messung in 1 m Höhe) variierten die Werte innerhalb eines Containerfabrikats kaum voneinander und nur geringfügig zwischen den Varianten. Bei den Linden aus den Hartwand-Kübeln lagen die STU zwischen 14,9 cm und 16,3 cm, bei den beiden Pflanzsäcken PlantinBag® und ARBO-Perf® zwischen 15,1 cm und 15,9 cm sowie bei Air-Pot® zwischen 15,2 cm und 16,6 cm. In den Folgejahren wurde die Entwicklung der STU in Abhängigkeit vom ursprünglichen Anzuchtcontainer deutlicher. Bei den zuletzt entnommenen Versuchsbäumen aus den Hartwand-Kübeln und den Pflanzsäcken lagen die Messwertunterschiede unter 3 cm. Die Stammzuwächse der Winter-Linden aus den Air-Pot®-Behältern waren über die gesamte Versuchszeit hinweg durchgehend stärker. Am Versuchsende wies die letzte Linde dieser Variante, als einziger Baum überhaupt, einen Stammumfang über 60 cm auf.

Axel Schneidewind, axel.schneidewind@llg.mule.sachen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Quedlinburg

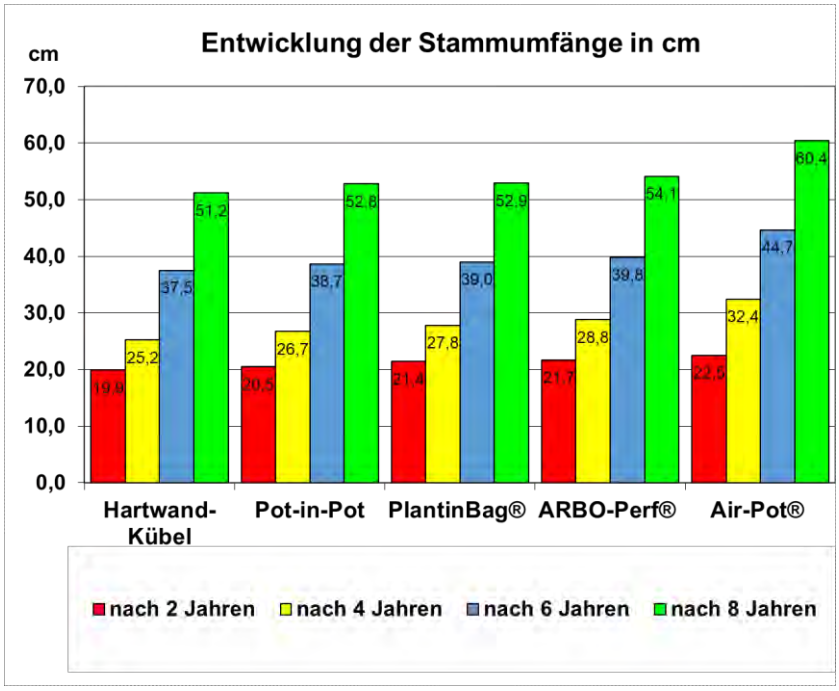


Abb. 3: Messergebnisse der Stammumfänge in Abhängigkeit vom Kulturcontainer

Diese Ergebnisse bestätigen sich durch die Messungen der Baumhöhen. Zu Versuchsbeginn lagen die Baumhöhen pro Containervariante im Durchschnitt zwischen 4,48 m und 4,73 m Nach acht Jahren betrug die größte Gesamtbaumhöhe 8,12 m (Air-Pot®) und die geringste 7,07 m (Pot-in-Pot). Im folgenden Diagramm sind die Durchschnittswerte pro Variante dargestellt.

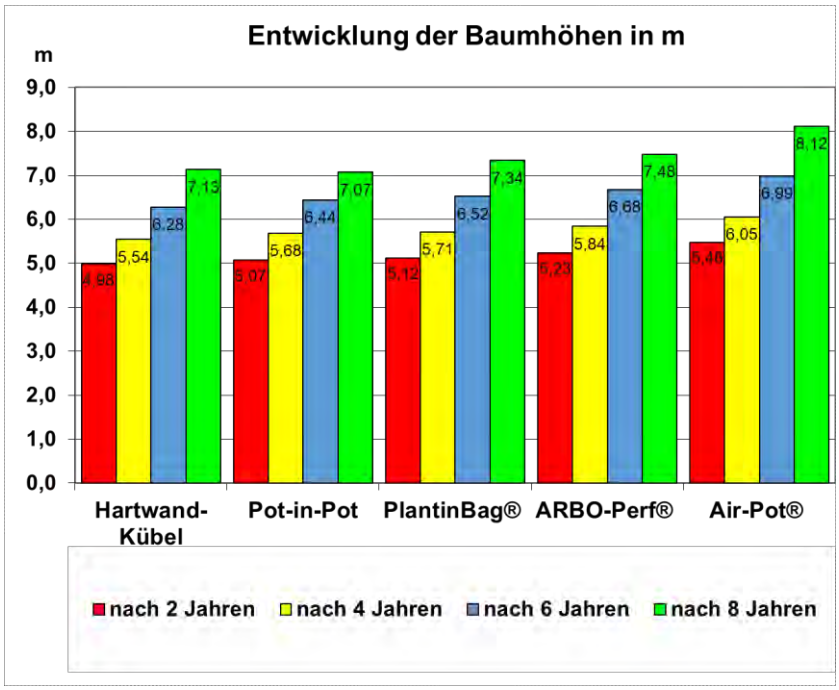


Abb. 4: Messergebnisse der Baumhöhen in Abhängigkeit vom Kulturcontainer

Wurzelentwicklungen im Versuchszeitraum

Nach der Entfernung der Kulturcontainer unmittelbar vor der Einpflanzung der Linden konnte erstmals das Wurzelwerk an den Außenflächen der Ballen in Augenschein genommen werden. Dabei wurde visuell in Abhängigkeit vom Containertyp ein heterogenes Wurzelbild sichtbar. Mit Ausnahme der Bäume aus dem Air-Pot® waren bei allen anderen Varianten Ringwurzeln unterschiedlicher Stärke und Länge feststellbar, die längsten und dicksten bei den Hartwand-Kübeln. Teilweise verliefen diese Wurzeln um den gesamten Ballen umlaufend. Aber auch bei den Pflanzsäcken konnten diese Wurzelausprägungen an den glatten Außenflächen nachgewiesen werden. Bei den Hartwand-Kübeln waren die Ringwurzeln häufiger im oberen Drittel des Ballens sichtbar, bei den Pflanzsäcken mehr in der unteren Hälfte. Im Gegensatz zu den Varianten 1 bis 4 sah das Wurzelwerk der Bäume aus dem Air-Pot® deutlich anders aus. Entsprechend des Systemaufbaus wurde die wabenförmige kegelartige Wandstruktur am Ballen sichtbar, die ein dicht verzweigtes Schwachwurzelgeflecht ohne Ansätze von Wurzeldrehungen aufwies.

Breits nach der Ausgrabung der ersten fünf Winter-Linden mit anschließender Wurzelfreispülung Ende 2011 zeigte sich das vollziehende Auswurzelungsverhalten der Linden. Die Zählung der containerverursachten Ringwurzeln bestätigte das visuelle Bild während der Pflanzung. Die größte Anzahl dieser Wurzeln, die inzwischen ausnahmslos Grobwurzelstärke (Ø > 2 cm) besaßen, wurden mit 17 bzw. 18 bei den Hartwand-Kübeln ermittelt, gefolgt von ARBO-Perf® mit 12 und PlantinBag® mit 10 Stück. Dieses Ergebnis bestätigte sich auch nach allen weiteren Rodungen mit baumindividuellen Abweichungen (s. Abb. 5).

Bei den zuletzt entnommenen Versuchsbäumen hatten die Ringwurzeln durchgehend Starkwurzelstärke (Ø > 5 cm) erreicht. Über die Jahre hinweg waren blockartige Wurzelstöcke entstanden, die immer noch die ursprünglichen Containermaße anzeigten.

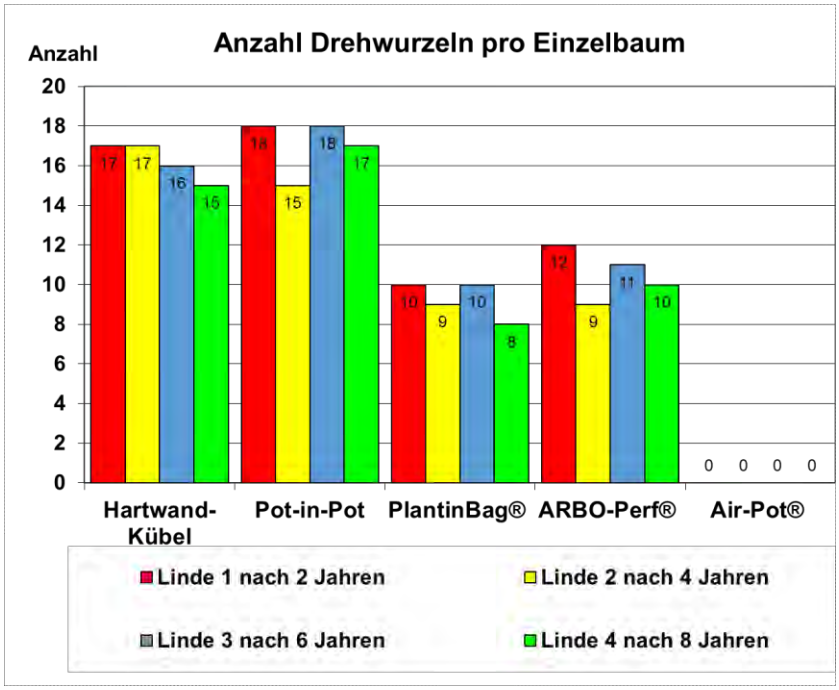


Abb. 5: Festgestellte Anzahl Dreh-/Ringwurzeln pro Einzelbaum und Jahr

Die eigentliche Auswurzelung am Endstandort vollzog sich bei den Hartwand-Kübel- und Pflanzsackbäumen ab der ehemaligen Containerwand in radialer Richtung. Dieser Vorgang kann exemplarisch so beschrieben wer-

den: Die Wurzel eines getopften Jungbaums in einem glattwandigen Container erreicht die Behälterwand, beginnt an dieser Fläche den, in diesem Fall unvermeidlichen, Drehwuchs, verdickt sich entsprechend der Kulturdauer, kommt nach der Baumschulkultur an den Endstandort und kann von dieser Stelle aus in den umliegenden Boden einwachsen. Die ringförmige Wurzelentwicklung wird damit überwunden, aber die bis dahin ausgeprägten Ringwurzeln bleiben unverändert bestehen. Durch das sekundäre Dickenwachstum verwachsen diese miteinander. Mit zunehmendem Baumalter entsteht daraus ein blockartig verwachsener Wurzelstock. Diese voranschreitende Entwicklung konnte bereits nach der zweiten Ausgrabungsaktion der Linden festgestellt werden.

Im sechsten Versuchsjahr wurde eine Linde aus dem ehemaligen Pot-in-Pot-System im Kronenbereich zunehmend trocken und starb allmählich ab, ohne dass phytosanitäre oder Standortprobleme nachzuweisen waren. Nach dem Ausspülen des Wurzelwerks wurden 18 Ringwurzeln im Bereich des ehemaligen Hartwand-Kübels festgestellt. Die am weitesten oben liegenden Wurzeln hatten begonnen, ähnlich einer klassischen Würgewurzel, den Stammfuß einzuschnüren. Vor der Ausgrabung konnte dieser würgewurzelähnliche Zustand nicht erkannt werden. Erst das umfassende Freilegen der Wurzelhälse bei der Ausgrabung machten die quer zur Wuchsrichtung des Stammes liegenden Drehwurzeln bis 8 cm Durchmesser vollständig sichtbar.

Nach acht Versuchsjahren traten bei den Winter-Linden aus den ehemaligen Hartwand-Kübeln, neben den blockartig verwachsenen Wurzelstöcken, zusätzlich unnatürliche und starke wulstartige Verdickungen des Stammfußes bis zu einem Durchmesser von 14 cm auf. Die inzwischen komplett eingewachsenen verdrehten Starkwurzeln schnürten die Stammfüße dieser beiden Linden erheblich ein und behinderten zunehmend das sekundäre Dickenwachstum der Stämme.

Abb. 6: Wulstartiges Wachstum am Stammfuß infolge des fortgeschrittenen Dickenwachstums von Ringwurzeln (links: ehemaliger Hartwand-Kübel; rechts: ehemaliges Pot-in-Pot-System)

Bei den Pflanzsackvarianten zeigte sich die Entwicklung der Drehwurzeln nach acht Jahren in etwas modifizierter Weise. Da die ursprünglich bei der Anzucht entstandenen Ringwurzeln hauptsächlich in der unteren Hälfte der Container lokalisiert waren, führten diese vor allem dort zu blockartigen Wurzelverwachsungen. Bei der Linde aus dem ARBO-Perf®-Sack wurde eine beginnende Einschnürung des Stammfußes durch Ringwurzeln festgestellt. Da eine Entfernung von eingewachsenen Ringwurzeln am stehenden Baum unmöglich ist, muss von einer fortschreitenden Schädigung an dieser Stelle ausgegangen werden.

Abb. 7: Wurzelstock aus blockartig verwachsenen Ringwurzeln nach 8 Jahren (links: ehemaliger Plantin-Bag®-Pflanzsack; rechts: ehemaliger ARBO-Perf®-Pflanzsack)

Anders stellten sich die ausgespülten Wurzelbereiche aus dem Air-Pot®-System dar. Wie beschrieben, konnten bereits vor der Pflanzung äußerlich keine Drehwurzeln festgestellt werden. Nach den Ausgrabungen dieser Linden, gemäß Versuchsablauf, zeigte sich unabhängig vom Baumalter eine normale Wurzelentwicklung. Aus den dicht verzweigten Schwachwurzelwerken an den Behälterrändern des Air-Pot® entwickelte sich ein gleichmäßig sternförmig ausgeprägtes Wurzelsystem nach allen Seiten. Die Wurzeln wuchsen, ohne vorheriger Drehwuchsfixierung, weitestgehend ungehindert in den umgebenden Oberboden. Durchgeführte Suchschachtungen bei den letzten fünf stehenden Winter-Linden erbrachte, dass sich, im Vergleich zu den anderen Varianten, das weitreichendste Wurzelsystem bei dem Baum entwickelt hatte, der im Air-Pot®-Behälter kultiviert worden war.

Abb. 8: Radiale Auswurzelung nach 8 Jahren (ehemaliger Air-Pot®-Behälter)

Wurzelentwicklung von Winter-Linden in Abhängigkeit von der Anzucht in Containern

Straßenbaum, Wurzeln, Containerpflanzen

Die Untersuchungen zeigen bei vier von fünf Versuchsvarianten sehr anschaulich das Ausmaß von Ringwurzelbildungen in Abhängigkeit von den in der Baumschule verwendeten Kulturgefäßen. Es hat sich bestätigt, dass die während der Containerproduktion primär entstandenen noch dünnen Drehwurzeln im Wurzelstock eines Baumes lebenslang erhalten bleiben. Die Ring- oder Drehwurzelbildung und damit die zunehmende Gefahr von würgewurzelähnlichen Wuchsabläufen in unmittelbarer Nähe des Baumstamms, stellen ein grundsätzliches Problem für die Baumentwicklung dar.

Demzufolge ist nicht das Auswurzelungsverhalten der Bäume das eigentliche Problem, sondern die anzuchtbedingt fixierten Ringwurzelausprägungen, die durch das bevorzugte Wachstum von Wurzeln an den Grenzflächen glatter oder ebener Containerwandungen hervorgerufen werden.

Hinsichtlich der Wurzelentwicklung über den Versuchszeitraum von acht Jahren hinweg betrachtet, kann nur die Variante aus dem ehemaligen Air-Pot®-System als empfehlenswert beurteilt werden. Es wurde nachgewiesen, dass dieser Kulturcontainer die Bildung eines dicht verzweigten Wurzelgeflechts ohne Ringwurzelbildungen ermöglicht und die Bäume am Endstandort ohne Einschränkungen gleichmäßig stark auswurzeln. Im Vergleich zu den anderen vier Containervarianten entwickelten sich im Versuchszeitraum hierin die größten Bäume.

Die vorliegenden Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Baumart *Tilia cordata* und den vorgestellten Kulturcontainern am Standort Quedlinburg. Die Abgleichung der Ergebnisse mit denen aus Ellerhoop steht noch aus. Es wäre wünschenswert, weitere Versuchsstandorte und Baumarten in ähnliche praxisnahe Untersuchungen einzubeziehen. Das gleiche gilt auch für neue oder weiterentwickelte Containertypen.

Axel Schneidewind, axel.schneidewind@llg.mule.sachen-anhalt.de |
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Quedlinburg