



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Bautechnik und
Naturgefahren

Untersuchungen zu Baumsubstraten und Straßenbäumen mittels ausgewählter geotechnischer und vegetationstechnischer Methoden im Rahmen des „SAVE“-Projekts der Stadt Wien

Laborversuche und Analyse von Baumsubstraten (mittels Korngrößenverteilung, Wasserkapazität und Porenvolumen); Experteninterviews zu Straßenbäumen; Grundlagen für mögliche zukünftige Entwicklung

Research of tree substrates and street-trees with geotechnical and vegetation-technical methods for 'SAVE'-project of the city Vienna

Laboratory tests and analysis of tree substrates (with grain size distribution, maximum field moisture capacity and total pore volume); Specialist interviews on street trees; Groundwork for potential future developments

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades einer
diplomierten Ingenieurin der Naturwissenschaften
der Studienrichtung Landschaftsarchitektur und Landschaftsplanung
am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau
am Department für Bautechnik und Naturgefahren
an der Universität für Bodenkultur in Wien
eingereicht von
Bettina Kos, B.Sc.

Betreuer/In: Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Ulrike Pitha

Dipl.-Ing. Bernhard Scharf

Institutsleiterin: Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Rosemarie Stangl

Wien, 7. August 2017

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Formulierungen und Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Diese schriftliche Arbeit wurde noch an keiner Stelle vorgelegt.

Wien, 7. August 2017

Bettina Kos

Kurzzusammenfassung

Aufgrund der stetig zunehmenden Veränderungen des Klimawandels ändern sich die Ansprüche und Bedürfnisse von Bäumen, vor allem von Straßenbäumen. Das „SAVE“-Projekt sieht vor, Kanäle der Stadt Wien zu entlasten, indem Regenwasser in Baumscheiben fließen soll, um unter anderem die künstliche Bewässerung von Straßenbäumen zu verringern. Einzig geeignetes Baumsubstrat ist hierfür ungenügend, es braucht die richtige Kombination aus Straßenbaum und Baumsubstrat.

Um aussagekräftige Empfehlungen für die zukünftige Planung von Straßenbaumpflanzungen geben zu können, wurden die unterschiedlichen Kombinationen aus Baum und Substrat mittels zweier verschiedener Herangehensweisen untersucht. Der geotechnische Teilbereich untersucht 11 verschiedene Baumsubstrate auf ihre Fähigkeiten und Belastbarkeiten. Die Eigenschaften der Baumsubstrate wurden bestimmt, indem Korngrößenverteilungen und Gesamtporenvolumina gemessen und errechnet wurden, sowie maximale Wasserkapazitäten getestet und mehrfach verifiziert wurden. Der vegetationstechnische Teilbereich, bezieht sich auf Straßenbäume. Hier entstand mit Hilfe von Fachliteratur und Experteninterviews eine Sammlung an Statements. Ausgehend von der Frage der Vitalität der Straßenbäume wurde über die jeweiligen möglichen negativen Faktoren und persönlichen Präferenzen auch die Relevanz der Baumgrubengestaltung als auch deren Pflegemaßnahmen abgedeckt.

In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass „SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau“ und „Wiener Baumsubstrat Oberbau“, für die Anforderungen des „SAVE“-Projekts, am besten geeignet sind. Außerdem konnte eine Korrelation zwischen maximaler Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen, als auch zwischen maximaler Wasserkapazität und den Sand- und Kiesanteilen der Korngrößenverteilung, festgestellt werden. Die Ergebnisse aus Befragung und Recherche zeigen, dass die Summe der einwirkenden Faktoren, die Straßenbäume belastet. Die Ursachen und deren Folgen sind miteinander verbunden. Es ist eine Umstrukturierung im Bereich der Rahmenbedingungen, wie Pflege und Baumgrubengestaltung, notwendig.

Die Endprodukte dieser Arbeit sind eine Liste an potenziell geeigneten Straßenbäumen, eine Abhandlung an Statements der Experten, die dabei helfen soll, vitale Straßenbäume zu pflanzen und zu erhalten. Sowie eine Platzierung der Baumsubstrate bezüglich der getesteten Parameter.

Abstract

Requirements and needs for trees in an urban environment have changed, due to climate change. The „SAVE“-project aims to provide some relief for existing drainage systems. Stormwater should run into tree grilles, so that additional irrigation can be reduced or stopped. To achieve this, a combination of effective tree species and effective substrate is necessary.

The geotechnical part of this thesis examines 11 tree substrates. Parameter tests are used to determine the substrates' characteristics. These tests include grain size distribution, maximum field moisture capacity and total pore volume.

The vegetation-technical part deals with street trees and uses specialist interviews to collate a qualitative survey. The central aspect is tree health. Specialist statements include negative aspects, personal preferences, pertinence of tree excavation and trending strategies.

Results show that 'SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau' and 'Wiener Baumsubstrat Oberbau' are the most suitable substrates in an urban environment. Furthermore there is a correlation between maximum field moisture capacity and total pore volume as well as the maximum field moisture capacity and the sand and gravel content. Research confirms that a sum of negative influences have detrimental effect on plant vitality. These influences connected strongly to tree health. New planning conditions should be enforced to ensure measured that have positive impact on tree vitality are carried on.

The outcome is a list of possible suitable street trees and a collection of statements of experts. These can help to plant and maintain healthy street trees as well as provide a range of the most suitable substrates.

Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich bei all denjenigen, die mich während der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt und motiviert haben.

Zuerst gebührt mein Dank Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Ulrike Pitha und Dipl.-Ing. Bernhard Scharf, die meine Masterarbeit betreut und begutachtet haben, vor allem für die hilfreichen Anregungen und die konstruktive Kritik bei der Erstellung dieser Arbeit.

Ich danke allen Experten meiner Befragung, ohne die diese Arbeit nicht hätte entstehen können. Mein Dank gilt ihrer Informationsbereitschaft und ihren interessanten Beiträgen und Antworten auf meine Fragen.

Ebenfalls bedanke ich mich bei meinen Kommilitonen Kilian Zinnecker und Markus Kronika, die mir mit viel Geduld, Interesse und Hilfsbereitschaft zur Seite standen. Ich bedanke mich für die zahlreichen interessanten Debatten und Ideen, durch deren Anregungen meine Arbeit kontinuierlich verbessert wurde und die dazu beigetragen haben.

Meinen Freundinnen Camilla Werl, Letti Mulaj und Lucy Tilling, sowie meinem Freund Thomas Lindtner danke ich besonders für den starken emotionalen Rückhalt über die Dauer meines Studiums.

Ein besonderer Dank gilt Dr. Angelika Thaler, die mir über die Jahre nicht nur ihren Rat, sondern mir auch Mut und Euphorie geschenkt hat.

Zutiefst zu Dank verpflichtet bin ich meiner Mutter, Erna Kos, die mir mein Studium durch ihre Unterstützung ermöglicht hat und stets ein offenes Ohr für meine Sorgen hatte.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Einleitung..... | 1 |
| 1.1 | Grundlagen zu Straßenbäumen und Baumsubstraten | 3 |
| 1.1.1 | Straßenbäume..... | 3 |
| 1.1.2 | Baumsubstrate | 15 |
| 1.2 | Fragestellungen und Ziele..... | 22 |
| 1.2.1 | Straßenbäume..... | 22 |
| 1.2.2 | Baumsubstrate | 22 |
| 1.2.3 | Ziele..... | 23 |
| 2. | Untersuchungen zu Straßenbäumen..... | 24 |
| 2.1 | Methode | 24 |
| 2.1.1 | Experteninterviews | 25 |
| 2.1.2 | Fachliteratur /-journale..... | 27 |
| 2.1.3 | Citree..... | 28 |
| 2.2 | Ergebnisse der Untersuchungen zu Straßenbäumen | 32 |
| 2.2.1 | Standard-Straßenbäume (der Regionen der Experten) | 32 |
| 2.2.2 | Vitalität..... | 34 |
| 2.2.3 | Faktoren des schlechten Zustandes der Straßenbäume..... | 36 |
| 2.2.4 | Straßenbaum Favorit | 40 |
| 2.2.5 | Potenziell geeignete Straßenbäume | 42 |
| 2.2.6 | Pflegearbeiten, Erhaltungspflege, Jungbaumpflege | 46 |
| 2.2.7 | Baumgrubengestaltung..... | 50 |
| 2.2.8 | Wichtigste Substrateigenschaft | 53 |
| 2.3 | Diskussion der Ergebnisse der Untersuchung von Straßenbäumen..... | 55 |
| 2.3.1 | Vitalität von Standardstraßenbäumen und deren Problemfaktoren | 55 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 2.3.2 | Baumliste | 60 |
| 2.3.3 | Rahmenbedingungen..... | 62 |
| 2.4 | Teilschlussfolgerung zu Straßenbäume | 67 |
| 3. | Untersuchungen zu Baumsubstraten..... | 68 |
| 3.1 | Materialbeschreibung | 68 |
| 3.1.1 | Inhaltsstoffe der verwendeten Baumsubstrate..... | 68 |
| 3.1.2 | Verwendete Baumsubstrate | 71 |
| 3.2 | Methode | 75 |
| 3.2.1 | Korngrößenverteilung..... | 75 |
| 3.2.2 | Maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen | 77 |
| 3.2.3 | Statistik | 88 |
| 3.3 | Ergebnisse der Untersuchungen zu Baumsubstraten | 90 |
| 3.3.1 | Korngrößenverteilung..... | 90 |
| 3.3.2 | Maximale Wasserkapazität..... | 101 |
| 3.3.3 | Gesamtporenvolumen | 103 |
| 3.3.4 | Ränge der getesteten Baumsubstrate | 105 |
| 3.3.5 | Anmerkungen | 106 |
| 3.4 | Diskussion der Ergebnisse der Untersuchungen von Baumsubstraten..... | 108 |
| 3.5 | Teilschlussfolgerung zu Baumsubstraten | 115 |
| 4. | Conclusio | 116 |
| 5. | Limitationen und Ausblick..... | 120 |
| 6. | Zusammenfassung..... | 122 |
| | Straßenbäume | 122 |
| | Baumsubstrate | 122 |
| | Ziele..... | 123 |

| | | |
|------|---|-----|
| 7. | Quellen | 128 |
| 8. | Abbildungsverzeichnis | 133 |
| 9. | Tabellenverzeichnis | 136 |
| 10. | Formelverzeichnis | 138 |
| 11. | Anhang | 139 |
| 11.1 | Fragenkatalog an die Experten | 139 |
| 11.2 | Experteninterviews | 140 |
| 11.3 | Porenvolumen und Wasserkapazität Aufzeichnungsblatt..... | 181 |
| 11.4 | Ergebnisse der Laborversuche maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen | 183 |
| 12. | Lebenslauf | 192 |

1. Einleitung

Die geographische Lage Wiens, dessen klimatischen Bedingungen, sowie der hohe Versiegelungsgrad führen zu einer starken Aufheizung der Stadt. Im Sommer regnet es oft über längere Zeiträume nicht, was die Beschattung von Straßen durch Bäume umso wichtiger macht (KÖRNER 2016).

Gleichzeitig kann es aufgrund von Starkregenereignissen in Städten zur Überlastung von Kanälen kommen, welche zu einem Überstau beziehungsweise zum Austritt von Abwasser aus dem Kanal und zur Überflutung von Straßen, Gehsteigen und Kellern führen kann. Die Stadt Wien steht somit vor der Herausforderung, im Rahmen eines modernen Regenwassermanagements Maßnahmen zu finden, die dazu geeignet sind, möglichst viel Regenwasser vor Ort zu belassen und für Pflanzen verfügbar zu machen. Dadurch wird das Mikroklima verbessert beziehungsweise versickert oder verdunstet das Regenwasser, wobei diese Lösungen mit den Interessen des Grundwasserschutzes, der Grünraumgestaltung und des Winterdienstes, auch bei Einsatz von Sole und Salz, verträglich sein müssen. Da Kanäle nach Stand der Technik nur auf begrenzte Starkregenmengen bemessen und gebaut werden können sowie Starkniederschläge bedingt durch den Klimawandel zunehmen werden, ist es notwendig, neue Strategien zur Bewirtschaftung des anfallenden Niederschlagswassers zu entwickeln. Derzeit wird Regenwasser in Kanäle geleitet. Durch bauliche Maßnahmen könnte Regenwasser in die Baumscheibe geleitet werden. Dafür bedarf es aus vegetationstechnischer Sicht ein Baumsubstrat, das sowohl Wasser speichern, als auch bei zu großen Mengen rasch versickern lassen kann. Hierbei stellt daher die Aktivierung von städtischen Grünflächen zur Versickerung, Speicherung und Reinigung von Niederschlagswässern eine aussichtsreiche Möglichkeit dar. Dazu ist es wichtig, die unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Nutzungsansprüche zu berücksichtigen. Hierzu zählt es, den Verkehr nicht zu behindern, als auch, dass der Bereich Straße so wenig wie möglich die Baumscheiben beeinträchtigen. Darunter fallen Vibrationen, die Verkehr mit sich bringt, die zu Verdichtungen im Erdreich führen. Laut Stand der Technik können die mittels strukturstabilen Baumsubstrats kompensiert werden.

Um bei dieser Vielfalt an Herausforderungen, die auch die Stadt Wien zu meistern hat, zu einer Lösung zu kommen, ging die Universität für Bodenkultur Wien eine Kooperation im Rahmen des Forschungsprojekts „Save“ (Straßen Abwasserlösungen für Vegetation und

Entwässerungssysteme) ein. Der Schwerpunkt soll dabei auf Entwässerungs- und Pflanzsysteme gelegt werden, die einen langfristigen Bestand von Bäumen entlang von Straßen und Wegen ermöglichen. An mehreren Standorten sollen Pilotanlagen errichtet werden, wofür geeignete Baumsubstrate und Straßenbäume gefunden werden müssen, die den Bedingungen entsprechen (Quelle 1). Das Projektkonsortium hat sich zum Ziel gesetzt, geeignetes Baumsubstrat zu finden, das den oben erwähnten Anforderungen des „SAVE“-Projektes entspricht. Zusätzlich sollen geeignete Straßenbaumarten und Baumarten gefunden werden, die den Ansprüchen einer modernen Stadt standhalten können und vital gedeihen.

Aufgrund der oben genannten Projektziele wurden in der vorliegenden Masterarbeit geotechnische Versuche von unterschiedlichen Baumsubstraten durchgeführt, sowie die Auswahl von potenziell geeigneten Straßenbäumen, die diesen Ansprüchen gerecht werden, diskutiert.

Die Arbeit gliedert sich daher wie folgt: Anfangs werden theoretische Grundlagen basierend auf dem Stand der Technik und abgeleitet aus fachrelevanter Literatur erarbeitet. Danach widmet sich ein Kapitel der Thematik Straßenbäume, wobei hier die Ergebnisse aus den Experteninterviews aufgelistet, analysiert und danach diskutiert werden. Das darauf folgende Kapitel 3 befasst sich mit möglichen Baumsubstraten, die den Zielsetzungen des Forschungsprojektes „SAVE“ entsprechen können. Hierbei wurden die Parameter: Korngrößenverteilung, maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen gewählt, um die Zusammensetzung, die Wasserspeicher- und Wasserhaltekapazität, also auch das Volumen der Poren aufzuzeigen. Diese Parameter sollen untereinander verglichen werden um potenzielle Abhängigkeiten zu erkennen.

Die Ergebnisse der Experteninterviews und die Ergebnisse aus den Laborversuchen werden mit Hilfe von Fachliteratur kritisch betrachtet und interpretiert.

1.1 Grundlagen zu Straßenbäumen und Baumsubstraten

1.1.1 Straßenbäume

Ein Straßenbaum ist ein Baum, der an einer innerstädtischen Straße steht. In der Regel sind dies Laubbäume. Bäume in der Stadt sind Ausdruck für Lebensqualität. Sie prägen das Bild der Straßen und Stadtteile (BAUER 2001). Die ökologische Funktion, der Bäume in der Stadt, kann beim Klimaschutz eine entscheidende Rolle spielen, wenn es darum geht, den CO₂-Ausstoß zu kompensieren, frische Luft zu produzieren, Feinstaub zu reduzieren und Aufheizungstendenzen entgegenzuwirken. Die Grundvoraussetzung dafür ist jedoch die Vitalität der Bäume: Je gesünder Bäume sind, desto stärker können sie die negativen Folgen der Klimaveränderung kompensieren und ihre klimaschützende Funktion entfalten (EPPEL, SANDER 2015). Im Gegensatz dazu bieten Städte ihren Bäumen miserable Lebensbedingungen (BAUER 2001). Stadtbäume sind einer Vielzahl vitalitätshemmender Stressfaktoren ausgesetzt. Sie leben in einem künstlichen Umfeld, in dem beengte Baumgruben das Wurzelwachstum stark einschränken. Durch Bodenverdichtung ist häufig nur eine unzureichende Sauerstoff- und Wasserversorgung gewährt und bei Versiegelung fehlt der notwendige Gasaustausch. Sie sind also durch versiegelte und verdichtete Böden belastet und leiden zusätzlich unter den zunehmend wärmeren und trockeneren Sommern. Als zusätzliche Belastungsfaktoren zählen unter anderem Spätfrost, neu eingewanderte Schädlinge und Erkrankungen (EPPEL, SANDER 2015), sowie Wassermangel, Anfahrtschäden und Verletzungen bei Baumaßnahmen. Dies senkt ihre Lebenserwartung dramatisch (BAUER 2001).

Richtlinien zur Beurteilung der Vitalität von Bäumen

Die Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL 2015) besagt, das Ziel einer Baumpflanzung sind Bäume, die entsprechend dem Begrünungsziel erzogen wurden und die ihre vorgesehene Funktion lange erfüllen können. Dies setzt eine artgerechte Verwendung voraus, sowie die Beachtung der Eigenschaften und Ansprüche des Standortes. Vorauszusetzen ist eine einwandfreie Gehölzqualität, eine fachgerechte Ausführung der Pflanzung und deren Pflege (Fertigstellungs-, Entwicklungs-, Unterhaltungspflege), sowie die Erhaltungspflege eines geeigneten Baumumfeldes.

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL) und DIN-Normen

Zu Baumpflanzungen und -pflege gibt es die FLL (2015): Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege und FLL (2010): Standortvorbereitungen für Neupflanzungen, Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate, sowie DIN 18916:2016-06: Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Pflanzen und Pflanzarbeiten, die in dieser Arbeit verwendet wurden.

Laut DIN 18916:2016-06 sind Begrünungsziel und Auswahl an Pflanzen insbesondere von Standort, vorgesehener Nutzung und der Pflege und Instandhaltung abhängig.

Pflanzen aus Anzuchtbetrieben müssen den Gütebestimmungen der Baumschulenpflanzung entsprechen (DIN 18916:2016-06). Bei der Lieferung muss, laut der FLL-Richtlinie, „Empfehlungen zu Baumpflanzungen Teil 1“ (FLL 2015), darauf geachtet werden, dass der Ballen beim Ballieren nicht übererdet wird. Der Wurzelansatz muss an der Oberseite des Ballens zu sehen sein. Beim Transport zur Baustelle ist zu berücksichtigen, dass beim Laden und Transportieren keine Beschädigungen entstehen, die Wert und Tauglichkeit mindern. Bei geeigneten Böden, kann die Pflanzung von Bäumen in ein Loch, mit mindestens 1,5-fachem Durchmesser des Wurzelwerks, erfolgen. Bei bedingt geeigneten Böden, muss mittels großvolumiger Pflanzgrube der Standort verbessert werden. Pflanzsohlen sind zu lockern und Pflanzwände sind aufzurauen (DIN 18916:2016-06). Das Pflanzloch ist erst kurzfristig vor der Pflanzung auszuheben. Zum Ausgleich von Setzungen sind Bäume ca. 10 cm höher einzupflanzen, als sie zuvor gestanden haben (FLL 2015).

Um eine fachgerechte und standortspezifische Baumpflanzung vornehmen zu können, empfiehlt die Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau folgende Pflanzgrubenbauweisen:

Die offene und nicht überbaute Pflanzgrube (Abbildung 1) kommt bei Baumpflanzungen in Grünflächen mit nur geringem Nutzungsdruck zur Anwendung. Die Oberfläche wird an Stellen, die keine Begehung oder Befahrung vorsehen, nur geringfügig belastet. Wobei teilweise Überbauungen der Pflanzgruben mit Platten und Gittern möglich sind, jedoch müssen diese so beschaffen sein, dass sie Belastungen standhalten und dauerhafte Belüftung gewährleisten. Darüber hinaus, müssen sie so eingebaut werden, dass das Substrat in der Pflanzgrube nicht verdichtet wird. Der Baugrund und die Verfüllung müssen nicht unterbaufähig sein (ebd.).

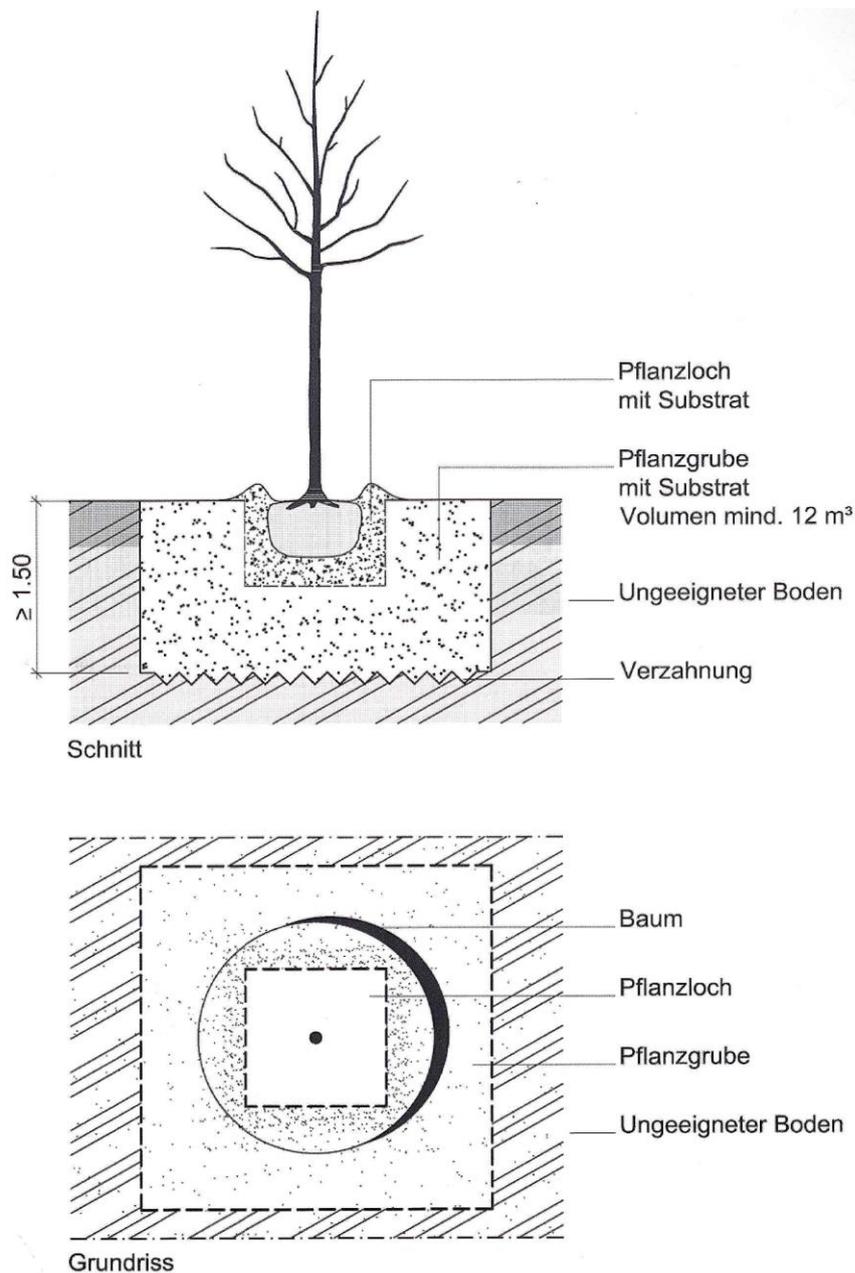


Abbildung 1: Pflanzgrubenbauweise 1: offene nicht überbaute Pflanzgrube mit ungeeigneten Bodenverhältnissen (FLL, 2015)

Die zweite Pflanzgrube (Abbildung 2) ist überbaut und kommt für Baumpflanzungen bei befestigten Verkehrsflächen zur Anwendung. Sie wird bei Parkplätzen, Fußgängerzonen und entlang von Straßen eingesetzt. Die Pflanzgrube eignet sich auch für andere überbaute Wurzelbereiche. Der darunter befindliche Baugrund, sowie die Vegetationstragschicht und Verfüllung müssen tragfähig und unterbaufähig sein (ebd.).

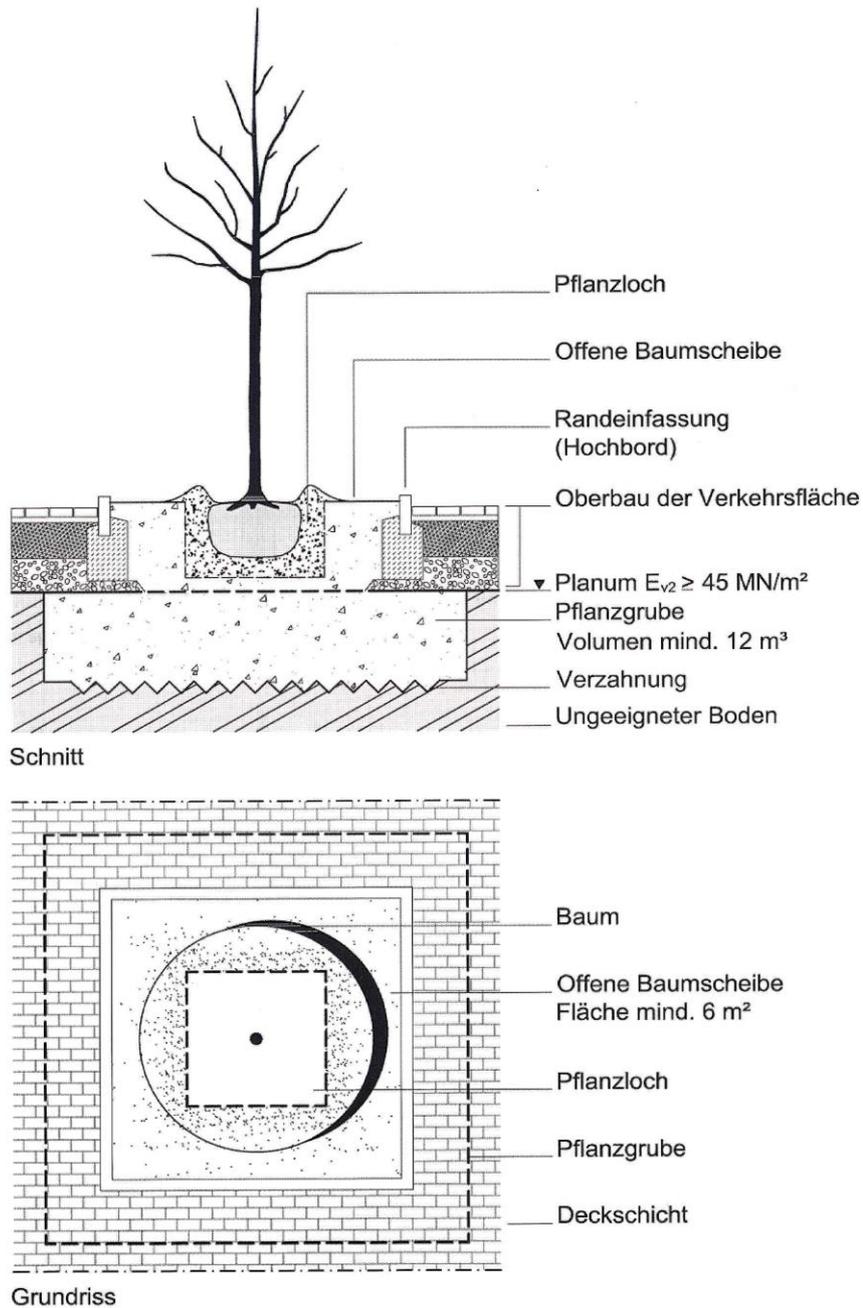


Abbildung 2: Pflanzgrubenbauweise 2: Pflanzgrube ganz oder teilweise überbaut (FLL, 2015)

Die Pflanzgrube muss einen guten Luft- und Wasserhaushalt aufweisen. Die Belüftung ist entscheidend für die Tiefe der Durchwurzelung. Der Baugrund sollte dauerhaft und nachhaltig belüftet sein. Eine ausreichende Wasserspeicherfähigkeit und Wasserdurchlässigkeit sollen vorhanden sein. Wenn diese nicht gegeben sind, muss der Baugrund verbessert werden und wenn dies nicht möglich ist, ist der Standort ungeeignet (ebd.).

Eine Wurzelraumerweiterung soll bei jeder Pflanzgrube gegeben sein. Es handelt sich um durchwurzelbaren Raum außerhalb der Pflanzgrube, der in der Regel überbaut, aber nicht mit Substrat befüllt ist. Dieser Raum kann sowohl in die Fläche, als auch in die Tiefe gehen, aber soll so geleitet werden, dass er zu durchwurzelbaren Räumen geführt wird (ebd.).

Wenn erforderlich, sind Belüftungsmaßnahmen vorzunehmen. Bautechnische Belüftungsmaßnahmen sind Grabenbelüftungen oder Tiefenbelüftungen. Tiefenbelüftung ist als Sanierungsmaßnahme für Standorte mit schlechter Luftversorgung und begrenztem Wurzelraumangebot gedacht (ebd.).

Die Grabenbelüftung eignet sich besonders für versiegelte Verkehrsflächen. Sie dient der Verbindung von Pflanzgruben untereinander und der Lenkung der Wurzeln zu durchwurzelbarem Boden außerhalb der Pflanzgrube und verbessert die angrenzenden Bodenschichten. Daher verlaufen grabenförmige Belüftungskörper unterhalb des versiegelten Oberbaus, mit direktem Anschluss an die Pflanzgrube. Die Grabenbreite soll mindestens 30cm betragen, während die Grabentiefe der Pflanzgrubensohlentiefe entsprechen soll. Zu beachten ist, dass die Filterstabilität des Belüftungsgrabens und der Tragschicht gegeben ist. Zur Verfüllung des Grabens ist eine 8/22 oder 8/45 Gesteinskörnung zu verwenden. Der Anschluss an die Bodenoberfläche ist durch geführte Kunststoffrohre oder dergleichen herzustellen. Der Abstand soll 5m nicht überschreiten und die Luftführung ist über Luftaufsätze herzustellen. Sollte die Pflanzgrube erweitert werden, kann der Graben auch entsprechend breiter ausfallen (ebd.).

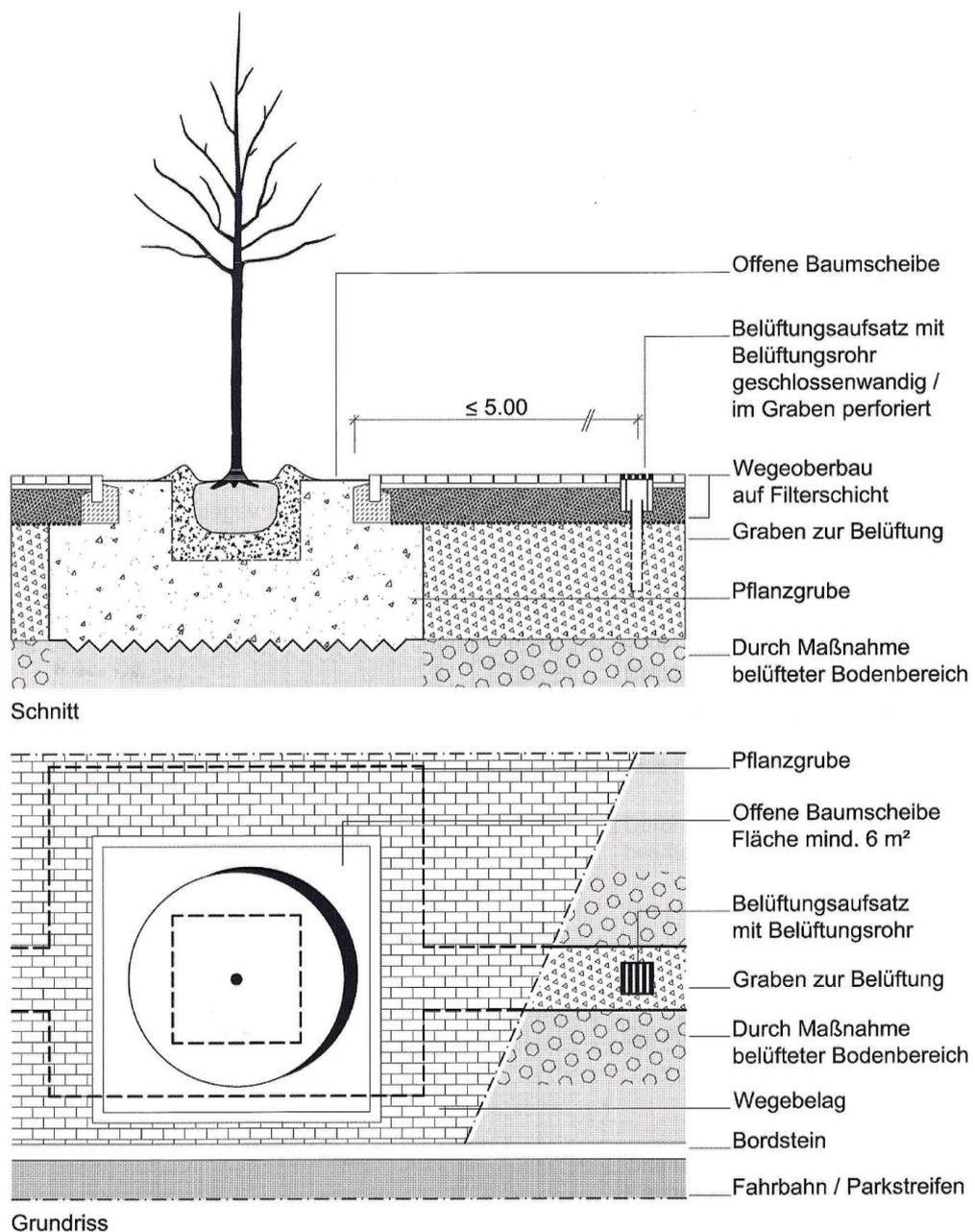
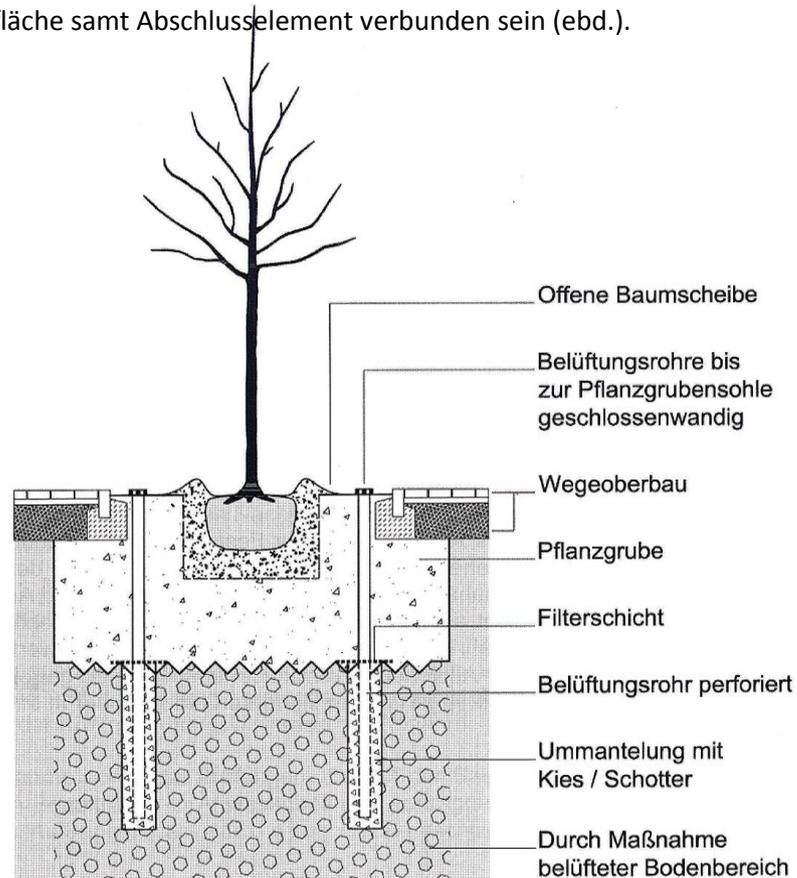


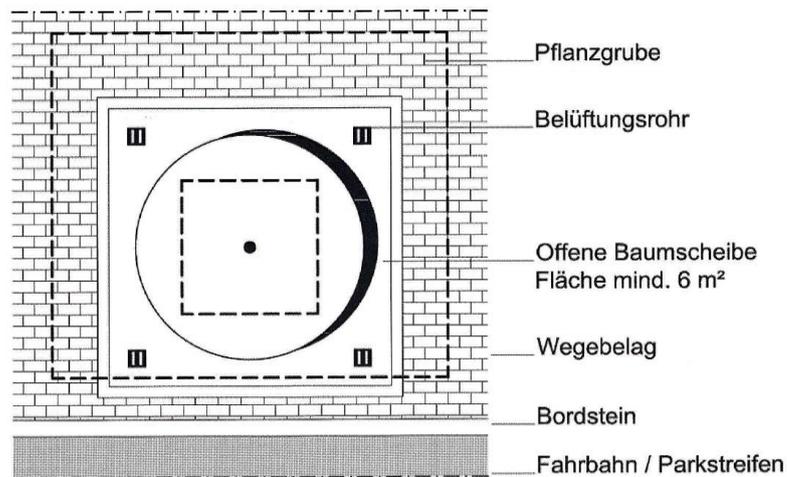
Abbildung 3: Grabenbelüftung (FLL, 2010)

Die Tiefenbelüftung eignet sich für beengte Standorte, ohne Möglichkeit zur Flächenerschließung. Hierbei werden die Wurzeln tief in den anstehenden durchwurzelungsfähigen Baugrund geführt. Sie dient der Belüftung tieferer Bodenschichten und ermöglicht Wurzelwachstum. Dabei ist Kenntnis über die örtlichen Untergrundverhältnisse, sowie Grundwasserspiegel und Schichtwasser, erforderlich. Im Sohlbereich der Pflanzgrube sind mindestens vier Bohrlöcher (\varnothing mindestens 30cm) in einer Tiefe von mindestens 1,5m herzustellen. Undurchlässige darunterliegende Bodenschichten sollen durchstoßen werden. In die Bohrlöcher sind Drainagerohre

einzusetzen und mit vorzugsweise offenporigen Verfüllstoffen zu ummanteln, aber nicht zu verfüllen. Darüber hinaus sollen innerhalb der Pflanzgrube Kunststoffrohre vorhanden sein, die mit dem Drainagerohr verbunden sind. Es kann auch ein durchgehendes Rohr mit Schlitzen im Tiefenbohrungsbereich sein. Zur Belüftung muss dieses mit der Belagsoberfläche samt Abschlusselement verbunden sein (ebd.).



Schnitt



Grundriss

Abbildung 4: Tiefenbelüftungsanlage (FLL, 2010)

Bei Laubgehölzen ist nach der Pflanzung ein Pflanzschnitt durchzuführen. Hierbei sollte ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Kronen- und Wurzelvolumen hergestellt werden. Beim Pflanzschnitt sind laut FLL (2015):

- Die artbedingten Eigenheiten zu beachten
- Der Leittrieb freizustellen
- Konkurrenztriebe zu entfernen/zurückzuschneiden
- Nach innen wachsende Äste zu entfernen
- Kreuzende und reibende Äste zu entfernen
- Beschädigte Äste einzukürzen/zu entfernen
- Seitenäste mit eingewachsener Rinde zu entfernen
- Der Leittrieb ist zu erhalten und wenn nötig zu stäben.

Zur Vorbereitung des Lichtraumprofils bei Bäumen für Verkehrsflächen ist zu prüfen, ob beim Pflanzschnitt höher aufgeastet werden muss. Es kann erforderlich sein, die Seitenäste einzukürzen (ebd.).

Nach dem Füllen des Pflanzloches muss durchdringend angewässert werden, um den Kontakt zwischen Ballen/Wurzeln und Boden/Substrat herzustellen. Gießmulden sind für die Zeitdauer der Fertigstellungs- und Entwicklungspflege auszubilden (ebd.).

Laut FLL (2010): Baumpflanzungen Teil 2, sollen die Rahmenbedingungen wie Kleinklima, Boden, Wasser, Lichtverhältnisse und Raumbedarf besonders berücksichtigt werden. Es ist von Wichtigkeit, dass die Lichtbedürftigkeit jeder Art und Sorte beachtet wird, da der Baum sonst als ungeeignet kategorisiert wird. Bezüglich Raumbedarf, müssen eine angemessene Baumgrube und ein angrenzender durchwurzelbarer Bodenraum zur Verfügung gestellt werden.

Außerdem unterscheidet die FLL (2010), zwischen zwei Pflanzgrubenbauweisen: offene und überbaute Pflanzgrube. Beide müssen ein Volumen von mindestens 12m^3 und eine Tiefe von 1,5m aufweisen. Bäume sind nach der Pflanzung in den ersten fünf Standjahren regelmäßig zu wässern. Erst dann haben Wurzeln die erwünschte Tiefe erreicht und einen entsprechend großen Wurzelraum erschlossen, sodass auch Trockenperioden überstanden werden können. Durch eine gute Wasserversorgung kann das Risiko hitzebedingte Schäden verringert werden (ebd.).

Die nachfolgende Tabelle enthält ein Beispiel der FLL (2015), für die verschiedenen Pflegephasen und Vorschläge für die Schnittfolgen zum Aufasten, bis zu einem Lichtraum von 4,5m bei einer angenommenen Erziehungs- und Aufbauphase von 15 Jahren. Je nach Art und Entwicklung kann sich die Schnittfolge verschieben.

| Phase | Stand-jahr | Maßnahme | |
|--|---------------------------------------|--|---|
| Jungbaumpflege in der Jugendphase/ Erziehungs- / und Aufbauphase | Pflanzung | · Pflanzschnitt, ggf. Entfernung der unteren Äste der Krone · Weitere Maßnahmen | |
| | Fertigstellungs-pflege | 1 | · Bei Bedarf Pflege der Baumscheibe, Wässern, Düngen · Kontrolle/Korrektur der Verankerung · Kontrolle/Korrektur von Schutzvorrichtungen · Stammaustriebe entfernen · Entfernen trockener und beschädigter Äste |
| | Abnahme | | |
| | Entwicklungs-pflege | 2 | · Bei Bedarf Pflege der Baumscheibe, Wässern, Düngen · Entfernen trockener und beschädigter Äste · Kontrolle/Korrektur der Verankerung · Kontrolle/Korrektur von Schutzvorrichtungen · Stammaustriebe entfernen |
| | | 3 | · Weitere Aufastung, Stamm/Kronenverhältnis beachten · Bei Bedarf Schnittmaßnahmen · Bei Bedarf Pflege der Baumscheibe, Wässern, Düngen · Entfernen trockener und beschädigter Äste · Kontrolle/Korrektur der Verankerung · Stammaustriebe entfernen · ggf. entfernen des Stabes für den Leittrieb · Entfernen von Baumverankerungen |
| | Übergabe an den Unterhaltenden | | |
| | Unterhaltungs-pflege | 4 | · Pflegemaßnahmen bei Bedarf |
| | | 5 | · Pflegemaßnahmen bei Bedarf |
| | | 6 | · Aufastung, bei Bedarf Kronenschnitt, weitere Pflegemaßnahmen bei Bedarf |
| | | 7 | · Pflegemaßnahmen bei Bedarf |
| | | 8 | · Aufastung, bei Bedarf Kronenschnitt, weitere Pflegemaßnahmen bei Bedarf |
| | | 9 | · Pflegemaßnahmen bei Bedarf |
| | | 10 | · Aufastung, bei Bedarf Kronenschnitt, weitere Pflegemaßnahmen bei Bedarf |
| | | 11 | · Pflegemaßnahmen bei Bedarf |
| | | 12 | · Aufastung, bei Bedarf Kronenschnitt, weitere Pflegemaßnahmen bei Bedarf |
| 13 | | · Pflegemaßnahmen bei Bedarf | |
| Erhaltungs-pflege | 14 | · Pflegemaßnahmen bei Bedarf | |
| | 15 | · Pflegemaßnahmen bei Bedarf | |
| | 16 | · Pflegemaßnahmen bei Bedarf | |
| ... | · Pflegemaßnahmen bei Bedarf | | |
| ... | | | |

Tabelle 1: Maßnahmen der Jungbaumpflege – insbesondere der Schnittfolge zur Erzielung des Lichtraumes von 4,5m nach FLL (2015), eigene Darstellung

Vitalität

Vitalität kommt von dem lateinischen Wort „vita“, und bedeutet „Leben“. Der DUDEN (2013) beschreibt es als die Lebenskraft eines Organismus. Allgemein äußert sich die Vitalität bei einem Organismus darin, wie gut dieser es schafft, sich an seine Umgebung anzupassen, beziehungsweise seine Umgebung möglichst optimal zu nutzen. Die Vitalität spielt bei der Einschätzung des Zustands von Bäumen eine wesentliche Rolle, vor allem bei Kontrollen der Verkehrssicherheit von Straßenbäumen, der Erstellung von Baumkatastern oder zur Einschätzung der Lebenserwartung. Um ableiten zu können, wie die Vitalität bei einem Baum beschrieben werden kann, muss überlegt werden, worin sich die Lebenskraft bei einem Baum äußert. Messen lässt sich diese zum Teil im Triebblängenzuwachs, jedoch dürfen zurückgehende Triebblängen nicht mit abnehmender Vitalität gleichgesetzt werden. Die Vitalität von Bäumen lässt sich abschätzen, indem Bäume in ihren verschiedenen Entwicklungsphasen betrachtet werden (KLUG 2005).

Um den Zustand des Baumes beschreiben zu können, gibt es unterschiedliche Fachliteratur. In dieser Arbeit wurden die Empfehlungen für die Beurteilung von Straßenbäumen der Gartenamtsleiterkonferenz (GALK) angeführt und durch die von ROLOFF (2013) erweitert. Um Vitalität klassifizieren zu können, werden Bäume in Schadstoffstufen 0-4 laut GALK und Vitalitätsstufen 0-3 nach ROLOFF (2013), gegliedert.

Bei **Schadstufe 0** ist ein Baum von guter Vitalität und gilt als gesund bis leicht geschädigt [0-10%]. Das Wachstum und die Entwicklung des Baumes sind arttypisch und von voller Funktionserfüllung. Der Kronenbereich besitzt vollen Zuwachs und ist auch arttypisch bezüglich Kronenaufbauten, Verzweigungen und Belaubung. Der Starkast- und Stammbereich ist von art- und alterstypischem Dickenzuwachs geprägt, besitzt bei Verletzungen eine gute Wundüberwallungsfähigkeit und weist keine Rindenschäden auf. Der Wurzelbereich ist ausreichend groß und keine oder nur geringe Überfüllungen oder Abgrabungen sind vorhanden, sowie keine erkennbaren Wurzelschäden (GALK 2002).

Bei **Schadstufe 1** ist der Baum leicht bis mittelstark geschädigt [>10-25%] und von nachlassender Vitalität. Der gesamte Baumzustand, sowie das Wachstum und die Entwicklung sind ausreichend, während die gesamte Funktionserfüllung eingeschränkt ist. Dem Kronenbereich fehlen im äußeren Kronenbereich zum Teil Feinstäste. Der Baum besitzt schütterere Belaubung, während seine Verzweigungsintensität eingeschränkt ist und ein verfrühter Laubfall geschieht. Der Starkast- und Stammbereich weist leichte Einschränkungen der oben angeführten Kriterien auf und leichte Rindenschäden sind

möglich. Der Wurzelraum ist leicht eingeschränkt und geringe Überfüllungen oder leichte Wurzelschäden sind ebenfalls möglich (ebd.).

Bei **Schadstufe 2** ist der Baum mittelstark bis stark geschädigt [$>25-60\%$]. Sein Wachstum und seine Entwicklung sind gestört, aber auch seine Funktionserfüllung ist deutlich eingeschränkt. Es sind absterbende Zweige und Äste vorhanden. Der Baum ist schwachwüchsig und beginnt zu Vergreisen. Die Krone wird durchsichtig und nur eine schütterere Belaubung, mit verkleinerten Blättern, ist beim frühen Laubfall zu bemerken. Der Starkast- und Stammbereich kann eine Rindenverletzung bis 30% aufweisen, die durch schwache Wundüberwallung geprägt ist. Darüber hinaus lassen Dickenwachstum und Wundreaktion nach. Der Wurzelbereich ist stark verdichtet oder versiegelt. Er weist teilweise Überfüllungen oder Abgrabungen sowie Wurzelschäden auf (ebd.).

Bei **Schadstufe 3**, ist der Baum stark bis sehr stark geschädigt [$>60-90\%$] und die Vitalität nicht mehr ausreichend. Das Wachstum und die Entwicklung sind erheblich gestört und die Funktionen sind schwer beeinträchtigt. Die Krone ist in Teilbereichen abgestorben und es können Unterkronen entstehen. Der Baum ist bei einer fortgeschrittenen Vergreisung angelangt. Er ist sehr schwachwüchsig und zeigt eine stark schütterere Belaubung im gesamten Kronenbereich. Der Starkast- und Stammbereich kann einen Rindenverlust bis 45% aufweisen und besitzt eine sehr schwache Wundüberwallung, während das Dickenwachstum kaum feststellbar ist. Der Wurzelbereich ist in einem stark verdichteten oder versiegelten Zustand. Teilweise sind Überfüllungen oder Abgrabungen sowie Wurzelschäden vorhanden (ebd.).

Bei **Schadstufe 4**, ist der Baum sehr stark geschädigt bis absterbend, oder tot [$>90-100\%$] und die Vitalität kaum oder nicht mehr feststellbar. Die Krone ist fast oder vollständig abgestorben und besitzt keine oder nur kümmerliche Restbelaubung. Der Rindenverlust kann mehr als 50% ausmachen und Wundüberwallung und Dickenzuwachs bleiben aus. Der Wurzelbereich ist stark verdichtet oder versiegelt und es finden sich teilweise Überfüllungen oder Abgrabungen. Das Wurzelwerk ist stark reduziert oder tot (ebd.).

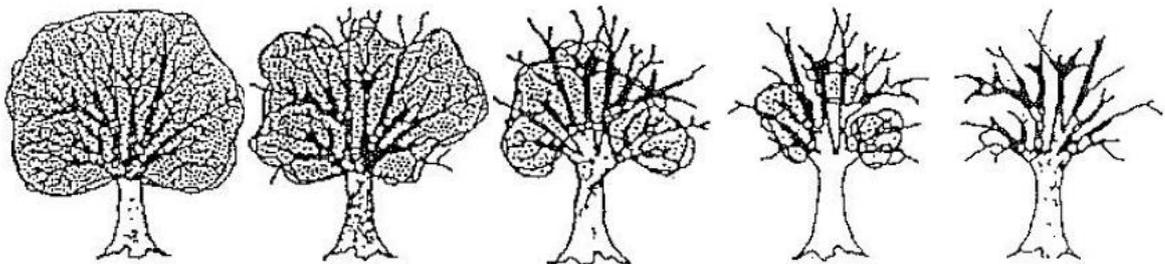


Abbildung 5: v.l.n.r. vier Stadien der Schädigung eines Baums von Stufe 0 bis 4 laut Galk

Im Vergleich zur GALK geht ROLOFF noch konkreter auf die Vitalität ein und beschreibt die Kronenstrukturen und schließt dabei auf die Lebenskraft der Bäume. Er beschreibt die Klassen mit Vitalitätsstufen, die im Vergleich zu den Schadstufen der GALK, aus nur vier Teilen bestehen.

In **Vitalitätsstufe 0** (Explorationsphase) ist der Baum vollkommen vital und unbeschädigt. Die Hauptachsen der Wipfeltriebe, sowie deren Verzweigungen sind Langtriebe. Es ist eine gleichmäßige netzartige Verzweigung zu sehen, die zu einer harmonisch geschlossenen, gewölbten Krone, ohne größere Lücken, führt (ROLOFF 2013).

In **Vitalitätsstufe 1** (Degenerationsphase) hat der Baum geringfügig verminderte Vitalität. Dies bedeutet, dass sich seine Wipfeltriebe flaschenbürstenartig verhalten. Es finden sich herausragende Äste mit kleinen Trieben, die dicht aneinander gereiht Blätter tragen. Die Krone wirkt nicht mehr harmonisch, da einzelne Äste aus der Oberkrone herausragen (ebd.).

In **Vitalitätsstufe 2** (Stagnationsphase) hat der Baum deutlich verminderte Vitalität. Hier bilden die Wipfeltriebe nur Kurztriebe, diese gleichen einem Krähenfuß. Durch diesen Astaufbau mit Verzweigungen lediglich an den Enden, neigen diese Kurztriebketten bei Wind und Starkregen zu brechen. Die Krone verlichtet von innen nach außen (ebd.).

In **Vitalitätsstufe 3** (Resignationsphase) hat der geschädigte Baum eine stark verminderte Vitalität und besitzt absterbende Hauptachsen. Wipfeltriebe sind abgestorben oder im Begriff abzusterben. Es entstehen eine oder mehrere Unterkronen, während die Krone durch das Ausbrechen größerer Äste und dem Absterben ganzer Bereiche zerfällt und daher unharmonisch und skelettartig wirkt (ebd.).

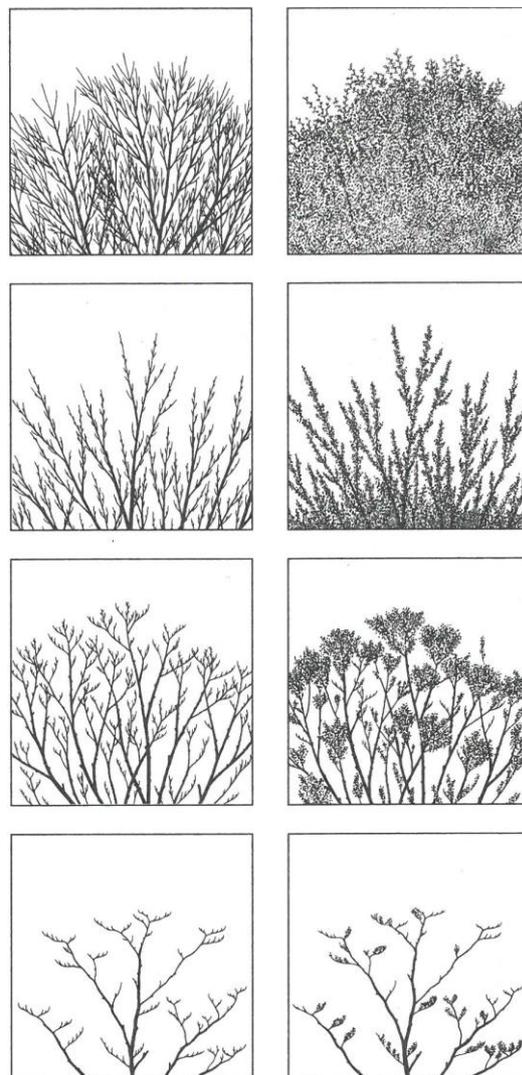


Abbildung 6: v.o.n.u. Vitalitätsstufen 0-3, v.l.n.r. un- & belaubter Zustand nach ROLOFF (2013)

1.1.2 Baumsubstrate

Substrat ist laut DUDEN (2013) ein Nährboden, besonders für Mikroorganismen. Die Herkunft des Wortes ist eine Komposition der lateinischen Wörter „*sub*“ welches „unterhalb“ bedeutet und *sternere* das für „auf den Boden legen“, „bedecken“, „bepflastern“ steht, was so viel wie „das darunter Gelegene“, „die materielle Grundlage“, die „Grundschicht eines Stoffes“ bedeutet (ROLOFF et al. 2008).

Exkurs: Unterschied zwischen Boden und Substrat

Boden: ist der gewachsene Boden, der unberührt und durch Verwitterung und Ablagerungen entsteht.

Substrat: ist veränderter Boden, der durch beimengen von Bodenhilfsstoffen, zusätzlichem Stützkorn und organischer Substanz zu einem Bodenverbesserer werden kann.

Im Freilandbau werden gewachsene Böden oder durch menschlichen Eingriff verbesserte Böden als Standort für pflanzliche Kulturen genutzt. Um diesen Kulturen einen idealeren Nährboden bieten zu können, werden Substrate eingesetzt (FISCHER 2010).

Unter dem Begriff Substrat werden sämtliche Materialien, sowohl natürliche als auch künstliche Stoffe, zusammengefasst, die der Anzucht von Pflanzen dienen (ROLOFF et al. 2008). Substrate sind aufgekalkte oder aufgedüngte Mischungen aus substratfähigen Ausgangsstoffen. Diese Ausgangsmaterialien werden vom Entstehungsort entfernt und/oder wiederaufbereitete organische oder mineralische Reststoffe (FISCHER 2010). Der so entstehende Nährboden dient als Wurzelraum und bietet den Pflanzen besonders günstige Wachstumsbedingungen.

Substrate sollen laut FLL (2010) die Basis von Baumpflanzungen sein. Jene Baumsubstrate sind mittlerweile zunehmender spezialisiert und technologisiert, um den Anforderungen der heutigen Zeit zu entsprechen und die Qualität zu steigern (FISCHER 2010).

Wichtig für die Evaluierung von Baumsubstraten sind mehrere unterschiedliche Faktoren – von der Korngrößenverteilung, der eigentlichen Korngröße über die Wasserkapazität des Bodens zum Porenvolumen des Substrats. Im Folgenden sollen diese Begriffe kurz ausgeführt werden.

Korngrößenverteilung

Die Korngröße ist laut DUDEN (2013), die Größe der in einem bestimmten Material vorhandenen Teilchen. Die Korngrößenverteilung wird mittels Siebanalyse erhalten und ist anhand der daraus resultierenden Körnungslinie festzustellen. Hier sind die Komposition

der unterschiedlichen Bausteine und die Verteilung der Substratelemente zu erkennen. Laut DIN 18915:2002-08, lässt die Korngrößenverteilung Rückschlüsse auf die physikalischen Eigenschaften eines Bodens zu und ermöglicht eine Einordnung der Böden in Bodengruppen.

Korngröße

Die vorkommenden Körner können stark variieren, die gemessenen Größen sagen nur etwas über den Äquivalenzdurchmesser aus. (siehe Abbildung 7)

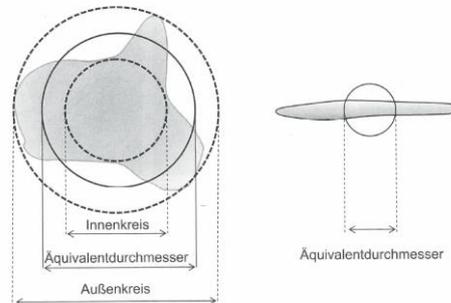


Abbildung 7: Äquivalenzdurchmesser (HARTGE und HORN 2014)

Die Korngrößenverteilung charakterisiert nur die prozentuale Verteilung der Körner (HARTGE und HORN 2014, S.15).

Die Korngrößen sind in zwei Kategorien eingeteilt: in den Skelettbereich, (dazu gehören Blöcke, Steine und Kies) sowie in den Feinerdebereich, (dazu zählen Sand, Schluff und Ton) wie in Tabelle 2 zu sehen ist. (HARTGE und HORN 2014)

| Größenklasse | Ton (T) | | | Schluff (U) | | | Sand (S) | | | Kies (K) | | | Steine (St) | | | Blöcke (Bl) | | |
|-----------------------|---|------|-----|---------------------|----|----|-------------------------------------|------|------|----------|----|----|------------------|-----|------|----------------|----------------------|--|
| | f | m | g | f | m | g | f | m | g | f | m | g | f | m | g | | | |
| Äquivalenzdurchmesser | 0.2 | 0.63 | 2.0 | 6.3 | 20 | 63 | 200 | 630 | 2000 | | | | $6.3 \cdot 10^4$ | | | $2 \cdot 10^6$ | in [μm] | |
| | | | | $6.3 \cdot 10^{-2}$ | | | 0.2 | 0.63 | 2 | 6.3 | 20 | 63 | 200 | 630 | 2000 | > 2000 | [mm] | |
| Bestimmungsmethoden | Sedimentation mit Zentrifugalbeschleunigung | | | | | | Sedimentation mit Erdbeschleunigung | | | | | | Siebung | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabelle 2: Korngrößenklassen (HARTGE und HORN 2014)

Die Körnungslinie (Abbildung 8) gibt die Verteilung der Körner visuell wieder, dazu gibt es einen Bereich in dem sich die Linie laut FLL (2010) befinden sollte.

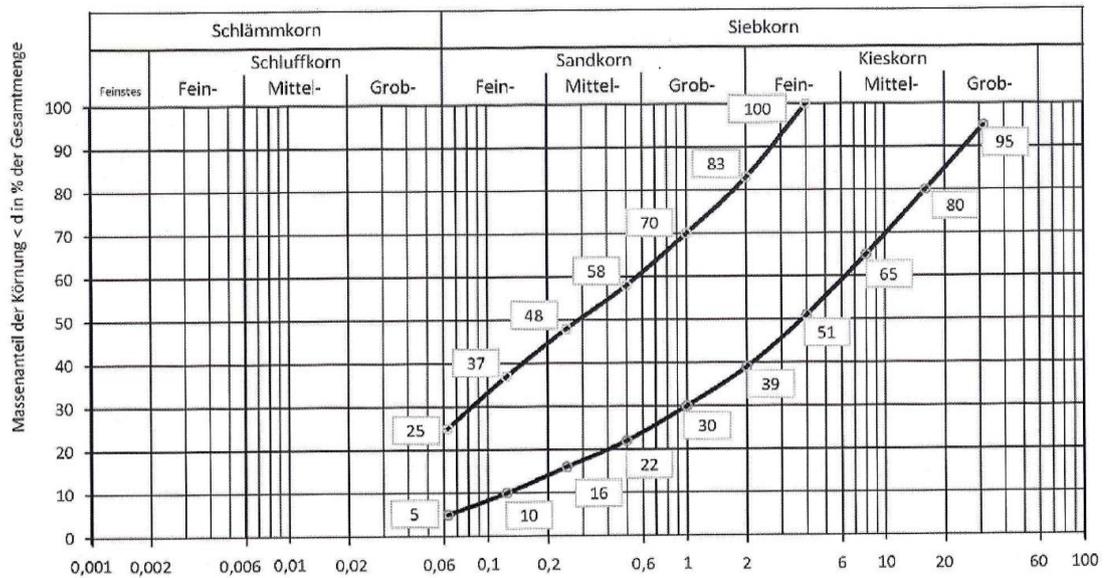


Abbildung 8: Empfohlene Korngrößenverteilung für Pflanzgrubenbauweise (FLL, 2010)

Korngrößenverteilung- angelehnt an ÖNORM B 4412 1974-07-01

Bei der Korngrößenverteilung handelt es sich um ein genormtes Verfahren, bei dem die verschiedenen Größen einer Bodenprobe getrennt und dadurch dessen Gewicht ermittelt werden kann. Der Zweck dieser Norm ist es zu vereinheitlichen, damit die Versuchsergebnisse miteinander vergleichbar sind (ÖNORM B 4412 1974-07-01).

Benötigt werden, wie in der Ö-Norm beschrieben, Quadratlochsiebe mit folgenden Maschenweiten: 0,063mm, 0,125mm, 0,25mm, 0,5mm, 1mm, 2mm, 4mm, 8mm, 16mm, 31,5mm, 63mm, ein Auffanggefäß, bei maschinellm Betrieb ein Deckel und ein Trocknungsofen.

Da sich Theorie (Berechnungen) und Praxis (Siebungen) stark unterscheiden können, wurde im Rahmen dieser Arbeit die Korngrößenverteilung sowohl errechnet als auch gesiebt, um die Ergebnisse verifizieren zu können. Die Ergebnisse der Korngrößenverteilung werden in die, wie in Tabelle 3 zu sehende, Matrix (entwickelt von Dipl.- Ing. Scharf) eingegeben. Diese Matrix, wurde speziell für die Korngrößenverteilung geschrieben, um den Anforderungen für diese Masterarbeit gerecht zu werden.

In der **ersten** Spalte (Siebmaschenweite [mm]), werden die verwendeten Maschenweiten, in diesem Fall laut ÖNORM B 4412 1974-07-01, eingetragen. Die **zweite** und **dritte** Spalte zeigen die laut FLL (2010) vorgegebene Unter- und Obergrenze, die in Abbildung 8 abgebildet ist. Die **vierte** Spalte (Substrat [M.-%]) zeigt den Durchschnitt der berechneten Masse in Prozent. Diese Berechnungen kommen durch die Kenntnis der

Zusammensetzung der einzelnen Baustoffe und deren Durchmesser, zustande. In Spalte **fünf** ist das errechnete Volumen der Körner angegeben. Da das Gewicht zumal nicht immer ausschlagkräftig ist und nicht jedes Material dasselbe Gewicht, beziehungsweise dieselbe Dichte besitzt, kann die Angabe des Volumens helfen, sich das Material besser vorzustellen. Diese Idee stammt von Dipl.-Ing Scharf, der die tatsächliche Verteilung der Körnung durch Volumenangaben untermalen will, da zum Beispiel ein Stück Perlit sehr leicht, im Vergleich zu einem Stein derselben Größe, ist. Spalte **sechs** zeigt die gesiebten Werte. Hierbei ist zu beachten, dass die Teile die sich, zum Beispiel, in Sieb 8, mit der Maschenweite 8mm befinden, zum Bereich von 8,1 bis 16mm gehören, und sind daher in die nächst höhere Zeile einzutragen und zwar in die Zeile mit der Maschenweite 16mm. Spalte **sieben** gibt den Prozentsatz der gesiebten Baumsubstrate an und liefert damit die Werte für die Körnungslinie. Die beiden Differenzspalten, **Acht** und **Neun**, geben die Abweichungen zwischen den errechneten und den gesiebten Werten an. Hierbei ist zu erkennen, dass die Volumina meistens höher sind, als die Differenz der errechneten Masse.

| Siebmaschenweite [mm] | FLL Baumsubstrat | | Substrat berechnet [M.-%] | VOLUMEN | Substrat gesiebt [g] | | Differenz berechnet [M.-%] | Differenz Volumen |
|-----------------------|------------------|------------|---------------------------|---------|----------------------|----------|----------------------------|-------------------|
| | Untergrenze | Obergrenze | | | Material | Material | | |
| 0,002 | 0,5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,36 | 1,36 |
| 0,063 | 5 | 25 | 4,01 | 3,4 | 53 | 1,36 | -1,48 | -0,87 |
| 0,125 | 10 | 37 | 7,31 | 6,71 | 45 | 2,52 | -1,82 | -1,23 |
| 0,25 | 16 | 48 | 21,07 | 13,87 | 115 | 5,49 | -9,45 | -2,26 |
| 0,5 | 22 | 58 | 37,05 | 23,3 | 238 | 11,61 | -12,33 | 1,42 |
| 1 | 30 | 70 | 51,01 | 34,62 | 509 | 24,72 | -14,8 | 1,59 |
| 2 | 39 | 83 | 64,85 | 53,12 | 446 | 36,21 | -15,12 | -3,39 |
| 4 | 51 | 100 | 82,05 | 82,51 | 525 | 49,73 | -7,96 | -8,41 |
| 8 | 65 | | 85,44 | 94,33 | 946 | 74,09 | 2,74 | -6,15 |
| 16 | 80 | | 93,15 | 97,33 | 547 | 88,18 | 6,85 | 2,67 |
| 32 | 95 | | 99,14 | 99,67 | 459 | 100 | 0,86 | 0,33 |
| 45 | 100 | | 100 | 100 | | 100 | | |
| SUMME | | | | | 3.883,00 | | -51,15 | -14,94 |

Tabelle 3: Beispiel der verwendeten Korngrößenverteilungsmatrix (hier: SBS.1.u)

Die Farben der Matrix stimmen mit den Farben der Sieblinienkurven überein. Es ist so dargestellt, dass die beiden grün gefärbten Spalten sowohl in der Sieblinie, als auch in der Matrix die Unter- und Obergrenze widerspiegeln. Die rote Linie/Spalte ist sowohl in der

Matrix als auch in der Sieblinie die errechnete Kurve und die blau gefärbten Einheiten, zeigen die gesiebten Werte. Die Sieblinienkurve ist zur visuellen Untermauerung kreiert worden. In den folgenden Grafiken sind die Sieblinien der Baumsubstrate zu sehen. Diese Grafiken beinhalten Ober- und Untergrenze, die in allen Darstellungen gleich und in grün dargestellt sind. Die rote Kurve spiegelt die errechnete Sieblinie des Baumsubstrats und den SOLL-Zustand wieder. Die orange gepunktete Linie zeigt das Volumen des Materials, welches von Dipl.-Ing. Scharf hinzugefügt wurde, um die visuell tatsächliche und fürs Auge zutreffende Darstellung wiederzugeben. Die blaue Linie zeigt, die im Labor gesiebten Baumsubstrate, die gleichzeitig den IST-Zustand repräsentieren.

Maximale Wasserkapazität angelehnt an ÖNORM B 2506-3 2016-01-01

Die maximale Wasserkapazität oder Wasserhaltekraft bezeichnet die Fähigkeit des Bodens, Wasser aufzunehmen und gegen die Schwerkraft zu halten (HARTGE und HORN 2014).

Die Ö-Norm ÖNORM B 2506-3 2016-01-01 für die Prüfung von Filtermaterialien, besagt, dass bei der Prüfmethode, Säulen verwendet werden. Abbildung 9 zeigt, dass es sich hierbei um 800mm lange Säulen handelt, die sowohl aus Glas oder Plexiglas gefertigt sein können, die einen Innendurchmesser von 100mm und einem Auslass von 30mm Innendurchmesser haben. Am Beginn wird zuunterst ein Trenngewebe eingelegt (zum Beispiel: Kunststoffgitter) und darauf 250mm hoch, ein 4/8mm Rundkorn, als Drainageschicht. Daraufhin folgt wieder ein Trenngewebe. Das Material wird dann in einer Schichthöhe von 300mm eingefüllt.

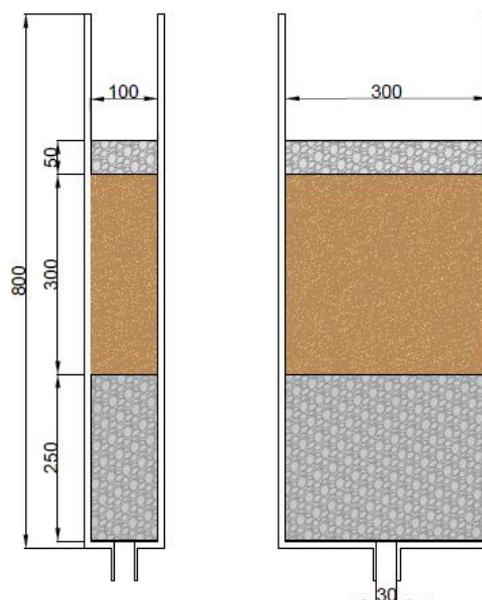


Abbildung 9: Schematische Darstellung des Säulenaufbaus laut ÖNORM B 2506-3 2016-01-01, eigene Darstellung

Wobei die ÖNORM B2606-1 2009-07-15 vorsieht, den Proctorversuch (ÖNORM B 4418 1981-10-01) anzuwenden, der besagt, dass eine Bodenprobe in den (Proctor-) Zylinder eingefüllt wird und mit 12 Schlägen des Proctorhammers verdichtet wird. Hierbei sollte sich die Probe von 11cm auf 10cm verringern. Der Zweck dieses Versuchs ist es die realitätsnahe Verdichtung zu simulieren (ÖNORM B2606-1 2009-07-15). Nach diesem Prozess wird das Material mit einem zusätzlichen Trenngewebe versehen. Zum Schluss folgt eine 50mm hohe 4/8 Rundkorn Schicht, welche zur Beschwerung des Materials dient und das Aufschwimmen verhindern soll. Danach wird die Säule langsam mit Wasser von unten nach oben befüllt, damit die Porenluft aus dem Material entweichen kann (ÖNORM B 2506-3 2016-01-01).

ÖNORM B2606-1 2009-07-15 besagt, der Zylinder muss anschließend für mindestens 4 Stunden in ein mit Wasser gefülltes Becken gestellt werden. Nach Ablauf dieser Zeit muss nach genau 4 Stunden unter einer freien Abflussmöglichkeit, die Nettomasse der Probe festgestellt werden. Danach soll eine Trocknung der Probe bei 105°C, bis zur Massenkonstanz, erfolgen. Hierbei sind jeweils drei Proben zu testen (ÖNORM B2606-1 2009-07-15).

Die Wasserkapazität muss laut FLL (2010) mindestens 25 Vol. % betragen und die W_K in Prozent des Volumens ist wie folgt zu berechnen:

$$W_K = \frac{(m_W - m_d) * 100}{V}$$

Formel 1: Ermittlung des Wassergehalts der Probe in %

Erklärung:

m_W ... Nettomasse der feuchten Probe (in g)

m_d ... Nettomasse der trockenen Probe (in g)

V ... Volumen der Probe im Gefäß (in cm^3)

Der Mittelwert der drei Messungen stellt das Ergebnis dar (ÖNORM B2606-1 2009-07-15).

Gesamtporenvolumen

Das Gesamtporenvolumen zeigt das gesamte mit Luft oder Wasser gefüllte Hohlraumvermögen (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 2008). Die Erlangung des

Ergebnisses des Porenvolumens wird durch Berechnung und zusätzlicher Dokumentation der Zu- und Ablaufmengen, im Zuge der maximale Wasserkapazitätsermittlung vorgenommen. Im Rahmen dieser Laborversuche ist das Gesamtporenvolumen des vorhanden Drainagekies und der unterschiedlichen Baumsubstrate zu ermitteln.

Die Luftkapazität für Substrate und Pflanzgruben soll, laut FLL (2010), die maximale Wasserkapazität um 10 Vol. % nicht unterschreiten, daher muss sie mindestens 35 Vol. % betragen, beziehungsweise muss jeweils um 10 % höher sein, als der Wert des Porenvolumens.

1.2 Fragestellungen und Ziele

Basierend auf den existierenden Informationen zu Substraten und Straßenbäumen wurden folgende Fragestellungen und Ziele für die ausgewählten Baumsubstrate, die im Rahmen des „SAVE“-Projekts untersucht wurden, formuliert.

1.2.1 Straßenbäume

- 1. Welche Baumarten/Baumarten können, aufgrund ihrer Eigenschaften und Fähigkeiten, als zukünftige Straßenbäume fungieren, und daher zur Anwendung in der Wiener Stadtgestaltung kommen?*
- 2. Welche Baumarten/Baumarten sind die Standardstraßenbäume in Mitteleuropa/ Deutschland/Österreich, beziehungsweise werden momentan verwendet und können jene Arten, hinsichtlich ihrer Vitalität als zukunftsfruchtig eingestuft werden?*
- 3. Wie relevant sind Baumgrubengestaltung, Erhaltungs- und Jungbaumpflege für einen vitalen und nachhaltigen Straßenbaumbestand?*
- 4. Welcher der Parameter Wasser, Licht/Sonne und Nährstoffe ist der wichtigste für eine gesunde Entwicklung und Funktion der Straßenbäume? Kann einer vernachlässigt werden, oder gibt es noch andere Einflussgrößen, die von Bedeutung sind und welche?*

1.2.2 Baumsubstrate

- 1. Welche Unterschiede gibt es zwischen den Ergebnissen der getesteten „SAVE“-Baumsubstrate, bezüglich der Parameter Korngrößenverteilung, maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen? Welche Baumsubstrate sind am geeignetsten für die Anforderungen des „SAVE“-Projektes?*
- 2. Gibt es Verbindungen zwischen den zu testenden „SAVE“-Baumsubstraten, die kreiert wurden, um Schadstoffe zu binden, Wasser zurückzuhalten und Strukturstabilität zu geben, bezüglich der Parameter Korngrößenverteilung, maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen?*

- *Wie ist die Verbindung der maximalen Wasserkapazität und des Gesamtporenvolumens zu deuten, gibt es eine Verbindung oder sind die beiden unabhängig zueinander?*
- *Welche Abweichungen in der Korngrößenverteilung gibt es und haben diese, wenn vorhanden, Einfluss auf die maximale Wasserkapazität?*
- *Wie stehen Korngrößenverteilung und Porenvolumen zueinander? Gibt es Parallelen oder sind diese als unabhängige Parameter zueinander zu sehen?*

1.2.3 Ziele

Das Endergebnis dieser Masterarbeit soll die Ermittlung eines geeigneten Baumsubstrats sein, eine Ursachenmatrix mit deren Konsequenzen und potenziellen Lösungswegen, als auch eine zweckmäßige Auflistung an Optimierungsvorschlägen und Ratschlägen von Fachleuten, sowie einer Baumliste mit potenziell nützlichen Straßenbäumen.

Diese Resultate sollen das SAVE-Projekt dabei unterstützen, geeignete Baumsubstrate und zukunftssträchtige Straßenbäume in der Stadt Wien zu pflanzen.

2. Untersuchungen zu Straßenbäumen

Im folgenden Kapitel wird auf die angewandten Methoden, die aus Experteninterviews, Fachliteraturrecherche und der Citree-Datenbank bestehen, eingegangen. Danach folgen die Ergebnisse der Experteninterviews, sowie der Recherche. Dies wird mit einer straßenbaumbezogenen Diskussion abgerundet und mit einer Teilschlussfolgerung beendet. Das Ziel ist es eine Liste an potenziell geeigneten Straßenbäumen zu erlangen.

2.1 Methode

In diesem Teil sollten die Ergebnisse mittels qualitativer Interviews ermittelt werden. Unter qualitativer Sozialforschung wird in den Sozialwissenschaften die Erhebung nicht standardisierter Daten und deren Auswertung verstanden. Die qualitative Forschung zeichnet sich durch eine große inhaltliche und methodische Flexibilität aus. Es wird auf standardisierte Vorgaben soweit wie möglich verzichtet. Dadurch wird ein hoher Informationsgehalt erreicht. Das Ziel ist es, eine Breite an Ergebnissen zu erreichen, ohne Anspruch auf Repräsentativität. Die Vorteile der qualitativen Methode liegen in der Offenheit des Vorgehens. Es können bisher nicht bekannte Aspekte generiert werden (exploratives Vorgehen) wobei ein Informationspool mit tiefem Informationsgehalt entsteht (NEUMANN et al.).

Das Ziel einer Befragung ist es, Reaktionen bei den Interviewten auszulösen, um so bestimmte Informationen zu generieren. Die Sozialwissenschaften bieten eine Vielfalt unterschiedlicher Befragungstechniken, wobei die Art und das Ausmaß der Standardisierung eine wichtige Rolle spielt. Der Stil der Kommunikation (Einzel- oder Gruppeninterviews), Form und Medium der Kommunikation und vor allem die Zielsetzung des Interviews sind von Bedeutung und lösen unterschiedliche Reaktionen aus. Hierbei ist es auch vonnöten zu unterscheiden, welche Art des Interviews gewünscht wird. Es gibt offene, teilstandardisierte oder standardisierte Interviews. Die Unterscheidung von harten, neutralen und weichen Interviews bezieht sich auf den Stil der Kommunikation. Während sich zum Beispiel mündliche, schriftliche, postalische, telefonische oder direkte Interviews auf die Form und das verwendete Medium der Kommunikation beziehen (HALBMAYER E.; SALAT J. 2011).

Der Begriff des Leitfadeninterviews ist ein Oberbegriff für eine bestimmte Art der Interviewführung. Der Leitfaden kann ein unterschiedlich starkes Strukturierungsniveau aufweisen, sodass die Befragten entweder das Gespräch selbst steuern oder die interviewende Person den Gesprächsfluss lenkt. Bei der offeneren Variante entscheidet der/die Befragte, wann welcher Aspekt angesprochen wird, die interviewende Person muss lediglich darauf achten, dass alle Themen im Interview behandelt werden. Der Gesprächsleitfaden kann auch eine Vielzahl von unterschiedlichen Fragen umfassen. Die Fragen sollen immer erzählgenerierend und hörerorientiert sein (ebd.).

In Bezug auf Experteninterviews behandeln die Sozialwissenschaften einen eigenen Unterpunkt. Das Experteninterview ist keine eigene Interviewform, es ist eine Variante des Leitfrageninterviews. Das Spezifische hierbei ist die Zielgruppe: nämlich ExpertInnen. Diese stehen nicht als „ganze Person“ im Mittelpunkt des Forschungsinteresses, sondern gelten als RepräsentantInnen für die Handlungs- und Sichtweisen einer bestimmten ExpertInnengruppe. Beim ExpertInneninterview hat ein gut vorbereiteter Interviewleitfaden eine stark strukturierende und steuernde Funktion. Um ein ExpertInneninterview durchführen zu können, muss der/die FragestellerIn bereits gut in das Thema eingearbeitet sein und gezielte Fragen stellen können (HEISTINGER A. 2006).

Daher wurden einerseits Experteninterviews durchgeführt, andererseits in aktueller Fachliteratur recherchiert. Mit Hilfe des Artikels von VOGT et al. (2016) wurde die Datenbank Citree entdeckt und zusätzlich verwendet, da sie den Anforderungen dieser Arbeit entspricht und in Vergleich zu den Antworten der Experten, als auch der Fachjournale gesetzt werden kann.

2.1.1 Experteninterviews

Die Interviews dieser Arbeit folgten einem strikten Leitfaden, der sich im Anhang befindet. Die acht Fragen, die in Tabelle 4 zu sehen sind, wurden so aufgebaut und gestellt, dass die zu erwartenden Antworten die Einleitung für die nächste Frage bildeten.

1. Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die Standard-Straßenbäume Ihrer Region? Und wieso?
2. Halten Sie die von Ihnen in Frage 1 genannten Straßenbäume generell für vital? Gibt es spezielle Arten/Sorten die Sie für vitaler halten? Wenn ja, welche?

3. An welchen Faktoren könnte es Ihrer Meinung nach liegen, dass diese nicht vital sind?
Und wieso?
4. Haben Sie persönlich einen Straßenbaum Favoriten? Und wieso?
5. Haben Sie Vorschläge, welche Bäume sich als Straßenbäume trotz Wintersalzen eignen?
Und bitte begründen Sie.
6. Für wie wichtig halten Sie Pflegearbeiten/Erhaltungspflege/Jungbaumpflege?
7. Was sagen Sie zur Relevanz der Baugrubengestaltung?
8. Welche Substrateigenschaften halten Sie für die wichtigsten, wenn es um Straßenbäume geht?

Es wurden zehn Experten befragt, um eine repräsentative Anzahl an qualitativen Interviews zu erhalten. Die befragten Experten wurden hinsichtlich der Voraussetzung ausgewählt, die gestellten Fragen möglichst kompetent beantworten zu können. Bei der Umfrage wurde Wert daraufgelegt, Personen mit unterschiedlicher Perspektive zu befragen. Die Diversität und Bandbreite waren wichtig, um einen objektiven Überblick zu erhalten. Begonnen hat die Suche nach Experten bei einem Mitglied des „SAVE“-Projektes, der mich auf weitere Personen verwies und die danach kontaktiert wurden. Aufgrund einer Exkursion in Hamburg und dem Besuch einer Baumschule kam es zu einem weiteren Experten, der wiederum andere Experten empfohlen hat. Angesichts von Rechercharbeiten wurden geeignete Wissenschaftler und Forscher gefunden, kontaktiert, interviewt und ich wurde auf weitere verwiesen. Aufgrund dessen wurde ein Baumproduzent, einige Mitarbeiter des Magistrats 42 (Die Wiener Stadtgärten) und der Gartenbaumschule Schönbrunn, aber auch Wissenschaftler und Forscher aus Österreich und Deutschland interviewt. Folgende Tabelle gibt einen Überblick zu den befragten Experten und zusätzliche Informationen zur Person.

| Experteninformation | |
|-----------------------------|---|
| Dr. Joachim Bauer | Stellvertretender Amtsleiter für Landschaftspflege und Grünflächen in Köln für die Abteilung Stadtgrün und Forst |
| Thomas Dieckmann | Gärtnermeister, Produktionsverantwortlicher und Lehrlingsausbildner, bei der Baumschule Lorenz von Ehren in Hamburg |
| Prof. Dr. Dirk Dujesiefken | Gründer, früherer Geschäftsführer und nun stellvertretender Geschäftsführer des Instituts für Baumpflege in Hamburg und Lektor an der Universität für Bodenkultur |
| DDipl.-Ing. Karl Hillebrand | Selbstständiger Berater, Pflanzenexperte für Pflanzen in Gärten, Grünräumen und der Landschaft |

| | |
|---------------------------|---|
| Wolfgang Orasche | Referatsleiter Straßengrün der bei der MA42 - Wiener Stadtgärten |
| Prof. Dr. Andreas Roloff | Leiter der Professur für Forstbotanik, Direktor des Instituts für Forstbotanik und Forstzoologie der TU-Dresden, Direktor des Forstbotanischen Gartens Tharandt |
| Dipl.-Ing. Thomas Roth | Abteilungsvorstand für Gehölzkunde und Baumschulwesen der Gartenbauschule Schönbrunn |
| Dipl.-Ing. Stefan Schmidt | Abteilung Garten- und Landschaftsgestaltung in Schönbrunn |
| Dr. Philipp Schönfeld | Sachgebietsleiter der bayrischen Landesanstalt für Wein- und Gartenbau in der Abteilung Landespflege |
| Stefan Windisch | Leiter der Gartenregion Mitte der MA42 - Wiener Stadtgärten |

Tabelle 4: Informationen über die befragten Experten

Die Interviews wurden persönlich oder telefonisch durchgeführt. Diese Gespräche wurden mit Einverständnis der Experten mit einem Aufnahmegerät aufgenommen. Nach den Interviews folgte eine Wort-für-Wort-Transkription nach DRESING (2013). Die Transkriptionen wurden den Experten geschickt, um eine mögliche Überarbeitung vorzunehmen und befinden sich im Anhang dieser Arbeit. Danach wurden die Interviews getrennt und den einzelnen Fragen zugeordnet, um einen objektiven Überblick zu erhalten. Die verkürzten und zusammengefassten Versionen der Experteninterviews sind in den Ergebnissen zu finden. Beim nächsten Schritt wurden Stichwörter gefiltert und zugeordnet. Daraus ergab sich ein Pool an selektierten Schlagwörtern die zu den Ergebnissen der Diskussion führten. Abschließend wurden diese in Grafiken dargestellt um visuell ansprechendere Schlussfolgerungen zu erhalten. Diese Schlussfolgerungen wurden danach mit entsprechender Fachliteratur abgeglichen und erweitert.

2.1.2 Fachliteratur /-journale

Die Recherche der Fachjournale begann, nachdem die Fragen an die Experten fest standen. Die Suche war zuerst oberflächlich auf Straßenbäume bezogen. Danach wurde auf die prägnantesten Schlüsselwörter des Fragenkatalogs eingegangen. Hierbei widmete sich die Suche zuerst nur dem Inhaltsverzeichnis und den Überschriften der entsprechenden Fachzeitschriften der Institutsbibliothek. Wenn Übereinstimmungen vorhanden waren, wurde der Artikel durchgelesen und passende Passagen herausgefiltert. Diese Text-Passagen wurden überarbeitet und den Ergebnissen hinzugefügt. Aufgrund von

limitierter Artikel wurden nur jene Kapitel ergänzt zu denen aktuelle und passende Literatur gefunden wurde.

2.1.3 Citree

Citree ist eine online verfügbare Datenbank und ein Forschungsprojekt der TU Dresden, die dabei helfen kann eine standortgerechte Gehölzartenauswahl zu treffen. Wenn ein Gehölz bestimmte Eigenschaften erfüllen soll, dann können diese eingegeben werden und die Datenbank filtert Gehölze mit jenen Eigenschaften heraus. Es befinden sich im Menü auch verschiedene voreingestellte Suchkriterien, die auswählbar sind, wie in Abbildung 10 zu sehen ist. Es können diese vordefinierten Eigenschaften aktiviert werden, wodurch gewisse Punkte automatisch ausgewählt werden.



Abbildung 10: Menüauswahl der Datenbank Citree (VOGT, 2016)

Abbildung 10 zeigt die Menüauswahl der Datenbank Citree. Hier ist zu wählen, ob nach Suchkriterien oder nach Namen gefiltert werden soll. Wenn nach Suchkriterien gefiltert werden soll, gibt die, in den sich zuunterst befindendlichen rechteckigen Kästchen, eine Auswahl.

| Habitus | Standorteigenschaften |
|--|--|
| > maximale Wuchshöhe <input type="checkbox"/> | > PH-Wert <input type="checkbox"/> |
| > mittlere Wuchshöhe <input type="checkbox"/> | > Bodeneigenschaft <input type="checkbox"/> |
| > Kronendurchmesser <input type="checkbox"/> | > Lichtverfügbarkeit <input type="checkbox"/> |
| > Präferenz <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> Bodenverdichtung <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex-grow: 1; border: 1px solid gray; background: linear-gradient(to right, gray 1%, gray 99%); position: relative;"> <div style="position: absolute; top: -5px; left: 0; right: 0;">höch</div> <div style="position: absolute; top: -5px; left: 50%; transform: translate(-50%, -50%);">mäßig</div> <div style="position: absolute; top: -5px; right: 0; left: 90%;">gering</div> </div> </div> |
| > Wuchsform <input type="checkbox"/> | > Staunässe <input type="checkbox"/> |
| > Wuchsrichtung <input type="checkbox"/> | > Trockengefährdung <input checked="" type="checkbox"/> |
| > Kronenform <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> Hitzegefährdung <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex-grow: 1; border: 1px solid gray; background: linear-gradient(to right, gray 1%, gray 99%); position: relative;"> <div style="position: absolute; top: -5px; left: 0; right: 0;">höch</div> <div style="position: absolute; top: -5px; left: 50%; transform: translate(-50%, -50%);">mittel</div> <div style="position: absolute; top: -5px; right: 0; left: 90%;">gering</div> </div> </div> |
| > Gründigkeit <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> Streusalzbelastung <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex-grow: 1; border: 1px solid gray; background: linear-gradient(to right, gray 1%, gray 99%); position: relative;"> <div style="position: absolute; top: -5px; left: 0; right: 0;">höch</div> <div style="position: absolute; top: -5px; left: 50%; transform: translate(-50%, -50%);">mittel</div> <div style="position: absolute; top: -5px; right: 0; left: 90%;">schwach</div> </div> </div> |
| > Mehrstämmigkeit <input type="checkbox"/> | > Luftschadstoffbelastung <input checked="" type="checkbox"/> |
| > oberflächennahe Wurzeln <input type="checkbox"/> | > Spätfrostgefährdung <input type="checkbox"/> |
| > Wuchsgeschwindigkeit <input type="checkbox"/> | > Bodenfeuchtigkeit <input checked="" type="checkbox"/> |
| > Kronendurchlässigkeit <input type="checkbox"/> | > Winterhärtezone <input type="checkbox"/> |

Bsp. Verkehrsfläche

Abbildung 11: Eigenschaftenauswahl der Datenbank Citree (VOGT, 2016)

Abbildung 11 zeigen einige der möglichen Eigenschaften, die ausgewählt werden können um standortgerechte Gehölze zu finden. In diesem Fall wurde bereits die Voreinstellung, Verkehrsfläche gewählt.

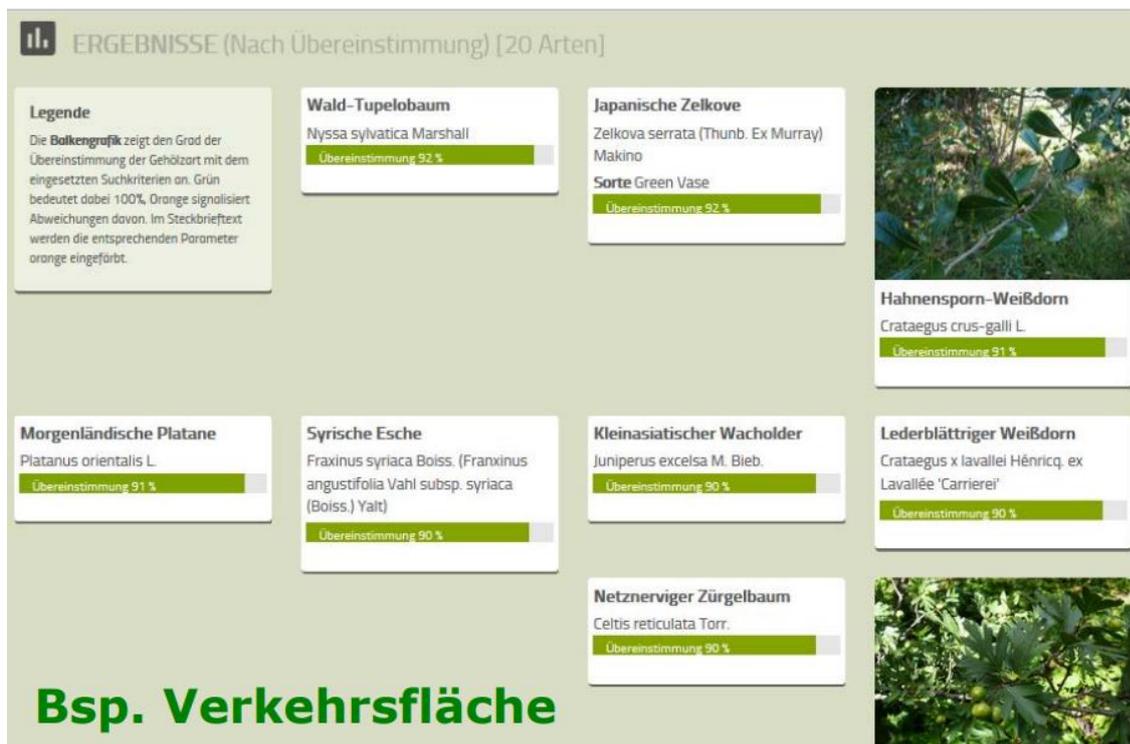


Abbildung 12: Ergebnisse der Voreinstellung Verkehrsfläche der Datenbank Citree (VOGT, 2016)

Mit der gewählten Voreinstellung werden bei jeder Suche 20 Arten angezeigt, die mit den gewünschten Suchkriterien zu einem gewissen Grad übereinstimmen, dies wird in % Übereinstimmung dargestellt. Zum Beispiel stimmt Hahnensporn-Weißdorn (*Crataegus crus-galli* L.), mit den vordefinierten Eigenschaften, zu 91 % überein (wie im grünen Balken zu sehen ist).

Wenn auf eines der dargestellten Ergebnisse angeklickt wird, dann erscheint eine Eigenschaftentabelle, wie sie in Abbildung 13 zu sehen ist. Diese Abbildung zeigt alle in der Datenbank berücksichtigten Eigenschaften, sowie weist mittels grüner Farbe auf die erfüllten Eigenschaften hin. Die Tafel zeigt auch jene Eigenschaften, die nicht völlig erfüllt werden, in orange.

Hahnensporn-Weißdorn

Crataegus crus-galli L.

Sorte: Allgemein

Übereinstimmung 91%

Beliebttheit 68%



HABITUS

| | |
|-------------------------|--|
| Mehrstämmigkeit | Ja |
| oberflächennahe Wurzeln | Nein |
| maximale Wuchshöhe | 12 m |
| mittlere Wuchshöhe | 8 m |
| Kronendurchmesser | 7 m |
| Präferenz | 68 % |
| Wuchsgeschwindigkeit | langsam |
| Kronendurchlässigkeit | mittel |
| Wuchsform | Baum, Strauch aufrecht oder straff aufrecht, sparrig, überhängend ausgebreitet oder ausladend, |
| Wuchsrichtung | rundlich, säulenförmig, schirmförmig, unregelmäßig |
| Kronenform | |
| Gründigkeit | mittel, tief |

BLATT

| | |
|---------------|-----------------|
| Belaubung | sommergrün |
| Blattform | einfaches Blatt |
| Herbstfärbung | gelb, rot |
| Baumgruppe | Laubbaum |
| Blütenweide | Ja |
| Blütenschmuck | Ja |
| Duft | Ja |
| Blütezeit | Juni |
| Blütenfarbe | weiß |
| Blütenstand | Trugdolde |

FRUCHT

| | |
|-----------------|--------------|
| Fruchtschmuck | Ja |
| Vogelnährgehölz | Ja |
| Fruchtform | Apfel Frucht |
| Fruchtfarbe | rot |
| Genießbarkeit | genießbar |

NATÜRLICHE VERBREITUNG & STANDORTSANSPRÜCHE

GEFAHRENPOTENTIAL

| | |
|--------------------------------|---|
| Störender Fruchtfall | Nein |
| Geruchsbelästigung | Ja |
| Schäden durch Wurzeln | Nein |
| Dornen / Stacheln | Ja |
| Allergiepotehtial | mittel |
| Astbruchgefahr | mäßig |
| Invasionsgefahr | keine Invasionsgefahr |
| Feinstaubadsorption | keine Information |
| Stickoxide- und Ozonadsorption | keine Information |
| Giftigkeit | keine Information |
| Krankheiten / Schädlinge | besonders im Weinbaugebiet schädlingsanfällig, Birnbaumprachtkäfer, Blattläuse, Borken-/ Bohrkäfer, Schilpläuse, Spinnmilben, Feuerbrand, Hollimasch, Mehltau, Wurzelfäule, Rußtau |

STANDORTEIGENSCHAFTEN

| | |
|--------------------------------|---|
| PH-Wert | 5--8.2 |
| Lichtanspruch | sonnig, lichtschattig, halbschattig |
| Bodenverdichtungstoleranz | mittel |
| Stauäsetoleranz | empfindlich |
| Trockenheitstoleranz | trockentolerant |
| Hitzeverträglichkeit | gut |
| Salzverträglichkeit | gut |
| Rauch- und Industriefestigkeit | gut |
| Spätfrosttoleranz | gut |
| Bodenfeuchtetoleranz | sehr feucht oder kurzzeitig überschwemmt, feucht, leicht feucht/frisch /gelegentlich trocken, trocken, sehr trocken |
| Winterhärtezone | 5a |
| Bodeneigenschaft | sandig (= leichte Böden), lehmig oder schluffig, tonig (= schwere Böden), humos, durchlässig, kalkhaltig |

Abbildung 13: Eigenschaftentabelle eines ausgewählten Gehölzes der Datenbank Citree (VOGT, 2016)

2.2 Ergebnisse der Untersuchungen zu Straßenbäumen

Es folgen die Ergebnisse der Experteninterviews und der Fachliteraturrecherche. Den Experten wurden acht Fragen gestellt und deren Antworten werden zusammengefasst dargestellt. Artikel aus Fachzeitschriften, die die Ansprüche der Frage erfüllen, sind ein zusätzlicher Teil der Ergebnisse.

2.2.1 Standard-Straßenbäume (der Regionen der Experten)

Die erste Frage an die Experten lautete: Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die Standardstraßenbäume Ihrer Region und wieso?

Hierbei ist zu erwähnen, dass über die genannten Straßenbäume keine Wertigkeit abgegeben wird. Diese Liste soll nur die vorhandenen Tatsachen wiedergeben und in die Thematik einführen. Hierbei wird nicht beantwortet, ob diese geeignet oder ungeeignet sind. Auf die Vitalität und Zukunftsträchtigkeit der genannten Straßenbäume wird in der zweiten Frage eingegangen.

BAUER meint, dass hauptsächlich drei Baumarten im Raum Straße auftreten. Am stärksten ist *Tilia* vertreten, da er traditionell ist. Danach folgen, so BAUER, in vielen Städten *Acer* und *Platanus* auf dem zweiten beziehungsweise dritten Platz. Hinterher gehen *Aesculus* und *Robinia*.

DIECKMANN meint *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, sowie *Tilia cordata*-Sorten, *Tilia platyphyllos*, als auch *Quercus robur* und *Quercus palustris* sind die Standardstraßenbäume in Hamburg.

DUJESIEFKEN hält *Tilia*, *Acer*, *Aesculus*, *Quercus*, *Platanus* und *Fraxinus* für die Standardstraßenbäume von Wien.

HILLEBRAND meint *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia* und *Aesculus*, aber auch *Morus alba* und *Crataegus*, sind die Standardstraßenbäume seiner Region, wobei die letzten Beiden, so bemerkt er, vielleicht nur im Burgenland dazu zählen.

ROLOFF meint dass in seiner Region, dazu zählen Dresden und Leipzig, es 120 Baumarten gibt. Jedoch sind die Üblichen, *Tilia*, *Acer*, *Quercus* und *Aesculus*.

ROTH antwortet mit *Platanus* und *Tilia*, wobei derzeit viele *Celtis* gepflanzt würden.

SCHMIDT meint *Tilia* und *Acer* sind die Standardstraßenbäume von Wien, da es eine Tradition ist sie zu pflanzen, sie häufig verwendet werden und sie leicht zu produzieren sind.

SCHÖNFELD meint, dass in Deutschland folgende Straßenbäume, die Hauptbaumarten ausmachen und zwar zu 70-80 %:

- *Acer platanoides* und *Acer pseudoplatanus*
- *Tilia cordata* und *Tilia platyphyllos*
- *Fraxinus excelsior*
- *Aesculus*
- *Platanus* (ist aber Krankheits- und Schädlingsanfällig)

Diese, so äußert er sich, werden ausgewählt, da es jahrzehntelange Erfahrung gibt, sie in den Baumschulen verfügbar sind und sie niedrig im Preis sind und Widerstandsfähigkeit zeigen.

WINDISCH antwortet mit *Acer platanoides*.

KNOPF (2016) berichtet, in der Fachzeitschrift ProBaum, zum Thema Stadtbaumbestand in Jena (Deutschland). Hier machen folgende 3 Baumarten mehr als 50 % aus: *Acer* (29 %), *Tilia* (15 %), *Fraxinus* (13 %).

KÖRNER (2016) schreibt in ProBaum, mit dem Bericht: Stadtbäume in Wien, dass *Quercus pubescens*, *Quercus petraea* und *Quercus cerris* typisch sind. Letzterer gilt laut KÖRNER (2016) als neuer zu verwendender Stadtbaum. Während *Juglans* und *Robinia* sich auf dem Rückzug befinden. In Österreich, so wird geschrieben, wird *Acer monspessulanum* kaum als Straßenbaum verwendet. Auch *Tilia* ist als Straßenbäume selten zu sehen, während die häufige Verwendung von *Fraxinus excelsior* den Autor verwundert, da ein hoher Versiegelungsgrad und ein trockenes Klima herrscht. Viele Neupflanzungen, die als stadtklimafest gelten, stammen aus fernen Ländern. In Österreich ist eine längere Erfahrung mit einigen fremdartigen Bäumen vorhanden, so finden sich *Ginkgo biloba*, *Sophora japonica*, *Koelreuteria paniculata* wieder. Als weiterer stadtfester Baum gilt *Corylus colurna*, der jedoch weniger als Straßenbaum verwendet wird. Wie überall in Städten hat sich *Gleditsia* eine wichtige Rolle erobert. Er bildet lichte und lockere Kronen aus, die in wohlthuendem Kontrast zur oft starren Bebauung der Stadt stehen und mit ihrem feinen Laub dem Fehlen von Früchten wenig Dreck machen. Hochgeastete

Exemplare befinden sich beispielsweise in der Einkaufsstraße in Mariahilf. Angepasst an den Klimawandel gilt, *Celtis australis*. Er entwickelt sich zunehmend zum neuen Stadtbaum Wiens. Ähnlich wie in New York wird *Pyrus calleryana* verwendet, jedoch in der europäischen schmalkronigen Sorte ‚Chanticleer‘. Mitunter findet man auf den Straßen *Magnolia kobus* und auch *Fraxinus ornus* wird gepflanzt. Vereinzelt wird auch die als Bienenweide bekannte *Tetradium daniellii*, gesehen; auf manchen Straßen *Prunus avium* ‚Plena‘ oder andere Zierkirschen. Mitunter sind auch Hochstammveredelungen von *Hibiscus syriacus*, die allerdings kaum auf den Straßenraum wirken, vertreten. Ansonsten finden sich noch sehr häufig *Paulownia tomentosa* und *Catalpa bignonioides*. Obwohl Wien klimatisch und kulturell mit Ungarn verbunden ist, verwundert es, dass kaum Bäume die dort beheimatet sind, zu sehen sind. Die in Ungarn weit verbreitete *Robinia* wurde bereits erwähnt. Die ungarische Eiche, *Quercus frainetto* ist selten, sowie die ungarische Silberlinde, *Tilia tomentosa* scheint nicht häufig vorzukommen. Wie die Baumarten des pannonischen Klimas, neigen auch die „neuen Stadtbäume“ zu Krümmwuchs und Zwieselbildung. *Tilia tomentosa* ‚Brabant‘ ist dem entgegen gezüchtet worden, jedoch schwer auf einen Leittrieb zu bringen. In der neu gebauten Seestadt in Aspern wurden vermehrt *Pyrus calleryana* ‚Chanticleer‘ und *Koelreuteria* an Stelle von *Acer campestre* gepflanzt.

2.2.2 Vitalität

In der zweiten Frage wurden die Experten gefragt, ob die in Frage in Kapitel 2.2.1 genannten Standardstraßenbäume für vital und zukunftsträchtig gehalten werden, da die Lebenserwartung der Straßenbäume in Wien sehr gering ist beziehungsweise ein Problem darstellt.

BAUER meint, der Klimawandel ist definitiv eine Einflussgröße auf die geringe Lebenserwartung. Städte sind grundsätzlich Extremstandorte, da es eine hohe Verdichtung, viel Trockenheit, reichlich Strahlenintensität und wenige Niederschläge gibt. Diese Bedingungen haben sich verstärkt und werden sich noch weiter verstärken. Es gibt laufend mehr Starkregenereignisse, doch diese nützen dem Baum nichts, da der Niederschlag direkt auf dem Belag landet und in die Kanalisation fließt. *Tilia* kommt mit den Standortbedingungen, so wie sie heute sind, nicht mehr zurecht, dies darf jedoch nicht verallgemeinert werden, da *Tilia tomentosa* zum Beispiel keine Probleme hat. Wenn jedoch die einzelnen Sorten näher betrachtet werden, dann ist es anders zu verstehen.

Allgemein verkräftet *Tilia* die Veränderungen des Klimawandels schwerer und wird von BAUER nicht als Zukunftsbaum kategorisiert. Bei *Acer*, so meint er, darf auch nicht verallgemeinert werden. *Acer pseudoplatanus* hat keine Chance, jedoch andere Arten und deren Sorten können Potential aufweisen. Bei *Platanus* ist es anderes, da er ursprünglich aus dem Mittelmeerraum kommt. Er ist an solche Extremstandorte, wie sie in der Stadt vorherrschen, gewöhnt und dadurch geeignet. *Platanus* wurde schon in den 70-er Jahren gepflanzt und galt damals als industriefest. Er kam mit Rauch und Abgasen gut zurecht. Jedoch ist heute bekannt, dass auch er seine Grenzen hat, *Platanus* braucht eine ausreichende und gute Wasserversorgung. Ein Problem tritt auf, wenn er nicht genügend Wasser bekommt, dann wird er schwach und es besteht die Möglichkeit, dass sich ein Massariapilz entwickelt und den Baum soweit schädigt, dass er die Verkehrssicherheit beeinflussen kann.

DIECKMANN ist der Ansicht, dass es stark vom Standort abhängig ist, aber die oben genannten Arten sind bewährte Bäume, die bis jetzt gut zurecht kamen. Jedoch wird ihre Bewährtheit im Zuge des Klimawandels auf die Probe gestellt. Er ist der Meinung es müssen dadurch andere Baumarten ausprobiert werden.

DUJESIEFKEN äußert sich dahingehend, dass die Frage nicht beantwortet werden kann. Es gibt Bäume, die relativ wenige Krankheiten haben und die mit ihrem Stadtstandort gut zurechtkommen. Jedoch muss dies sehr differenziert betrachtet werden, nach Alter, Standort und Vorschäden können unterschiedliche Vitalitätsstufen erreicht werden.

HILLEBRAND meint, vital ist für ihn ein Baum, der unter schlechten Bedingungen, trotzdem gut gedeiht. Arten, die nicht nur große Stressresistenz, sondern auch eine große Resilienz besitzen, sich nach Schäden oder außergewöhnlichen Belastungen wieder gut regenerieren können. Diese Kriterien sind bei den häufig gepflanzten Arten oft nicht vorhanden. Der Grund warum diese Standardstraßenbäume gepflanzt werden, obwohl sie vielleicht weniger vital sind, ist, dass sie schon seit mehreren Jahrzehnten gepflanzt werden. Damals haben sie ihre Funktion erfüllt. Sie waren überall erhältlich und es wurde zur Gewohnheit sie zu pflanzen. Hierbei muss gut überlegt werden, ob die Bedingungen, die heute herrschen und jene die wir in Zukunft erwarten, für diese Bäume noch immer passend sind. Es sollten andere Arten ausgewählt werden, die den Bedingungen von Natur aus gewachsen sind.

ORASCHE, Referatsleiter Straßengrün der bei der MA42, Wiener Stadtgärten arbeitet, erklärt, dass das Magistrat versucht den Bäumen eine größtmögliche Überlebenschance

zu geben. Hierbei haben Altbäume oft weniger Probleme mit den klimatischen Veränderungen, während Jungbäume stärker leiden. Es besteht der Versuch die Rahmenbedingungen, mittels Substrat und gut geeigneten Oberflächen, zu verbessern.

ROLOFF sagt, dass es in erster Linie auf den Standort und dann vor allem auf die Baumart ankommt, aber dass die Frage der Vitalität nicht verallgemeinert werden darf.

ROTH meint er könne der Liste der MA42 zustimmen, nur ist diese seiner Meinung nach, sehr eng gefasst und gehört demnach erweitert. Ferner sagt er, es sollte mehr großkronige Bäume geben, davon werden derzeit zu wenig ausgepflanzt. Darüber hinaus ist die Baumschulware teilweise nicht gut und die Bäume werden viel zu selten und zu spät aufgeastet. Außerdem werden in breiten Straßen zu schmalkronige Bäume ausgepflanzt, die zwar gut funktionieren, aber weder Schatten spenden, noch ausreichend kleinklimaregulierend sind. Bei vielen Bäumen ist der Leittrieb nicht durchgängig oder vorhanden. Wenn dies geschieht, ist die Baumart, so meint ROTH, irrelevant, solange das nicht funktioniert, kann sich keine Baumart durchsetzen. Die Anzahl der vitalen Bäume in Wien, hält er derzeit für problematisch, da er sie auf 20-30 % schätzt.

SCHMIDT sagte, dass die bauliche Situation dem Baum und seinen Bedingungen entsprechen muss. Wenn ausreichend Wurzelraum zur Verfügung steht, dann funktionieren auch *Tilia* und *Acer* im Straßenbereich. Jedoch hält er sie nicht für zukunftssträftig. Ausreichend Feuchtigkeit ist meistens nicht das Problem, sie brauchen genügend Platz im Wurzelraum. Hier entsteht das Problem, dass dies bei zum Beispiel modernen Straßen nicht gegeben ist. „Je besser wir Straßen bauen können, umso weniger Raum bietet der Straßenraum für Baumwurzeln.“

SCHÖNFELD hält die von ihm genannten Baumarten für nicht vital.

WINDISCH sagt, dass viele Faktoren für die Vitalität der Straßenbäume verantwortlich sind, wie Größe der Baumscheibe, Substrat, Baumgattung und -art.

2.2.3 Faktoren des schlechten Zustandes der Straßenbäume

Die dritte Frage behandelt die möglichen Faktoren, des schlechten Zustandes der in Punkt 2.2.1 erwähnten Straßenbäume.

BAUER schließt künstliche Bewässerung komplett aus, da er findet, dass ein Baum so gepflanzt werden muss, dass er an dem Standort auch alleine zurechtkommt, da es zu

teuer und ein zu großer Aufwand ist. Die geringe Lebenserwartung hat auch mit dem extremen Standort zu tun, beziehungsweise mit allen anderen Faktoren.

Mechanische Belastungen:

- Aufgrabungen im Wurzelbereich
- Anfahrtschäden von Autos
- Müllablagerungen
- Rindenbeschädigungen
- Wurzelkappungen
- Belagsveränderung oder -erneuerung
- Baggerarbeiten

Dies sind extreme Bedingungen, wobei der wichtige Faktor Verkehrssicherheit nicht vergessen werden darf, da ein Baum an der Straße nicht in Ruhe alt werden kann, weil eine gewisse Gefahr von ihm ausgeht. Der Baum muss entfernt werden, wenn er gefährlich wird, Äste absterben, herunterfallen, oder er umsturzgefährdet ist.

DIECKMANN findet es dreht sich um den richtigen Standort, aber auch um schlechte Wasserversorgung durch Überpflasterungen oder Streusalzschäden. Mechanische Beschädigungen und der Krankheitsdruck durch das Stadtklima sind darüber hinaus beeinflussende Faktoren. Er hält einen guten Standort und einen optimalen Wurzelraum für essentiell.

DUJESIEFKEN, behauptet es sei eine Fülle an Einflussgrößen, zum einen abiotische Faktoren:

- Bodenversiegelungen
- Bodenverdichtungen
- Salz
- Bautätigkeiten im Wurzelbereich mit Wurzelverlusten
- Anfahrtschäden
- Verletzung in der Krone durch Brüche oder unsachgemäße Schnittmaßnahmen

Zum anderen biotische Faktoren:

- Massaria Krankheit (*Splanchnonema platanii*)

- Napfschildlaus (*Pulvinaria regalis*)

HILLEBRAND meint, dass die geringe Lebenserwartung von Stadtbäumen, durch das Zusammenkommen von unterschiedlichsten Faktoren entsteht. Einen einzigen ungeeigneten Zustand könnte der Baum ausgleichen, jedoch in der Summe der Faktoren liegt die Herausforderung, wie trockene heiße Sommer, wenig Regen, zugestampft zu sein und vom Asphalt bedrängte Situationen, wobei Salz auch ein großer Faktor ist, sowie die falsche Pflanze am falschen Standort.

ORASCHE sagt, die Faktoren sind vielfältig. Hätte der Baum nur das Salzproblem, oder nur den Klimawandel, dann könnte er das in den Griff bekommen. Aber es kommen Bodenverdichtung, Erschütterungen, Hundeurin, Luftverschmutzung und Staubbelastung hinzu. Hier dreht es sich um eine Unmenge an Faktoren. Wenn es dem Baum im Sommer nicht gut geht und er im Winter noch unter der Salzproblematik leidet und es immer so weiter geht, kommt der Baum in keine Erholungsphase mehr. Wenn es nur eine Phase gäbe, die ihm zu schaffen macht, dann könnte er das in der nächsten Phase kompensieren. Die Summe aller Faktoren ist das Problem, jedoch gibt es auch massive Faktoren, wie den Klimawandel.

ROLOFF meint, dass Salz, Bodenverdichtung, Versiegelung und zu wenig Wurzelraum zu Stress führen und dieser zu Totästen. Darauf bezogen stellt die Verkehrssicherheit den wichtigsten Aspekt dar und ist ein Grund wieso die Lebenserwartung von Straßenbäumen sinkt. Der Baum könnte noch lange stehen, trotz Totästen und einem schlechten Vitalitätszustand, aber aus Vorsichtsgründen wird zur Säge gegriffen. Dadurch beginnt ein Teufelskreis, da vielleicht als erste Maßnahme eingekürzt oder teilgekappt wird, wodurch Folgeprobleme entstehen und der Ast dann aufgrund der Verstümmelung entnommen werden muss, dadurch entstehen Krankheiten die weiter in den Baum eindringen und zu weiteren Schäden führen.

ROTH, meint, dass der Boden wurzelverfügbar bleiben muss und dass die Pflege ein wichtiger und vernachlässigter Faktor ist. Zu spätes Aufasten und der fehlende durchgehende Leittrieb, machen dem Baum zu schaffen. Ein guter Pflegeschnitt, während der ersten fünf Jahre könnte spätere Maßnahmen verringern. Oft wird zu spät eingegriffen und dadurch werden massive Schäden hervorgerufen. Zu tiefes setzen ist

darüber hinaus einer der Hauptfehler. Bäume kommen oft überballiert aus der Baumschule und stehen zu tief. Laut ROTH betrifft dies 90 % der Bäume der Stadt Wien.

SCHMIDT meint, dass es bei der Pflanztechnik erhebliche Mängel gibt, da Bäume häufig in der falschen Höhe gepflanzt werden. Zusätzlich müssen Wurzelstöcke bei Nachpflanzungen vollständig entfernt werden, was oft vergessen, beziehungsweise nicht gemacht wird. Es muss Baums substrat verwendet werden, welches nicht zu dicht oder falsch gemischt werden darf. Dieses muss Luftporen enthalten, da der Wurzelraum Luft benötigt. Ergänzend dazu ist das durchwurzelbare Volumen oft zu gering, während umher verdichtete Tragschichten den Baum nicht herauswachsen lassen. Bei verdichtetem Untergrund stehen Bäume im Wasser und verfaulen. Dies entsteht bei der Einbautechnik und der Art der Bewässerung in der Jungbaumphase. Die Faustregel lautet: ein Baum benötigt pro m² Kronenprojektionsfläche, zwischen 0,75-1m³ Wurzelraum, während in Wien manche Pflanzlöcher 3-4m³ klein sind. Das ist der Grund warum Bäume nicht alt werden, die Umgebung ist für sie nicht erschließbar.

SCHÖNFELD meint die ausschlaggebenden Faktoren sind schlechte Standortvorbereitung und zu geringer Wurzelraum.

WINDISCH meint, dass sämtliche Einträge in die Baumscheibe zur Veränderung der Mikrobiologie des Baumes führen. Dazu zählt das Substrat der Baumscheibe und die Baumwahl und dessen Qualität, als auch die Größe des Baumes. Dies sind maßgebliche Faktoren für die Lebenserwartung von Bäumen. Durch wasserdurchlässige Substrate und einen möglichst großen Lebensraum, kann die Lebensdauer eines Baumes gesteigert werden. Während im Bereich Straßen und Parkplätze, die modernen Unterbauten zu Verdichtungen führen und deswegen nicht durchwurzelbar sind. Dies führt zu einer Einengung des Lebensraumes der Bäume und zu einer kürzeren Lebensdauer. Um die Lebensdauer zu erhöhen, gibt es Arbeitsgruppen der Stadt Wien, zur Verbesserung des Baums substrates, die über die Größe der Lebensräume, als auch die Möglichkeit im Straßen- und Parkplatzunterbau durchwurzelbaren Boden zu schaffen, diskutieren. Wie durchlässig ein Substrat sein muss, damit es durchwaschen, aber trotzdem genügend Wasser aufnehmen kann, wird ebenfalls diskutiert. Die Umwelteinflüsse sind extremer geworden und der Eintrag diverser Hilfsstoffe, sowie Temperaturunterschiede, in sehr kurzem Zeitraum, sind weitere Kenngrößen.

KNOPF (2016) erwähnt in ProBaum folgende Stressfaktoren:

- Beengte Baumgruben
- Bodenverdichtung
- Nährstoffmangel
- Falscher pH-Wert
- Versiegelung der Flächen
- Zu kleine Baumscheiben
- Unzureichende Wasserversorgung
- Blockierter Gasaustausch
- Hundeurin
- Streusalz
- Extreme Temperaturen
- Fehlender/ reduzierter Luftaustausch
- Wärmeabstrahlung von Gebäuden

2.2.4 *Straßenbaum Favorit*

Die Experten wurden gefragt, welcher Straßenbaum ihr persönlicher Favorit ist und wieso. Diese Frage und deren Antworten sind subjektiv, sie werden in der Analyse berücksichtigt, jedoch als reiner Vielfältigkeitsleitfaden verwendet und ergeben nicht eine Liste an optimal geeigneten Straßenbäumen. Außerdem ist von vornherein klar, dass die Diversität vergrößert werden muss und nicht verringert werden darf.

BAUERS Straßenbaum Favorit war einmal *Ginkgo*, da er sehr robust ist, eine schöne Wuchsform und eine schöne Herbstfärbung hat, jedoch ist er nicht mehr sein Favorit. Außerdem mag er, im Bereich der mittelgroßen schlanken Form, *Malus tschonoskii*.

DIECKMANN lebt im Norden Mitteleuropas und bevorzugt *Quercus palustris*, da er trockene Standorte verträgt, aber auch *Tilia* weil er ein Klassiker ist. Auch *Cornus mas* zählt zu seinen Favoriten, da er als Hochstamm gezogen werden kann, robust, zäh und streusalzverträglich ist, jeden Schnitt verträgt und daher gut für enge Straßen geeignet ist.

DUJESIEFKEN nennt *Carpinus* und *Robinia*, da sie häufig mit den verschiedenen Anforderungen in der Stadt gut zurechtkommen. *Robinia* gilt als windbruchgefährdet, aber kommt gut mit den nährstoffarmen, verdichteten trockenen Standorten zurecht.

HILLEBRAND meint es gibt unterschiedliche Ansprüche, die ein „guter“ Baum erfüllen muss. Darunter zählen unter anderem: Größe, Lichtraumprofil, Hitze- und Trockenheitsresistenz, Toleranz gegenüber schlechten Substraten, Versiegelung und Salztoleranz, nennt aber in Bezug auf

Große Bäume:

- *Tilia tomentosa* ‚Brabant‘ und ‚Szeleste‘
- *Celtis australis*
- *Morus alba* ‚Platanifolia‘

Mittelgroße Bäume

- *Ginkgo biloba*
- *Acer campestre*
- *Acer monspessulanum*

Kleinere Bäume:

- *Sorbus aria*
- *Sorbus intermedia*
- *Koelreuteria paniculata*
- *Cercis siliquastrum*

ORASCHEs persönliche Straßenbaumfavoriten sind *Pyrus calleryana* ‚Westwood‘, ‚Aristocrat‘ und ‚Chanticleer‘. Viele Straßenbäume haben eine sehr unauffällige Blüte oder Herbstfärbung, doch die genannten sind stadtverträgliche Bäume, die eine außergewöhnliche Blüte haben und meist eine intensive Rotfärbung bekommen. Sie sind im Straßenbereich durchwegs resistent in Bezug auf Birnenrost (*Gymnosporangium sabinae*). Ihr einziger Nachteil ist Feuerbrand (*Erwinia amylovora*).

ROLOFF nennt *Liquidambar*, der jedoch hohen pH- Wert benötigt und ihn daher nicht zu seinem Favoriten macht. Momentan ist sein Favorit der Guttaperchabaum (*Eucommia*

ulmoides) aus China, der jedoch wie er selbst sagt ein noch unrealistischer Straßenbaum ist. Er ist in China ein ungeschlagener Straßenbaum, jedoch in Europa nicht verfügbar.

ROTH liebt *Platanus*, „weil er so schön groß ist“. Danach nennt er *Quercus*, der ein mächtiger großkroniger Baum ist. Er hält dies für einen Vorteil, da er schnell wächst und mit vielen Herausforderungen zurechtkommt. Sonst präferiert er *Acer monspessulanum* und *Acer opalus*, die bei uns noch selten auftreten. Für kleinere Straßen bevorzugt er *Koelreuteria*. Er findet das *Gymnocladus* unterschätzt wird und *Sophora*, zwar Potenzial hätte, aber es Probleme beim Aufasten gibt, weil die Äste sehr stark hängen.

SCHMIDT's Favoriten sind *Celtis australis* und *Gleditsia*. Jedoch sieht er auch großes Potenzial bei den einheimischen Eichen, die er zu seinen uneingeschränkten Favoriten zählt, wie: *Quercus cerris*, *Quercus pubescens*, *Quercus frainetto* und *Quercus hispanica*. SCHMIDT hält *Quercus* für geeignet, da er auch den Lebensraum für wildlebende Tiere bedenkt.

SCHÖNFELD erklärt, dass *Alnus spaethii* laut Versuchen der Bayrischen Landesanstalt für Wein- und Gartenbau sehr gut geeignet ist, sowie dass bestimmte *Quercus*-Arten, wie *Quercus cerris* und *Quercus frainetto* gut funktionieren. *Liquidambar* wird im Zuge der Frage auch erwähnt, als auch *Gleditsia*, jedoch sind sie in Deutschland noch nicht in hohen Stückzahlen vorhanden. Er meint *Ulmus* schneidet bei Versuchen gut ab, *Ulmus rubra* und *Ulmus rebona* zählen zu den resistenten Arten. *Ulmus* hatte in Deutschland, vor dem großen Ulmensterben, einen 30%igen Anteil der Straßenbäume. *Ulmus* kann an feuchten Standorten wachsen, verträgt aber auch viel Trockenheit und ist sehr anpassungsfähig, insofern wäre es sinnvoll ihn wieder vermehrt zu pflanzen.

WINDISCH nennt *Celtis australis*, der zum Beispiel am Wiener Gürtel gepflanzt wurde. Er befindet sich auf einem sehr schmalen Grünstreifen mit 1,5m Breite und trotz allen Widrigkeiten. Den Lebensraum, die Größe der Baumscheibe, und das Substrat hält WINDISCH generell für wesentlich.

2.2.5 Potenziell geeignete Straßenbäume

DIECKMANN meint, dass folgende Bäume zu empfehlen sind: *Carpinus betulus*, *Amelanchiar*, *Celtis*, *Zelkova*, der klassische Straßenbaum in Japan, *Ginkgo* und *Gleditsia triacanthos* ‚Skyline‘ und ‚Shademaster‘.

DUJESIEFKEN gibt zu bedenken, dass kein Baum salzverträglich ist, sie aber unterschiedliche Empfindlichkeiten beziehungsweise unterschiedliche Toleranzen besitzen. Er nennt dahingehend, dass *Platanus* relativ salzunempfindlich ist.

HILLEBRAND antwortet mit *Cercis siliquastrum*.

Das Magistrat 42 – Wiener Stadtgärten hält folgende für sehr empfehlenswert: *Acer campestre* (Sorten), *Celtis australis*, *Fraxinus ornus*, *Ginkgo biloba* (Sorten), *Gleditsia triacanthos*, *Pyrus calleryana* (Sorten), *Sophora japonica* (Sorten), *Ulmus* 'Columella' und *Ulmus resista*. Diese für empfehlenswert, *Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus excelsior* 'Diversifolia', *Platanus hispanica*, *Platanus orientalis* und *Tilia tomentosa*. Während *Carpinus betulus* -Sorten und *Tilia cordata* unter Einschränkung empfohlen werden.

ORASCHE erwähnt *Celtis australis*, da er mit vielen Rahmenbedingungen der Stadt gut zurechtkommt und er größeren Belastungen standhält, als andere Bäume. Das Problem, ist, dass es keine verschiedenen Sorten von *Celtis* gibt, er jedoch der größte Hoffnungsträger der Stadt Wien ist. *Ulmus resista* kommt gut mit Salzbelastung und Trockenheit zurecht, jedoch fehlt ein umfangreicher Sortenpool. *Ginkgo*, ist ein stadtverträglicher Baum, jedoch, meint ORASCHE, gibt es zu wenig Erfahrung und er ist sehr teuer, da er langsam wächst. Er zeigt sich als resistent gegen Trockenheit, Nässe sowie Salz. Außerdem hält sich der Schädlingsbefall in Grenzen. Er empfiehlt die männliche Art zu pflanzen, da die weibliche Form unwohlriechende Früchte hervorbringt.

ROLOFF, erklärt, dass es Forschungen in China gibt, bei der sich 40 potenziell geeignete Straßenbäume herauskristallisiert haben. Unter anderem der Guttaperchabaum. Hierbei muss beachtet werden, dass diese Bäume zuerst kontrolliert, die rechtliche Komponente berücksichtigt und sie dann besorgt werden müssen, damit sie keine Schädlinge einschleppen und invasive Arten vermieden werden. Dies gibt allerdings keine Garantie, da sie nur potenziell funktionieren könnten, weil nicht bekannt ist, wie sie sich nach 20/30 Jahren verhalten werden. Dieser Prozess dauert aber 10-20 Jahre. Er meint, wenn dadurch nur fünf Bäume zustande kämen, die es bisher noch nicht gab, dann wäre es ein Fortschritt.

ROTH meint *Pyrus calleryana* funktioniert gut, aber ist zu klein. *Ginkgo*, *Acer monspessulanum* und *Acer opalus* haben Potenzial und werden daher unterschätzt. Dazu findet er *Zelkova* interessant.

SCHMIDT antwortet auf die Frage der Eignung von Straßenbäumen, trotz Wintersalze, mit dem Projekt Stadtgrün 2021, der Bayrischen Landesanstalt für Wein- und Gartenbau, da dort Bäume getestet werden, die mit unseren Standorten vergleichbar sind. Die folgenden sind laut ihm eine Überlegung wert: *Quercus frainetto* ‚Trumpf‘, *Quercus hispanica*, *Tilia tomentosa*, *Sophora*, *Zelkova*, *Celtis* und auch bestimmte *Acer*-Arten, wie *Acer opalus*, *Acer monspessulanum*, *Acer buergerianum*. Es gibt einige *Acer*, die gut funktionieren. Er findet auch *Tilia mongolica* sehr interessant.

SCHÖNFELD antwortet mit *Alnus* und *Quercus*, da sie auch hingehend der Salzempfindlichkeit passen würden.

WINDISCH empfiehlt *Fraxinus ornus*, *Tilia europea* ‚Pallida‘ und *Celtis australis*, weil diese gute Ergebnisse bezüglich verschiedener Faktoren erzielen, wie zum Beispiel, Jahreszuwachs und bis in den Herbst grünes Laub. Diese Bäume trotzen den Umwelteinflüssen, welche eine moderne Stadt mit sich bringt. Es gibt verschiedene Straßenbäume, die eine höhere Konzentration von Salz vertragen. Dazu gehört *Tamarix*. Er steht teilweise im ersten Wiener Gemeindebezirk und etabliert sich gut, nur sein Habitus eignet sich nicht für die optimale Erhaltung des vorgegebenen Straßenraumprofils. *Ulmus resita* Sorten haben eine sehr hohe Resistenz gegenüber Schädlingen der Ulmenkrankheit und sind hochtolerant gegenüber der Blattwelke (*Verticillium*). *Ulmus* ‚New Horizon‘, ist derzeit ein oft verwendeter Straßenbaum, aufgrund seines Habitus und der großen Verträglichkeit gegenüber sämtlicher Umwelteinflüsse. Auch zu *Acer platanoides*, welcher nicht empfohlen wird, gibt es Alternativen, zum Beispiel: *Acer x freemanii*. Er hat eine schöne Herbstfärbung und soll auch sehr salzresistent sein.

Citree wird zur Gegenüberstellung und Vermehrung des Artenpools neben den genannten Expertenmeinungen und den empfohlenen Bäumen des Magistrats verwendet. Ausgewählt wurden die vordefinierten Suchkriterien, Verkehrsfläche (Straßen, Parks) und dicht bebaute Gebiete (Gebiete mit hoher Bebauungsdichte), da diese Kriterien für Straßenbäume zutreffen. Folgende Straßenbäume wurden von Citree ausgewählt: *Acer campestre*, *Alnus cordata*, *Alnus spaethii*, *Amelanchier arborea*, *Amelanchier arborea* ‚Robin Hill‘, *Celtis reticulata*, *Crataegus azarolus*, *Juniperus communis*, *Juniperus excelsa*, *Lonicera tatarica*, *Nyssa sylvatica Marshall*, *Prunus eminens Beck* ‚Umbraculifera‘, *Rosa tomentella Léman*, *Tilia tomentosa* ‚Brabant‘, *Tilia tomentosa Szeleste*‘, *Ulmus* ‚Lobel‘,

Ulmus hollandica ‚Plantijn‘, *Ulmus resista* ‚Regal‘, *Ulmus resista* ‚New Horizon‘, *Zelkove serrata* ‚Green Vase‘.

Laut WREDE (2016) in der Zeitschrift ProBaum, sollten Bäume von Klimaregionen stammen, in denen bereits heute ein Klima herrscht, das uns künftig erwartet. Die natürliche Anpassungsfähigkeit der heimischen Arten wird bald an ihre Grenzen stoßen. Er meint es sollen Baumarten aus Südeuropa und aus Nordamerika, unter unterschiedlichen Blickwinkeln, geprüft werden. Die von ihm genannten Sorten folgen: *Acer buergerianum*, *Acer monspessulanum*, *Alnus spaethii*, *Carpinus betulus* ‚Lucas‘, *Celtis australis*, *Fraxinus ornus* ‚Obelisk‘, *Fraxinus pennsylvanica* ‚Summit‘, *Ginkgo biloba* ‚Fastigiata‘, *Gleditsia triacanthos* ‚Skyline‘, *Liquidambar styraciflua*, *Magnolia kobus*, *Ostrya carpinifolia*, *Parrotia persica*, *Platanus orientalis*, *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*, *Sophora japonica* ‚Regent‘, *Tilia tomentosa* ‚Brabant‘, *Ulmus* ‚Rebona‘, *Zelkova serrata* ‚Green Vase‘.

Die Klimaartenmatrix der Sonderausgabe, „Grün ist Leben“, (Stand 07/2008) zeigt eine Tabelle mit Straßenbaumarten und -sträuchern, welche die Gehölzarten ihrer Eignung und Verwendung im Stadtbereich nach, bei prognostiziertem Klimawandel, einstuft. Bäume, die nach der Bewertung in beiden Kategorien, Trockentoleranz und Winterhärte als sehr geeignet eingestuft werden und über 10m hoch sind werden hier aufgelistet: *Acer campestre*, *Acer negundo*, *Acer zoeschense* ‚Pax‘, *Alnus incana* ‚Moench‘, *Cladrastis sinensis* ‚Hemsl‘, *Fraxinus pallisiae* ‚Wimott ex Pallis‘, *Juniperus communis*, *Juniperus scopulorum* ‚Sarg‘, *Juniperus virginiana*, *Ostrya carpinifolia*, *Phellodendron sachalinense*, *Pinus heldreichii*, *Pinus nigra* ‚Arnold‘, *Pinus sylvestris*, *Prunus avium*, *Quercus bicolor* ‚Wild‘, *Quercus macrocarpa*, *Robinia pseudoacacia*, *Robinia viscosa* ‚Vent‘, *Sorbus aria* ‚Crantz‘, *Sorbus badensis*, *Sorbus thuringiaca* ‚Ilse Fritsch‘, *Tilia mandshurica*, *Ulmus pumila*

Salz

Zum Thema Salz gingen einige Experten noch intensiver auf geeignete Bäume ein.

BAUER meint, Salz ist ein wesentlicher Faktor, der aufgrund seiner schaffenden Probleme, mehr an Bedeutung gewinnt. Das Problem bei Salz sind, so denkt er, nicht die Straßenbaulastträger, die die Straße freimachen müssen. Diese haben bereits gute Systeme entwickelt, mit denen sie gezielt sehr geringe Mengen an Salz aufbringen können. Die größere Belastung komme von Privathaushalten, da Hauseigentümer vor

ihrer Haustür den Gehweg freimachen müssen, aber kein Salz verwenden dürfen. Es wird jedoch vermutet, dass Privateigentümer eher Salz streuen, anstatt Schnee wegzuräumen. Und dies geschieht wahrscheinlich nach dem Motto: „Viel hilft viel“. Diese Mengen an Salz gehen in die Baumscheibe und wirken sich belastend für den Baum aus. Hier wäre eine Diskussion über Salzstreuung vernünftig, anstatt einen salztoleranten Baum zu suchen, den es nicht gibt. Doch wäre dieser auch nicht sinnvoll, da mit ihm die Diversität verloren geht.

ORASCHE behauptet, dass die Menge an Salz, die im Zuge des Winterdienstes anfallen, wirklich pflanzenproblematisch ist.

SCHMIDT meint, dass das Thema Streusalz in Bezug auf Straßenbäume auf zwei Wege lösbar ist. Der erste leichtere Weg, sei auf Salz zu verzichten. Dies ist eine juristische Frage für das Land Österreich. In anderen europäischen Ländern, mit einer anderen Rechtsgrundlage stellt dieses Thema kein Grundproblem dar. In Österreich ist der Straßenbetreiber für die Verkehrssicherheit verantwortlich. In Bayern müssen sich BenutzerInnen anpassen, zum Beispiel mit dem richtigen Schuhwerk bei Schnee, Regen und Eis. Wenn jemand hinfällt und unangepasstes Schuhwerk trägt, dann ist er selbst dafür verantwortlich. In Wien ist die MA48 haftbar. Aufgrund dessen wird vermehrt gesalzen. Der zweite Weg um Salz größtmöglich aus dem Wurzelraum zu bekommen, ist das Herauswaschen dieser, indem gewässert und das Salz nach unten gespült wird. Dadurch gerät es zwar ins Grundwasser, aber die Bäume überleben. Die Konzentration des Salzes kann gesteuert werden, indem das durchwurzelbare Volumen, möglichst vergrößert wird. Bei 50m³ durchwurzelbares Material kommt weitaus weniger Salz auf den Boden der Baumgrube oder des Wurzelraumes, als bei einer geringeren Fläche. Der Grund dafür ist die gleich groß bleibende Einzugsfläche, beziehungsweise die Spenderfläche. Je mehr Wasser in die Baumgrube oder in diese Struktur gelassen wird, desto verdünnter wird es. Es gibt Forschungsergebnisse aus anderen europäischen Ländern, die zeigen, dass es bis unter die Schadgrenze verdünnt werden kann, indem reichlich Niederschlagswasser in die Baumgrube eingeleitet wird.

2.2.6 Pflegearbeiten, Erhaltungspflege, Jungbaumpflege

Im folgenden Kapitel wurde nach der Bedeutsamkeit, der Pflegemaßnahmen gefragt, besonders bezogen auf Erhaltungs- und Jungbaumpflege.

BAUER meint, dass Jungbaumpflege absolut wichtig ist, aber häufig nicht gemacht wird, da entsprechende finanzielle Mittel nicht vorhanden sind. Im Straßenbereich muss sie stattfinden, da Probleme im Alter auftreten können, wenn die Pflege nicht konsequent durchgeführt wird. Wenn im Alter starke Äste weggenommen werden müssen, dann schafft das große Wunden und die Lebenserwartung des Baumes reduziert sich. Was in jungen Jahren weggeschnitten wird, kann der Baum noch kompensieren. Alle anderen Pflegearbeiten beziehen sich auf die Verkehrssicherheit und diese müssen, wenn notwendig, durchgeführt werden.

DIECKMANN hält Jungbaumpflege bei Neupflanzungen für sehr wichtig, damit der Baum gut Fuß fassen kann. Die ersten ein bis zwei Jahre sollten, laut ihm, mindestens gewässert und eine Startdüngung gegeben werden. Darüber hinaus hält er es für wichtig, dass der Baum korrekt gepflanzt wird und nicht zu tief, da dies ein sehr häufiger Fehler ist. Wenn darauf vielleicht noch eine Rindenmulchschicht kommt, steht der Baum rasch 20-30cm zu tief und das vertragen viele nicht. Außerdem, so meint er, wird mit der Aufastung für das Lichtraumprofil oft zu spät begonnen. Dadurch werden häufig Starkäste in größerer Menge mit der Säge hochgeastet. Davon erhält der Stamm eine große Menge an Schnittstellen und ist schnell anfällig für Krankheiten und Pilze. Es sollte bei der Pflege, möglichst schnell die gewünschte Kronenhöhe erzielt werden. Es würde reichen, wenn jedes Jahr eine Astpartie weggenommen wird.

DUJESIEFKEN meint, dass Pflege das wichtigste ist. Oft werden eingepflanzte Bäume vergessen und später mit falschen Aktionen stark belastet. Besser ist eine kontinuierliche Pflege, die nach und nach passiert. In Europa werden Bäume häufig wachsen gelassen, bis ein Problem entsteht oder droht zu entstehen, dann wird etwas unternommen. Beispielsweise werden Bäume dann geschnitten, entsiegelt, gedüngt oder es wird eine Kronensicherung eingebaut. Es braucht in Bezug auf die Pflege einen Paradigmenwechsel.

HILLEBRAND erklärt, dass im Wald ein Baum auch ohne Menschenpflege gut wächst, aber neben der Straße gibt es menschengemachte Herausforderungen wie das Lichtraumprofil die Verkehrssicherheit. Hierbei ist gute Pflege wichtig, da Bäume auch häufig zu Tode gepflegt werden wie zum Beispiel durch Kappungen aller Straßenbäume in einem Ort, weil sie zu groß geworden sind. Hier wäre es besser, nichts zu tun. Oft entstehen Schäden wie Ausfaltungen, die nicht sofort als solche erkennbar sind, oder mit der Zeit entstanden sind. Pflege muss kontinuierlich betrieben werden und es sind regelmäßige Baumkontrollen notwendig. Die Pflege beginnt mit der richtigen Erziehung in der

Baumschule, beispielsweise ist die richtige Stammhöhe für das Lichtraumprofil frühzeitig zu beachten. Ein Straßenbaum muss anders erzogen werden als ein Hausgartenbaum. Hierbei ist vor allem die korrekte Pflanzung und Stützung sowie Anwuchspflege, zum Beispiel durch Bewässerung, bedeutsam. Erhaltungspflege ist insofern wichtig, als dass im Alter und besonders bei der Pflege im Alter naturschutzfachliche Kriterien berücksichtigt werden müssen. Ein Baum mit Höhlungen ist nicht nur ein Problem für die Verkehrssicherheit, sondern auch eine Chance auf mehr Biodiversität. Insgesamt sind Pflegearbeiten sehr wichtig, weil Straßenbäume in einer Umwelt gepflanzt werden, die vom Menschen beeinflusst wird. Man muss rechtzeitig auf die Ansprüche des Baumes und die des Menschen Rücksicht nehmen. Der Baum wird durch sein ganzes Leben begleitet, damit für ein langes und gutes Zusammenleben von Bäumen und Menschen gesorgt wird.

ORASCHE behauptet, dass die MA 42 versucht, einen Mittelweg zwischen Größe und Kosten bei Neupflanzungen zu nehmen. Dabei hat der Standardbaum einen Stammumfang von 20-25cm, und besitzt einen ca. 3m hohen Stamm. Es wird nicht mit zu kleinen Bäumen gearbeitet, damit die Kosten der Jungbaumpflege nicht zu hoch werden. Bei der MA42 gibt es eigene Gruppen für die Erhaltung von Schnittmaßnahmen und für die Erhaltungspflege. Darüber hinaus unterliegt jeder Baum der Stadt Wien einer laufenden Kontrolle und Buchführung, was bedeutet, dass sie über nahezu alle Maßnahmen Bescheid wissen. Diese Bäume tragen alle eine Plakette, mit einer registrierten Nummer, die in einer Datenbank gespeichert ist und die teilweise für jeden zur Verfügung gestellt wird.

ROLOFF sagte, dass diese Frage nicht allgemein zu beantworten ist. Die Kompetenz der durchführenden Leute, sollte den Anforderungen entsprechen. Da er findet, dass aus Überängstlichkeit zu viel geschnitten wird. Ein Problem resultiert, wenn Baumkontrolleure auch Schnittmaßnahmen durchführen. Als Folgewirkung kommt der Baum in einen Teufelskreis, wodurch er noch mehr beschnitten werden muss und aufgrund dessen große Schnittflächen in der Krone entstehen, wo Fäule eindringt und wieder Totholz entsteht. Hierbei sollte mehr Gelassenheit herrschen und mehr auf die Stabilität und Regenerierungskraft des Baumes vertraut werden. Es ist schwierig im Bereich der Straße entspannt zu bleiben. Die Verkehrssicherheitspflicht ist sehr wichtig zu nehmen und das Lichtraumprofil für LKWs muss eingehalten werden. Hierfür muss die Krone hochgezogen werden und Schnittflächen dürfen nicht zu dick werden, obwohl es in jüngeren Jahren einen erhöhten Eingriffsbedarf gab. Es gibt gute und weniger gute Firmen die

Pflegemaßnahmen durchführen. Da zumeist die günstigste genommen wird, werden wenig Fingerspitzengefühl, sondern eher radikalere Maßnahmen angewendet.

ROTH hält die Pflegearbeiten neben Pflanzung und Vorbereitungsarbeiten für das Wichtigste. Wenn der Baum die ersten fünf Jahre effizient aufgestet und somit ein guter Kronenschnitt samt Leittrieb geschaffen wird, erhält er gute Voraussetzungen. Darüber hinaus muss darauf geachtet werden, dass das Lichtraumprofil möglichst schnell erreicht wird. Nach 10/20 Jahren sollte nicht mehr im Lichtraumprofil eingegriffen werden müssen. Bei der Pflanzung spielen in den ersten fünf Jahren, die richtige Höhe, der richtige Schnitt und die kontinuierliche Pflege die Hauptrollen.

SCHMIDT meint, es fängt bei der Pflanztechnik und beim Pflanzschnitt an. Vor allem der Pflanzschnitt wird bei SCHMIDT in den Fokus der Pflege gerückt.

SCHÖNFELD meint, die Jungbaumpflege sei extrem wichtig, aber auch das Bewässern, sowie eine rechtzeitige und weitgehende Kronenerziehung. 10-15 Jahre nach der Pflanzung sind Aufasten und Korrektur von Konkurrenzleittrieben von Bedeutung. Er meint es ist ein Paket aus drei Aspekten: eine gute Standortvorbereitung, dazu gehören eine ausreichend große Baumgrube für Wurzeln, deren Entwicklungsmöglichkeiten und unterirdische Gräben, sowie einen vernünftigen Boden und Substrat. Die Baumqualität und eine vernünftige Pflege sind zusätzlich signifikant. Wenn einer dieser Faktoren vernachlässigt wird, ist das Resultat schlechter als erwartet beziehungsweise erwünscht.

WINDISCH hält Pflegearbeiten für sehr wichtig. Es beginnt in der Jungbaumpflege, bei der entschieden wird, wie der Baum in 20-30 Jahren aussehen wird. Entsprechende Maßnahmen für Wachstum und Kronenaufbau während der Jungbaumpflege, verringern die Tragweite der Schnitтарbeiten in späteren Jahren. Er hält Bewässerung in den jungen Jahren für sehr wichtig, um das Wachstum des Baumes zu fördern. Pflegemaßnahmen im Laufe der Lebenszeit sind für Verkehrssicherheit und Entwicklung der Krone unumgänglich.

Laut KÖRNERs (2016) Artikel in ProBaum scheint aus ästhetischen Gründen derzeit das Dogma der Leittrieb Bildung zu wanken. Damit will offensichtlich die Rigidität aufgesteter Straßenbäume gebrochen werden und dies soll dem Straßenraum einen lockeren Charakter geben. Es ist abzuwarten, ob sich dies bewährt oder ob die Äste sukzessive von Passanten abgebrochen werden, sodass schließlich unansehnliche Exemplare entstehen, die schlussendlich doch aufgestet werden müssen.

PLIETZSCH erzählt in einem Artikel von BaumZeitung, dass ein Versuch in Brandenburg gezeigt hat, dass eine Jungbaumallee nach zehn Jahren, keinen Baum ohne Mangel aufweist. Er berichtet von folgenden Mängeln:

- mangelnde Ausführung der Pflanzarbeiten und vor allem eine zu tiefe Pflanzung
- kein oder ein nicht fachgerechter Pflanzschnitt
- ein Mangel an Pflegearbeiten und vor allem in der Bewässerung und der Unkrautbeseitigung
- ein Mangel im Kronenaufbau infolge von nicht oder nicht rechtzeitig ausgeführten Erziehungs- und Aufbauschnitten

Er rät zu folgenden Schnittmaßnahmen: Bereits beim Pflanzschnitt sollten eventuelle Fehlentwicklungen in der Krone korrigiert werden. Vor allem sich kreuzende und nach innen wachsende Äste, sowie starke und steil stehende Äste, sowie den Leittrieb von Konkurrenztrieben freistellen. Wenn erforderlich, den Leittrieb stäben und vorhandene Zwiesel entfernen oder einkürzen. Prinzipiell sollte das Lichtraumprofil schrittweise hergestellt werden. Ein Baum benötigt zwei bis drei Jahre zur Etablierung am Standort, danach folgen Erziehungs- und Aufbauschnitt an Verkehrsflächen. Bei schnell wachsenden Bäumen ist es alle zwei bis drei Jahre und bei langsam wachsenden vier bis fünf Jahre anzuwenden. Diese Zeit benötigt der Baum, um Wundheilung der zuvor zugefügten Schnittwunden geschehen zu lassen. Die Entwicklungspflege dauert 12-20 Jahre.

2.2.7 Baumgrubengestaltung

In der nächsten Frage wurden die Experten über die Relevanz der Baumgrubengestaltung befragt.

BAUER erzählt, dass in den 80-er Jahren ein ca. 80 cm tiefes Loch gegraben, der Baum hineingestellt und dann mit demselben Material wieder zugeschüttet wurde. Es gibt Bäume, die damit gut zurechtkamen, aber viele nicht. Er plädiert dafür, zu Beginn so viel Geld wie nötig zu investieren, sodass der Baum in den ersten Jahren optimale Wachstumsbedingungen vorfindet. Außerdem schreibt die FLL (2010) ein Volumen der Pflanzgrube von mindestens 12m³ vor. Er meint, wenn das machbar ist, ist die Umsetzung zu empfehlen, doch in den Innenstädten kann das häufig nicht durchgeführt werden. Es sollte so viel Volumen wie möglich und alles was sich darin befindet herausgeholt werden, um Substrat eintragen zu können. Für ihn ist ein zweischichtiger Aufbau des Substrats

Mindeststandard, dazu eine 1,5-1,7m tiefe Baumgrube um 12m³ Volumen gewährleisten zu können. Das Bodenvolumen für das Substrat soll nicht dauerhaft sein, sonst würde dies einen Blumentopfeffekt bewirken. Der Baum soll für die ersten Jahre ideale Bedingungen finden, damit er aus der Baumgrube herauswächst. Er soll sich im anstehenden Material, die am besten durchwurzelbaren Bereiche, sowie Nährstoffe, Wasser und Luft suchen und sich außerhalb des Ballens verbreiten. Neben der großvolumigen Aushebung und Auffüllung mit standardisiertem Substrat, werden in Köln zwei Belüftungsrohre, in 1-1,5m Tiefe eingebracht.

DUJESIEFKEN erklärt, dass die Praxis zeigt, dass Lehrbücher oder allgemein Empfohlenes, nicht überall funktioniert, beziehungsweise umgesetzt wird. Häufig wird, so meint er, ein Loch gemacht, der Baum hineingestellt und die Grube zu gekippt. Selbst wenn es in der Planung vorgesehen ist, wird es oft nicht konsequent umgesetzt. Bei einem Gutachten, das er durchführte, stand in der Ausschreibung 12m³ durchwurzelbarer Boden. Bei genauerer Betrachtung wurden in der Baugrube Beton, Baustahl und verdichtetes Mineralgemisch gefunden. Es wurde auf der Baustelle nicht kontrolliert, wobei der gute Wille da war, aber die Umsetzung nicht funktioniert hat. Dadurch stellt sich häufig die Frage, wieso Bäume nach zehn Jahren absterben. Hierzu betont DUJESIEFKEN, dass dem gesamten Bereich zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird.

HILLEBRAND, erklärt, dass dies ein ganz wichtiges Element ist und dass bei der Planung der Straße schon darauf geachtet werden muss, dass nicht die ganze Straße verdichtet und planiert wird. Manchmal wird der Baum auf verdichteten Unterbau gepflanzt und hat keine Chance woanders hinzuwachsen. Die Wurzeln, die sich nach unten ausbreiten sollen, um trockenresistent zu werden, können dies nicht, da kein Platz vorhanden ist.

ORASCHE erklärt, dass die Bedingungen für optimale Baumgruben gerade neu definiert werden. Die Rahmenbedingungen für durchwurzelbare Bereiche im Straßenraum werden immer enger und die Anforderungen größer. Mit veränderten Straßensubstraten, wird versucht dagegenzuwirken. Der Plan ist den Wurzelraum unter dem Straßenaufbau zu vergrößern.

ROLOFF findet, dass Baumgruben eine enorm wichtige Bedeutung haben, während er 9m³ als wünschenswert äußert. Es sollte unter Fahrbahnen durchwurzelbarer Boden geschaffen werden, doch ist dies eine teure Maßnahme. Bei Pflanzungen werden einige Fehler gemacht, welche sich nach 20 Jahren rächen. Es kommt vor, dass ein Baum früh abstirbt und erst danach auffällt, dass er nicht aus dem Ballen herausgewachsen ist, weil

die Bedingungen umher zu schlecht waren. ROLOFF hält es für wichtig, Zeit und Geld in den Standraum zu investieren, um möglichst gute Verhältnisse zu schaffen. Außerdem ergeben Untersuchungen, dass 60 % der Bäume zu tief gepflanzt werden. Manche Bäume sind diesbezüglich sehr empfindlich, da Fäule im Stammfuß entstehen kann.

ROTH meint, dass viel Geld in Rahmenbedingungen fließen muss und weniger in den Baum selbst. Das Augenmerk muss im Wurzelraum liegen. Der Baum selbst muss nicht groß sein, er muss jedoch von der Baumschule gut erzogen worden sein. Es darf nicht passieren, dass Wasser nicht zum Baum gelangt und daher das Substrat nicht gut durchspült wird. Ansonsten darf der Baum nicht bedrängt werden, sodass er aus dem daraus resultierenden „Blumentopf“ nicht herauswachsen kann.

SCHMIDT findet, Bewässerungspflege wichtig und dass der Baumstandort so aufgebaut werden muss, dass es möglich ist, den Ballen zu bewässern, da ein Gießschlauch oft am Ballen vorbei bewässert. Es ist darauf zu achten, dass der Baum aus dem Ballen wächst. Da der Dichteunterschied zwischen Ballen und Umgebung zu beachten ist, ist SCHMIDT für ein Öffnen des Ballens, oder ihn wurzelnackt zu pflanzen. Pflegeschnitte, um die Durchfahrtshöhe rechtzeitig zu erreichen, geht einem rechtzeitigen Aufasten voran. Ein Baum benötigt einen durchgehenden starken Leittrieb von Bäumen, der relativ schwache Seitenäste produziert. Er meint, es geht nicht um eine ausreichende, sondern um die richtige Bewässerung. Ansonsten dürfen Straßenbäume nicht zu tief gesetzt werden, da Bäume in der Stadt oft 15cm zu tief stehen. Aus Messungen und Untersuchungen geht hervor, dass ein wesentlicher Grund, warum ein Baum schlechter wächst als sein Nachbar, der zu tiefe Stand ist. Dies macht sich in cm Wuchsleistung bemerkbar. Außerdem ist es wichtig, dass Bäume von der Baumschule nicht überballiert werden, da dies sehr leicht passiert, wenn die Oberkante des Ballens richtig steht, aber der Ballen zu hoch angesetzt ist, führt dies trotzdem zu einem zu tiefen Stand.

SCHÖNFELD erklärt, dass laut FLL (2010) eine 12m³ Baugrube nötig ist und der Wurzelraum sich dann vergrößern sollte. 12m³ reichen für einen 60/80-jährigen Baum nicht. Deswegen ist es vonnöten, dass Wurzelraumerweiterungen gesucht werden. Wo für den Baum Wurzelraum geschaffen werden kann, muss schon vor der Pflanzung bedacht werden. Dafür gibt es auch einige Vorschläge in der FLL (2010), welche, soweit er weiß, in Wien nicht gemacht werden. Laut seiner Kenntnis haben sich die genannten 12m³ in Bayern noch nicht durchgesetzt. Durchschnittlich sind es meistens 3m³.

WINDISCH sagt, dass die Baumgrubengestaltung eine sehr große Relevanz hat. Hierbei spielen Größe und Untermaterial eine wesentliche Rolle für das weitere Leben des Baumes und seiner Standzeit. WINDISCH warnt auch vor dem Blumentopfeffekt. Im Straßenbereich mit sehr kleinen Baumscheiben, einer nicht wasserdurchlässigen Baumgrubensole und einem nicht optimalen Substrat führt dies langfristig zu Problemen. Wenn Böden mit hohem Lehmanteil versehen sind, wird ein noch so resistenter Baum sehr große Probleme haben.

2.2.8 Wichtigste Substrateigenschaft

BAUER hält das Substrat der FLL (2015), mit den darin genannten Eigenschaften, für ideal. Prinzipiell sucht die Wurzel immer den geringsten Widerstand und wächst dahin, wo das Porenvolumen am größten ist. Das Substrat aus der FLL (2015) gewährleistet dies. BAUER hält ein strukturstabiles Substrat mit ausreichendem Porenvolumen für angebracht, da es nicht verdichten kann und daher das Porenvolumen erhalten bleibt. Nichtsdestotrotz sind Wasser und vor allem ausreichend Luft wesentlich.

DIECKMANN hält Wasseraufnahmefähigkeit für essenziell, da Straßenbäumen sehr wenig Wurzelraum zur Verfügung steht. Das Substrat muss grobporig sein, um genügend Luftanteil zu erhalten. Es sollte genügend Feuchtigkeit vorhanden sein und verdichteter Boden, sowie Staunässe sollten vermieden werden. Für besonders schlecht erachtet er nasse Böden, die nicht gut durchlüftet sind. Anzumerken ist, dass in Deutschland die ausgeschriebenen und genormten Substrate oft einen viel zu hohen pH-Wert aufweisen.

DUJESIEFKEN findet die wichtigsten Substrateigenschaften sind eine gute Sauerstoffversorgung für die Baumwurzeln, sowie Strukturstabilität, die die Möglichkeit zur Sauerstoffversorgung der Wurzeln gibt und wenig verdichtet.

Problematisch ist es, wenn die Wurzeln nicht einwurzeln können, und sie aufgrund des Sauerstoffmangels ersticken. Allgemein liegt der Fokus auf Nährstoffen und Wasser, während auf ausreichend Sauerstoff im Boden vergessen wird. Außerdem ist im städtischen Bereich der pH-Wert oft zu hoch.

HILLEBRAND, nennt Strukturstabilität und Durchlässigkeit als die wichtigsten Substrateigenschaften. Es sollte auch genügend Nährstoffe und Wasser besitzen, damit der Baum wachsen kann.

ORASCHE betont, dass das Korngefüge, hinsichtlich der Verdichtung und des Porenvolumens wichtig ist. Jede Erschütterung führt zu Verlagerungen und Verdichtungen. Wasserdurchlässigkeit und Wasserhaltevermögen sind wichtig, speziell wenn Salz ausgespült wird und im Sommer viel gespeichert werden soll. Es muss in einem wirtschaftlichen Rahmen sein, in einer doch sehr finanziell angespannten Situation. Es ist vergebens, das billigste Substrat zu verwenden in dem der Baum nicht überleben kann. Wenn er ausgetauscht werden muss, ist es viel teurer.

ROLOFF hält Wasserspeicherfähigkeit, Verdichtungsresistenz und Nährstoffe für die wichtigsten Substratparameter.

ROTH, erläutert, das Baumsubstrat überbaubar und stabil, aber trotzdem durchlässig sein muss, damit der Baum Überlebenschancen hat und darin wurzeln kann. Mit diesen Eigenschaften ist es im gesamten Straßenraum einsetzbar. Luft- und Wasserporen hält er für wichtig, wobei Luft am entscheidendsten ist. Bei Nährstoffen sieht er kein Problem, da er glaubt, dass die Wiener Straßenbäume nicht an Nährstoffmangel leiden. Wobei Staunässe der häufigste Grund, für das Absterben eines Baumes ist. Sein Motto hierzu: lieber entsprechend finanzielle Mittel in das Baumsubstrat, die Baumgrube und den Wurzelraum investieren, als in die Pflanze. Die Salzproblematik sieht er an der Durchlässigkeit. Je durchlässiger ein Baumsubstrat, desto besser kann es ausgewaschen werden.

SCHMIDT verweist auf ein ausreichendes Volumen, auch im verdichteten Zustand und einem Porenvolumen das annähernd dem ungestörten Standort entspricht (dies wären laut ihm 40-50 % an Poren). Die Hälfte dieses Volumens müssen Luftporen sein und ein Viertel dieses Volumens muss pflanzenverfügbares Wasser enthalten. Porenvolumen muss mittels Stützkorn erhalten werden, um Verdichtung vorzubeugen. Das Verhältnis zwischen Stützkorn und Füllkorn muss so gewählt sein, dass die Verfügbarkeit von Poren auch in einem verdichteten Zustand gegeben ist.

SCHÖNFELD erwähnt den Faktor Luft, da ein gut durchlüftetes, lockeres Baumsubstrat, welches auch durch Erschütterungen nicht nachverdichtet, zum Ziel führt. Bäumen scheint Luft für die Wurzeln wichtiger als Wasser und Nährstoffe zu sein. Eine gute Luftführung soll behalten werden, sowie ein guter Ausgleich zwischen Wasserkapazität und Wasserdurchlässigkeit. Sodass es gut Wasser speichern kann, wenn es regnet, aber Staunässe verhindert wird. Ein hoher Humusanteil im Baumsubstrat, scheint für ihn nicht notwendig. Von einem Versuch des Stadtgrün 2021 ist bekannt, dass Bäume gut mit

Nährstoffen versorgt sind, während der Stickstoff knapp ist. Jedoch ist nicht bekannt wie viele Nährstoffe ein Baum tatsächlich braucht.

WINDISCH, behauptet eine gute Abstimmung zwischen Feinanteil und Grobanteile im Baumsustrat sei wichtig. Zusätzlich sollten Belüftung, Balance zwischen Wasserdurchlässigkeit und Wasserspeichermöglichkeit an Wasser und Nährstoffen sichergestellt werden. Er hält ein Baumsustrat, mit hoher Wasserdurchlässigkeit für essenziell.

2.3 Diskussion der Ergebnisse der Untersuchung von Straßenbäumen

Die Ergebnisse aus den Experteninterviews werden zusammengeführt und kritisch betrachtet, sowie mittels Grafiken visuell ansprechend dargestellt.

2.3.1 Vitalität von Standardstraßenbäumen und deren Problemfaktoren

Die Experten leben in Deutschland und Österreich und aufgrund der geographisch, voneinander abweichenden Lage, sind unterschiedliche Antworten zu erwarten. Hierbei gibt es, wie schon erwähnt, keine richtigen oder falschen Antworten. Um eine Vergleichbarkeit zu erzielen wurde dahingehend simplifiziert, indem vorerst nur Gattungsnamen in die Wertung miteinbezogen wurden. Es wurden nicht alle Arten gleichmäßig ausgewertet, sondern bei der Nennung einer oder mehrerer Arten, auf eine Stimme reduziert.

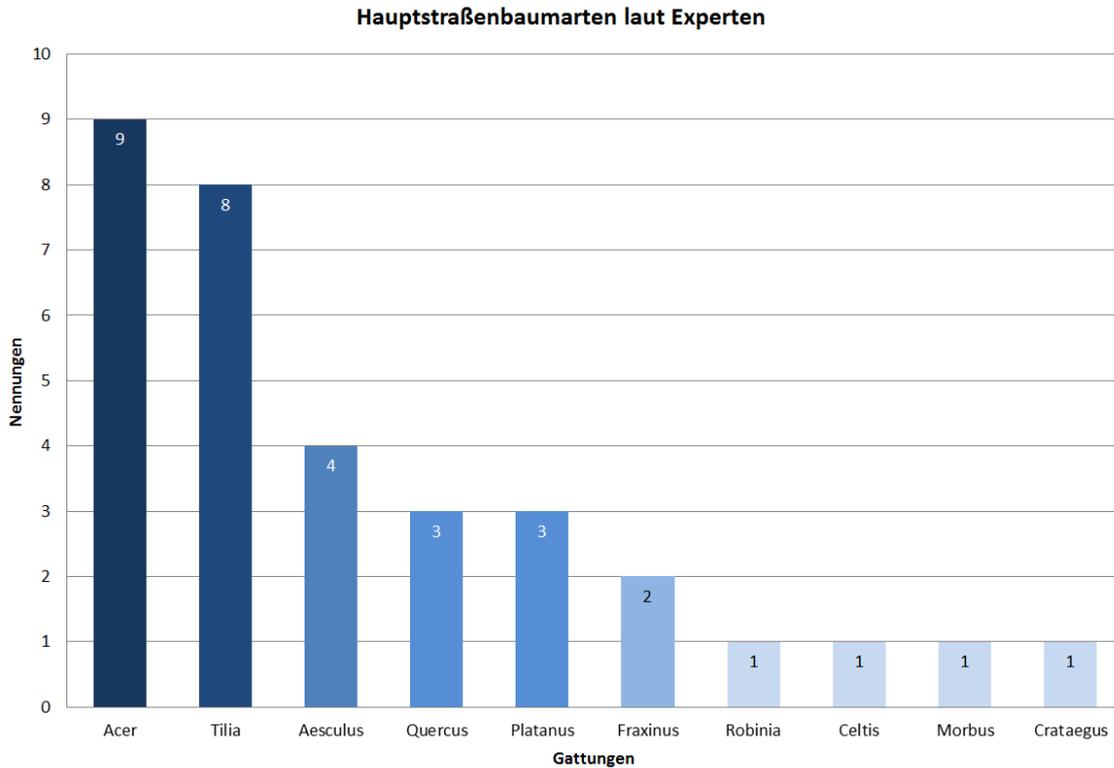


Abbildung 14: Hauptbaumarten laut Experteninterviews mittels Säulendiagramm dargestellt

In Bezug auf die Hauptbaumarten sind sich die Experten einig. Wie in Abbildung 14 zu sehen, wurden *Acer* und *Tilia* am häufigsten genannt, da *Acer* von zehn Experten neun Mal genannt wurde und *Tilia* acht Mal. Dieses Ergebnis kommt angesichts von Tradition und jahrzehntelanger Erfahrung zustande, als auch die leichte Produktion und der daraus resultierende niedrige Preis. *Aesculus* folgt mit vier Erwähnungen und *Quercus* und *Platanus* mit je drei, während *Fraxinus* von zwei Experten genannt wird. Danach folgen Einzelnennungen, die aufgrund der geographisch unterschiedlichen Lagen der Experten zustande kommen. Zu bedenken gibt, dass eine Umstrukturierung im Gange ist und sich diese Straßenbaumgattungen in einem großen Umbruch befinden, worauf diese Masterarbeit auch abzielt.

Die Experten äußern sich dahingehend, dass die genannten Straßenbäume nicht zukunftsfruchtig sind, jedoch darf dies nicht verallgemeinert werden, da es in den Gattungen Sorten und Arten gibt, die Potenzial haben, die Veränderungen des Klimawandels zu bewältigen. Hierbei sind die Rahmenbedingungen, vor allem der Standort, die größten Einflussgrößen. Außerdem ist der Klimawandel nicht nur ein Grund für den Umschwung, sondern auch Anlass zur Umstrukturierung des Extremstandorts

Straße. Die Vitalität der Standardstraßenbäume, wurde von ROTH in Bezug auf die Wiener Straßenbäume auf 20-30 % geschätzt.

Die geringe Lebenserwartung der Bäume ist mit dem Extremstandort Straße verknüpft. Hierfür gibt es abiotische und biotische Faktoren:

Abiotische Faktoren:

- Klimawandel, der sowohl Dürre, Hitze, Stürme, Hochwasser, als auch Frost, Schnee und Eis mit sich bringt. Der Klimawandel ist ein massives Problem, das nicht abgewendet, sondern wenn überhaupt nur verzögert werden kann.
- Standort: beim Standort sind die Wahl des Platzes überaus wichtig, sowie dessen Beschaffenheit und Rahmenbedingungen, als auch die dann durchzuführenden Aufbereitungsarbeiten.
- Schadstoffbelastung, Staubbelastung, Luftverschmutzung
- mechanische Belastungen, wie
- Verdichtung, entsteht durch Erschütterungen und Vibrationen jeglicher Art. Diese verändern die Lage der Körner und führen zur Versiegelung
- Aufgrabungen im Wurzelbereich beziehungsweise Wurzelkappungen
- Bautätigkeiten haben immer Einfluss auf den Baum, da meistens Wurzeln verletzt oder gekappt und der Standort beeinflusst wird. Dabei wäre der laut ÖNORM L 1121 2003-04-01 zu verwendende Baumschutz hilfreich, wenn er richtig angewendet werden würde. Doch der oft gesehene Baumschutz an Baustellen ist zumeist nutzlos, da die Vermutung besteht, dass die dort arbeitenden BauarbeiterInnen das Gebiet außerhalb des Baumschutzes für jegliche Ablagerungen nutzen und diese belasten die anstehenden Wurzeln. Bauschutt- und Müllablagerungen setzen darüber hinaus dem Baum sehr zu.
- Anfahrtschäden von Autos entstehen häufig. Hier gibt es massive Schäden wie Astabbrüche, aber auch Rindenbeschädigungen. Gute Rammschutzvorrichtungen verringern Beschädigungen am Baum.
- Pflanztechnik
- Bewässerung beziehungsweise schlechte Wasserversorgung
- Verkehrssicherheit
- Begrenzte Luft
- Salz beziehungsweise Streusalzschäden
- Wurzelraumknappheit

- Verabsäumung der Wurzelstockentfernung von Altbäumen
- Schlechte Standortvorbereitung

Biotische Faktoren:

- Krankheiten, welche von den Experten dezidiert genannt wurden
- Massaria (*Splanchnonema platani*)
- Ulmensterben (*Ophiostoma ulmi* und *Ophiostoma novo-ulmi*)
- Feuerbrand (*Erwinia amylovora*)
- Blattwelke (*Verticillium*)
- Schädlinge
- Miniermotte (*Gracillariidae*)
- Kastanie-Miniermotte (*Cameraria ohridella*)
- Kastanienblattbräune (*Guignardia aesculi*)
- Wollige Napfschildlaus (*Pulvinaria regalis*)
- Pilze

Dies sind die Hauptfaktoren, die zu Stress und daher nicht vitalen Straßenbäumen führen können, wodurch sich die Komplexität erklärt, die in Abbildung 15 vereinfacht dargestellt ist. Die Matrix zeigt den Ursachenkomplex, deren Konsequenzen und potenzielle Lösungswege auf. Sie soll den schlechten Zustand der Straßenbäume thematisieren und setzt sich mit den genannten Faktoren der Experten auseinander und in Relation. Diese Matrix stellt die beeinträchtigenden Faktoren dar und kategorisiert sie, da nur durch Kenntnis der Problematik, Lösungswege gesucht und gefunden werden können.

Die genannten biotischen und abiotischen Schäden wurden in drei Kategorien unterteilt. Zum einen in die Kategorie Klima, diese Ursachen sind nicht veränderbar und geschehen aufgrund von natürlichen Einflüssen. Zum anderen die Kategorie Verkehr, die teilweise veränderbar ist. Es sind Ursachen die von Grund auf vom Menschen verursacht sind, aber zumeist nicht bewusst oder beabsichtigt geschehen. Des Weiteren die Kategorie Mensch, die Ursachen die veränderbar sind und vom Menschen bewusst und beabsichtigt durchgeführt werden.

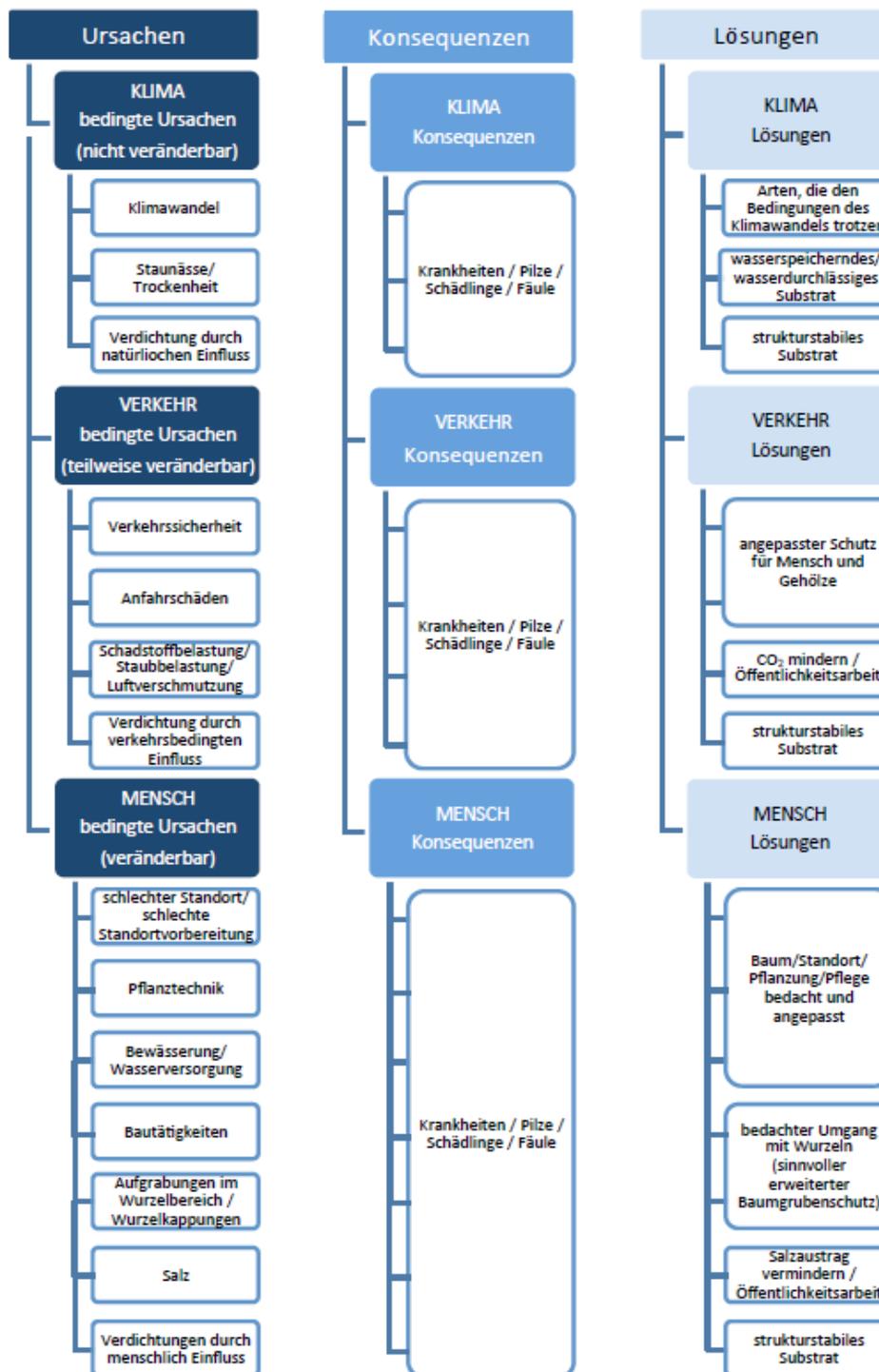


Abbildung 15: Matrix der Probleme mit potenziellen Lösungswegen

Diese Matrixführung ist aus den Antworten der Experten und deren Schlussfolgerungen entstanden. Alle Ursachen führen zu denselben Konsequenzen. Besonders auffällig ist, dass viele Probleme auf das Baums substrat zurück zu führen sind, welches das Thema des zweiten Teils dieser Masterarbeit ist.

Die Experten, wobei dies dezidiert von ORASCHE und HILLEBRAND erwähnt wurde, meinen, dass es speziell um die Summe der Faktoren geht. Der Baum kann einen Problemfaktor kompensieren, jedoch kommt er in keine Erholungsphase, wenn er im Sommer und im Winter leidet, da er sich sonst in der Phase, in der die Umstände optimal wären, regenerieren könnte. Deswegen sollte nicht nur auf einzelne Problemfaktoren eingegangen werden, sondern um Änderung zu erzielen, muss die gesamte Problematik behandelt werden. Auf manche Größen, wie den Klimawandel und das Wetter, ist wenig bis kein Einfluss möglich, jedoch bei Pflege, durchwurzelbaren Boden und Substrateigenschaften besteht die Möglichkeit Maßnahmen zu setzen.

BAUER ist gegen künstliche Bewässerung von Straßenbäumen, da es zu teuer und zu aufwendig ist. Während andere Experten sehr wohl zu Bewässerung und vor allem zur Bewässerung in der Anwuchspflege, raten. DIN 18916:2016-06 besagt, dass ausreichend Bodenfeuchte vorhanden sein muss und wenn nicht, muss diese geschaffen werden. Demnach ist eine entsprechende Wassermenge für die jeweiligen Standortverhältnisse sicherzustellen.

Die Experten, aber vor allem ROLOFF, sind skeptisch gegenüber der geringen Diversität der Straßenbäume in Wien, da es laut dem Straßenbaumsortiment 2016 der MA 42 nur 19 Baumarten gibt, die sie empfehlen. Sollte eine der Gattungen erkranken, dezimiert sich die Zahl der Arten drastisch. Hier wird von den meisten Experten dringend empfohlen, mehr unterschiedliche Straßenbäume zu pflanzen, um die Diversität zu steigern. In Dresden, so erzählt ROLOFF, werden 130-140 verschiedene Straßenbaumarten gepflanzt und es wird weiterhin experimentiert, während DIECKMANN meint, dass generell mehr Mut zum Ausprobieren nützlich wäre.

2.3.2 Baumliste

Dargestellt werden die Präferenzbäume der Experten, deren Erwähnungen über speziell salztolerante Gehölze, die empfohlenen Straßenbäume der MA 42, die getesteten Straßenbäume des Stadtgrün 2021 (ein Klimawandel-Stadtbaum-Projekt der bayrischen Landesanstalt für Wein und Gartenbau), als auch die Datenbankergebnisse von Citree, sowie den potentiell geeigneten Bäumen nach WREDE (2016) in ProBaum und der Klimaartenmatrix-Stadt. (KLAM)

F... Favoriten
S... Salztolerant
M... werden von MA42 sehr empfohlen beziehungsweise empfohlen
(M)... werden von MA42 teilweise empfohlen
G...Stadtgrün 2021
C... Citree
P... ProBaum 1/2016 Klimatolerante Bäume für den Norden (WREDE 2016)
K... KLAM-Stadt Klimaartenmatrix für Stadtbaumarten
(FF oder SSS...Mehrfachnennung)

Abbildung 16: Straßenbaumliste bestehend aus persönlichen Favoriten der befragten Experten, Bäume die jene Experten für salztolerant halten, den Bäumen des Wiener Straßenbaumsortiments der MA42, den potenziell Zukunftsträchtigen laut Stadtgrün 2021, ProBaum1/2916 und KLAM-Stadt Klimaartenmatrix, den vorgeschlagenen Arten der Citree- Datenbank der TU Dresden 2016 Klimatolerante Bäume für den Norden

Diese Baumliste ist eine breite Palette an potenziell geeigneten beziehungsweise standortgerechten Baumarten, wodurch sich langfristig eine größere Vielfalt an Arten ergibt. Sie listet aber auch teilweise Arten und Sorten, die probiert werden müssen, weil sie Potenzial haben.

Bezüglich der Salzstreuungsbelastung gingen einige Experten näher auf dieses Thema ein. Es gibt keinen Baum, der salzverträglich ist und der den Salzbelastungen gerecht werden kann. Es gibt nur salztolerantere Bäume und jene, die Salz weniger gut vertragen.

BAUER ist der Meinung, dass die größere Belastung, von Privathaushalten kommt, da Straßenbauträger mittlerweile gute effektive Systeme haben. Anstatt Schnee wegzuräumen, wird verbotenerweise Salz gestreut. Diese Mengen an Salz gehen in die Baumscheibe und verursachen Probleme. Hier wäre eine Diskussion vernünftig, die Salzstreuung thematisiert, anstatt einen salztoleranten Baum zu suchen.

Hingegen meint ORASCHE, dass die Menge an Salz, die im Zuge des Winterdienstes anfallen, generell sehr pflanzenproblematisch ist.

Zudem meint SCHMIDT, dass es zwei Wege gibt, mit dem Salz umzugehen. Es ist eine juristische Frage, da in Österreich der Straßenbetreiber für die Verkehrssicherheit verantwortlich ist. In Bayern zum Beispiel, muss sich der Benutzer anpassen. In Wien trägt die MA48 die Haftung. Aufgrund dessen wird mehr gesalzen. Der zweite Weg, um Salz größtmöglich aus dem Wurzelraum zu bekommen, ist es herauszuwaschen, indem viel gewässert und das Salz nach unten gespült wird.

2.3.3 Rahmenbedingungen

Pflegearbeiten

Pflegearbeiten werden sowohl von den interviewten Experten, als auch von entsprechender Literatur, wie „Straßenbäume“ von BADER et al., der Zeitschrift ProBaum und BaumZeitung für überaus wichtig gehalten.

Die Baumschule trägt Sorge, dass ein Baum richtig erzogen wird. Zu Beginn der Pflege ist eine korrekte Pflanzung dringend nötig, da eine zu tiefe Stellung mit 10-30cm häufig (zu 60 % laut ROLOFF, laut ROTH zu 90 %) geschieht. Dieser Fehler macht sich laut SCHMIDT in cm Wuchsleistung bemerkbar, da sich dieser Fehler nach 20 Jahren, laut ROLOFF rächt. In Abbildung 17 wird der von den Experten beschriebene „zu tiefe Stand“ mittels Handskizze gezeigt, aber auch der korrekte Stand ist dargestellt. Zu beachten ist, dass der Wurzelhals nicht zu tief im Substrat steht, sondern am oberen Ende der Wurzeln das Substrat beginnt.

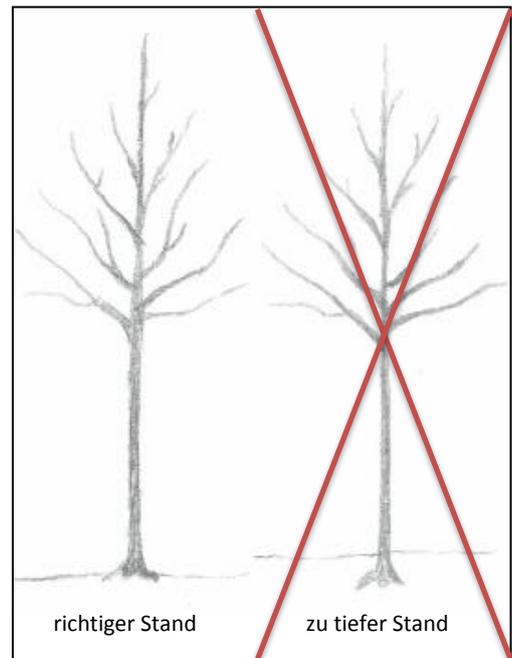


Abbildung 17: Handskizze - richtiger Stand und zu tiefer Stand von Gehölzen

Außerdem kann es zu Fäule am Stammfuß führen. Deswegen ist es von Bedeutung, darauf zu achten, wie ROTH und SCHMIDT sagen, dass der Baum nicht überballiert aus der Baumschule kommt. Danach ist laut SCHMIDT ein Pflanzschnitt ein Muss. In Abbildung 18 wird die von den Experten beschriebene Überballierung gezeigt, also auch die richtige Art Bäume zu ballieren.

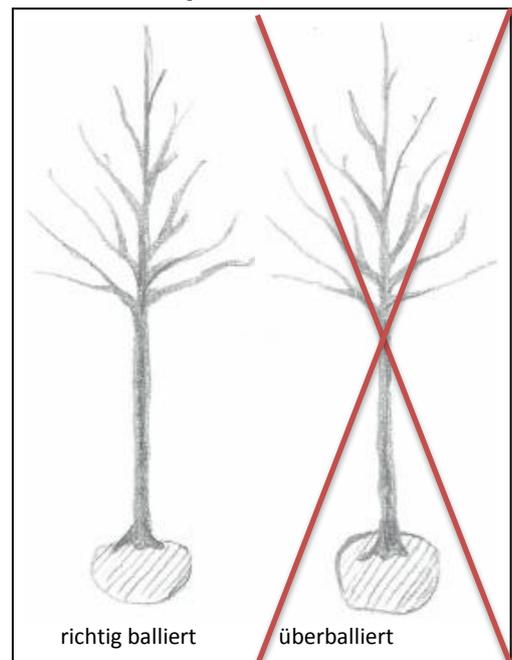


Abbildung 18: Handskizze - richtig balliert und überballiert bei Gehölzen

Es folgt die Jungbaumpflege, diese entscheidet, laut WINDISCH, wie der Baum in 20 bis 30 Jahren aussieht und sorgt dafür, wie DIECKMANN sagte, dass der Baum gut Fuß fassen kann. Dabei ist ein durchgehender, starker Leittrieb vonnöten, als auch die richtige Stamm- beziehungsweise Kronenhöhe, um die Lichtraumprofilhöhe schnell zu erreichen. Eine angebrachte Aufastung in den ersten fünf Jahren sollte vorgenommen werden, da diese für einen guten Kronenschnitt sorgt und vermieden wird, dass später im Lichtraumprofil geschnitten werden muss, äußerte sich SCHMIDT. In jungen Jahren kann der Baum weggeschnittene Äste noch gut verkraften und diese kompensieren, während im Alter rascher Fäule oder Pilze entstehen können. Diese können zu Totholz führen, die weitere Wunden bilden und

Bakterien, Pilze und Fäule anziehen. Aufgrund von Überängstlichkeit wird oft zu viel weggeschnitten, das kann Bäume stressen und in weiterer Folge zu Totästen führen, wodurch sich, laut ROLOFF rasch ein Teufelskreis entwickeln kann. Durch schlechte und unqualifizierte Pflege, darf der Baum nicht zu Tode gepflegt werden, denn Pflege ist nicht gleich Pflege, meint SCHMIDT. Bei alten Straßenbäumen wird zu viel geschnitten, hier sollte mehr Gelassenheit vorhanden sein, jedoch ist der wichtige Punkt Verkehrssicherheit beeinflussend. Hier gilt eine Mitte zu finden, die dem Baum mehr zutraut, aber die noch eine umfangreiche Verkehrssicherheit gewährleistet. Verkehrssicherheit spielt im Straßenverkehr, in Bezug auf Bäume, die wichtigste Rolle. Hier gilt höchste Anforderung an die Kompetenz der Arbeitskräfte. Pflegemaßnahmen sind im Laufe der Lebenszeit für Verkehrssicherheit und Entwicklung der Krone unumgänglich.

Bezüglich Bewässerung als Pflegemaßnahme äußern sich die Experten sehr ähnlich, entweder soll sie in den ersten Jahren vermehrt durchgeführt werden, oder meinen andere, sie soll die ersten 10-15 Jahre durchgeführt werden. Hierbei geht es laut SCHMIDT nicht um die ausreichende, sondern die richtige Bewässerung. Andererseits ist BAUER gegen die Bewässerung von Straßenbäumen, da er findet, sie müssen mit dem Vorhandenen auskommen und meint, diese Pflegemaßnahme wäre darüber hinaus wirtschaftlich nicht vertretbar.

Bäume werden oft gepflanzt und vergessen, bis ein Problem entsteht oder droht zu entstehen und dann wird häufig mit falschen Aktionen reagiert. Hier wäre laut DUJESIEFKEN ein Paradigmenwechsel in der Pflege dringend notwendig.

HILLEBRAND meint, zusammengefasst, dass Pflegearbeiten sehr wichtig sind, weil Straßenbäume in einer Umwelt gepflanzt werden, die von Menschen beeinflusst wird. Dabei müssen die Ansprüche des Straßenbaumes und die Ansprüche der Menschen unter gleichermaßen berücksichtigt werden. Deswegen soll der Baum durch sein ganzes Leben begleitet werden, damit für ein langes gutes Zusammenleben von Bäumen und Menschen gesorgt ist.

Baumgrubengestaltung

Die Experten stimmen der FLL (2010), Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 2, bezüglich der Baumgrube völlig zu, und meinen sie sollte, wie auch in der Richtlinie steht, wenn möglich größer sein. Trotz dessen wäre es nicht ausreichend, wird gemeint, aber

besagt auch die FLL (2010), dass erweiterter, durchwurzelbarer Bodenraum vorhanden sein sollte, um eine Entwicklungsmöglichkeit zu gewährleisten. DUJESIEFKEN erzählte, dass 12m³ in Projekten oft ausgeschrieben werde und dass der Wille vorhanden ist, aber die Ausführung nicht gelingt. Der durchwurzelbare Bereich im Straßenraum wird immer enger. Er ist unter der Fahrbahn wünschenswert, jedoch ist dies kostspielig. Daher sollte beim Erstellen der Straße, die Baumgrube schon geplant werden, damit die Fahrbahnen nicht völlig planiert und verdichtet werden. Vor der Pflanzung sollten Überlegungen angestellt werden, wo mehr Wurzelraum für den Baum geschaffen werden kann.

Der durchwurzelbare Raum ist wichtig, wird jedoch, so glaubt SCHÖNFELD in Wien nicht bereitgestellt. Hingegen gibt es laut BAUER in Köln neben einer großvolumigen Aushebung und Auffüllung mit standardisiertem Baums substrat noch zwei Belüftungsrohre, die in 1-1,5m Tiefe angebracht werden.

Wegen mangelndem Platz kann es zu einem Blumentopfeffekt kommen, bei dem der Baum in seinem Pflanzloch, aufgrund von unmittelbarer Verdichtung oder negativen Verhältnissen außerhalb eingeeignet ist, sodass der Baum in seinem Pflanzloch oder seinem Ballen bleibt und nicht herauswächst. Deshalb sollte er zu Beginn optimale Bedingungen finden. Baums substrate sollen nicht dauerhaft vorhanden sein, da der Baum sobald er sich akklimatisiert hat, herauswurzeln muss. Danach sollte sich der Baum im anstehenden Material, den Bereich suchen, indem er am besten wurzeln kann und die meisten Nährstoffe sowie Luft und Wasser findet, erklärt BAUER im Interview. Deswegen hält, SCHÖNFELD, die Lebenserwartung der Straßenbäume in Wien für sehr begrenzt, trotz aufwendig entwickelten Baums substrats, da ein Blumentopfeffekt oft gegeben ist. Dies wird von WREDE (2016) bestätigt und dadurch erklärt, dass Wien in kleine Parzellen geteilt wurde und daher nur wenig Platz vorhanden ist. Manches gründerzeitliche Straßenprofil könnte Straßenbäume aufnehmen, jedoch müssen sie oft dem intensiv bewirtschafteten Parkraum weichen. Daher spielen die punktuellen Begrünungen eine wichtige Rolle, da sie als Erholungsräume dienen. Wien bemüht sich ein Netz von Grünverbindungen aufzubauen.

Einige Experten sind der Meinung, dass zu Beginn ausreichende Mittel in die Rahmenbedingungen gesteckt werden sollen, damit der Baum, in den ersten Jahren, optimale Wachstumsbedingungen vorfindet. Es wurde gesagt, dass der Baum

unbedeutend ist, solange das Umfeld stimmt, während andere sagen, der Baum sei wesentlicher.

Baumsubstrat

Die Experten sind mit den Substratkennwerten die in der FLL (2010) genannt werden prinzipiell zufrieden. Auf die Frage, welche Baumsubstrateigenschaften sie für am wichtigsten halten, wurde wie in Abbildung 19 dargestellt, geantwortet. Die Nennungen wurden in einem Säulendiagramm graphisch veranschaulicht.

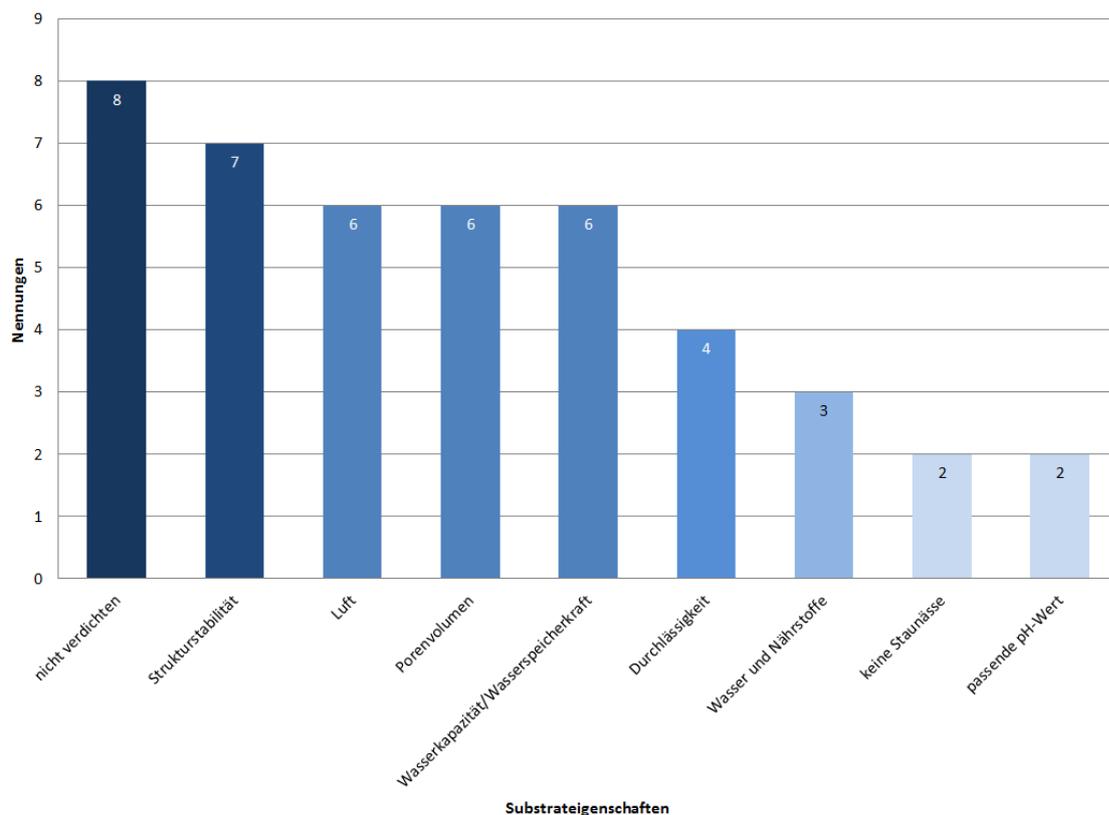


Abbildung 19: Wichtigste Baumsubstrateigenschaften laut Experten mittels Säulendiagramm dargestellt

Von größter Bedeutung für die Experten ist, dass Baumsubstrate nicht verdichten (1. Säule), da sonst keine Luft (3. Säule) in den Boden gelangt und dies zum Absterben der Wurzeln führen kann. Daher muss genügend **Porenvolumen** (4. Säule) geschaffen werden. Um Strukturstabilität (2. Säule) gewährleisten zu können, müssen die Grob- und Feinanteile des Baumsubstrates gut aufeinander abgestimmt sein. Dies wird unter anderem durch die **Korngrößenverteilung**, die mittels Siebversuch durchzuführen ist, erfahren. **Wasserkapazität**, Wasserspeicherkraft (5. Säule) und Wasserdurchlässigkeit (6.

Säule) müssen entstehen, um Staunässe (8. Säule) zu verhindern, genügend Feuchte für Trockenperioden gewährleisten zu können und um Baumsubstrate durch Auswaschung von Salzen und von Schwermetallen zu befreien.

Diese drei markierten Punkte führen zu den in Kapitel 5 untersuchten Eigenschaften.

Laut den Untersuchungen zur Standortoptimierung von Straßenbäumen von KRIETER und MALKUS (1996) zeigt deren Anforderungskatalog, damals wie heute, folgende essenzielle Punkte: Struktur- und Verdichtungsstabilität, einen hohen Anteil an luftführenden Poren und eine hohe Wasserleitfähigkeit. Darüber hinaus sollte es eine mittlere nutzbare Feldkapazität haben, eine gute Nährelementversorgung haben, als auch kostengünstig und standortgerecht sein.

2.4 Teilschlussfolgerung zu Straßenbäume

Acer und *Tilia* sind die am meisten genannten Standardstraßenbäume der Experten und werden generell nicht für zukunftsträchtig gehalten. Die Summe der Faktoren, abiotisch und biotisch, die auf sie einwirkt ist der Grund warum sie zumeist nicht vital sind. Eine Baumliste konnte aus verschiedenen Quellen erstellt werden und folgende Tabelle 5 zeigt die am häufigsten genannten Straßenbäume die potenziell zukunftsträchtig sind.

| Gattung | Art | Sorte | Nennungen |
|-----------|----------------|---------------------|-----------|
| Celtis | australis | | 10 |
| Ginkgo | biloba | verschiedene Sorten | 10 |
| Acer | campestre | verschiedene Sorten | 7 |
| Gleditsia | triacanthos | verschiedene Sorten | 7 |
| Tilia | tomentosa | verschiedene Sorten | 7 |
| Acer | monspessulanum | | 6 |
| Quercus | frainetto | verschiedene Sorten | 6 |
| Zelkova | serrata | verschiedene Sorten | 6 |
| Carpinus | betulus | verschiedene Sorten | 5 + (2) |
| Pyrus | calleryana | verschiedene Sorten | 4 + (2) |
| Acer | opalus | | 4 |
| Alnus | spaethii | | 4 |
| Quercus | cerris | | 4 |
| Sophora | japonica | verschiedene Sorten | 4 |
| Ulmus | resista | verschiedene Sorten | 4 |

Tabelle 5: Am häufigsten genannte Straßenbäume der Baumliste

Ein Strukturwechsel im Bereich der Rahmenbedingungen ist notwendig. In Wien gibt es zumeist keinen oder kaum erweiternden durchwurzelbaren Boden für Straßenbäume. Außerdem werden Gehölze oft falsch beziehungsweise zu tief gepflanzt. Das Baumsubstrat strukturstabil sein soll und der Boden zu wenig Luft enthält erklären sowohl Experten als auch Fachjournale.

3. Untersuchungen zu Baumsubstraten

Im folgenden Kapitel wird auf die verwendeten Materialien, sowie die angewandten Methoden eingegangen. Danach folgen die Ergebnisse aus dem Versuchslabor. Dies wird mit einer baumsubstratbezogenen Diskussion abgerundet und mit einer Teilschlussfolgerung beendet. Das Ziel ist es ein geeignetes Substrat zu finden, dass den Ansprüchen des „SAVE“-Projekts gerecht wird.

3.1 Materialbeschreibung

In der Materialbeschreibung werden die verwendeten Inhaltsstoffe beschrieben, die sich in Stützkorn, Bodenhilfsstoffe und organische Substanz gliedern. Danach folgt eine Auflistung und Inhaltsstoffbeschreibung der verwendeten Substrate.

3.1.1 Inhaltsstoffe der verwendeten Baumsubstrate

Substrate können aus Stützkorn, Bodenhilfsstoffen und/oder organischen Zuschlagstoffen bestehen. Die nachfolgend aufgelisteten Bausteine werden in den getesteten Baumsubstraten verwendet. Es sind Stoffe die zur Bodenverbesserung beitragen.

Stützkorn

Als Stützkorn werden Materialien verwendet, die eine hohe statische Belastung aufnehmen können. Dies ist einerseits durch die Härte des Materials gegeben, andererseits durch deren Oberflächenbeschaffenheit, wodurch die Bestandteile des Substrates die auftretenden Kräfte aufnehmen können. Als Stützkorn werden Gesteinsmaterialien verwendet, die auch im Straßenbau zur Anwendung kommen (ZODER 2016). Dolomit und Granulit werden in den getesteten Substraten als Stützkorn verwendet.

Dolomit

Dolomit ist ein Karbonat-Gestein, das mindestens zu 90 % aus dem gleichnamigen Mineral Dolomit besteht (Quelle 3). Dolomit ist ein Sedimentgestein, das sekundär durch die Umwandlung von kalkhaltigen Gesteinen gebildet wird (Quelle 4). Dolomitsteine sind im Vergleich zum chemisch mit ihm verwandten Kalkstein etwas härter, aber sehr viel spröder. Das Mineral besitzt unbearbeitet eine splittrige Felsoberfläche und ist sehr stark doppelbrechend (Quelle 3).

Granulit

Granulit wird aus dem Lateinischen mit „körniger Stein“ übersetzt und ist ein silikatisches sowie metamorphes Gestein, das unter hochmetamorphen Bedingungen und unter wasserarmen Verhältnissen, gebildet wird. Das Gefüge von Granulit ist massig und richtungslos. Die kristalline Textur, die fein- bis mittelkörnigen Gemengeteile aufweist, hat mitunter gneisartiges Gefüge. Hierbei wechseln sich hellere und dunklere Lagen bandartig ab. Aufgrund der Kompaktheit wird Granulit als Schotter- und Pflasterstein, aber auch als Bodenfliese oft verwendet (Quelle 4).

Bodenhilfsstoffe

Bodenhilfsstoffe sind laut FLL (2015), eine Verbesserung einzelner Boden- und Substrateigenschaften, die durch Zufügung von organischen und mineralischen Stoffen erzielt werden. Diese können die hydrologischen und physikalischen Eigenschaften von Böden verändern, indem zum Beispiel durch offenporige Stoffe, die Wasserkapazität erhöht wird. Bodenhilfsstoffe können je nach Eignung und vorgesehener Verwendungszweck, entweder dem Boden oder dem Substrat zugesetzt oder bei der Pflanzung in das Pflanzloch gegeben werden. Laut dem Düngemittelgesetz, § 2 DMG; Art 1 sind Bodenhilfsstoffe, Stoffe ohne wesentlichen Gehalt an pflanzenaufnehmbaren Nährstoffen, die den Boden biotisch, chemisch oder physikalisch beeinflussen, um seinen Zustand oder die Wirksamkeit von Düngemitteln zu verbessern. In den getesteten Baumsubstraten wurden Blähton, Perlit, Rasensand und Zeolith als Bodenhilfsstoffe verwendet.

Blähton

Laut Homepage eines Blähtonherstellers entstand Blähton, um leichtgewichtige Ziegeln herzustellen. Es ist ein sich ausdehnender Ton, geformt durch Hitze in einem gedrehten Brennofen, bei einer Temperatur von 1150°C. Es ist ein anorganisch, rein mineralischer, biologisch und chemisch neutraler Baustoff, der unempfindlich gegen Fäulnis und Zersetzung, aber auch frei von Krankheitserregern ist. Er ist sowohl wasserspeichernd und -führend, als auch luftleitend. Blähton ist strukturstabil, scherfest und geruchslos. Die Körner haben unter ihrer festen Außenhaut einen von zahllosen Luftporen durchsetzten Kern. Diese einzigartige Kombination gibt dem Blähton seine Eigenschaften für den Einsatz beim Bauen, als Pflanzsubstrat, in der Geotechnik und als Winterstreu (Quelle 5).

Perlit

Perlit ist verwittertes vulkanisches Glas, das auf etwa 1.000°C erhitzt wird und sich dadurch aufbläht (FISCHER 2010). In diesen Versuchen wurde eine Art von Perlit verwendet, das laut Vertreiber ein atmender Natursand mit pH neutralen Bodenhilfsstoffen ist. Es erhöht die Wasserspeicherung und sorgt für ein optimiertes Luft-Wasser-Verhältnis. Es ist ein biologisches und gesundes Naturprodukt, das befeuchtet und belüftet, sowie den Umsetzschock mindert. Es ist ein natürliches Langzeit-Bodenverbesserungsmittel (Quelle 6).

Rasensand

Rasensand ist ein silikatischer Sand, der laut einem Rasensandhändler, ein aufbereiteter und getrockneter, hochreiner Quarzsand ist, der zur Verbesserung und Lockerung der Bodenstruktur dient. Der Rasensand belüftet und verbessert speziell bei verdichtetem Boden die Wasserdurchlässigkeit wesentlich. Dazu fördert er die Wasserstoff-, Stickstoff- und Nährstoffaufnahme. Staunässe wird vermieden. Wassergaben können besser aufgenommen werden (Quelle 7).

Zeolith

Zeolith ist ein Kunstwort aus den Bestandteilen "zeo" (griechisch = ich siede) und "lithos" (griechisch = Stein). Der Name Zeolith weist bereits auf grundlegende Eigenschaften der Mineralgruppe hin. Zeolithe verlieren beim Erhitzen Wasser, scheinen zu sieden und schlussendlich schmelzen sie zu einer weißen Glasperle (SCHORN 2017). Laut ÖNORM B 2506-2 2003-04-01 sind Zeolithe Gerüstsilikate mit hohem Porenanteil. Hochwertige Zeolithe mit Hauptbestandteil Kinoptilith können gegenüber Aktivkohle Vorteile im Bereich Schwermetallbindungen besitzen. Da es große Qualitätsunterschiede bei Zeolithen gibt, ist die jeweilige Adsorptionsfähigkeit nachzuweisen.

Organische Substanz

Laut DIN 18915:2002-08 werden alle organischen Bestandteile eines Bodens als organische Substanz bezeichnet. Dazu gehören Wurzeln, Pflanzenreste und organische Bodenhilfsstoffe. Bindige Mineralbestandteile beeinflussen die organische Substanz insbesondere die plastischen Eigenschaften und die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens.

3.1.2 Verwendete Baumsubstrate

Die verwendeten Substrate wurden von Dipl.-Ing. Scharf, angepasst an die Bedürfnisse des SAVE-Projekts, kreiert. Die Substrate sollen vor allem viel Wasser speichern, aber auch schnell ableiten können. Das Substrat soll in den nächsten 50 Jahren nicht verschlämmen, den Boden vor Versalzung schützen und muss Schwermetalle filtern.

Die folgenden Substrate sind zu verschiedenen Teilen und unterschiedlichen Korngrößen gemischt worden. Aufgrund von Datenschutzgründen, dürfen weder Mengenanteile noch Korngrößen der Inhaltsstoffe veröffentlicht werden.

SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau (SBS.1.u)

| SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau (SBS.1.u) | |
|--|--------------------|
| Blähton | Granulit |
| Perlit | Silikatischer Sand |
| Zeolith | |

Dieses Baumsubstrat wurde nach den Grenzen der FLL (2010) hergestellt, zusammengemischt und soll ein Unterbausubstrat sein. Die Korngrößen wurden daher so gewählt, dass sie sich theoretisch im Bereich zwischen Ober- und Untergrenze der FLL (2010) einfinden sollen. Jedoch wurde darauf geachtet, dass sie sich im unteren Bereich des Sandteils nahe der Untergrenze und ansonsten im mittleren Bereich, ansiedeln.

Exkurs: Das Unterbausubstrat ist laut ÖNORM B2606-1 2009-07-15 ein Untergrund, der zum Höhenaustausch oder zur Verbesserung der Tragfähigkeit dient. Zum Beispiel für Abtrag, Aufschüttung oder Veränderung der Korngrößenzusammensetzung

SAVE Baumsubstrat 2 Unterbau (SBS.2.u)

| SAVE Baumsubstrat 2 Unterbau (SBS.2.u) | |
|--|----------|
| Blähton | Granulit |
| Perlit | Zeolith |

Das Substrat ist ähnlich einem „Structural Soil“ aufgebaut. Es hat einen hohen Anteil an Stützkorn, der einen vermehrten Lastabtrag bringen soll und ist mit feinerem Material verfüllt.

Exkurs: „Structural soil“ ist ein innovatives Konzept, das als Tragschicht unter Fußwegen verwendet werden kann und dadurch die Bedingungen für Straßenbäume verbessert, indem es durchwurzelbaren Boden bringt. (BASSUK et al. o.J.)

SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau (SBS.1.o)

| SAVE 1 Oberbau (SBS.1.o) | |
|--------------------------|----------|
| Blähton | Granulit |
| Kompost | Perlit |
| Zeolith | |

Dieses Baumsubstrat wurde ähnlich dem SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau aufgebaut. Die Korngrößen wurden auch so gewählt, dass sie sich theoretisch im Bereich zwischen Ober- und Untergrenze der FLL (2010) einfinden sollen. Aber es wurde auch darauf geachtet, dass sie sich im unteren Bereich des Sandteils nahe der Untergrenze und ansonsten im mittleren Bereich, ansiedeln.

Exkurs: Oberbausubstrate sind Pflanzsubstrate. In manchen Baumgruben werden zwei schichtige Substrate eingebaut, wofür Unter- und Oberbausubstrate verwendet werden. Das Oberbausubstrat soll zudem eine hohe Wasseraufnahmefähigkeit besitzen.

SAVE Baumsubstrat 2 Oberbau (SBS.2.o)

| SAVE Baumsubstrat 2 Oberbau (SBS.2.o) | |
|---------------------------------------|----------|
| Blähton | Granulit |
| Kompost | Perlit |
| Silikatischer Sand | Zeolith |

Bei diesem Substrat wurde gänzlich auf die Richtlinien der FLL (2010) verzichtet und etwas anderes geschaffen. Der Gedanke war auch, dass es finanziell günstig sein soll.

SAVE Pflanzsubstrat 1 Perlit (SaPf.1)

| SAVE Pflanzsubstrat 1 Perlit (SaPf.1) | |
|---------------------------------------|----------|
| Blähton | Granulit |
| Kompost | Perlit |

Dieses Substrat ist auf der Basis eines Substrates eines Referenzprojektes zusammengestellt worden, da es die dortigen Anforderungen weitestgehend erfüllt hat. Es ist noch dazu die Grundlage für alle hier vorhandenen Pflanzsubstrate. Die Abweichung liegt im Perlit, welches für die Wasserspeicherung zuständig ist.

SAVE Pflanzsubstrat 2 Zeolith (SaPf.2)

| Pflanzsubstrat 2 Zeolith (SaPf.2) | |
|-----------------------------------|----------|
| Blähton | Granulit |
| Kompost | Zeolith |

Dieses Substrat basiert auf der Grundlage des SaPf.1. Jedoch wurde statt dem Perlit, Zeolith hinzugefügt. Dies soll ein höheres Porenvolumen bringen und Schwermetalle binden und dadurch eine Filterfunktion erfüllen.

SAVE Pflanzsubstrat 3 Kombi (SaPf.3)

| SAVE Pflanzsubstrat 3 Kombi (SaPf.3) | |
|--------------------------------------|----------|
| Blähton | Granulit |
| Kompost | Perlit |
| Silikatischer Sand | Zeolith |

Dieses Substrat ist eine Mischung aus SaPf.1 und SaPf.2, da es sowohl Perlit als auch Zeolith enthält. Es ist der Versuch beide positiven Eigenschaften der zwei zuvor beschriebenen Substrate zu vereinen.

SAVE Pflanzsubstrat 4 Kalk (SaPf.4)

| SAVE Pflanzsubstrat 4 Kalk (SaPf.4) | |
|-------------------------------------|---------|
| Blähton | Dolomit |
| Kompost | Perlit |
| Zeolith | |

Dieses Substrat ist ähnlich des SaPf.3, da es sowohl Perlit als auch Zeolith enthält, jedoch wurde Granulit durch Dolomit ersetzt, um eine andere Art von Stützkorn zu testen.

SAVE Speicherschicht 1 (SaSp.1)

| Speicherschicht 1 (SaSp.1) | |
|----------------------------|---------|
| Blähton | Perlit |
| Stützkorn | Zeolith |

Die Speicherschicht wurde so zusammengesetzt, dass es vor allem genügend Wasserspeicherfähigkeit besitzt.

Wiener Baumssubstrat Unterbau (WBS.u)

| Wiener Baumssubstrat (WBS.u) | |
|------------------------------|--|
| Granulit | |

Das Wiener Baumsubstrat Unterbau wurde von der MA 42 erhalten und im Rahmen dieser Masterarbeit getestet.

Wiener Baumsubstrat Oberbau (WBS.o)

| Wiener Baumsubstrat (WBS.o) | |
|-----------------------------|---------|
| Granulit | Kompost |

Das Wiener Baumsubstrat wurde direkt von der MA 42 erhalten und getestet.

3.2 Methode

Die Methode beschreibt die Abläufe der Laborversuche, die sich in Korngrößenverteilung, maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen gliedern. Danach befindet sich eine statistische Methode zur Eingliederung der Werte.

3.2.1 Korngrößenverteilung

Auswahl der Probenmenge

| Bei geschätztem Größtkorn der Bodenprobe in mm | Mindestprobenmenge in g mindestens |
|--|------------------------------------|
| 2 | 150 |
| 5 | 300 |
| 10 | 700 |
| 20 | 2 |
| 30 | 4 |
| 40 | 7 |
| 50 | 12 |
| 60 | 18 |

Tabelle 6: Probenmengen laut ÖNORM B 4412 1974-07-01, eigene Darstellung

„Die Probenmenge des zu untersuchenden Bodens ist dem darin enthaltenen Größtkorn anzupassen und soll einen repräsentativen Querschnitt darstellen“ (ÖNORM B 4412 1974-07-01). Die Größtkörner, bei den „SAVE“-Projekt Baumsubstraten, pendeln sich zwischen 10 und 30mm ein. Der Tabelle 6 ist zu entnehmen, dass bei einem Größtkorn von 10mm eine Probenmenge von mindestens 700g, bei 20mm eine Probenmenge von mindestens 2kg und bei 30mm eine Menge von mindestens 4kg, der Untersuchung dienen. In den verwendeten Baumsubstraten fanden sich häufig kleine Teile, mit überdurchschnittlich großem Stützkorn. Hierbei kann sich annähernd an die Ö-Norm Probenmenge (siehe Tabelle 6) gehalten werden, mit der Ausnahme, dass wenn zu wenig Material vorhanden ist, anstatt einer Aufrundung, eine Interpolation vorgenommen wird. Wenn dies nicht ausreicht, wird das zur Verfügung stehende Material genommen. Darüber hinaus ist war einem drastischen Unterschied der Verteilung die Anpassung an das Größtkorn wenig sinnvoll. Deswegen wurden die Mengen angepasst.

Trockensiebung

Nach der Mengewahl, sollte das Baumsubstrat, wie in der ÖNORM B 4412 1974-07-01 beschrieben, bei 105°C getrocknet werden. Diese Temperatur wurde gewählt, um die

möglicherweise vorhandenen organischen Teile der Probe nicht zu verbrennen. Aufgrund der etwaigen Temperaturschwankungen des vorhandenen Trockenschanks wurde bei 103,5 °C, getrocknet. Diese Temperatur reichte noch immer aus, um das Baumsubstrat zu trocknen und zu verhindern, dass organische Kohlenstoffe oxidierten. Dies geschah bis zur Massenkonstanz, was bedeutet, dass es so lange getrocknet wurde, bis sich das Gewicht der Probe nicht mehr veränderte. Danach wurde es gewogen und der Wert notiert.

Je nach Bedarf werden folgende Verfahren angewandt: Siebung, Sedimentation oder eine Kombination aus beiden. In dieser Arbeit wurde nur die Trockensiebung (Siebanalyse) vorgenommen, obwohl es laut ÖNORM B 4412 1974-07-01 bei Korngrößen unter 0,063mm zu einer Nasssiebung kommen sollte, jedoch reichte diese Methode für das gewünschte Ergebnis aus.

Die oben genannten Siebe wurden verwendet. Laut Ö-Norm ist sowohl das Sieben mit Hand, als auch mit einer Siebmaschine erlaubt. Bei diesen Versuchen wurde eine Mischung aus beiden vorgenommen.

Generell wird eine Auffangschale benötigt, die sich immer zuunterst befindet. Bei dem Vorgang mit der Siebmaschine folgt darüber das Sieb mit der 0,063mm Maschung und alle Siebe mit einer immer größer werdenden Maschung nach oben. Im Anschluss wird die gesamte Probe eingefüllt und mit dem Siebmaschinendeckel und der Halterung befestigt. Danach wird die Maschine für ca. 5 Minuten, bei einer Schwingungsintensität der Stufe 5, eingeschalten.

Bei der Handsiebung wird mit der größten Masche begonnen, darunter ist die Auffangschale zu positionieren. Die gesamte Probe wird durch dieses Sieb geleert. Danach muss die Probe so lange geschüttelt werden, bis in der Auffangschale kein neues Material mehr hinzukommt. Der Probenanteil, der zurückbleibt ist demnach größer, als die vorhandene Maschung. Anschließend wird das nächst feinere Sieb genommen, mit einer Auffangschale darunter und der Vorgang wird wiederholt. Dies geschieht bis zum kleinsten Sieb.

Bei diesen Versuchen wurde eine Mischung aus beiden genannten Varianten vollzogen. Weil in vielen Baumsubstraten, zerbrechliche Materialien, wie Blähton oder Perlite, vorhanden sind, wurde der Grobanteil mit Hand gesiebt, um diese nicht zu zerbrechen, beziehungsweise völlig zu zerstören. Sobald der Punkt erreicht ist, bei dem der größte Teil

des sichtbaren Perlits aufgefangen wurde (dies geschieht ca. bei der 0,5-1mm Maschung) wurde mit der Siebmaschine fortgeföhren, da die Methode mit der Hand bei der feineren Siebung sehr viel Zeit beansprucht und ungenau wurde.

Bei beiden Methoden war zu beachten, dass jener Probenanteil, der in den Sieben zurück blieb, genau abgewogen und notiert werden musste. Diese wurden zum Schluss zusammengerechnet und mit dem Anfangswert verglichen. Es durfte nur 1 % Verlust sein, sonst musste der Versuch mit neuem Material wiederholt werden.



Abbildung 20:Baumsubstrat nach Siebung in Behältnissen v.l.n.r 1mm, 2mm, 4mm und 8mm Körnung

3.2.2 Maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen

Dieser Laborversuch wurde mit Säulen unter möglichst realitätsnahen Bedingungen nachgestellt. In diesem Versuch wurde angehalten an die ÖNORM B2606-1 2009-07-15 und ÖNORM B 2506-3 2016-01-01 die Baumsubstrate so getestet, dass eine Zusammenführung aus beiden Ö-Normen notwendig war um die optimalsten Bedingungen zu schaffen.

Vorbereitungsphase

Vor Beginn mussten alle angeführten unterstrichenen Materialien zur Verfügung stehen.

- Drainagekies

Zum Beispiel: Aquakies mit \varnothing 5-8 cm (obwohl es laut Ö-Norm \varnothing 4-8 cm sein sollten, aber aufgrund von nicht Verfügbarkeit kein anderer Drainagekies verwendet werden konnte)
Zu ermitteln sind die Sättigungs-/ Wasserkapazitätswerte und Korngröße des Kiesel, oder diese müssen bekannt sein.

Reinigung des Drainagekiesel: Bei groben Verschmutzungen sollte der Kies vor der Trocknung gewaschen werden. Danach in den Trockenschrank für einige Tage und danach muss er gesiebt werden, um Baumsubstratreste vom Drainagekies zu trennen. Hier wird das Material, das eine Korngröße von 5 bis 8 cm hat, aufgehoben und alles was kleiner oder größer ist entsorgt.

- feuerfeste Schalen

Von den feuerfesten Schalen müssen Gewicht und Volumen bekannt sein. Das Gewicht ist durch Waagemessung heraus zu finden und das Volumen wird festgestellt, indem bis zur Wasserfilmgrenze, Wasser eingefüllt und dieses dann gewogen wird.

- Gestell für Säulen

Muss stabil sein, entweder aus Metall oder Plastik, muss jedoch einen sicheren Stand gewährleisten und möglichst so hoch sein, dass die Erreichbarkeit zu den Ventilen gegeben ist.

- Netze

Die Netze müssen so gewählt werden, dass das Filtermaterial sich mit dem Testmaterial nicht vermischen kann. Prinzipiell so grob wie möglich, aber so fein wie notwendig. Die Maschung muss kleiner als die Drainagekieskörnung sein, sonst fällt sie hindurch. Drei Netze pro Säule:

1. Netz: um die Wasserzufuhr beziehungsweise den Abfluss nicht zu verstopfen, beziehungsweise der Drainagekies nicht durchfällt
2. Netz: um Drainagekies und Baumsubstrat grob voneinander getrennt zu halten
3. Netz: um Baumsubstrat und Drainagekies voneinander zu trennen

- Proctorhammer (eventuell)

Aufgrund der Zusammensetzung der Baumsubstrate, kann es wegen des Proctorversuchs zu Schädigungen des Baumsubstrates kommen. Daraus können Verminderungen der Fähigkeiten resultieren. Zum Beispiel, werden durch die Verdichtung des Baumsubstrates Perlite und Blähton zerkleinert beziehungsweise der Aufbau zerstört, da dies sehr brüchige Materialien sind. Sie werden bei dieser Methode zu Staub und können ihre Aufgabe nicht mehr erfüllen. Darüber hinaus, ist die Säule eine Maßanfertigung, und es ist nicht bestätigt, ob die Säule den massiven Belastungen des Proctorversuchs standhält.

- Säulen (Ø 10cm und Ø 29cm)

Die Säulen sind aus Plexiglas gefertigt und Spezialanfertigungen mit einer 2 % Neigung im Boden und einem Ausgangsventil. Bei großem Material (über 60mm) sind die großen Säulen zu verwenden, darunter kann mit den kleinen gearbeitet werden.

- Kleine Säule: Ø 10cm, mit einer Höhe von, 80cm, einer Wanddicke von 5 mm
- Große Säule: Ø 29cm, mit einer Höhe von, 80cm, einer Wanddicke von 5 mm

- Sicherungsseil

Um eine zusätzliche Sicherung der Säule zu gewährleisten und ein mögliches Umfallen zu verhindern.

- Ventile + Zubehör

Das Ventil muss völlig dicht sein, da ein Wasseraustreten zu einer Verfälschung des Ergebnisses führt. Es besteht aus: Zylinderanschluss, Sperrventil, Zulaufschlauch, Rohrschellen, diverse Muttern

- Wasserschlauch

Dieser darf sich nicht ausdehnen, da er sich sonst beim entstehenden Druck vom Ventil löst.

- Wasserzähler

Am geeignetsten ist ein sehr genauer Zähler, der auch bei geringer Durchflussmenge exakt misst.

- Auffangschalen

- Baumsubstratmischung

- Klebeband A (einfaches Farbiges)

- Klebeband B (am besten Gaffa-Tape)

- Kübeln

- Lineal

- Messbecher
- Schraubenzieher
- Stift (wasserfest)
- Wasser
- Wasserleitung

Sobald alle Materialien bereitgestellt sind, wurde mit Lineal, Stift und Klebeband A die Säule in drei Bereiche eingeteilt. Wie laut ÖNORM B 2506-3 2016-01-01 bestand der unterste Teil aus einer 25cm Drainagekies-Schicht, der mittlere Teil aus 30cm Baums substrat und der obere Teil aus einer weiteren 5cm Drainagekies-Schicht. (Dies ist bei kleiner und großer Säule ident) Sollten mehrere Säulen gleichzeitig verwendet werden, müssten diese unbedingt beschriftet werden. In diesem Fall war es unter *Zylinder N°* in dem „Porenvolumen und Wasserkapazität Aufzeichnungsblatt“ (siehe Anhang: Seite 172) zu vermerken. Welche Art von Drainagekies genommen wurde, sollte unter *Kies* aufgezeichnet sein.

Schritt 1 - Ventil

Das Ventil wird an die Säule geschoben. Bei Kenntnis der Füllmenge des Ventils kann mit Schritt 2 fortgefahren werden.



Abbildung 21: Ventilfüllmengentest: mit der Grenze der Öffnung und der bildlichen Darstellung des Auslasswassers

Wenn nicht, muss die Füllmenge des Ventils erhoben werden, indem zum Beispiel: 200ml Wasser in einen Messbecher und auf der Waage abgemessen, bis zur Grenze der Öffnung

(Abbildung 21) eingefüllt werden, so dass der Wasserfilm eine Linie mit dem Säulenboden bildet. Das Wasser, das im Messbecher überbleibt (Überbleibwasser) wird abgewogen. Danach wird das Wasser aus dem Ventil über den Schlauch ausgelassen (*Auslasswasser*). Das Ventil wird entfernt und das restliche Wasser zu dem *Auslasswasser* geschüttet (meistens 10ml). Daraufhin wird der Mittelwert aus Überbleibwasser und *Auslasswasser* genommen.

Schritt 2 – Befüllen der Säulen



Abbildung 22: Leere Säule

Danach kann mit dem Belegen und Füllen der Säule begonnen werden. (Abbildung 22)

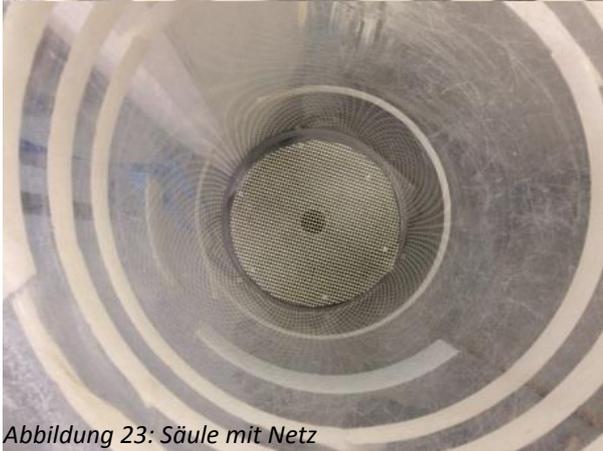


Abbildung 23: Säule mit Netz

Zuerst wird ein Netz in die Säule gelegt (Abbildung 23)



Abbildung 24: 25cm Drainagekies

Danach wird bis zur Markierung (25 cm) Drainagekies eingefüllt (Abbildung 24)



Abbildung 25: Zweites Netz wird eingelegt



Abbildung 26: Perlit durch zerdrücken mit dem Finger pulverisiert



Abbildung 27: Die großen Steine werden mit kleinerem Material händisch nachbearbeitet



Abbildung 28: Strukturgebende große Steine

Dann folgt ein weiteres Netz (Abbildung 25)

Danach wird, ...

- WENN sich Blähton oder Perlite oder sonstige zerbrechlichen Materialien (Abbildung 26) darin befinden, bis zur nächsten Markierung (30cm), Substrat eingefüllt und oben mit der Hand festgedrückt um es ein wenig zu verdichten.

- WENN mit der großen Säule gearbeitet wird und viele große Steine im Substrat vorhanden sind, ist hierbei zu beachten, dass die großen Steine schichtweise eingebaut und nur mit dem kleineren Material verfüllt werden. Dieser Vorgang muss dann händisch nachbearbeitet werden um Kleinmaterial gut in den Löchern zu verfüllen. Dies wird mind. 5-7 mal wiederholt. (Abbildung 27 -Abbildung 28)

- WENN das Material weder sehr große Steine (>60mm), noch zerbrechliches Material beinhaltet, kann laut ÖNORM B 4418 1981-10-01, Proctorversuch durchgeführt werden.

Hierbei werden 11cm Baums substrat in die Säule gefüllt und dann mit dem Proctorhammer zwölf Mal darauf geschlagen, bis das Baums substrat eine Höhe von 10cm erreicht hat. Dies wird dreimal wiederholt bis die Baums substrat-schicht eine Gesamthöhe von 30cm erreicht hat. In den meisten hier durchgeführten Versuchen ist der Proctorversuch nicht möglich. Danach folgt wieder ein Netz und Drainagekies wird bis zur Markierung (5cm) gefüllt. Abbildung 29 zeigt zwei befüllte Säulen aus Plexiglas mit Markierungen auf einem Metallgestell. Sie sind zusätzlich mit einem Sicherungsseil befestigt.



Abbildung 29: Große befüllte Säulen

Schritt 3 - Sättigen

Zu Beginn den Wasserzähler mit dem Verschluss (Schlauch1), an den Schlauch mit Ventil (Schlauch2) koppeln (siehe Abbildung 30) und auf der anderen Seite mit der Wasserleitung verbinden.

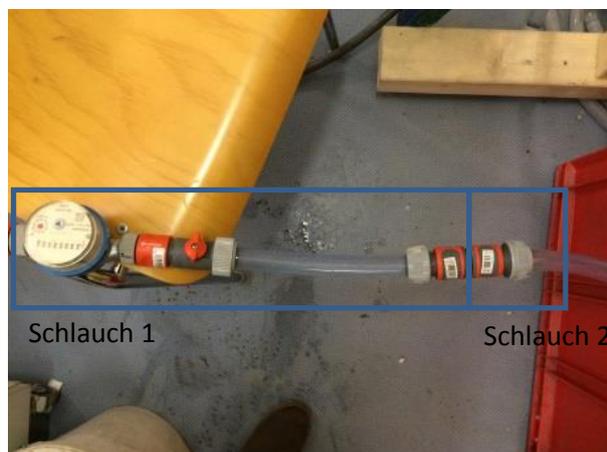


Abbildung 30: Wasserzähler (Schlauch1) mit dem Ventilschlauch (Schlauch2) koppeln

Dann den Wasserzähler auf eine Ganze Zahl bringen, indem die kleine Runde Anzeige, die von 0-9 beschriftet ist, mit dem roten Zeiger auf 0 zeigt (blauer Pfeil und Kreis in Abbildung 31). Der Wert, des Wasserzählers ist unter *Davor* einzutragen.



Abbildung 31: Kleine Anzeige auf 0 bringen

Danach wird die Säule mit Wasser befüllt. Zu Beginn ist zu achten, dass das Messgerät tiefer liegt, als die Säule, um Luftblasen zu vermeiden. Darüber hinaus ist es wichtig, dass die Befüllung sehr langsam geschieht, da sonst zu viele Luftblasen entstehen können, die zu vermeiden sind. Aber auch Hebungen durch zu großen Druck sind möglich. Bei den kleinen Säulen reichen ca. 2-2,5L Wasser aus, bei den großen Säulen sind es ungefähr 20-25L Wasser. Hierbei soll es zu einem Überstau kommen, damit sich bei Bedarf das Baumsubstrat weiter sättigen kann und im Notfall bei undichten Ventilen genügend Spielraum für Verluste vorhanden ist. Dabei wäre es von Vorteil wieder eine ganze Zahl anzustreben. Der neue Wert, des Wasserzählers wird unter *Danach* eingetragen. Nach Beendigung der Befüllung werden der Wasserzähler, sowie der Wasserhahn und vor allem das Ventil zugedreht. Danach die beiden Schläuche 1+2 trennen () und das Schlauchwasser der beiden im Messbecher auffangen. Dieser wird wieder abgewogen und im File unter *Schlauchwasser* eingetragen. Dieser Wert wird später von der Gesamtmenge, *Danach – Davor*, abgezogen. Diese Sättigung muss mindestens vier Stunden sein, mehr (ein bis zwei Tage) sind kein Problem, weniger jedoch schon.

Schritt 4 – Auslassen

Vor dem Auslassen ist der Pegel unbedingt zu messen und unter *Pegelhöhe* einzutragen. Das Volumen dessen wird später von dem Messwert abgezogen.

Sobald ein großes Gefäß darunter gestellt wurde, kann mit dem Auslassen begonnen werden. Das Ventil wird geöffnet. Hierbei ist wichtig, dass die gesamte Wassermenge aufgefangen wird. Bei der großen Säule sollten mindestens zwei Kübeln bereitgestellt werden, da die Menge, die zu Beginn eingespeist wurde, größer ist, als im Vergleich zur kleinen Säule. Nach dem ersten großen Schwall, können die Ventile abgenommen werden (darin befindliches Wasser aufheben). Wenn mehrere Säulen parallel getestet werden, sollte beim Auslassen der kleinen Säulen ein Abstandsintervall von ca. 30 Minuten und bei den großen Säulen, von einer Stunde, eingehalten werden, da später das Gewinnen der Proben und die dazu anfallenden Ausschaufelungsarbeiten eine gewisse Zeit benötigen. Der gesamte Auslass-Prozess muss genau 4 Stunden dauern, wenn möglich nicht mehr und nicht weniger. Nach dem Verstreichen dieser Zeit, sollte die Auffangschale weggenommen und gewogen werden. Die gesamte Auslaufmenge ist in dem Feld *Liter* zu vermerken. Es darf nicht vergessen werden, immer noch eine andere Auffangschale darunter zu stellen, für etwaigen Auslauf während des Ausschaufelns. Diese sind im Feld *Restwasser* zu vermerken.

Schritt 5 - Gewinnung der Proben

Nach dem Verstreichen von vier Stunden kann mit den Vorarbeiten der Probengewinnung begonnen werden. Es müssen pro Säule je drei feuerfeste Schalen bereit stehen. Diese sind zu beschriften, vorzugsweise mit dem Baums substratnamen (wenn mehrere Säulen von einem Baums substrat sind dann zusätzlich mit Zylindernamen) und mit Schüssel 1, 2, 3. Das Gewicht der Schüsseln ist in der Tabelle unter *Schüssel Gewicht* einzutragen. Zuerst wird die 5cm Drainagekies-Schicht entnommen und beiseite gelegt, am besten in einen großen Kübel. Danach wird das Baums substrat entnommen und während dem Entnehmen eine repräsentative Probe genommen. Hierfür gibt es zwei Varianten, bei Variante eins werden die drei Schüsseln befüllt, indem eine Probe von Oben, eine von der Mitte und eine von Unten genommen wird. Bei Variante zwei wird die gesamte Versuchsprobe in einen Kübel geschaufelt und danach gut vermengt, dadurch entsteht eine gleichmäßige Probe. Diese Proben müssen sofort gewogen werden, in diesem Fall mit Schüssel, dies ist in der Spalte *Nassgewicht mit Schüssel* einzutragen.

Schritt 6 - Entleeren

Zum Schluss wird das restliche Baumsubstrat entnommen. Danach der Drainagekies entfernt und gesäubert. Wichtig, die großen Säulen dürfen erst, nachdem 2/3 ausgeschaufelt wurden, gekippt werden, da sonst die Gefahr eines Bruchs der Säule besteht.

Schritt 7 – Trockenmasse wiegen

Nach ca. ein bis zwei Tagen, beziehungsweise, wenn sich das Gewicht des Baumsubstrats in der Schüssel nicht mehr verändert, bis zur Massenkonstanz, können sie gemessen und unter *Trockengewicht mit Schüssel* eingetragen werden.



Abbildung 32: Jeweils 3 Proben von 4 unterschiedlich zusammengesetzten Baumsubstraten nach Trocknung bis zur Massenkonstanz

Schüsselmethode

Um an das Ergebnis der Wasserkapazität zu gelangen, gibt es zwei Methoden. Zum einen die Schüsselmethode und zum anderen die errechnete Methode. In dieser Masterarbeit werden beide Methoden angewandt, um sie miteinander verifizieren zu können. Die Probe für die Schüsselmethode ist wie in Schritt 5 und 7 erklärt, zu entnehmen und dann zu trocknen.

| | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|-------------|-----------------|-------------|----------------|-----------|--------------|
| Schüssel 1 | 95 g | brutto 83 g | brutto 75 g | 82 g | 17,26 Vol. % |
| | | netto 74 g | netto 66 g | | |
| Schüssel 2 | 94 g | brutto 69 g | brutto 60 g | 89 g | 18,74 Vol. % |
| | | netto 60 g | netto 51 g | | |
| Schüssel 3 | 90 g | brutto 78 g | brutto 70 g | 84 g | 17,68 Vol. % |
| | | netto 69 g | netto 61 g | | |
| Mittelwert: | | | | 85 g | 17,89 Vol. % |

Tabelle 7: Schüsselmethode am Beispiel SAVE Unterbau 2

Mittels Abzug des bekannten Gewichtes der Schüsseln (*Schüsselgewicht*) kann die Differenz zwischen gesättigtem und getrocknetem Baumsubstrat errechnet und anhand des Mittelwerts bestimmt werden. Dies ist die zuverlässigere Methode. Ungenauigkeiten können durch Verdunstung des Wassergehaltes in der Probe auftreten, wenn der Ausschaufelungsprozess zum Beispiel zu lange dauert oder wenn die Probenkörnung sehr grob ist und sich nur schwer ein gerader Abschluss an der Grenze der Schüssel finden lässt.

Errechnete Methode

| Berechnung WKP Baumsubstrat | | |
|-------------------------------|-----------|-----------------|
| Zylinder | 660,52 | cm ² |
| Durchmesser | 29 | |
| Volumen Kies (25+5) | 20.476,12 | cm ³ |
| Höhe unten | 26 | |
| Höhe oben | 5 | |
| Volumen Substrat (30) | 19.815,60 | cm ³ |
| Höhe | 30 | |
| Wasser in Drainmaterial | 1.023,81 | ml |
| VWC | 5 | |
| Zulauf | 22.450,00 | ml |
| Minus Zylinderwasser | 18.200,00 | ml |
| Minus Restwasser | 156,00 | ml |
| Im Zylinder gehaltenes Wasser | 4.094,00 | ml |
| W_Substrat | 3.070,19 | ml |
| WKP_Substrat | 15,49 | % |

Tabelle 8: Errechnete Methode am Beispiel SAVE Unterbau 2

Die errechnete Methode, wie in Tabelle 8 zu sehen ist, gibt ein Ergebnis anhand der Kenntnis bestimmter Größen. Hier ist das eingeflossene Wasser, welches durch Hilfe des

Wasserzählers ermittelt wurde, von Bedeutung. Zudem ist die Wassermenge die nach *Schritt 4: Auslassen* aufgefangen wird von Belangen, da diese danach vom Zulauf, *Zylinderwasser* und *Restwasser* abgezogen wird, die zuvor separat dokumentiert wurden, und damit die relevante Wasserkapazität des Baumsubstrates erreicht wird. Die errechnete Methode ist jedoch unzuverlässiger, da der Wasserzähler ungenau misst, Wasser verdunstet, verschüttet oder ausrinnt aufgrund von undichten Stellen aus.

Prinzipiell werden beide Methoden vereint und der Mittelwert daraus gezogen. Der Mittelwert kann dabei möglich richtige Werte verändern und verbessert oder verschlechtert darstellen. Wenn aufgrund eines Fehlers eine der beiden Methoden überaus unrealistische, und demnach falsche Werte liefert, kann auf die andere Methode zurückgegriffen werden.

Porenvolumen

Zu den Werten des Gesamtporenvolumens wird mittels Formel und der Kenntnis von zusätzlichen Größen zu einem Ergebnis gekommen. Dieses Ergebnis wird mittels Kenngrößen, die infolge einer kleinen Erweiterung des Versuchs zur Wasserkapazität bestimmt werden können, errechnet.

Formel 2 zeigt diese Berechnungen:

$$\text{Porenvolumen Substrat} = \frac{\text{Zulauf} - \text{Schlauchwasser} - \text{Ausgusswasser} - \text{Überstau}}{\text{Substratvolumen} * 100}$$

Formel 2: Berechnung des Porenvolumens

3.2.3 Statistik

Um die Werte der Korngrößenverteilung, maximaler Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen, untereinander vergleichbar zu machen, wurde ein Korrelationskoeffizient herangezogen. Da die in dieser Arbeit erreichten Werte nicht linear sind, musste von Pearsons Korrelationskoeffizienten Abstand genommen werden. Die Ergebnisse der Parametertestungen sind logarithmisch und daher kam der Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient zur Anwendung. Die Ermittlung der statistischen Werte wurde mittels Excel durchgeführt. Um die Werte klassifizieren zu können, wurde wie in Tabelle 9 zu sehen ist, alle Werte die sich in diesem Bereich befinden $\leq 0,49$ und $\geq -0,49$ als nicht

vorhandene Korrelation gewertet. Bei $\leq 0,5$ und $\geq -0,89$ sowie $\geq 0,5$ und $\leq 0,89$ kommt eine mäßige Korrelation zustande und bei $\leq -0,9$ und $\geq 0,9$ eine starke Korrelation.

| | |
|--------------------|--|
| keine Korrelation | $\leq 0,49$ und $\geq -0,49$ |
| mäßige Korrelation | $\leq 0,5$ und $\geq -0,89$ sowie $\geq 0,5$ und $\leq 0,89$ |
| starke Korrelation | $\leq -0,9$ und $\geq 0,9$ |

Tabelle 9: Einteilung der Korrelationsbereiche

3.3 Ergebnisse der Untersuchungen zu Baumsubstraten

3.3.1 Korngrößenverteilung

SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau (SBS.1.u)

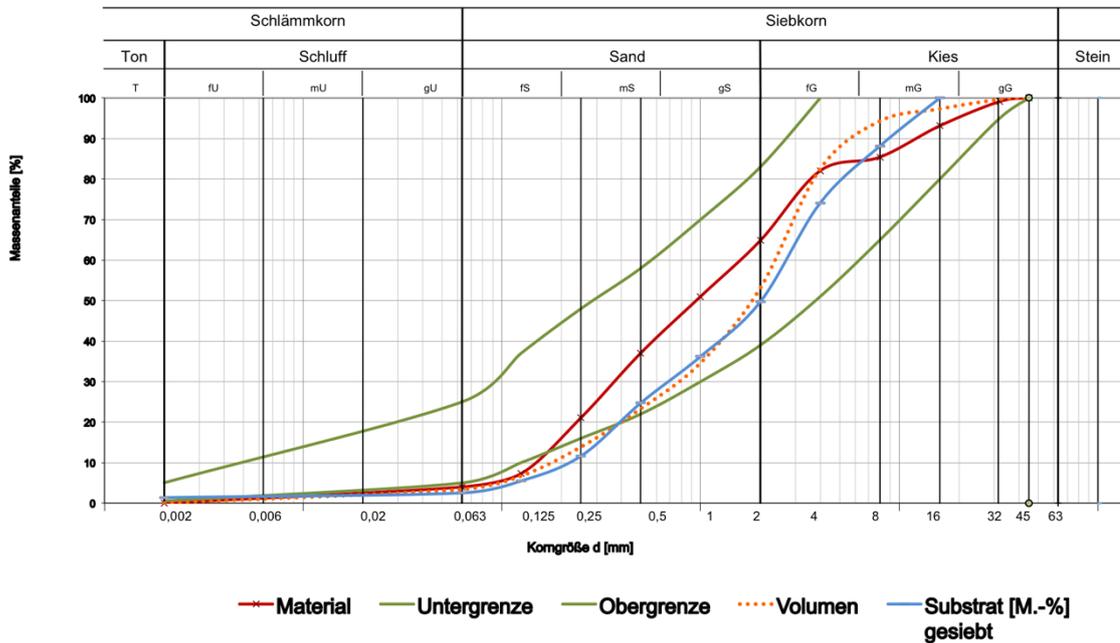


Abbildung 33: Sieblinienkurve des SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau

In Abbildung 33 sind die Sieblinienkurven des SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau zu sehen. Dieses Substrat wurde laut der FLL (2010) gemischt und soll sich im unteren Grenzbereich wieder finden. Das bedeutet, es soll weniger Feinanteil und mehr Grobanteil besitzen. Das errechnete Material in Rot dargestellt befindet sich im Sandbereich knapp außerhalb der Untergrenze. Die Kurve verläuft sonst stetig, sie hat einen steilen Anstieg im 2-4mm Kiesbereich und nahezu keinen Anstieg im 4-8mm Kiesbereich. Die Volumenlinie und die gesiebte Kurve verhalten sich sehr ähnlich. Sie siedeln sich im unteren Sandbereich, außerhalb der Untergrenze, an und verlaufen dann ähnlich der errechneten Korngröße. Generell stimmen die 3 unterschiedlichen Kurven optisch weitestgehend überein.

| SBS.1.u | FLL | | SOLL | IST | Mittelwert |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | Min. | Max. | | | |
| Schluff | 5,0% | 25,0% | 4,0% | 2,5% | 3,3% |
| Sand | 34,0% | 77,5% | 60,8% | 47,2% | 54,0% |
| Kies | 17,0% | 61,0% | 35,2% | 50,3% | 42,8% |

Beim Vergleich zur errechneten Variante, befinden sich Sand- und Kiesanteil im Grenzbereich, während der Schluffanteil, in allen Bereichen unterhalb der zu empfehlenden Grenze liegt. Der SOLL- und IST-Wert sind im Schluffanteil sehr nah bei einander, entfernen sich jedoch im Kies- und Sandanteil, in Prozent gesehen.

SAVE Baumsubstrat 2 Unterbau (SBS.2.u)

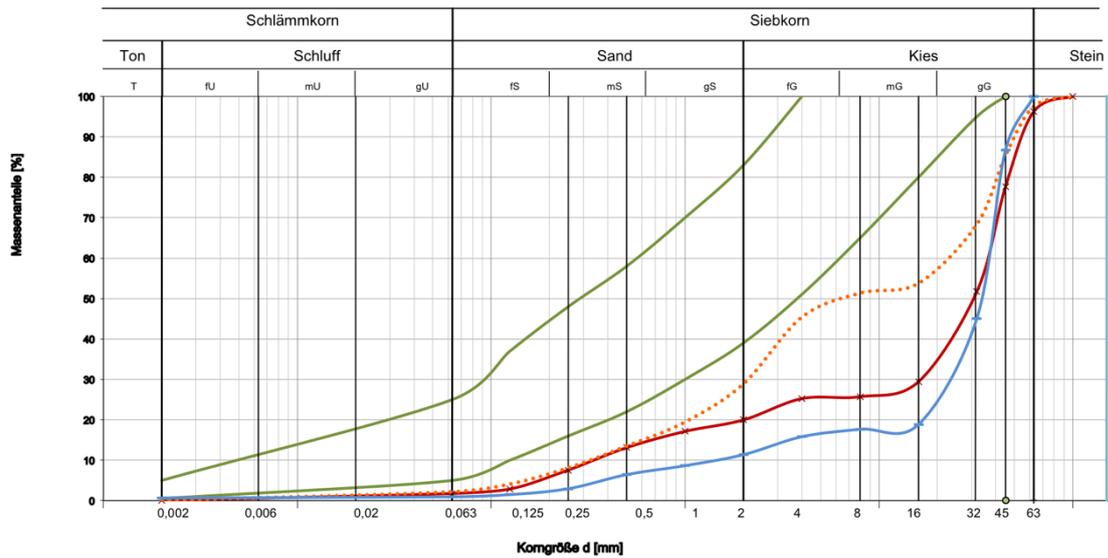


Abbildung 34: Sieblinienkurve des SAVE Baumsubstrat 2 Unterbau

In Abbildung 34 sind die Sieblinienkurven des SAVE Baumsubstrates 2 Unterbaus zu sehen. Hier wurde versucht ein Unterbau ähnlich eines Structural-Soils zu kreieren. Diese Kurven befinden sich völlig außerhalb der Ober- und Untergrenze der FLL (2010). Die errechnete und die gesiebte Maße verhalten sich sehr ähnlich, wobei sich bei der gesiebten Maße zumeist mehr kleinere Korngrößen, als in der errechneten Version befinden. Die Beiden sind relativ gleichmäßig verlaufend bis 16mm und steigen dann steil nach oben im Bereich 16-32mm. Das Volumen verläuft zu Beginn des Graphen ähnlich der errechneten und gesiebten Kurve, nimmt jedoch ab 1mm stark zu und findet sich bei 45mm wieder mit den anderen Kurven ein.

| SBS.2.u | FLL | | SOLL | IST | Mittelwert |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | Min. | Max. | | | |
| Schluff | 5,0% | 25,0% | 1,7% | 1,0% | 1,4% |
| Sand | 34,0% | 77,5% | 18,2% | 10,4% | 14,3% |
| Kies | 17,0% | 61,0% | 80,0% | 87,7% | 83,9% |

Rot gekennzeichnete Werte befinden sich außerhalb des Grenzbereichs der FLL (2010). Hier sind ein sehr geringer Kleinkorn- und ein sehr hoher Großkornteil vorhanden. Aufgrund der Zusammensetzung des „Structural Soil“-artigem Substrats, finden sich alle Werte außerhalb des Grenzbereichs.

SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau (SBS.1.o)

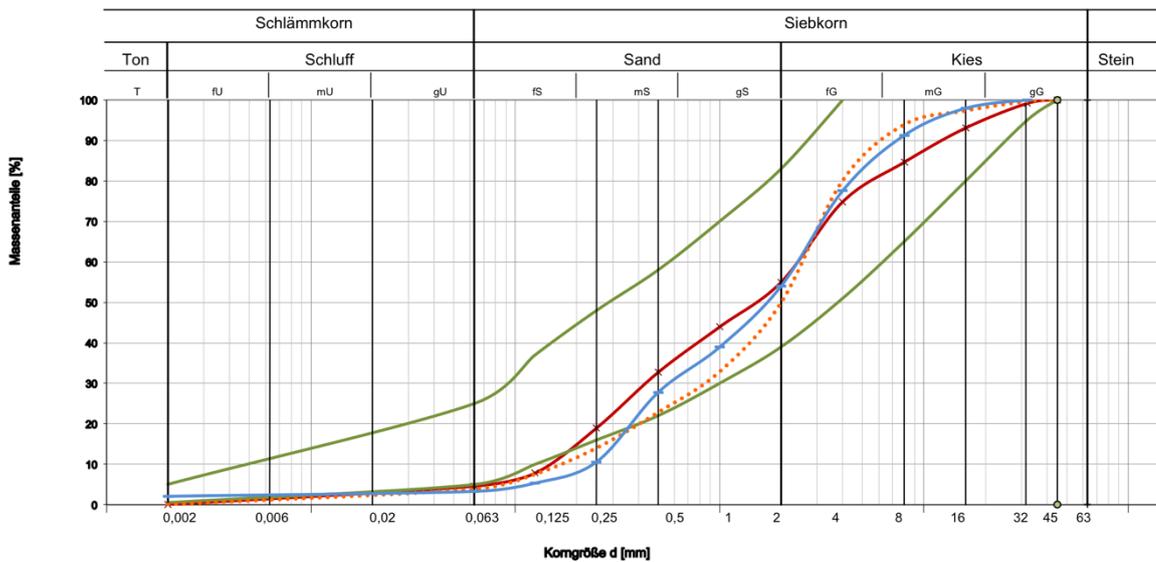


Abbildung 35: Sieblinienkurve des SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau

In Abbildung 35 sind die Sieblinienkurven des SAVE Baumsubstrat 1 Oberbaus zu sehen. Dieses Substrat wurde ähnlich dem SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau aufgebaut. Es wurde laut FLL (2010) gemischt und soll sich auch im unteren Grenzbereich wiederfinden. Die errechnete Kurve befindet sich im unteren Sandbereich knapp außerhalb der Untergrenze. Die Kurve verläuft sonst stetig, jedoch hat sie einen größeren Anstieg im 2-4mm Kiesbereich. Danach verläuft die Kurve wieder stetig. Die Volumenlinie und die gesiebte Kurve verhalten sich sehr ähnlich, kreuzen sich jedoch dreimalig. Sie sind auch ein wenig außerhalb der Untergrenze im Sandbereich, verlaufen dann mehrmalig sich gegenseitig umschlingend nach oben. In ihrer Gesamtheit sind die drei unterschiedlichen Kurven harmonisch und stimmen weitestgehend überein.

| SBS.1.o | FLL | | SOLL | IST | Mittelwert |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | Min. | Max. | | | |
| Schluff | 5,0% | 25,0% | 4,6% | 3,3% | 4,0% |
| Sand | 34,0% | 77,5% | 50,4% | 50,7% | 50,6% |
| Kies | 17,0% | 61,0% | 45,0% | 46,0% | 45,5% |

Die Werte des SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau unterschreiten im Schluffbereich die Untergrenze in allen drei Bereichen. Trotzdem sind SOLL-, IST- und daher der Mittelwert sehr ähnlich im Vol. % gesehen.

SAVE Baumsubstrat 2 Oberbau (SBS.2.o)

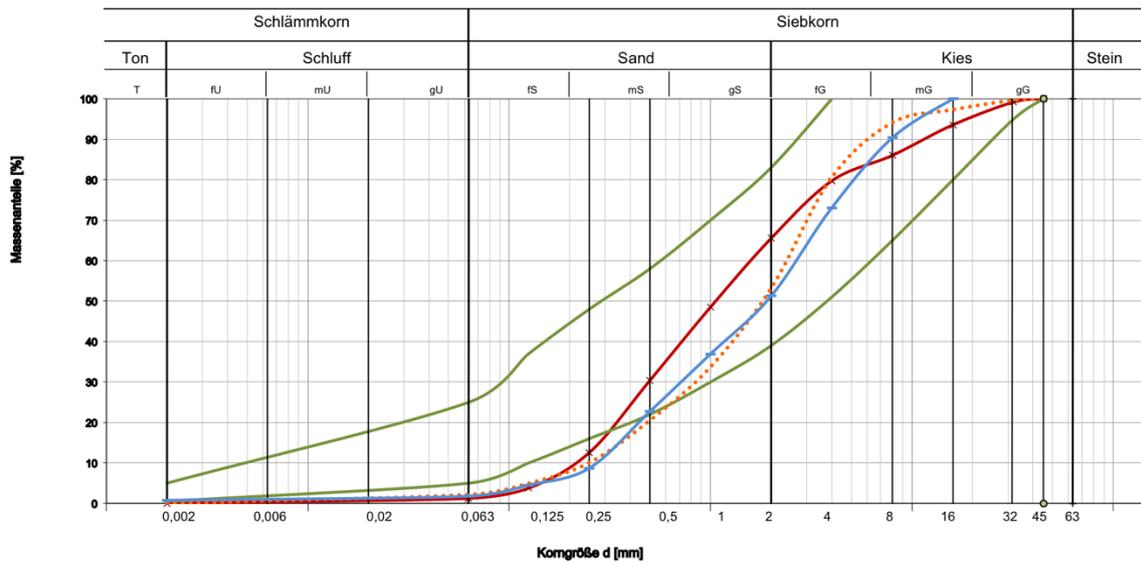


Abbildung 36: Sieblinienkurve des SAVE Baumsubstrat 2 Oberbau

Die in Abbildung 36 sichtbaren Kurven zeigen das SAVE Baumsubstrat 2 Oberbau. Die drei Kurven verhalten sich homogen zueinander. Wie auch die davor beschriebenen Sieblinien befinden sich die drei Kurven auch im unteren Sandbereich außerhalb der FLL (2010) Untergrenze. Sie finden sich dann im Mittelbereich ein und verlaufen sonst stetig nach oben.

| SBS.2.o | FLL | | SOLL | IST | Mittelwert |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | Min. | Max. | | | |
| Schluff | 5,0% | 25,0% | 1,2% | 1,8% | 1,5% |
| Sand | 34,0% | 77,5% | 64,3% | 49,5% | 56,9% |
| Kies | 17,0% | 61,0% | 34,5% | 48,8% | 41,7% |

Ähnlich dem SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau unterschreitet auch hier der Schluffanteil die Untergrenze der FLL (2010). Unterscheidet sich aber dahingehend, dass SOLL- und IST-Werte in allen Anteilen relativ unterschiedlich sind.

SAVE Pflanzsubstrat 1 Perlit (SaPf.1)

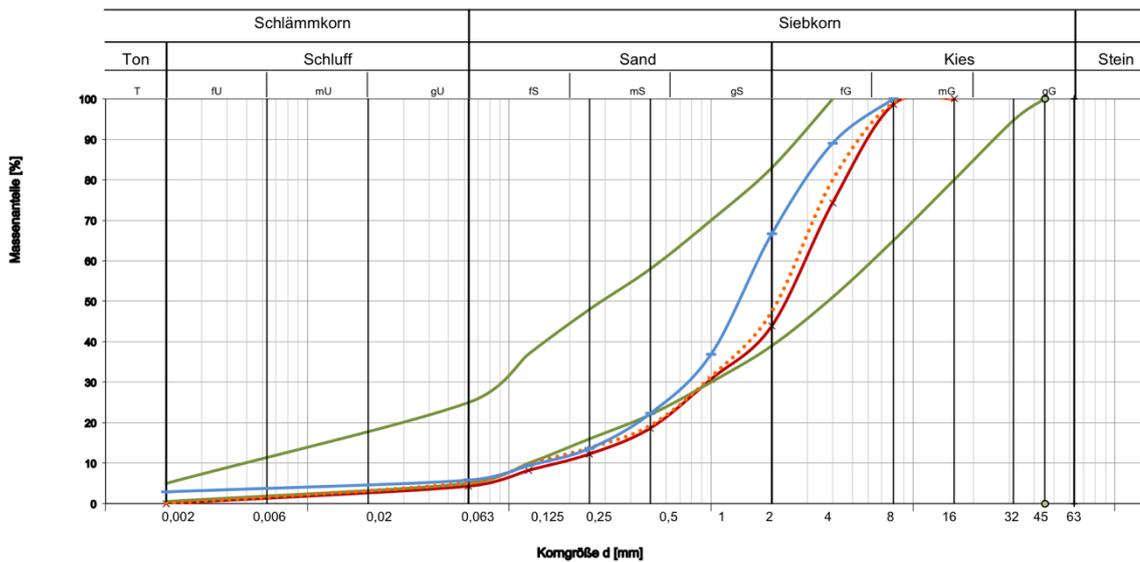


Abbildung 37: Sieblinienkurve des SAVE Pflanzsubstrat 1 Perlit

Die Kurven des SAVE Pflanzsubstrat 1 Perlit sind im mittleren Sandbereich sehr knapp außerhalb der Untergrenze zu finden, steigen danach steil an und enden im 8mm Bereich. Die gesiebte Kurve verläuft zu Beginn noch ziemlich einheitlich mit dem Volumen und der errechneten Kurve, schweift jedoch ab 0,5mm ab und verläuft steiler im 1-2mm Bereich, findet sich am aber, wie die Beiden anderen, bei 8mm wieder ein. Volumen als auch errechnete Kurve laufen sehr ähnlich, kreuzen sich einige Male aber nur im Bereich wenigen Massenanteilen.

| SaPf.1 | FLL | | SOLL | IST | Mittelwert |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | Min. | Max. | | | |
| Schluff | 5,0% | 25,0% | 4,3% | 5,8% | 5,1% |
| Sand | 34,0% | 77,5% | 39,6% | 60,9% | 50,3% |
| Kies | 17,0% | 61,0% | 56,1% | 33,3% | 44,7% |

Hier unterschreitet nur der SOLL-Wert den Bereich der Untergrenze des errechneten Bereichs. Demnach sollten nahezu alle Kurven der Sieblinie innerhalb des Grenzbereiches sein. Die Kurvenglättung kann ein Grund sein, wieso diese Kurven so angezeigt werden. Es könnte aber auch daran liegen, dass ein Teil des Schluffs, den anderen Teil des Schluffs ausgleicht.

SAVE Pflanzsubstrat 2 Zeolith (SaPf.2)

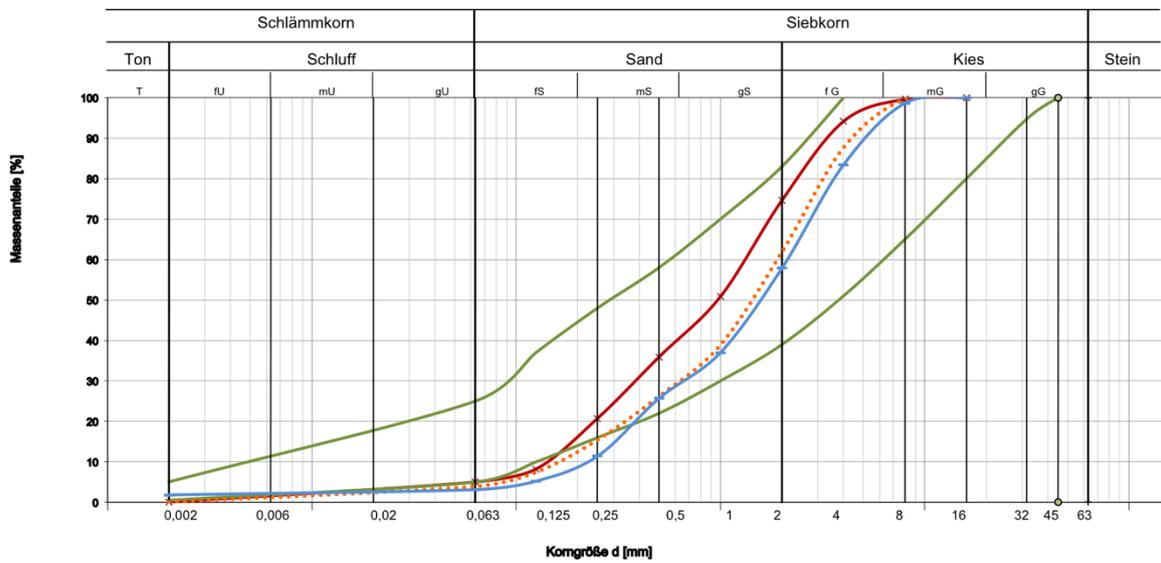


Abbildung 38: Sieblinienkurve des SAVE Pflanzsubstrat 2 Zeolith

Die Kurven des SAVE Pflanzsubstrat 2 Zeolith sind wie bei vielen der oben genannten im unteren Sandbereich außerhalb der Untergrenze zu finden, sie steigen danach steil an und enden im 8mm Bereich.

| SaPf.2 | FLL | | SOLL | IST | Mittelwert |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | Min. | Max. | | | |
| Schluff | 5,0% | 25,0% | 5,0% | 3,1% | 4,1% |
| Sand | 34,0% | 77,5% | 69,6% | 54,7% | 62,2% |
| Kies | 17,0% | 61,0% | 25,4% | 42,1% | 33,8% |

In dieser Tabelle ist zu sehen, dass der SOLL-Wert in den Grenzbereich fällt, während der IST- und dadurch der Mittelwert diesen unterschreiten. Alle weiteren Werte fallen in den Bereich der Grenzen der FLL (2010).

SAVE Pflanzsubstrat 3 Kombi (SaPf.3)

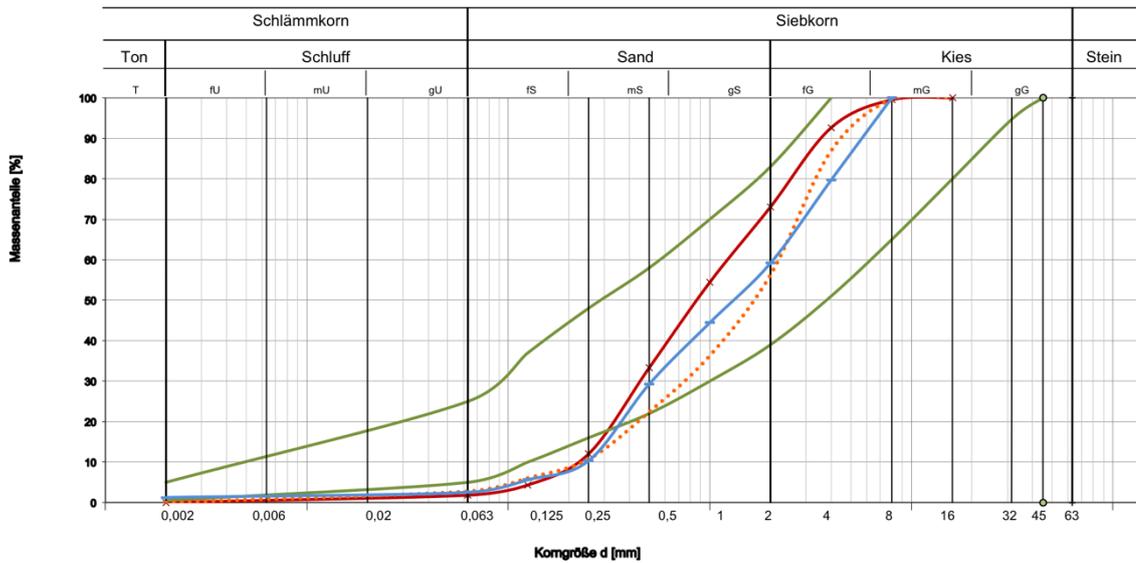


Abbildung 39: Sieblinienkurve des SAVE Pflanzsubstrat 3 Kombi

Die Kurven des SAVE Pflanzsubstrat 3 Kombi sind ähnlich des SAVE Pflanzsubstrat 2 Zeolith im unteren Sandbereich außerhalb der Untergrenze zu finden, sie steigen danach steil an und enden im 8mm Bereich. Die errechnete Kurve verläuft stetig ansteigend, während die gesiebte zumal näher zumal weiter entfernt der errechneten Kurve verläuft. Die Volumenkurve kreuzt beide Graphen, die Gesiebte sogar zweimalig.

| SaPf.3 | FLL | | SOLL | IST | Mittelwert |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | Min. | Max. | | | |
| Schluff | 5,0% | 25,0% | 1,8% | 2,5% | 2,2% |
| Sand | 34,0% | 77,5% | 71,2% | 56,7% | 64,0% |
| Kies | 17,0% | 61,0% | 27,0% | 40,8% | 33,9% |

Es befinden sich alle Teile des Schluffs, außerhalb des Grenzbereichs. Sand und Kies befinden sich innerhalb der Grenzen, weichen aber jeweils im SOLL und IST-Teil sehr voneinander ab.

SAVE Pflanzsubstrat 4 Kalk (SaPf.4)

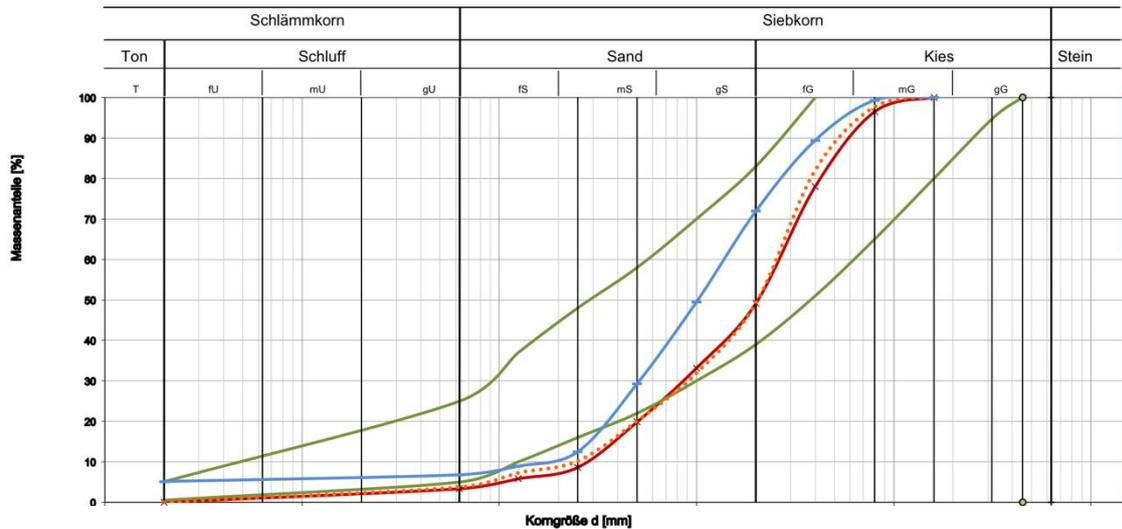


Abbildung 40: Sieblinienkurve des SAVE Pflanzsubstrat 4 Kalk

In Abbildung 40 sind die Sieblinienkurven des SAVE Pflanzsubstrats 4 Kalk, zu sehen. Sie verlaufen im unteren Sandbereich außerhalb der Untergrenze der FLL (2010). Die gesiebte Kurve verläuft den restlichen Sandbereich linear nach oben und nimmt im Kiesbereich weniger steile Züge an. Das Volumen und die errechnete Kurve sind in diesem Substrat sehr ausgeglichen und verlaufen nahezu ident.

| SaPf.4 | FLL | | SOLL | IST | Mittelwert |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | Min. | Max. | | | |
| Schluff | 5,0% | 25,0% | 3,4% | 6,8% | 5,1% |
| Sand | 34,0% | 77,5% | 45,8% | 65,1% | 55,5% |
| Kies | 17,0% | 61,0% | 50,9% | 28,1% | 39,5% |

Die Tabelle zeigt, dass nur im SOLL-Bereich des Schluffanteils eine Unterschreitung vorhanden ist. Im Vergleich zu der dazu gehörigen Sieblinie, ist ein anderes Verhältnis zu erkennen, doch gleicht es sich in dem Fall bei den Werten nahezu völlig dem Grenzbereich an.

SAVE Speicherschicht 1 (SaSp.1)

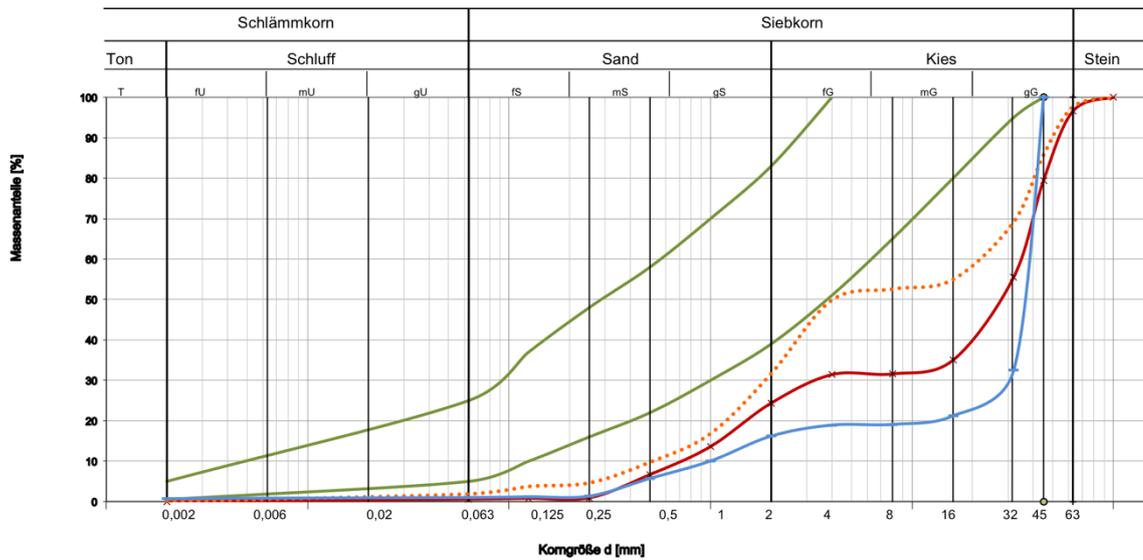


Abbildung 41: Sieblinienkurve des SAVE Speicherschicht

Abbildung 41 zeigt die Kurven der SAVE Speicherschicht welche völlig außerhalb der Grenzen der FLL (2010) anzufinden sind. Zu sehen ist, dass die errechnete und gesiebte Kurve ähnlich, jedoch mit 10% Massenunterschied im unteren und mittleren Kiesbereich, verläuft. Beide Kurven beginnen erst im 0,25mm Bereich und steigen stetig bis 2mm beziehungsweise bis zum Ende des Sandbereiches an. Sie steigt ein wenig im 2-4mm Bereich, während sie im 4-8mm Bereich völlig stagniert. Im 8-10mm Bereich beginnt sich zu heben und ab dem 16mm Bereich nimmt sie mehr als die Hälfte des Massenanteils zu. Die Volumenkurve verläuft meist eher parallel, jedoch immer oberhalb der errechneten und gesiebten Kurve.

| SaSp.1 | FLL | | SOLL | IST | Mittelwert |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | Min. | Max. | | | |
| Schluff | 5,0% | 25,0% | 0,6% | 1,0% | 0,8% |
| Sand | 34,0% | 77,5% | 23,8% | 15,2% | 19,5% |
| Kies | 17,0% | 61,0% | 75,6% | 83,8% | 79,7% |

Die SAVE Speicherschicht 1 unterschreitet den Schluff- und Sandanteil gänzlich und überschreitet den Kiesanteil im IST-Wert. Diese Werte verhalten sich ähnlich der SAVE Baumsubstrat 2 Unterbau Werte und sind daher auch ähnlich eines „Structural Soils“ aufgebaut.

Wiener Baumsubstrat Unterbau (WBS.u)

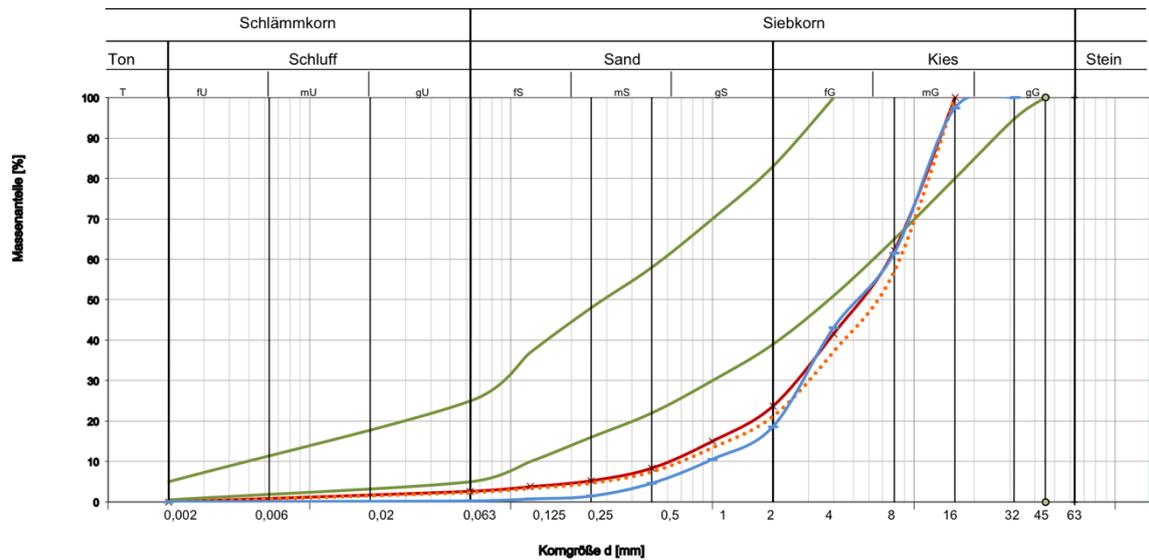


Abbildung 42: Sieblinienkurve des MA 42 Wiener Baumsubstrat Unterbau

In Abbildung 42 sind die Sieblinienkurven des Wiener Baumsubstrates Unterbau zu sehen. Auch diese Kurven befinden sich zum größten Teil, bei diesen Messungen außerhalb des Grenzbereichs der FLL (2010). Sowohl das Volumen, als auch die errechnete und gesiebte Kurve sind harmonisch zu einander und verlaufen ähnlich.

| WBS.u | FLL | | SOLL | IST | Mittelwert |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | Min. | Max. | | | |
| Schluff | 5,0% | 25,0% | 2,6% | 0,3% | 1,5% |
| Sand | 34,0% | 77,5% | 21,1% | 18,4% | 19,8% |
| Kies | 17,0% | 61,0% | 76,3% | 81,4% | 78,9% |

Die Werte des Wiener Baumsubstrats Unterbau gleichen den der SAVE Speicherschicht 1 und daher der SAVE Baumsubstrat 2 Unterbau Werte sehr. Diese unterschreiten im Feinanteil die Untergrenze und im grobkörnigen Bereich zumeist die Obergrenze. Sollten aber laut MA 42, die dies entwickelt haben, im Bereich der FLL (2010) liegen.

Wiener Baumsubstrat Oberbau (WBS.o)

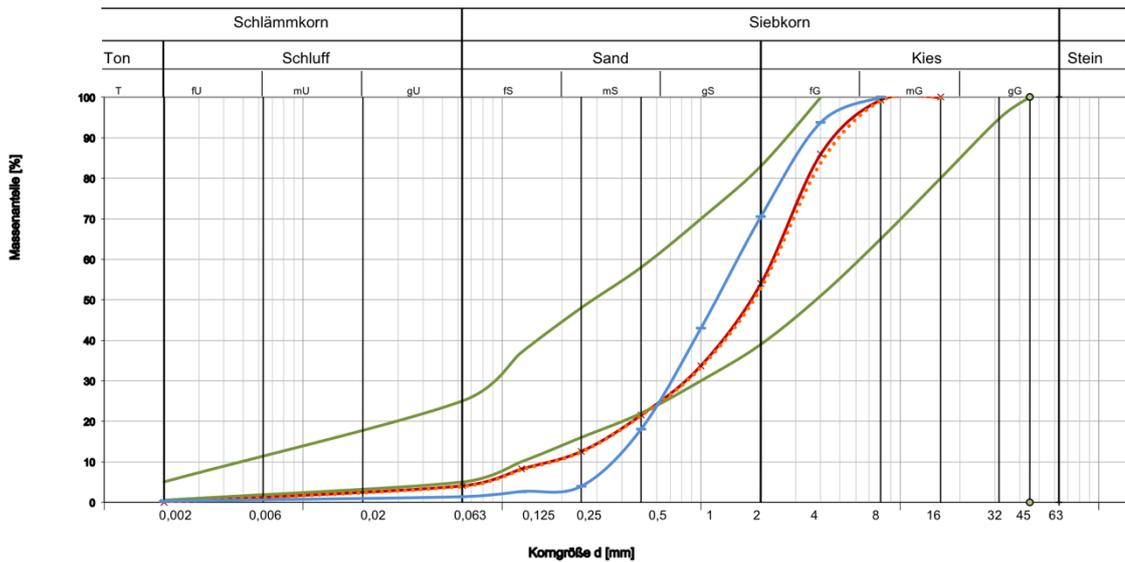


Abbildung 43: Sieblinienkurve des Wiener Baumsubstrats Oberbau

Abbildung 43 zeigt die Sieblinienkurven des MA42 Wiener Baumsubstrats Oberbau. Die Kurven befinden sich zum größten Teil im Grenzbereich der FLL (2010), verlaufen jedoch auch im Sandbereich unterhalb der Untergrenze. Volumen- und errechnete Kurve sind nahezu ident, während die gesiebte im unteren und mittleren Sandbereich deutlich darunter und im oberen Sand und im unteren Kiesbereich zwar parallel, jedoch deutlich darüber verläuft.

| WBS.o | FLL | | SOLL | IST | Mittelwert |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | Min. | Max. | | | |
| Schluff | 5,0% | 25,0% | 4,1% | 1,4% | 2,8% |
| Sand | 34,0% | 77,5% | 50,0% | 69,1% | 59,6% |
| Kies | 17,0% | 61,0% | 46,0% | 29,5% | 37,8% |

Die Werte dieses Baumsubstrats befinden sich im Schluffbereich gänzlich außerhalb der Untergrenze. Die anderen Werte liegen im Bereich der FLL (2010) -grenzen, obwohl es laut MA42, die dieses Substrat entwickelt haben, auch völlig innerhalb derer liegen sollte.

3.3.2 Maximale Wasserkapazität

In Tabelle 10 sind die Ergebnisse der maximalen Wasserkapazität aller getesteten Baumsubstrate zu sehen. Die erste Spalte gibt die Abkürzungen der Baumsubstrate wieder. Aufgrund von zum Teil mehreren Durchgängen der Baumsubstrattestungen, entsteht Spalte zwei. Die Ergebnisse der Schüsselmethode und der errechneten Methode finden sich in den Spalten drei und vier wieder, diese werden zu einem Mittelwert zusammengefasst und in der rechten Spalte dargestellt.

| Maximale Wasserkapazität | Durchgang | Schüsselmethode [in Vol.%] | Errechnete Methode [in Vol.%] | Mittelwert [in Vol. %] |
|--------------------------|-----------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|
| SBS.1.u | 1 | 24,28 | F. Wert | 24,28 |
| SBS.2.u | 1 | 17,89 | 15,49 | 19,19 |
| | 2 | 20,35 | 18,58 | |
| | 3 | 19,79 | 23,16 | |
| | 4 | 19,86 | 18,41 | |
| SBS.1.o | 1 | 26,6 | 20,65 | 23,63 |
| SBS.2.o | 1 | 21,61 | 21,42 | 21,52 |
| SaPf.1 | 1 | 19,86 | F. Wert | 19,43 |
| | 2 | 21,4 | 20,34 | |
| | 3 | 17,26 | F. Wert | |
| | 4 | 21,96 | 15,75 | |
| SaPf.2 | 1 | 27,72 | 28,44 | 28,08 |
| SaPf.3 | 1 | 25,75 | 30,42 | 28,09 |
| SaPf.4 | 1 | 17,68 | 16,63 | 17,16 |
| SaSp.1 | 1 | 19,44 | F. Wert | 19,44 |
| WBS.u | 1 | 15,72 | 12,04 | 13,88 |
| WBS.o | 1 | 38,6 | F. Wert | 38,6 |

Tabelle 10: Ergebnisse der maximalen Wasserkapazitätsmessungen mittels errechneter Methode und Schüsselmethode

Ersichtlich ist, dass die Werte der Schüsselmethode zumeist höher sind als die der Errechneten. Bei SaPf.2 und SaPf.3 sind sie hingegen niedriger. Objektiv gesehen befinden sich 8 von 10 Werten unter den laut FLL (2010) vorgegebenen 25Vol. %.

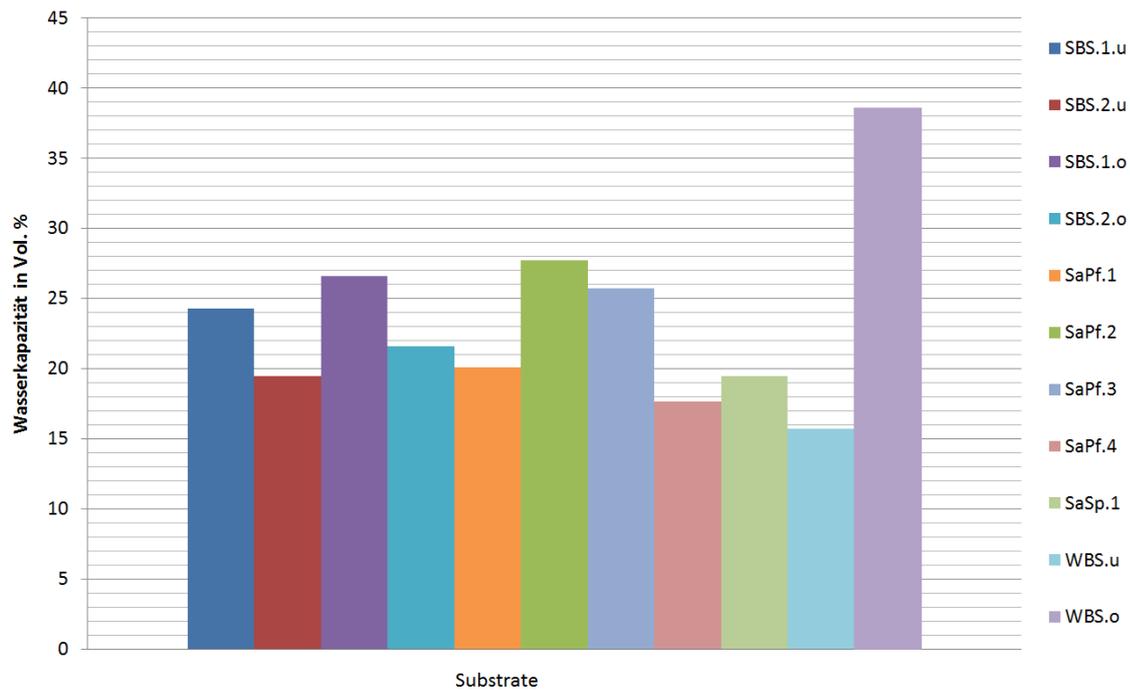


Abbildung 44: Maximale Wasserkapazität mittels Säulendiagramm dargestellt

Abbildung 44 zeigt eine visuell ansprechendere Darstellung. Sie zeigt sehr deutlich, dass WBS.o laut dieser Testung mit 38,6 Vol. % die höchste Wasserkapazität besitzt. Dahinter folgen SaPf.2 und SaPf.3 mit je 28,1 Vol. %. WBS.u mit 13,9 Vol. % und SaPf.4 mit 17,4 Vol. % schneiden mit dem wenigsten Volumenprozent ab. SBS.2.u, SaPf.1 und SaSp.1 haben sehr ähnliche Werte und finden sich bei 19% ein. Die drei noch nicht erwähnten, finden sich zwischen den bereits genannten Werten wieder.

3.3.3 Gesamtporenvolumen

Tabelle 11 sind die Ergebnisse der errechneten Werte des Gesamtporenvolumens zu sehen. Spalte 1 zeigt die Abkürzungen der Namen der Baumsubstrate, während die zweite Spalte die Ergebnisse der Berechnungen wiedergibt. Aufgrund von mehreren Testdurchgängen gibt es bei einigen mehrere Werte, die in der dritten Spalte den Mittelwert ergeben.

| Gesamtporenvolumen | Durchgang | Gesamtporenvolumen [in Vol. %] | Mittelwert [in Vol. %] |
|--------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| SBS.1.u | 1 | 45,84 | 45,84 |
| SBS.2.u | 1 | 34,53 | 33,61 |
| | 2 | 34,97 | |
| | 3 | 36,66 | |
| | 4 | 28,26 | |
| SBS.1.o | 1 | 55,08 | 55,08 |
| SBS.2.o | 1 | 45,52 | 45,52 |
| SaPf.1 | 1 | 42,04 | 30,74 |
| | 2 | 29,91 | |
| | 3 | f. Wert | |
| | 4 | 20,28 | |
| SaPf.2 | 1 | 42,02 | 40,02 |
| SaPf.3 | 1 | 37,05 | 37,05 |
| SaPf.4 | 1 | 50,49 | 50,49 |
| SaSp.1 | 1 | 32,29 | 32,29 |
| WBS.u | 1 | 36,74 | 36,74 |
| WBS.o | 1 | 41,7 | 41,7 |

Tabelle 11: Ergebnisse des Gesamtporenvolumens mittels errechneter Formel auf Basis der maximalen Wasserkapazitätstestung

Zu sehen ist, dass zwei Baumsubstrate, über 50 Vol. % erreicht haben. Alle getesteten Baumsubstrate erreichen die 30 Vol. % Grenze. Die Werte finden sich über und unter der laut FLL (2010) vorgegebenen 35 Vol. %.

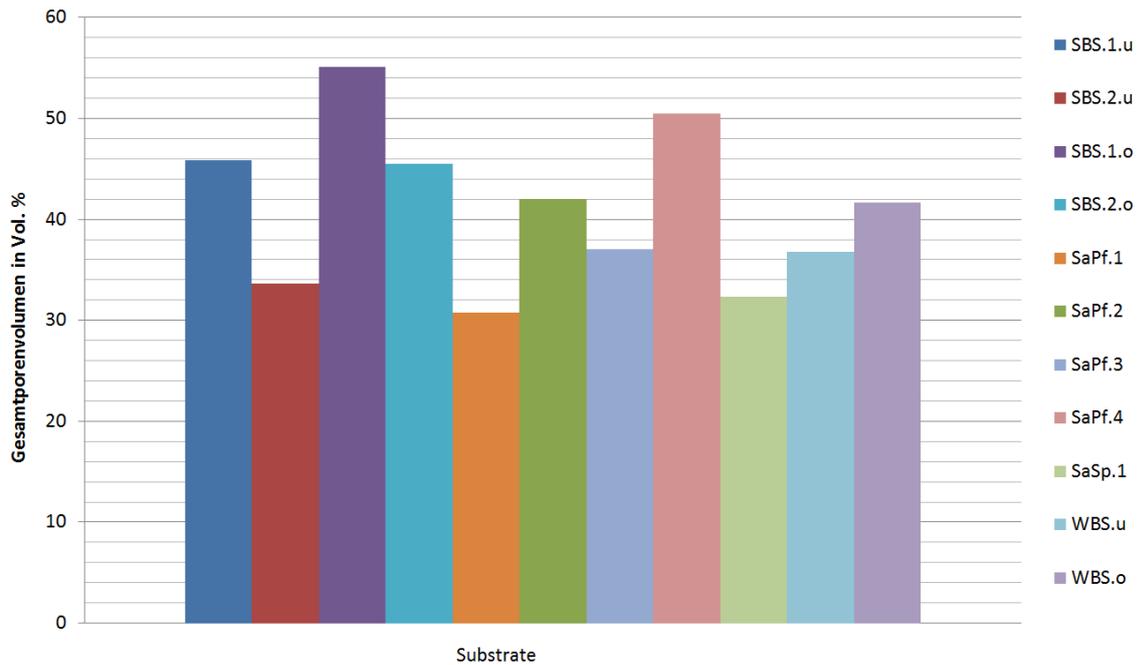


Abbildung 45: Gesamtporenvolumen mittels Säulendiagramm dargestellt

Im Säulendiagramm ist klar sichtbar, dass SBS.1.o, mit 55,1 Vol. % in der Kategorie Gesamtporenvolumen am höchsten abschneidet, gefolgt von SaPf.4 mit 50,5 Vol. %. SaPf.1 mit 30,7 Vol. % und SBS.2.u mit 33,6 Vol. % haben am wenigsten an Gesamtporenvolumen erlangt. Die anderen sieben Baumsubstrate befinden sich so wie die beiden zu letzten genannten auch unter 50 Vol. %.

3.3.4 Ränge der getesteten Baumsubstrate

Tabelle 12 zeigt eine Zusammenführung aller Werte und deren Rangfolge untereinander. Mittels Spearman'sche Rangkorrelation wurden diese Ränge vergeben.

| Rang- koeffizienten | | KGV Schluff % | Rang | KGV Sand % | Rang | KGV Kies % | Rang | MWK Vol.% | Rang | GPV Vol.% | Rang |
|------------------------|------|---------------------|------|------------------|------|------------------|------|--------------|------|--------------|------|
| SBS.1.u | Soll | 4 | 5 | 60,8 | 4 | 35,2 | 4 | | | | |
| | Ist | 2,5 | 5 | 47,2 | 8 | 50,3 | 8 | 24,28 | 4 | 45,84 | 3 |
| | MW | 3,25 | 5 | 54 | 6 | 42,75 | 6 | | | | |
| SBS.2.u | Soll | 1,7 | 9 | 18,2 | 11 | 80 | 11 | | | | |
| | Ist | 1 | 9 | 10,4 | 11 | 87,7 | 11 | 19,19 | 9 | 33,61 | 9 |
| | MW | 1,35 | 10 | 14,3 | 11 | 83,85 | 11 | | | | |
| SBS.1.o | Soll | 4,6 | 2 | 50,4 | 5 | 45 | 5 | | | | |
| | Ist | 3,3 | 3 | 50,7 | 6 | 46 | 6 | 23,63 | 5 | 55,08 | 1 |
| | MW | 3,95 | 4 | 50,55 | 7 | 45,5 | 8 | | | | |
| SBS.2.o | Soll | 1,2 | 10 | 64,3 | 3 | 34,5 | 3 | | | | |
| | Ist | 1,8 | 7 | 49,5 | 7 | 48,8 | 7 | 21,52 | 6 | 45,52 | 4 |
| | MW | 1,5 | 8 | 56,9 | 4 | 41,65 | 5 | | | | |
| SaPf.1 | Soll | 4,3 | 3 | 39,6 | 8 | 56,1 | 8 | | | | |
| | Ist | 5,8 | 2 | 60,9 | 3 | 33,3 | 3 | 19,43 | 8 | 30,74 | 11 |
| | MW | 5,05 | 2 | 50,25 | 8 | 44,7 | 7 | | | | |
| SaPf.2 | Soll | 5 | 1 | 69,6 | 2 | 25,4 | 1 | | | | |
| | Ist | 3,1 | 4 | 54,7 | 5 | 42,1 | 5 | 28,08 | 2 | 40,02 | 6 |
| | MW | 4,05 | 3 | 62,15 | 2 | 33,75 | 1 | | | | |
| SaPf.3 | Soll | 1,8 | 8 | 71,2 | 1 | 27 | 2 | | | | |
| | Ist | 2,5 | 5 | 56,7 | 4 | 40,8 | 4 | 28,09 | 2 | 37,05 | 7 |
| | MW | 2,15 | 7 | 63,95 | 1 | 33,9 | 2 | | | | |
| SaPf.4 | Soll | 3,4 | 6 | 45,8 | 7 | 50,9 | 7 | | | | |
| | Ist | 6,8 | 1 | 65,1 | 2 | 28,1 | 1 | 17,16 | 10 | 50,49 | 2 |
| | MW | 5,1 | 1 | 55,45 | 5 | 39,5 | 4 | | | | |
| SaSp.1 | Soll | 0,6 | 11 | 23,8 | 9 | 75,6 | 9 | | | | |
| | Ist | 1 | 9 | 15,2 | 10 | 83,8 | 10 | 19,43 | 8 | 30,74 | 11 |
| | MW | 0,8 | 11 | 19,5 | 10 | 79,7 | 10 | | | | |
| WBS.u | Soll | 2,6 | 7 | 21,1 | 10 | 76,3 | 10 | | | | |
| | Ist | 0,3 | 11 | 18,4 | 9 | 81,4 | 9 | 13,88 | 11 | 36,74 | 8 |
| | MW | 1,45 | 9 | 19,75 | 9 | 78,85 | 9 | | | | |
| WBS.o | Soll | 4,1 | 4 | 50 | 6 | 46 | 6 | | | | |
| | Ist | 1,4 | 8 | 69,1 | 1 | 29,5 | 2 | 38,6 | 1 | 41,7 | 5 |
| | MW | 2,75 | 6 | 59,55 | 3 | 37,75 | 3 | | | | |

Tabelle 12: Zusammenführung aller Werte und deren Rangfolge (rot markierte Werte, sind Grenzwerte der maximalen Wasserkapazität und des Gesamtporenvolumens)

Rot markiert sind entweder jene, die laut FLL (2010) vorgeschriebenen 25 Vol. % maximale Wasserkapazität nicht erreichen oder die 35 Vol. % an Porenvolumen. Oder die außerhalb der FLL (2010) vorgeschriebenen Ober- und Untergrenze liegen.

3.3.5 Anmerkungen

- SAVE Baumsubstrat Unterbau 1 (SBS.1.u): Es gab laut Aufzeichnungen nur 14 Liter Zulauf und mehr als 17 Liter Ablauf, deswegen musste der Zulaufwert korrigiert werden. Dadurch, dass SaPf2 am selben Tag und gleich danach getestet wurde, wurde der Messwert des Wasserzählers vom Beginnwert des SaPf2 verwendet. Dies machte aus den 14 Litern, 22,5 Liter. Die Drainagekiesschicht war 26cm, da bei der Markierung ein Fehler passiert ist.
- SAVE Baumsubstrat Unterbau 2 (SBS.2.u): Die Drainagekiesschicht ist 26cm, da bei der Markierung ein Fehler passiert ist. Verdichtung nicht möglich.
- SAVE Baumsubstrat Oberbau 1 (SBS.1.o): Die Drainagekiesschicht war 26cm, da bei der Markierung ein Fehler passiert ist.
- SAVE Baumsubstrat Oberbau 2 (SBS.2.o): Aufgrund von zu wenig gleichem Material musste unten Granit und oben Aquakies als Drainagekies verwendet werden. Darüber hinaus gestaltete sich der Einbau schwierig. Die Bauart soll ähnlich dem „Structural Soil“ Prinzip (siehe Exkurs: „Structural Soil“ in Kapitel 3.1.1) geschehen, indem große Steine verlegt werden und das Feinmaterial die Zwischenräume ausfüllen soll. Hier war keine Verdichtung möglich. Die Drainagekiesschicht war 26cm, da bei der Markierung ein Fehler passiert ist.
- SAVE Pflanzsubstrat 1 Perlit (SaPf.1): In der ersten Versuchsrunde, musste feuchter Kies verwendet werden. Die Säulenmessung wurde inklusive Schlauchwasser und Ausgusswasser vorgenommen. Die Drainagekiesschicht war 26cm, da bei der Markierung ein Fehler passiert ist. In der zweiten Versuchsrunde beziehungsweise im 4. von 5 Durchgängen ist das Messergebnis nicht nachvollziehbar und wurde daher entfernt.
- SAVE Pflanzsubstrat 2 Zeolith (SaPf.2): Die Drainagekiesschicht entspricht den vorgegebenen 25cm.
- SAVE Pflanzsubstrat 3 Kombi (SaPf.3): Die Drainagekiesschicht war 26cm, da bei der Markierung ein Fehler passiert ist.
- SAVE Pflanzsubstrat 4 Kalk (SaPf.4): Die Drainagekiesschicht war 26cm, da bei der Markierung ein Fehler passiert ist.
- SAVE Speicherschicht 1 (SaSp.1): Es wurde feuchter Kies, aufgrund von Zeitdruck verwendet. Daher geschah die Säulenmessung inklusive Schlauchwasser und

Ausgusswasser. Darüber hinaus kam es zu erhöhtem Ablauf von ca. 300ml. Die Frage stellt sich, ob es von Zylinderwasser oder Restwasser beeinflusst wurde. Weiteres war die Drainagekiesschicht 26cm, da bei der Markierung ein Fehler passiert ist.

- Wiener Baumsubstrat Unterbau (WBS.u): Dieses Substrat wurde auch mit feuchtem Drainagekies eingebaut, daher wurde die Säulenmessung inklusive Schlauchwasser und Ausgusswasser vorgenommen. Die Substratschicht war nur 23,5cm, da zu wenig Material vorhanden war. Die Drainagekiesschicht war 26cm, da bei der Markierung ein Fehler passiert ist.
- Wiener Baumsubstrat Oberbau (WBS.o): Es wurde feuchter Kies verwendet, und daher wurde auch hier die Säulenmessung inklusive Schlauchwasser und Ausgusswasser berechnet. Die Drainagekiesschicht war 26cm, da bei der Markierung ein Fehler passiert ist.

3.4 Diskussion der Ergebnisse der Untersuchungen von Baumsubstraten

Es wäre ideal, wenn die Werte der Korngrößenverteilung sich im Bereich, Ober- und Untergrenze, der FLL (2010) einfinden würden. Bei den Baumsubstraten, die im Rahmen dieser Masterarbeit getestet werden, besteht die Möglichkeit, dass sie aus dem Raster des Grenzbereiches der FLL (2010) fallen könnten. Hierbei ist zu erwähnen, dass in der Forschung Neuheiten entstehen können, die nicht den bereits vorhandenen Richtlinien entsprechen. Sollten sich diese Erkenntnisse bewähren, kann eine Anpassung der Richtlinien die Folge sein.

Der Zweck dieser Norm ist es, zu vereinheitlichen, damit die Versuchsergebnisse vergleichbar sind. Aufgrund des Wissens, dass sowohl die Korngrößenverteilung, als auch die Wasserkapazität der beiden Wiener Baumsubstrate bekannt ist und nicht der hier erzielten Werte entspricht, ist daraus zu schließen, dass die vorhandenen Ergebnisse nur mit sich selbst vergleichbar sind. Es ist daher ein einheitlicher Grundfehler anzunehmen. Es lässt sich darauf schließen, dass die meisten Baumsubstrate im Grenzbereich liegen, außer SAVE Baumsubstrat 2 Unterbau, da dies auch bei der Zusammensetzung so geplant wurde. Dieser Grundfehler kann aufgrund von schlechter Lagerung entstehen, als auch der Mehrfachtestung und Beschädigung von vorhergehenden Versuchen von diesem und anderen Instituten.

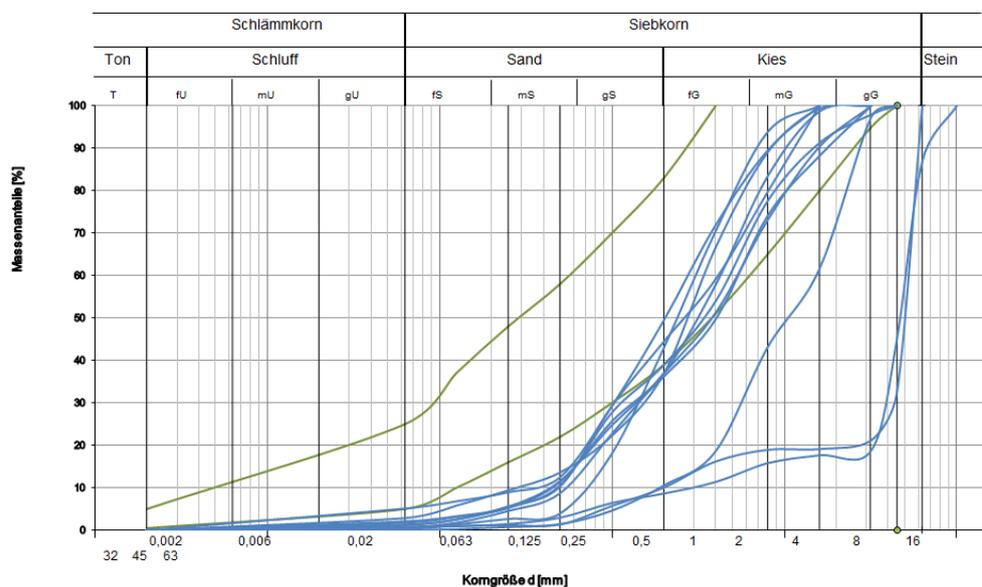


Abbildung 46: Korngrößenverteilung aller getesteten Baumsubstrate

In Abbildung 46 sind alle getesteten Sieblinienkurven vereint. Darüber hinaus ist, farblich abgehoben, der Grenzbereich eingezeichnet. Dieser zeigt, dass sich alle Sieblinienkurven außerhalb der Ober- und Untergrenze der FLL (2010) befinden. Neun davon verhalten sich ähnlich. Zwei der Sieblinienkurven befinden sich gezielt mit einem niedrigen Feinkornanteil und einem hohen Grobkornanteil, weit außerhalb des Bereichs. Es ist klar ersichtlich, dass Kurven hauptsächlich im mittleren Bereich des Sandanteils aus dem Grenzbereich fallen.

Tabelle 13 zeigt alle getesteten Baumsubstrate in Zahlen. Sie wurden zusammengefasst um die Werte untereinander übersichtlicher darzustellen und vergleichbarer zu machen. Die rot markierten Zahlen befinden sich außerhalb des Grenzbereichs der FLL (2010). Zu bemerken ist, dass keines der Baumsubstrate im IST- und im SOLL-Zustand völlig ohne rote Markierung ist.

Die Unterschreitungen der Grenzen befinden sich jeweils im Schluffanteil. Sie variieren im IST- und SOLL-Zustand. Es kommt auch vor, dass sie sowohl im IST- als auch im SOLL-Zustand den Grenzbereich unterschreiten. Drei der Baumsubstrate unterschreiten die Untergrenze und überschreiten die Obergrenze mit allen Anteilen. Es ist signifikant, dass sich manche Kurven in der Grafik außerhalb befinden, aber bezüglich der Werte innerhalb der Grenzlinien liegen. Die Baumsubstrate wurden so kreiert, dass sie sich im unteren Grenzbereich der FLL-Richtlinie (2015) einfinden, und sich gegenseitig ausgleichen.

| | Anteile | Min. bis Max. | | SOLL | IST |
|---------|---------|---------------|--------|--------|--------|
| SBS.1.u | Schluff | 5% | 25% | 4% | 2,50% |
| | Sand | 34% | 77,50% | 60,80% | 47,20% |
| | Kies | 17% | 61% | 35,20% | 50,30% |
| SBS.2.u | Schluff | 5% | 25% | 1,70% | 1% |
| | Sand | 34% | 77,50% | 18,20% | 10,40% |
| | Kies | 17% | 61% | 80% | 87,70% |
| SBS.1.o | Schluff | 5% | 25% | 4,60% | 3,30% |
| | Sand | 34% | 77,50% | 50,40% | 50,70% |
| | Kies | 17% | 61% | 45% | 46% |
| SBS.2.o | Schluff | 5% | 25% | 1,20% | 1,80% |
| | Sand | 34% | 77,50% | 64,30% | 49,50% |
| | Kies | 17% | 61% | 34,50% | 48,80% |
| SaPf.1 | Schluff | 5% | 25% | 4,30% | 5,80% |
| | Sand | 34% | 77,50% | 39,60% | 60,90% |
| | Kies | 17% | 61% | 56,10% | 33,30% |
| SaPf.2 | Schluff | 5% | 25% | 5% | 3,10% |
| | Sand | 34% | 77,50% | 69,60% | 54,70% |

| | | | | | |
|--------|---------|-----|--------|--------|--------|
| SaPf.3 | Kies | 17% | 61% | 25,40% | 42,10% |
| | Schluff | 5% | 25% | 1,80% | 2,50% |
| | Sand | 34% | 77,50% | 71,20% | 56,70% |
| SaPf.4 | Kies | 17% | 61% | 27% | 40,80% |
| | Schluff | 5% | 25% | 3,40% | 6,80% |
| | Sand | 34% | 77,50% | 45,80% | 65,10% |
| SaSp.1 | Kies | 17% | 61% | 50,90% | 28,10% |
| | Schluff | 5% | 25% | 0,60% | 1% |
| | Sand | 34% | 77,50% | 23,80% | 15,20% |
| WBS.u | Kies | 17% | 61% | 75,60% | 83,80% |
| | Schluff | 5% | 25% | 2,60% | 0,30% |
| | Sand | 34% | 77,50% | 21,10% | 18,40% |
| WBS.o | Kies | 17% | 61% | 76,30% | 81,40% |
| | Schluff | 5% | 25% | 4,10% | 1,40% |
| | Sand | 34% | 77,50% | 50% | 69,10% |
| WBS.o | Kies | 17% | 61% | 46% | 29,50% |

Tabelle 13: Korngrößenverteilung in Zahlen

Die Unterschiede zwischen den Baumsubstraten waren zum Teil sehr voneinander abweichend, zum anderen verliefen sie sehr ähnlich. Im Rahmen dieser Masterarbeit waren Eigenschaften wie Bindung von Schadstoffen, Wasserretention und Strukturstabilität geben, die wichtigsten. Diese Fähigkeiten wurden von den getesteten Baumsubstraten verlangt.

Im Vergleich zur FLL (2010) weichen die Ergebnisse der Korngrößenverteilung stark ab. Auf dem ersten Blick sind die Werte weit entfernt, vom Grenzbereich der FLL (2015). Jedoch ist zu erwähnen, dass die verwendete Methode eine Kombination zweier Methoden der FLL (2010 & 2015) ist und der Proctorversuch zum Teil nicht durchgeführt werden konnte. Es wurden beide vereint: von ÖNORM B 2506-3 2016-01-01 der Aufbau und von ÖNORM B2606-1 2009-07-15 die Testung. Teilweise korrelieren die beiden Ö-Normen miteinander. Daher sind diese Versuche, trotz Bestrebung sich an die ÖNORM B2606-1 2009-07-15 zu halten, um vergleichbar zu sein, nicht entsprechend. Trotzdem, oder genau deswegen ist es wichtig, zu beurteilen, ob die Werte richtig sein können. In Ö-Norm ÖNORM B 2506-3 2016-01-01 steht, dass das Filtermaterial ohne chemische und physikalische Veränderungen eingefüllt werden muss, dies ist nicht möglich, da vorher die Korngrößensiebung stattfindet, die die physikalischen Eigenschaften verändert und auch deren Funktionalität. Wären die Versuche umgekehrt ausgeführt worden, wären möglicherweise Stoffe ausgeschwemmt worden.

Für die Parameter maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen gibt es in Tabelle 14 und Tabelle 15 eine Rangplatzierung. Bezüglich des Parameters Korngrößenverteilung konnte keine Reihung im Sinne des am meisten den Vorstellungen entsprechenden, angewendet werden, da die Korngröße nur die Verteilung angibt. Jedoch konnte sie aufgeteilt auf ihre Anteile in Prozent mit den anderen Parametern mittels des Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizient verglichen werden und finden sich in Tabelle 17 wieder.

| Maximale Wasserkapazität | |
|--------------------------|-------------------------------|
| 1. Platz | Wiener Baumsubstrat Oberbau |
| 2. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 2 Zeolith |
| 2. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 3 Kombi |
| 4. Platz | SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau |
| 5. Platz | SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau |
| 6. Platz | SAVE Baumsubstrat 2 Oberbau |
| 7. Platz | SAVE Speicherschicht 1 |
| 8. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 1 Perlit |
| 9. Platz | SAVE Baumsubstrat |
| 10. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 4 Kalk |
| 11. Platz | Wiener Baumsubstrat Unterbau |

Tabelle 14: Rangverteilung - Maximale Wasserkapazität

In Tabelle 14 ist die Platzierung bezüglich maximaler Wasserkapazität zu sehen. Sie wurden basierend auf dem höchsten Volumenprozentanteil der getesteten Baumsubstrate gereiht. Tabelle 15 zeigt die Rangplatzierung des Gesamtporenvolumens.

| Gesamtporenvolumen | |
|--------------------|------------------------------|
| 1. Platz | SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau |
| 2. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 4 Kalk |
| 3. Platz | SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau |
| 4. Platz | SAVE Baumsubstrat 2 Oberbau |

| | |
|-----------|-------------------------------|
| 5. Platz | Wiener Baumsubstrat Oberbau |
| 6. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 2 Zeolith |
| 7. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 3 Kombi |
| 8. Platz | Wiener Baumsubstrat Unterbau |
| 9. Platz | SAVE Baumsubstrat 2 Unterbau |
| 10. Platz | SAVE Speichersubstrat 1 |
| 11. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 1 Perlit |

Tabelle 15: Rangverteilung - Gesamtporenvolumen

Die folgende Tabelle beschreibt die Platzverteilung basierend auf dem System, dass beide Parameter dieselbe Wertigkeit besitzen.

| Gesamt | |
|-----------|-------------------------------|
| 1. Platz | SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau |
| 1. Platz | Wiener Baumsubstrat Oberbau |
| 3. Platz | SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau |
| 4. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 2 Zeolith |
| 5. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 3 Kombi |
| 6. Platz | SAVE Baumsubstrat 2 Oberbau |
| 7. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 4 Kalk |
| 8. Platz | SAVE Speichersubstrat 1 |
| 9. Platz | SAVE Baumsubstrat 2 Unterbau |
| 10. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 1 Perlit |
| 10. Platz | Wiener Baumsubstrat Unterbau |

Tabelle 16: Rangreihung - Gesamt

In Tabelle 16 ist die Platzierung der getesteten Baumsubstrate zu sehen. Am vielversprechendsten, bei einer Wertung, in der jeder Parameter eine Stimme besitzt, ist das SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau. Danach folgt SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau, gefolgt von einem gemeinsamen 3. Platz mit SAVE Baumsubstrat 2 Oberbau und SAVE Pflanzsubstrat Kalk.

Damit die Baumsubstrate mit unterschiedlichen Parametern vergleichbar gemacht werden können, wurde die Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizientenmethode angewendet. Da die Baumsubstrate zunächst sehr unabhängig voneinander wirken, wurden die Werte mit dieser Methode überprüft.

| | WKP | GPV |
|--------------|-------|-------|
| GPV | -0,75 | |
| WKP | | -0,75 |
| SOLL-Schluff | 0,36 | -0,12 |
| SOLL-Sand | 0,75 | -0,15 |
| SOLL-Kies | -0,75 | -0,14 |
| IST-Schluff | 0,13 | 0,19 |
| IST-Sand | 0,4 | -0,28 |
| IST-Kies | -0,36 | 0,19 |
| MW-Schluff | 0,11 | 0,12 |
| MW-Sand | 0,73 | -0,29 |
| MW-Kies | -0,73 | -0,32 |

Tabelle 17: Anwendung des Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten mittels der Parameter maximale Wasserkapazität, Gesamtporenvolumen und Korngrößenverteilung (samt Schluff-, Sand- und Kiesanteilen)

Unter Anwendung des Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten konnten die in Tabelle 17 erlangten Werte bestimmt kategorisiert werden. Eine starke Korrelation konnte zwischen keinen der Parameter erzielt werden.

Die maximale Wasserkapazität und das Gesamtporenvolumen korrelieren mit einem Wert von -0,75 mäßig miteinander. Aufgrund des Vorzeichens ist es eine mäßige negative Korrelation, die bedeutet: je mehr maximale Wasserkapazität desto schlechter ist das Gesamtporenvolumen. Sie sind daher nicht unabhängig zu einander, sondern weisen eine mittelmäßige Verbindung auf.

Mittels dieser deskriptiven statistischen Methode konnte auch die Korngrößenverteilung in Verhältnis mit den anderen Parametern gestellt werden. Die SOLL-Werte, der berechnete Wert, bezogen auf die Wasserkapazität korreliert im Schluffanteil nicht, jedoch mäßig im Sand- und Kiesanteil. Die IST-Werte, die gesiebten Werte, befinden sich gänzlich im Bereich der nicht vorhandenen Korrelation. Der Mittelwert aus SOLL und IST, fügt sich entsprechend des SOLL-Anteils und es ist daher auch im Schluffanteil keine Korrelation vorhanden, jedoch in den anderen Beiden besteht eine mäßige Korrelation. Das bedeutet, dass die Korngrößenverteilung einen mäßigen Einfluss auf die maximale Wasserkapazität hat. Im Sandbereich ist der Wert bei 0,75. Dies ist eine positive Korrelation und drückt damit aus: je mehr Sand desto höher die Wasserkapazität. Während im Kiesbereich ein Wert von -0,75 erreicht wird. Dies besagt, je mehr Kiesanteil

desto schlechter die maximale Wasserkapazität. Die Korngrößenverteilung mit ihren drei Teilen wurde aufgespalten und berechnet um zu sehen, ob das Porenvolumen unabhängig, oder abhängig voneinander ist. Alle Werte der beiden Faktoren weisen keine Korrelation auf. Dies bedeutet, dass sie unabhängig voneinander sind. Der höchste Wert findet sich im IST-Sand und MW-Sand. Doch sind diese auch nur 0,28/0,29 und daher kann nicht einmal von einer knapp nicht mäßigen Korrelation gesprochen werden. Obwohl Porenvolumen und Wasserkapazität korrelieren und Wasserkapazität mit zwei Anteilen der Korngrößenverteilung mäßig verbunden ist, könnte dies auf eine sehr schwache Korrelation zwischen Porenvolumen und Korngrößenverteilung hinweisen, da die Wasserkapazität die gemeinsame Verbindung ist. Jedoch sind die Verbindungen (PV/WKP und WKP/KGV) nur mäßig, daher ist die Verbindung Porenvolumen und Korngrößenverteilung so gering, dass sie laut Wertetabelle nicht mehr vorhanden ist. Wäre die Korrelation stark, dann könnte die Möglichkeit bestehen, dass ihre Verbindung zu einer zumindest mäßigen Korrelation führt. Die Tatsache, dass die Werte nicht mit anderen vergleichbar sind, fällt schon bei den Testungen zur Korngrößenverteilung auf. Um zu zeigen, dass die getesteten Baumsubstrate zwar mit sich, aber nicht mit anderen Baumsubstraten, die außerhalb dieser Masterarbeit untersucht wurden, vergleichbar sind, zeigt Abbildung 47. Sie zeigt eine Korngrößenverteilung des Wiener Baumsubstrats Oberbau laut offiziellen Messungen der HBLFA-Schönbrunn.

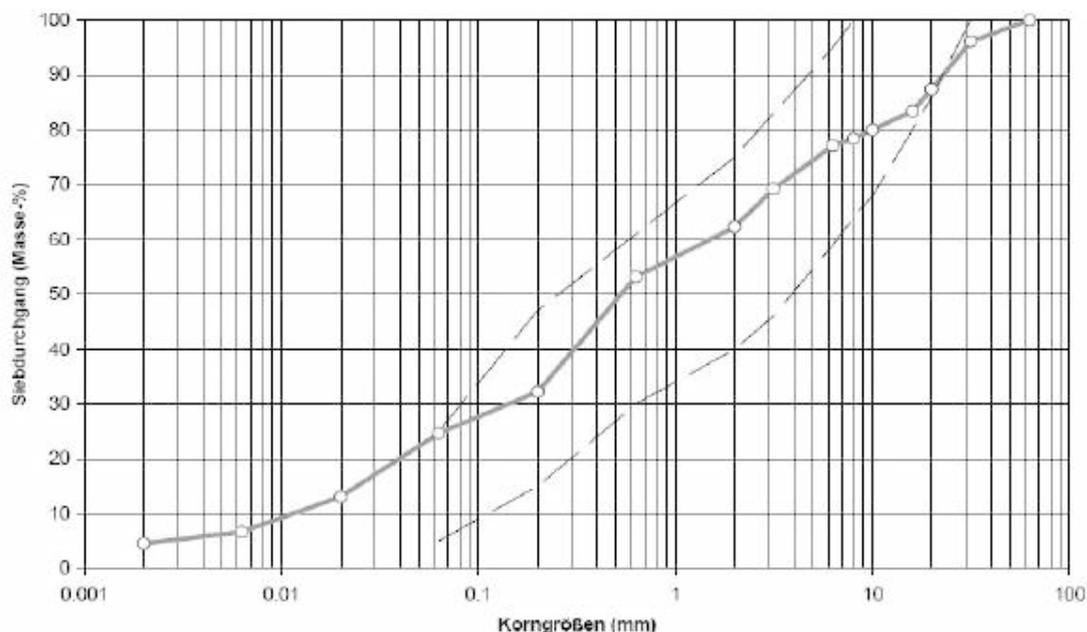


Abbildung 47: Korngrößenverteilung des Wiener Baumsubstrats laut HBLFA Schönbrunn

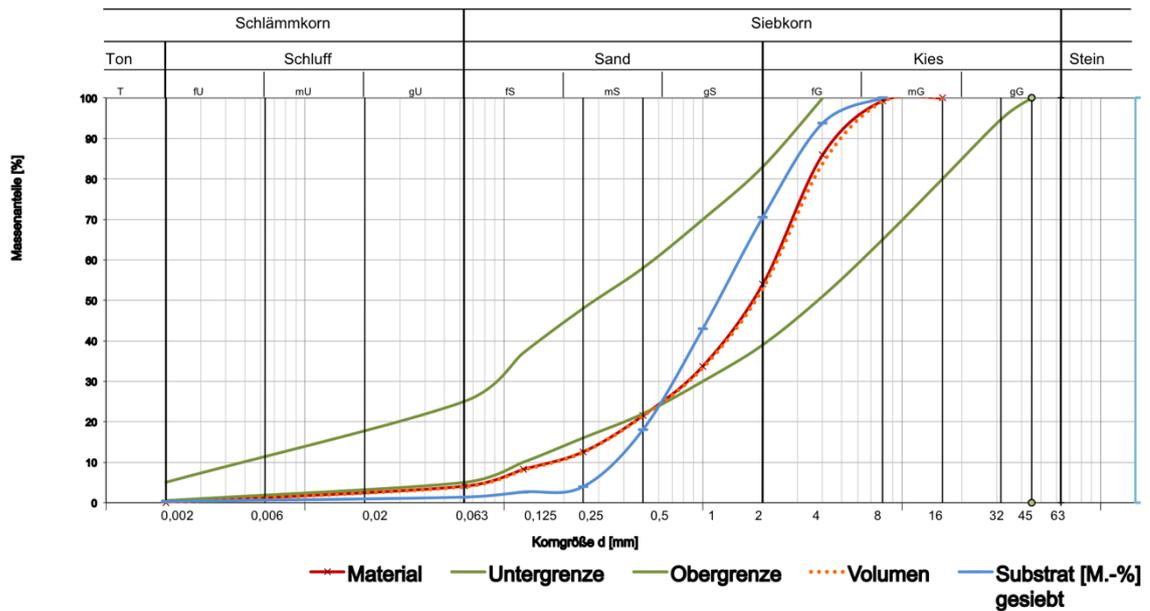


Abbildung 48: Korngrößenverteilung Wiener Baumsubstrat Oberbau

Abbildung 47 zeigt zum Vergleich die Korngrößenverteilung des Wiener Baumsubstrats Oberbau. Hier ist ersichtlich, dass sich die beiden Kurven ähneln, aber diese in verschiedenen Masseanteilen wiedergegeben werden. Daher ist darauf zu schließen, dass auch die anderen Baumsubstrate verändert sind und diese Werte auch nur mit sich selbst kompatibel sind. Deswegen muss auch auf den Unterschied zwischen dem Porenvolumen und der Wasserkapazität geachtet werden. Dieser ist hier entscheidend, wenn auch höchst wahrscheinlich minimaler, als unter anderen Bedingungen.

3.5 Teilschlussfolgerung zu Baumsubstraten

Daraus lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau und Wiener Baumsubstrat Oberbau den Anforderungen des SAVE-Projekts am ehesten entsprechen. Anhand der Spearman'schen Rangkorrelation lässt sich eine Verbindung zwischen maximaler Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen, als auch zwischen maximaler Wasserkapazität und der Mehrheit des Sand- und Kiesanteils der Korngrößenverteilung.

4. Conclusio

Nachdem die Ergebnisse ausführlich diskutiert wurden, werden die Antworten der Forschungsfragen nochmals konkret dargestellt.

Welche Baumarten/Baumsorten können, aufgrund ihrer Eigenschaften und Fähigkeiten, als zukünftige Straßenbäume fungieren, und daher zur Anwendung in der Wiener Stadtgestaltung kommen?

Die Baumarten, die aufgrund ihrer Eigenschaften als zukünftige Straßenbäume fungieren können, sind der Baumliste auf Seite 59 zu entnehmen. Die in Tabelle 18 gezeigten Gehölze sind jene die am häufigsten von Experten genannt und Fachjournalen empfohlen wurden. Sie sind der Häufigkeit ihrer Nennung geordnet. Die eingeklammerten Zahlen zeigen, dass jene nur unter Einschränkung beziehungsweise unter bestimmten Voraussetzungen empfohlen werden.

| Gattung | Art | Sorte | Nennungen |
|------------------|-----------------------|---------------------|-----------|
| <i>Celtis</i> | <i>australis</i> | | 10 |
| <i>Ginkgo</i> | <i>biloba</i> | verschiedene Sorten | 10 |
| <i>Acer</i> | <i>campestre</i> | verschiedene Sorten | 7 |
| <i>Gleditsia</i> | <i>triacanthos</i> | verschiedene Sorten | 7 |
| <i>Tilia</i> | <i>tomentosa</i> | verschiedene Sorten | 7 |
| <i>Acer</i> | <i>monspessulanum</i> | | 6 |
| <i>Quercus</i> | <i>frainetto</i> | verschiedene Sorten | 6 |
| <i>Zelkova</i> | <i>serrata</i> | verschiedene Sorten | 6 |
| <i>Carpinus</i> | <i>betulus</i> | verschiedene Sorten | 5 + (2) |
| <i>Pyrus</i> | <i>calleryana</i> | verschiedene Sorten | 4 + (2) |
| <i>Acer</i> | <i>opalus</i> | | 4 |
| <i>Alnus</i> | <i>spaethii</i> | | 4 |
| <i>Quercus</i> | <i>cerris</i> | | 4 |
| <i>Sophora</i> | <i>japonica</i> | verschiedene Sorten | 4 |
| <i>Ulmus</i> | <i>resista</i> | verschiedene Sorten | 4 |

Tabelle 18: Häufigst genannte Baumarten

Welche Baumarten/Baumsorten sind die Standardstraßenbäume in Mitteleuropa/ Deutschland/Österreich, beziehungsweise werden momentan verwendet und können jene Arten, hinsichtlich ihrer Vitalität als zukunftsträftig eingestuft werden?

Die am häufigsten genannten Standardstraßenbäume in Österreich und Deutschland sind *Acer* und *Tilia*. Die Standardstraßenbaumsorten werden generell für nicht vital gehalten und sind als wenig zukunftsträftig einzustufen. Es ergab, dass die Summe der einwirkenden Faktoren die Gehölze belastet und nicht ein einzelner.

Wie relevant sind Baumgrubengestaltung, Erhaltungs- und Jungbaumpflege für einen vitalen und nachhaltigen Straßenbaumbestand?

Die Experten sind sich einig, dass die Baumgrubengestaltung von Relevanz ist. Es müssen mindestens die in der FLL (2010) genannten 12m³ eingehalten werden. Nichtsdestotrotz ist ein durchwurzelbarer Bodenraum von Nöten und muss gewährleistet werden, um Entwicklungsmöglichkeit zu schaffen. Darüber hinaus ist eine Umstrukturierung in den Bereichen der Rahmenbedingungen, wie Pflege und Baumgrubengestaltung, notwendig. Pflegearbeiten werden von den Experten, als auch von der entsprechenden Literatur für überaus wichtig gehalten. Bedenklich ist oft das Qualitätsmanagement der Ausführung und der Pflege. Hier bedarf es ein Strukturwechsel, da die Leistungen der Ausschreibungen zumal nicht oder schlecht ausgeführt werden, als auch die folgende Pflege. Es stellen sich dabei zwei konkrete Probleme heraus, die der zu tiefen Stellung der Gehölze, bei der der Wurzelhals 10-30cm zu tief im Bodenreich versinkt (siehe Abbildung 17), als auch das viele Bäume überballiert aus der Baumschule kommen (siehe Abbildung 18), was bedeutet, dass Baumschulen den Wurzelhals bei der Ballierung zu sehr miteinbeziehen und nicht nur die Wurzeln zu einem Ballen schließen. Es sollen zu Beginn ausreichende Mittel in die Rahmenbedingungen gesteckt werden, damit der Baum, in den ersten Jahren, optimale Wachstumsbedingungen vorfindet.

Welcher der Parameter Wasser, Licht/Sonne und Nährstoffe ist der wichtigste für eine gesunde Entwicklung und Funktion der Straßenbäume? Kann einer vernachlässigt werden, oder gibt es noch andere Einflussgrößen, die von Bedeutung sind und welche?

Aus den Interviews der Experten und der Recherche in den Journalen ist darauf zu schließen, dass Gehölze der Stadt Wien nicht an zu wenig Nährstoffen oder zu wenig Licht leiden, daher können diese in diesem Fall vernachlässigt werden. Es ergab sich, dass teilweise zu wenig Wasser, aber vor allem zu wenig Luft im Bodenbereich vorhanden ist.

Welche Unterschiede gibt es zwischen den Ergebnissen der getesteten „SAVE“-Baumsubstrate, bezüglich der Parameter Korngrößenverteilung, maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen? Welche Substrate sind am geeignetsten um den Anforderungen des SAVE-Projektes, zu entsprechen?

Die Ergebnisse je Parameter stimmen teilweise überein, weichen aber auch völlig voneinander ab. Dies ist bei der Korngrößenverteilung an den Graphen deutlich zu sehen, da ein Bündel ähnlich verläuft, jedoch drei davon völlig anders gekrümmt sind. Zu sehen ist der Unterschied auch an den Werten der maximalen Wasserkapazität, da sich die Ergebnisse zwischen 13,88 Vol. % und 38,60 Vol. % einfinden. Dies ist ein sehr großer Bereich und weist auf potentiell beschädigtes Substrats hin. Beim Gesamtporenvolumen, erreichen zwei Substrate, über 50 Vol. %, wobei sich der niedrigste Wert bei 30 Vol.% einfindet. Auch dies ist eine relativ große Spannbreite und lässt sich auf die maximale Wasserkapazität zurückführen. Basierend auf den Ergebnissen, in der Gesamtbetrachtung auf maximaler Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen, sind SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau und Wiener Baumsubstrat Oberbau, am besten geeignet.

Gibt es Verbindungen zwischen den zu testenden „SAVE“-Baumsubstraten, die kreiert wurden, um Schadstoffe zu binden, Wasser zurückzuhalten und Strukturstabilität zu geben, bezüglich der Parameter Korngrößenverteilung, maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen?

Ja, teilweise. Eine genauere Erläuterung folgt in den Unterfragen zu dieser Frage.

Wie ist die Verbindung der maximalen Wasserkapazität und des Gesamtporenvolumens zu deuten, gibt es eine Verbindung oder sind die beiden unabhängig zueinander?

Die Verbindung zwischen maximaler Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen ist mäßig, aber vorhanden. Das bedeutet die beiden sind abhängig von einander.

Welche Abweichungen in der Korngrößenverteilung gibt es und haben diese, wenn vorhanden, Einfluss auf die maximale Wasserkapazität?

Es gibt bei den Graphen der Korngrößenverteilung drei Baumsubstrate, die von den restlichen abweichen. Bei den drei Baumsubstraten die abweichen ist die maximale Wasserkapazität sehr niedrig und zwei der drei sind die beiden Letztplatzierten Baumsubstrate. Daher und aufgrund des Rangkorrelationskoeffizienten konnte gezeigt werden, dass die beiden Parameter teilweise Einfluss auf einander haben. Es gibt eine mäßige Korrelation zwischen maximaler Wasserkapazität und den Sand- und Kiesanteilen der Korngrößenverteilung. Während die maximale Wasserkapazität und die Schluffanteile der Korngrößenverteilung keine Verbindungen aufweisen.

Das Ziel dieser Masterarbeit ist es, geeignetes Baumsubstrat für die Fortführung der Untersuchungen des "SAVE"-Projektes zu erhalten. Die Laborversuche der Baumsubstrate führen darauf hin, dass SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau und Wiener Baumsubstrat Oberbau, für die Anforderungen des „SAVE“-Projekts am besten geeignet sind.

Außerdem ist es beabsichtigt, dass eine Ursachenmatrix mit potenziellen Lösungswegen entsteht (siehe Abbildung 15), als auch Auflistung an Optimierungsvorschlägen und Ratschlägen von Fachleuten, sowie einer Baumliste mit potenziell nützlichen Straßenbäumen.

Wie stehen Korngrößenverteilung und Porenvolumen zueinander? Gibt es Parallelen oder sind diese als unabhängige Parameter zueinander zu sehen?

Korngrößenverteilung und Gesamtporenvolumen haben keinen Bezug und sind daher unabhängige Parameter zueinander.

5. Limitationen und Ausblick

Abschließend ist zu erwähnen, dass die Baumsubstrate noch auf weitere Parameter getestet werden können. Zusätzlich kann die enthaltende Baumliste, in Verbindung mit den am besten sich eignenden Baumsubstraten, noch Feldversuchen unterzogen werden. Hier wäre eine Langzeitstudie wünschenswert, die in Verbindung mit den Baumsubstraten und den potenziell geeigneten Straßenbäumen geführt wird.

Im Arbeitsprozess ergaben sich einige unvorhergesehene Herausforderungen. Teilweise konnten sie gelöst werden, mussten aber auch angepasst oder nochmals verifiziert werden. Obwohl die Aufzeichnungen der Laborversuche sehr detailliert und gewissenhaft durchgeführt wurden, kam es zu Fehlern die in den folgenden Absätzen behandelt werden.

Substrate in der richtigen Menge in einem guten Zustand zu bekommen ist schwierig, wenn viele unterschiedliche Versuche und Institute damit arbeiten. Durch das Siebverfahren besteht die Möglichkeit, dass zum Beispiel Perlite oder Blähton zerkleinert werden und diese dadurch ihre Funktion nicht mehr erfüllen können und dadurch bei den Ergebnissen schlechter abschneiden. Mit unbeschädigtem Substrat die Versuche wiederholen wäre sinnvoll.

Die Säulenkonstruktion wurde laut ÖNORM B 2506-3 2016-01-01 weitestgehend befolgt. Jedoch gibt es für Ausgänge und Verschlüsse keine Beschreibung, daher wurden Ventile aus dem Baumarkt montiert. Bei diesen Ventilen hat aufgrund von verschieden hoher Befestigung nicht jedes dasselbe Fassungsvermögen. Dabei entstehen schnell Verwechslungen, daher ist die Dokumentation sehr wichtig, da sonst falsche Ergebnisse herauskommen, besonders bei parallel laufenden Versuchen. Wichtig ist es, die Ventile immer vor der Füllung zu montieren, da es danach nahezu unmöglich ist, dies zu bewerkstelligen. Die Ventile schließen nicht gut ab und sind daher undicht, darum ist eine Auffangschale darunter zu stellen. Darüber hinaus tropfte der Wasserzähler und misste bei geringen Durchlaufmengen sehr ungenau. Hier ist eine Vorrichtung von zwei gleichgroßen Säulen, in einer das Baumsubstrat, in der anderen eine bekannte Menge an Wasser vielleicht effektiver, da die eine von der anderen mit Wasser gespeist wird und daher genauer gemessen werden kann.

Metallnetze verbiegen sich und verfälschen die Ergebnisse, wenn sie sich aufwölben, hierbei sind Kunststoffnetze besser. Jedoch sind die vorhandenen Metallnetze engmaschiger und daher wird in der Auslaufphase nicht vermehrt Material mit ausgeschwemmt.

Substrate stauben sehr, deswegen ist, vor allem wenn mit großen Säulen gearbeitet wird, eine Schutzmaske zu empfehlen. Bei der Einmessung der Säule dürfen Wanddicke beziehungsweise Wandboden bei den Berechnungen nicht vergessen werden. Gestelle müssen immer, mittels zum Beispiel Seilzug an Säulen, gesichert werden.

Aufgrund von zu wenig vorhandenem Drainagekies (Aquakies) und der nicht vorhandenen Verfügbarkeit in Baumärkten, musste auf einen anderen Drainagekies zurückgegriffen werden. Dieser Drainagekies (Granit) besitzt ein anderes Porenvolumen. Dies führt dazu, dass der Versuch komplexer und fehleranfälliger wird, besonders wenn beide Materialien in einer Säule zusammenkommen. Aufgrund des Zeitdruckes konnte der Kies nicht getrocknet werden, sondern musste feucht wieder eingesetzt werden. Dies verändert das Porenvolumen und muss bei der Auswertung berücksichtigt werden und führt zu Fehlern.

Aufgrund der schwierigen und teuren Spezialanfertigung der Säule wurde geraten, weniger zu verdichten, da nicht bekannt ist, wie viel die Plexiglassäule aushält. Daher wurde der, ÖNORM B 4418 1981-10-01 durchzuführende, Proctorversuch in Maßen vollzogen. Dies passierte nach dem Prinzip des eigenen Ermessens und der Grundlage der vorhandenen Inhaltsstoffe, da bei leicht brechenden Teilen wie Perlite und Blähton darauf geachtet werden muss, dass diese nicht zerstört werden, wie in Abbildung 26 gezeigt wird. Jedoch wenn möglich, wurde der Proctorhammer verwendet und von 11cm auf 10cm verdichtet.

Daraus lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass für die Zukunft trotzdem noch Studien essenziell sind. Die vorliegenden Baumsubstrate können noch auf weitere Parameter getestet werden, wie Wasserdurchlässigkeit, pH-Wert und Verdichtungsgrad, da dies noch nicht untersucht wurde. Es konnten potenziell geeignete Straßenbäume aufgelistet werden, jedoch müssen diese im Rahmen von weiteren Untersuchungen und Feldversuchen noch ausgetestet werden, um den Druck und den Einflussfaktoren, die die Straßen von Wien mit sich bringen, standhalten können.

6. Zusammenfassung

Aufgrund der stetig zunehmenden Veränderungen des Klimawandels, durch zum Beispiel, Hitzeperioden, Starkniederschläge, Hochwasserereignisse und Stürme, steigen beziehungsweise ändern sich die Ansprüche und Bedürfnisse der Bäume, vor allem der Straßenbäume. Das „SAVE“-Projekt sieht vor, Kanäle der Stadt Wien zu entlasten, indem Regenwasser in Baumscheiben fließen soll und um zusätzlich die künstliche Bewässerung der Straßenbäume zu verringern. Einzig geeignetes Baumsubstrat ist hierfür ungenügend, es braucht vielmehr die richtige Kombination aus Straßenbaum und Baumsubstrat. Daher ist diese Arbeit in zwei Teile gegliedert. Hierbei ergaben sich folgende Fragen, die in dieser Masterarbeit thematisieren wurden:

Straßenbäume

- 1. Welche Baumarten/Baumarten können, aufgrund ihrer Eigenschaften und Fähigkeiten, als zukünftige Straßenbäume fungieren, und daher zur Anwendung in der Wiener Stadtgestaltung kommen?*
- 2. Welche Baumarten/Baumarten sind die Standardstraßenbäume in Mitteleuropa/ Deutschland/Österreich, beziehungsweise werden momentan verwendet und können jene Arten, hinsichtlich ihrer Vitalität als zukunftsfruchtig eingestuft werden?*
- 3. Wie relevant sind Baumgrubengestaltung, Erhaltungs- und Jungbaumpflege für einen vitalen und nachhaltigen Straßenbaumbestand?*
- 4. Welcher der Parameter Wasser, Licht/Sonne und Nährstoffe ist der wichtigste für eine gesunde Entwicklung und Funktion der Straßenbäume? Kann einer vernachlässigt werden, oder gibt es noch andere Einflussgrößen, die von Bedeutung sind und welche?*

Baumsubstrate

- 1. Welche Unterschiede gibt es zwischen den Ergebnissen der getesteten „SAVE“- Baumsubstrate, bezüglich der Parameter Korngrößenverteilung, maximale*

Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen? Welche Substrate sind am geeignetsten für die Anforderungen des SAVE-Projektes?

2. Gibt es Verbindungen zwischen den zu testenden „SAVE“-Baumsubstraten, die kreiert wurden, um Schadstoffe zu binden, Wasser zurückzuhalten und Strukturstabilität zu geben, bezüglich der Parameter Korngrößenverteilung, maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen?

- Wie ist die Verbindung der maximalen Wasserkapazität und des Gesamtporenvolumens zu deuten, gibt es eine Verbindung oder sind die beiden unabhängig zueinander?*
- Welche Abweichungen in der Korngrößenverteilung gibt es und haben diese, wenn vorhanden, Einfluss auf die maximale Wasserkapazität?*
- Wie stehen Korngrößenverteilung und Porenvolumen zueinander? Gibt es Parallelen oder sind diese als unabhängige Parameter zueinander zu sehen?*

Ziele

Das Endergebnis dieser Masterarbeit soll die Ermittlung eines geeigneten Baumsubstrats sein, eine Ursachenmatrix mit deren Konsequenzen und potenziellen Lösungswegen, als auch eine zweckmäßige Auflistung an Optimierungsvorschlägen und Ratschlägen von Fachleuten, sowie einer Baumliste mit potenziell nützlichen Straßenbäumen. Diese Resultate sollen das SAVE-Projekt dabei unterstützen, geeignete Baumsubstrate und zukunftssträchtige Straßenbäume in der Stadt Wien zu pflanzen.

Der vegetationstechnische Part, der die Straßenbäume behandelt, wurde mittels qualitativer Umfrage, mit dem Unterpunkt des Experteninterviews behandelt. Der Teilbereich, bezieht sich auf Straßenbäume, wobei eine Sammlung an Statements, mit Hilfe von Experteninterviews, entstand. Zugrunde gelegt, stand die Frage der Vitalität im Raum, diese wurde über die möglichen Faktoren und persönliche Präferenzen hinausgeführt und mit der Relevanz der Baumgrubengestaltung als auch den Pflegemaßnahmen, zu einem Ende gebracht. Die erhaltenen Stellungnahmen wurden dann den Forschungsfragen zugeteilt und erläutert. Außerdem wurden Fachjournale und Fachzeitschriften zu Rate gezogen und die Ergebnisse der Umfrage mit der Literatur abgeglichen.

Die Schlussfolgerung aus Experteninterviews und Fachliteratur ergeben, dass die Summe der einwirkenden Faktoren bestehend aus abiotischen und biotischen Schäden, die Straßenbäume belastet, da die Ursachen und deren Folgen miteinander verbunden sind. Abbildung 49 zeigt eine Matrix die sowohl Ursachenkomplex als auch deren Konsequenzen und potenzielle Lösungswege darstellt.

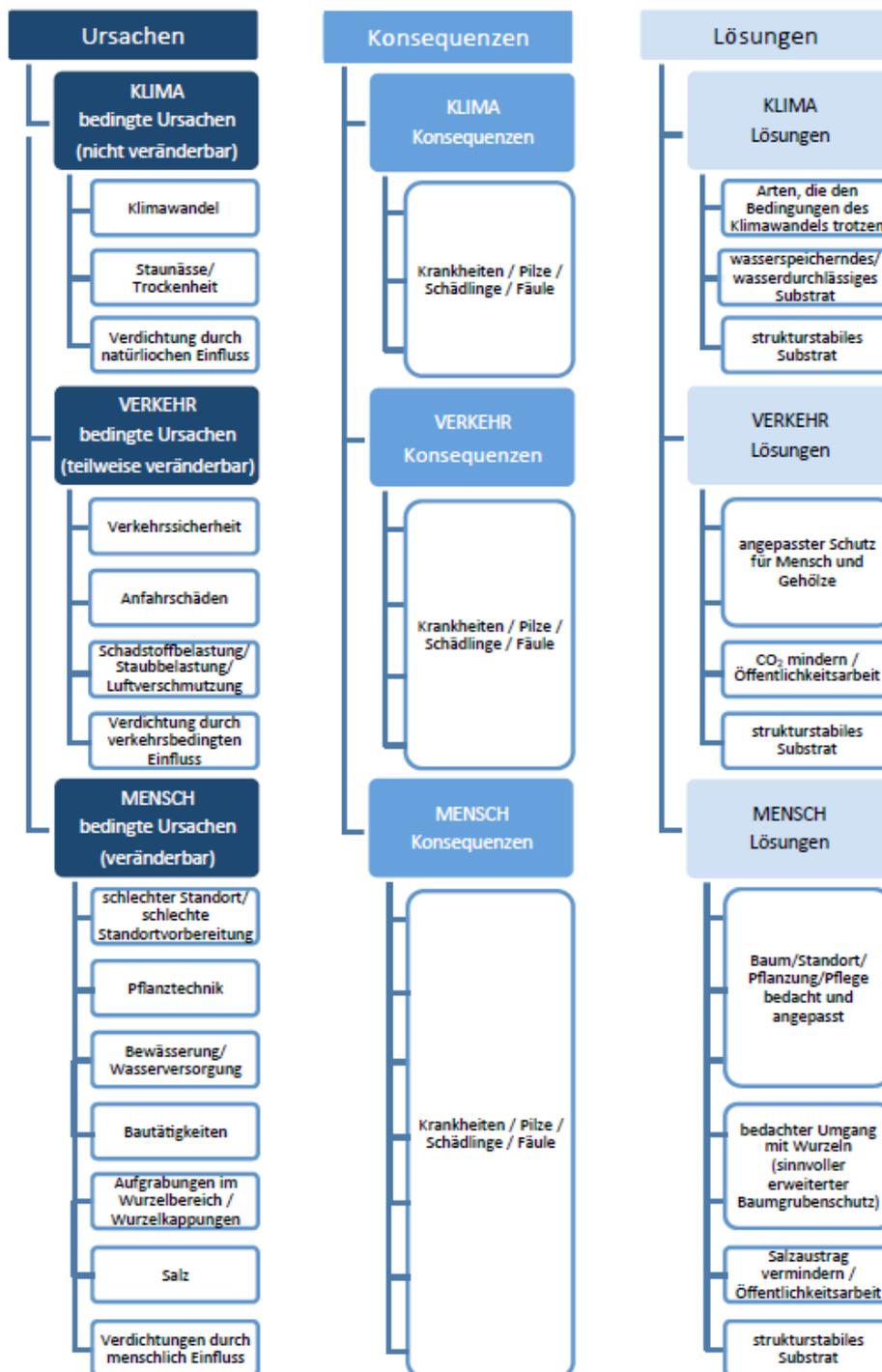


Abbildung 49: Matrix der Probleme mit potenziellen Lösungswegen

Die Ergebnisse aus Befragung und Recherche ergeben eine Baumliste mit potenziell geeigneten Straßenbäumen, die auf Seite 59 zu finden ist. Tabelle 19 zeigt die am häufigsten genannten Straßenbäume:

| Gattung | Art | Sorte | Nennungen |
|-----------|----------------|---------------------|-----------|
| Celtis | australis | | 10 |
| Ginkgo | biloba | verschiedene Sorten | 10 |
| Acer | campestre | verschiedene Sorten | 7 |
| Gleditsia | triacanthos | verschiedene Sorten | 7 |
| Tilia | tomentosa | verschiedene Sorten | 7 |
| Acer | monspessulanum | | 6 |
| Quercus | frainetto | verschiedene Sorten | 6 |
| Zelkova | serrata | verschiedene Sorten | 6 |
| Carpinus | betulus | verschiedene Sorten | 5 + (2) |
| Pyrus | calleryana | verschiedene Sorten | 4 + (2) |
| Acer | opalus | | 4 |
| Alnus | spaethii | | 4 |
| Quercus | cerris | | 4 |
| Sophora | japonica | verschiedene Sorten | 4 |
| Ulmus | resista | verschiedene Sorten | 4 |

Tabelle 19: Häufigst genannte Baumarten

Darüber hinaus ist eine Umstrukturierung in den Bereichen der Rahmenbedingungen, wie Pflege und Baumgrubengestaltung, notwendig. Hier wird vor allem hingewiesen, die 12m³ der FLL (2010) einzuhalten, als auch weiteren durchwurzelbaren Raum zu schaffen. Bedenklich ist oft das Qualitätsmanagement der Ausführung und der Pflege. Hier bedarf es ein Strukturwechsel, da die Leistungen der Ausschreibungen zumal nicht oder schlecht ausgeführt werden, als auch die folgende Pflege.

Die geotechnischen Aspekte, welche elf Baumsubstrate beinhaltet, wurden im Versuchslabor auf drei Parameter getestet. Dazu zählen die Siebungen der Korngrößenverteilung, angehalten an ÖNORM B 4412 1974-07-01, die Ermittlung der

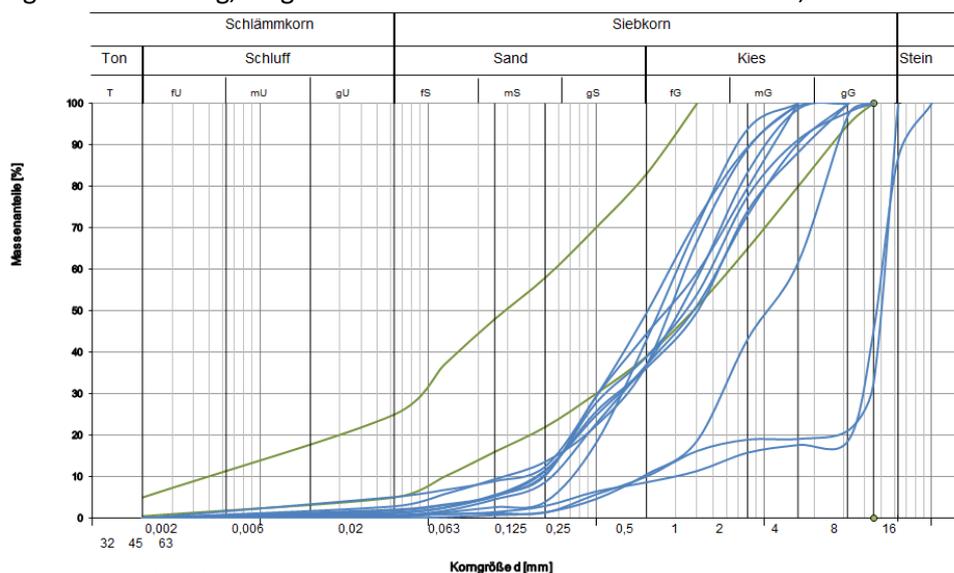


Abbildung 50: Korngrößenverteilung aller getesteten Baumsubstrate

maximalen Wasserkapazität und des Gesamtporenvolumen, angehalten an ÖNORM EN 13041 2011-12-15. Die einzelnen Ergebnisse der getesteten Parameter sind sowohl unterschiedlich, als auch ähneln einander.

Dies ist besonders gut in Tabelle 20 zu sehen. Acht der elf Körnungslinienkurven sind sehr homogen und verlaufen ähnlich. Weitere drei sind nicht in diesem einheitlichen Kurvenbündel enthalten. Zwei davon, die sich am weitesten rechts außen platzieren, ähneln einander wiederum auch. Ähnlich ist es auch bei den Werten der maximalen Wasserkapazität und des Gesamtporenvolumens zu sehen.

Es konnte gezeigt werden, dass basierend auf den Ergebnissen, in der Gesamtbetrachtung auf maximaler Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen, wie in Tabelle 20 zu entnehmen ist, „SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau“ und „Wiener Baumsubstrat Oberbau“, am besten geeignet sind. Dies aufgrund ihrer Überordnung im Vergleich zu den Werten der anderen Baumsubstrate.

| Gesamt | |
|-----------|-------------------------------|
| 1. Platz | SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau |
| 1. Platz | Wiener Baumsubstrat Oberbau |
| 3. Platz | SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau |
| 4. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 2 Zeolith |
| 5. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 3 Kombi |
| 6. Platz | SAVE Baumsubstrat 2 Oberbau |
| 7. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 4 Kalk |
| 8. Platz | SAVE Speichersubstrat 1 |
| 9. Platz | SAVE Baumsubstrat 2 Unterbau |
| 10. Platz | SAVE Pflanzsubstrat 1 Perlit |
| 10. Platz | Wiener Baumsubstrat Unterbau |

Tabelle 20: Rangreihung - Gesamt

Zusätzlich wurden zum Teil Verbindungen zwischen den getesteten Parametern aufgewiesen. Tabelle 21 zeigt in hellblau, dass keine Korrelation vorhanden ist. Dagegen gibt mittelblau eine mäßige und dunkelblau eine starke Korrelation an.

| | |
|--------------------|--|
| keine Korrelation | $\leq 0,49$ und $\geq -0,49$ |
| mäßige Korrelation | $\leq 0,5$ und $\geq -0,89$ sowie $\geq 0,5$ und $\leq 0,89$ |
| starke Korrelation | $\leq -0,9$ und $\geq 0,9$ |

Tabelle 21: Einteilung der Korrelationsbereiche

Daher konnte, wie in Tabelle 22 zu sehen ist, eine Korrelation zwischen maximaler Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen, als auch zwischen maximaler Wasserkapazität und den Sand- und Kiesanteilen der Korngrößenverteilung, festgestellt werden. Daraus ergibt sich, dass Gesamtporenvolumen und Korngrößenverteilung, sowie maximale Wasserkapazität und die Schluffanteile der Korngrößenverteilung keine Verbindungen aufweisen.

| | WKP | GPV |
|--------------|-------|-------|
| GPV | -0,75 | |
| WKP | | -0,75 |
| SOLL-Schluff | 0,36 | -0,12 |
| SOLL-Sand | 0,75 | -0,15 |
| SOLL-Kies | -0,75 | -0,14 |
| IST-Schluff | 0,13 | 0,19 |
| IST-Sand | 0,4 | -0,28 |
| IST-Kies | -0,36 | 0,19 |
| MW-Schluff | 0,11 | 0,12 |
| MW-Sand | 0,73 | -0,29 |
| MW-Kies | -0,73 | -0,32 |

Tabelle 22: Anwendung des Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten mittels der Parameter maximale Wasserkapazität, Gesamtporenvolumen und Korngrößenverteilung (samt Schluff-, Sand- und Kiesanteilen)

Die Endprodukte sind eine Liste an potenziell geeigneten Straßenbäumen, eine Abhandlung an Statements der Experten, die dabei helfen soll, vitale Straßenbäume zu pflanzen und zu erhalten. Sowie eine Platzierung der Baumsubstrate bezüglich der getesteten Parameter.

Abschließend ist zu erwähnen, dass die Baumsubstrate noch auf weitere Parameter getestet werden können. Zusätzlich kann die enthaltene Baumliste, in Verbindung mit den am besten sich eignenden Baumsubstraten, noch Feldversuchen unterzogen werden.

7. Quellen

BADER, H.; EHLEBRACHT, K.; MAHLER, E. (1997): Straßenbäume: Planen, Pflanzen, Pflegen; Berlin: Patzer Verlag

BASSUK, N.; GRABOSKY, J.; TROWBRIDGE, P.; URBAN, J. (o.J): Structural Soil: An Innovative Medium Under pavement that Improves Street Tree Vigor.
<http://www.hort.cornell.edu/uhi/outreach/csc/article.html>. Letzter Zugriff: 8.Mai 2017

BAUER, J. (2001): GALK-Stadtbäume.
http://www.galk.de/arbeitskreise/ak_stadtbaeume/galk_akstb_info.html. Letzter Zugriff: 19. April 2017

BENNINGHAUS, H. (2002): Deskriptive Statistik – eine Einführung für Sozialwissenschaftler, 9. Auflage; Wiesbaden: Teubner Verlag

DIN 18915:2002-08, Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DIN 18916:2016-06, Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Pflanzen und Pflanzarbeiten. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DRESING, D. (2013): Praxisbuch: Interview, Transkription & Analyse - Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende. Marburg: Eigenverlag

DUDEN (2013): Die deutsche Rechtschreibung. Berlin: Bibliographisches Institut GmbH

BUNDESKANZLERAMT – RECHTSINFORMATIONSSYSTEM (1994): Gesamte Rechtsvorschrift für Düngemittelgesetz.
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10010827>. Letzter Zugriff: 4. Mai 2017

DEUTSCHE BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT - Arbeitsgruppe Bodensystematik (2005): Substrate.
http://www.bodensystematik.de/index.html?par_ctd=42&par_url=http://www.bodensystematik.de/substrate.html. Letzter Zugriff: 18. Februar 2017

EPPEL, J. ; SANDER, G. (2015): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben: „Projekt Stadtgrün 2021“, Selektion, Anzucht und Verwendung von Gehölzen unter sich ändernden klimatischen Bedingungen.

https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/landespflege/dateien/kl_12_02_abschlussbericht_stadtgruen_2014.pdf. Letzter Zugriff: 19.4.2017

FISCHER, P. (2010): Gärtnerische Kultursubstrate. Bonn: aid - Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

FLL - Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V., 2015: Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege, Bonn.

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

GALK (2002): Empfehlungen für die Beurteilung von Bäumen in der Stadt;
http://www.galk.de/arbeitskreise/ak_stadtbaeume/down/schadst_020816.pdf. Zugriff: 20.4.2017

HALBMAYER, E.; SALAT J. (2011): Institut für Kultur- und Sozialanthropologie, Universität Wien. <http://www.univie.ac.at/ksa/elearning/cp/qualitative/qualitative-30.html>. Letzter Zugriff: 21.Oktober 2016

HARTGE, K.; HORN, R. (2014): Einführung in die Bodenphysik. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

HEISTINGER A. (2006): Qualitative Interviews – Ein Leitfaden zu Vorbereitung und Durchführung inklusive einiger theoretischer Anmerkungen für Studienexkursion „Kaffee in Mexiko“ WS 2006/2007 Seite 6 http://www.univie.ac.at/igl.geschichte/kaller-dietrich/WS%2006-07/MEXEX_06/061102Durchf%FChrung%20von%20Interviews.pdf
Letzter Zugriff: 21.10.2016

KLUG, P. (2005): Vitalität und Entwicklungsphasen bei Bäumen - ProBaum 1. Berlin: Patzer Verlag

KNOPF, D. (2016): Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel – ProBaum 4. Berlin: Patzer Verlag

KÖRNER (2016): Stadtbäume in Wien - ProBaum 1. Berlin: Patzer Verlag

KRIETER, M.; MALKUS, A. (1996): Untersuchungen zur Standortoptimierung von Straßenbäumen - Ergebnisse eines FLL-Pflanzversuchs von *Tilia pallida* in 14 deutschen Städten

NEUMANN, A.; RÜGER B.; SCHUBERT M.(o.J.): Quantitative versus qualitative Erhebungen.<http://www.abschlussarbeit.at/index.php/sitemap.html?id=44> Letzter Zugriff: 17.Mai 2016

ÖNORM EN 13041 2011-12-15: Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung der physikalischen Eigenschaften - Rohdichte (trocken), Luftkapazität, Wasserkapazität, Schrumpfungswert und Gesamtporenvolumen. Austrian Standards Institute, Wien.

ÖNORM B 2506-2 2003-04-01: Regenwasser-Sickeranlagen für Abläufe von Dachflächen und befestigten Flächen – Teil 2: Qualitative Anforderungen an das zu versichernde Regenwasser, Bemessung, Bau und Betrieb von Reinigungsanlagen. Austrian Standards Institute, Wien.

ÖNORM B 2506-3 2016-01-01: Regenwasser-Sickeranlagen für Abläufe von Dachflächen und befestigten Flächen – Teil 3: Filtermaterialien, Anforderungen und Prüfmethode. Austrian Standards Institute, Wien.

ÖNORM B2606-1 2009-07-15: Sportplatzbeläge – Teil 1: Naturrasen. Austrian Standards Institute, Wien.

ÖNORM B 4412 1974-07-01: Erd- und Grundbau, Untersuchungen von Bodenproben, Korngrößenverteilung. Austrian Standards Institute, Wien.

ÖNORM B 4418 1981-10-01: Erd- und Grundbau, Untersuchungen von Bodenproben, Proctorversuch. Austrian Standards Institute, Wien.

ÖNORM L 1121 2003-04-01: Schutz von Gehölzen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen. Austrian Standards Institute, Wien.

PLIETZSCH, A. (2016): Damit sich die Pflanzung lohnt - Baumzeitung 3. Juni 2016.

Braunschweig: Haymarket Media GmbH

Quelle 1 (2016): Straßen Abwasserlösungen für Vegetation und Entwässerungssysteme. https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=de&menue_id_in=300&id_in=10968

Quelle 2 (2016): Straßen Abwasserlösungen für Vegetation und Entwässerungssysteme – Teil 1 & 2.

https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=de&menue_id_in=300&id_in=11057. Letzter Zugriff: 3. Mai 2016

Quelle 3: Chemie.de. [http://www.chemie.de/lexikon/Dolomit_\(Gestein\).html](http://www.chemie.de/lexikon/Dolomit_(Gestein).html). Letzter Zugriff: 2. Mai 2017

Quelle 4: Steine-und-Minerales.de. [http://www.steine-und-minerales.de/atlas.php?f=3&l=D&name=Dolomit%20\(Gestein\)](http://www.steine-und-minerales.de/atlas.php?f=3&l=D&name=Dolomit%20(Gestein)). Letzter Zugriff: 2. Mai 2017

Quelle 5: www.leca.com & <http://www.fiboexclay.de> Letzter Zugriff: 2. Mai 2017

Quelle 6: <http://www.euoperl.at/euoperl/produkte/agrar-euoperl/agroperl-g/detail/index.html>. Letzter Zugriff: 24. April 2017

Quelle 7: http://www.baumit.at/pimd/AT/pdb/PDBL_GardaStone_RasenSand.pdf. Letzter Zugriff: 10.5.17

Quelle 8: <https://www.bauemotion.de/baulexikon/gewachsener-boden/15375025/>
Zugriff 15.7.17

SCHEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P. (2008): Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag

SCHORN, S. (o.J.): Mineralienatlas – Fossilienatlas:

<https://www.mineralienatlas.de/lexikon/>. Letzter Zugriff am 17. Februar 2017

RIS (1994): Bundesmittelgesetz über den Verkehr mit Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln

www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10010827. Letzter Zugriff:28.4.2017

ROLOFF, A (2013): Baumpflege. Dresden: Ulmer Verlag

ROLOFF, A.; THIEL, D.; WEISS H. (2008): Aktuelle Fragen der Baumpflege und Stadtböden als Substrat für ein Baumleben – Tagungsband Dresdner StadtBaumtage/Forstwirtschaftliche Kolloquien Tharandt und Dresden 12./13.3.2008 – Beiheft 7

TU-Dresden (2015): Citree, Forschungsprojekt von 2012-2015 der technischen Universität Dresden; <https://citree.ddns.net/> Zugriff: 5.3.2017

VOGT, J.; GILLNER, S.; HOFMAN, M. (2016): Citree – eine Datenbank für die standortgerechte Gehölzartenauswahl in Städten – ProBaum 1. Berlin: Patzer Verlag

VOGT, J (2016): http://www.ak-uis.de/ws2016/beitraege/ws2016_b17_Vogt_Citree.pdf

WREDE (2016): Klimatolerante Bäume für den Norden an vier Standorten in Schleswig-Holstein erprobt - ProBaum 4. Berlin: Patzer Verlag

ZODER, J. (2017): Bepflanzbare Speichersubstrate: Untersuchungen von ausgewählten Ausgangsmaterialien auf die Eignung als Komponenten in bepflanzbaren Speichersubstraten, Masterarbeit BOKU Wien

8. Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Pflanzgrubenbauweise 1: offene nicht überbaute Pflanzgrube mit ungeeigneten Bodenverhältnissen (FLL, 2015) | 5 |
| Abbildung 2: Pflanzgrubenbauweise 2: Pflanzgrube ganz oder teilweise überbaut (FLL, 2015)..... | 6 |
| Abbildung 3: Grabenbelüftung (FLL, 2010) | 8 |
| Abbildung 4: Tiefenbelüftungsanlage (FLL, 2010)..... | 9 |
| Abbildung 5: Abbildung 5: v.l.n.r Schadstufen 0-4 laut Galk..... | 13 |
| Abbildung 6: v.o.n.u. Vitalitätsstufen 0-3, | 14 |
| Abbildung 7: Äquivalenzdurchmesser (HARTGE und HORN 2014) | 16 |
| Abbildung 8: Empfohlene Korngrößenverteilung für Pflanzgrubenbauweise (FLL, 2010)... | 17 |
| Abbildung 9: Schematische Darstellung des Säulenaufbaus laut ÖNORM B 2506-3 2016-01-01, | 19 |
| Abbildung 10: Menüauswahl der Datenbank Citree (VOGT, 2016) | 28 |
| Abbildung 11: Eigenschaftenauswahl der Datenbank Citree (VOGT, 2016) | 29 |
| Abbildung 12: Ergebnisse der Voreinstellung Verkehrsfläche der Datenbank Citree (VOGT, 2016)..... | 30 |
| Abbildung 13: Eigenschaftentabelle eines ausgewählten Gehölzes der Datenbank Citree (VOGT, 2016) | 31 |
| Abbildung 14: Hauptbaumarten laut Experteninterviews mittels Säulendiagramm dargestellt..... | 56 |
| Abbildung 15: Matrix der Probleme mit potenziellen Lösungswegen..... | 59 |
| Abbildung 16: Straßenbaumliste bestehend aus persönlichen Favoriten der befragten Experten, Bäume die jene Experten für salztolerant halten, den Bäumen des Wiener Straßenbaumsortiments der MA42, den potenziell Zukunftsträchtigen laut Stadtgrün 2021, ProBaum1/2916 und KLAM-Stadt Klimaartenmatrix, den vorgeschlagenen Arten der Citree- Datenbank der TU Dresden 2016 Klimatolerante Bäume für den Norden . | 61 |
| Abbildung 17: Handskizze - richtiger Stand und zu tiefer Stand von Gehölzen..... | 63 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 18: Handskizze - richtig balliert und überballiert bei Gehölzen | 63 |
| Abbildung 19: Wichtigste Baumsubstrateigenschaften laut Experten mittels Säulendiagramm dargestellt | 66 |
| Abbildung 20:Baumsubstrat nach Siebung in Behältnissen v.l.n.r 1mm, 2mm, 4mm und 8mm Körnung..... | 77 |
| Abbildung 21: Ventilfüllmengentest: mit der Grenze der Öffnung und der bildlichen Darstellung | 80 |
| Abbildung 22: Leere Säule | 81 |
| Abbildung 23: Säule mit Netz..... | 81 |
| Abbildung 24: 25cm Drainagekies | 81 |
| Abbildung 25: Zweites Netz wird eingelegt | 82 |
| Abbildung 26: Perlit durch zerdrücken mit dem Finger..... | 82 |
| Abbildung 27: Die großen Steine werden mit..... | 82 |
| Abbildung 28: Strukturgebende große Steine | 82 |
| Abbildung 29: Große befüllte Säulen..... | 83 |
| Abbildung 30: Wasserzähler (Schlauch1) mit dem Ventilschlauch (Schlauch2) koppeln | 83 |
| Abbildung 31: Kleine Anzeige auf 0 bringen | 84 |
| Abbildung 32: Jeweils 3 Proben von 4 unterschiedlich zusammengesetzten Baumsubstraten nach Trocknung bis zur Massenkonstanz | 86 |
| Abbildung 33: Sieblinienkurve des SAVE Baumsubstrat 1 Unterbau..... | 90 |
| Abbildung 34: Sieblinienkurve des SAVE Baumsubstrat 2 Unterbau..... | 91 |
| Abbildung 35: Sieblinienkurve des SAVE Baumsubstrat 1 Oberbau..... | 92 |
| Abbildung 36: Sieblinienkurve des SAVE Baumsubstrat 2 Oberbau..... | 93 |
| Abbildung 37: Sieblinienkurve des SAVE Pflanzsubstrat 1 Perlit | 94 |
| Abbildung 38: Sieblinienkurve des SAVE Pflanzsubstrat 2 Zeolith | 95 |
| Abbildung 39: Sieblinienkurve des SAVE Pflanzsubstrat 3 Kombi | 96 |
| Abbildung 40: Sieblinienkurve des SAVE Pflanzsubstrat 4 Kalk..... | 97 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 41: Sieblinienkurve des SAVE Speicherschicht | 98 |
| Abbildung 42: Sieblinienkurve des MA 42 Wiener Baumsubstrat Unterbau..... | 99 |
| Abbildung 43: Sieblinienkurve des Wiener Baumsubstrats Oberbau..... | 100 |
| Abbildung 44: Maximale Wasserkapazität mittels Säulendiagramm dargestellt | 102 |
| Abbildung 45: Gesamtporenvolumen mittels Säulendiagramm dargestellt | 104 |
| Abbildung 46: Korngrößenverteilung aller getesteten Baumsubstrate..... | 108 |
| Abbildung 47: Korngrößenverteilung des Wiener Baumsubstrats laut HBLFA Schönbrunn | 114 |
| Abbildung 48: Korngrößenverteilung Wiener Baumsubstrat Oberbau | 115 |
| Abbildung 49: Matrix der Probleme mit potenziellen Lösungswegen..... | 124 |
| Abbildung 50: Korngrößenverteilung aller getesteten Baumsubstrate..... | 125 |

9. Tabellenverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Tabelle 1: Maßnahmen der Jungbaumpflege – insbesondere der Schnittfolge zur Erzielung des Lichtraumes von 4,5m nach FLL (2015), eigene Darstellung | 11 |
| Tabelle 2: Korngrößenklassen (HARTGE und HORN 2014) | 16 |
| Tabelle 3: Beispiel der verwendeten Korngrößenverteilungsmatrix (hier: SBS.1.u) | 18 |
| Tabelle 4: Informationen über die befragten Experten | 27 |
| Tabelle 5: Am häufigsten genannte Straßenbäume der Baumliste | 67 |
| Tabelle 6: Probenmengen laut ÖNORM B 4412 1974-07-01, eigene Darstellung | 75 |
| Tabelle 7: Schüsselmethode am Beispiel SAVE Unterbau 2 | 87 |
| Tabelle 8: Errechnete Methode am Beispiel SAVE Unterbau 2 | 87 |
| Tabelle 9: Einteilung der Korrelationsbereiche | 89 |
| Tabelle 10: Ergebnisse der maximalen Wasserkapazitätsmessungen mittels errechneter Methode und Schüsselmethode | 101 |
| Tabelle 11: Ergebnisse des Gesamtporenvolumens mittels errechneter Formel auf Basis der maximalen Wasserkapazitätstestung | 103 |
| Tabelle 12: Zusammenführung aller Werte und deren Rangfolge (rot markierte Werte, sind Grenzwerte der maximalen Wasserkapazität und des Gesamtporenvolumens) | 105 |
| Tabelle 13: Korngrößenverteilung in Zahlen | 110 |
| Tabelle 14: Rangverteilung - Maximale Wasserkapazität | 111 |
| Tabelle 15: Rangverteilung - Gesamtporenvolumen | 112 |
| Tabelle 16: Rangreihung - Gesamt | 112 |
| Tabelle 17: Anwendung des Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten mittels der Parameter maximale Wasserkapazität, Gesamtporenvolumen und Korngrößenverteilung (samt Schluff-, Sand- und Kiesanteilen) | 113 |
| Tabelle 18: Häufigst genannte Baumarten | 116 |
| Tabelle 19: Häufigst genannte Baumarten | 125 |
| Tabelle 20: Rangreihung - Gesamt | 126 |

| | |
|--|-----|
| Tabelle 21: Einteilung der Korrelationsbereiche | 127 |
| Tabelle 22: Anwendung des Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten mittels der Parameter maximale Wasserkapazität, Gesamtporenvolumen und Korngrößenverteilung (samt Schluff-, Sand- und Kiesanteilen) | 127 |

10. Formelverzeichnis

| | |
|---|----|
| Formel 1: Ermittlung des Wassergehalts der Probe in % | 20 |
| Formel 2: Berechnung des Porenvolumens..... | 88 |

11. Anhang

11.1 Fragenkatalog an die Experten

| | |
|--------------|---|
| Persönliches | Name/ Datum: Name des Arbeitgebers/Name der Firma: Tätigkeitsbereich: |
| Frage 1 | Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die Standardstraßenbäume (Ihrer Region)? Und wieso? |
| Frage 2 | Halten Sie die von Ihnen genannten Straßenbäume in Frage 1 für vital? (generelle Frage) Gibt es spezielle Arten/Sorten die Sie für vitaler halten? Wenn ja, welche? |
| Frage 3 | An welchen Faktoren könnte es Ihrer Meinung nach liegen? Und wieso? (Salz, zu wenig Bewässerung, etc.) |
| Frage 4 | Haben Sie persönlich einen Straßenbaum Favoriten? Und wieso? |
| Frage 5 | Haben Sie Vorschläge, welche Bäume sich als ideale Straßenbäume trotz Wintersalzen eignen? Und bitte begründen Sie. |
| Frage 6 | Für wie wichtig halten Sie Pflegearbeiten/Erhaltungspflege/Jungbaumpflege? |
| Frage 7 | Was sagen Sie zur Relevanz der Baugrubengestaltung? |
| Frage 8 | Welche Substrateigenschaften halten Sie für die wichtigsten, wenn es um Straßenbäume geht? |
| Zusatzfrage | Würde Ihnen noch ein Experte einfallen, den ich diese Fragen stellen könnte? |

11.2 Experteninterviews

Folgende Experteninterviews dienen nur dieser Masterarbeit und dürfen für keinen anderen Zweck verwendet werden. Sie wurden nach der Methode von DRESING (2013) transkribiert. Etwaige Rechtschreib- und Grammatikfehler, sowie Wortwiederholungen wurden korrigiert.

Experteninterview mit Dr. Joachim Bauer

| |
|--|
| Name: Dr. Joachim BAUER |
| Arbeitgeber: Amt für Landschaftspflege und Grünflächen, Köln |
| Tätigkeitsbereich: Stellvertretender Amtsleiter und zuständig für die Abteilung Stadtgrün und Forst |
| Befragung: 26.1.2017 um 13:30Uhr (28 Minuten) |

Einleitende Erklärung der Thematik

Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die Standardstraßenbäume Ihrer Region? Und wieso?

Das ist relativ einfach. Da kann ich natürlich viel über den Arbeitskreis der Stadtbäume der GALK reden, weil wir da ein paar Sachen schon einmal gemacht haben. In der Regel sind in den Städten eigentlich drei Baumarten vertreten. In der Regel ist die Linde (*Tilia*) die Hauptbaumart. Das ist in den Städten traditionell so, weil die Linde (*Tilia*) auch in der Jahrhundertwende und Anfang des 20. Jahrhunderts eine der gängigsten Baumarten war, muss man einfach sagen. Dann kommt in vielen Städten die Platane (*Platanus*) oder der Ahorn (*Acer*), das ist unterschiedlich. In den meisten Städten ist es der Ahorn (*Acer*), aber es gibt auch Städte wo die Platanen (*Platanus*) einen großen Anteil haben. Das sind die drei Hauptbaumarten, die wir in den Städten haben. Und dann geht das ganze runter, die anderen Anteile werden dann geringer. Kastanie (*Aesculus*), Robine (*Robinia*) und so weiter.

Da in Wien die niedrige Lebenserwartung der Bäume ein großes Problem darstellt, würd ich gerne wissen, ob Sie diese drei von Ihnen genannten für vital halten, oder ob es spezielle Arten oder Sorten gibt, die prinzipiell vitaler sind? Und wenn ja, welche?

Das ist eine ganz wichtige Frage. Die hat ja vor allen Dingen auch etwas mit dem Klimawandel zu tun, das muss man einfach so sehen. Wir haben in den Städten grundsätzlich, auch jetzt schon sehr extreme Standorte. Die hohe Verdichtung, Trockenheit, Strahlungsintensität, wenig Niederschläge und so weiter. Diese klassischen Faktoren. Das hat sich in der letzten Zeit verstärkt und das wird sich natürlich im Hinblick auf den Klimawandel noch weiter verstärken. Wir werden vielleicht mehr Starkregenereignisse haben, das nützt aber den Bäumen nichts, in den Städten. Das geht dann direkt auf die Beläge, es geht in die Kanalisation und dann ist es weg, das nützt den Bäumen gar nichts. Auch wenn viel Niederschlag fällt, nützt es gar nichts. Das heißt, wir stellen jetzt schon fest, dass an einigen Baumarten, die früher gepflanzt worden sind. Und jetzt würde ich ganz oben die Linde (*Tilia*) sehen. Dass die Linde (*Tilia*) mit den Standortbedingungen wie sie sie heute haben, schon schwer zu kämpfen hat. Das muss man einfach sagen. So das kann man nicht so allgemein sagen, da nimmt man zum

Beispiel die Silberlinde (*Tilia tomentosa*), die hat überhaupt keine Probleme, aber alle anderen Linden (*Tilia*)-Arten, da ist es schwierig. Wobei, wenn man dann wieder in die Sorten geht, die eine oder andere Sorte vielleicht doch eher eine Chance hat. Aber die Linde (*Tilia*) allgemein wird eine Baumart sein, die mit Sicherheit, ich sage einmal, das was an Klimawandel kommt, schwer zu verkraften hat. Beim Ahorn (*Acer*) ist das jetzt auch sehr schwer zu sagen, der Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) wird auch keine Chancen haben. Die anderen Ahorn (*Acer*)-Arten, da geht man auch dazu über natürlich, mehr in Sorten zu gehen. Und da wird die eine oder andere Sorte, gut mit dem Thema zurechtkommen und die andere Sorte, wird nicht funktionieren. Bei der Platane (*Platanus*) ist es ein bisschen etwas anderes. Die Platane (*Platanus*) ist grundsätzlich eine Baumart die aus dem Mittelmeerraum kommt. Das muss man einfach so sehen. Die potenziell für solche extremen Standorte in den Städten, geeignet ist. Man hat die Platane (*Platanus*) in den 70er Jahren viel gepflanzt. Damals galt die Platane (*Platanus*) als industriefest. Die ganzen Rauchabgase und so weiter, die es damals so gab, konnte die Platane (*Platanus*) gut ab. Heute wissen wir, dass auch die Platane (*Platanus*) an ihre Grenzen kommt. Wenn sie nämlich keine ausreichend gute und gleichmäßige Wasserversorgung hat. Dann stirbt sie zwar nicht ab, die Platane (*Platanus*), aber dann tritt das Phänomen *Massaria (Splanchnonema platani)* auf. Dass die Platane (*Platanus*) ganz normal reagiert, wenn sie schlecht versorgt ist, dann versorgt sie bestimmte Astbereiche nicht mehr so gut und geht auch das Risiko ein, das diese Astbereiche absterben. Dafür wird der Restbaum dann erhalten. Es kommt aber dummerweise noch dieser *Massariapilz (Splanchnonema platani)* noch dazu, der dann jetzt ein großes Problem darstellt, weil nun ein Verkehrssicherungsproblem auftritt. Die Platane (*Platanus*) wäre grundsätzlich eine geeignete Baumart, aber aufgrund des Auftretens des *Massariapilzes (Splanchnonema platani)*, macht sie in anderer Hinsicht wieder Probleme. Wie gesagt, die Linde (*Tilia*) ist für mich nicht der Zukunftsbaum, vielleicht dann die eine oder andere Sorte. Oder die Silberlinde (*Tilia tomentosa*), ja, aber grundsätzlich die Linde (*Tilia*) nicht. Und wenn man dann mal sieht, das heißt also damit muss man schon sehen, welche Baumart ersetzt denn dann die Linde (*Tilia*), weil wir wollen die Bäume ja erhalten, oder die Baumstandorte. Welche Baumart kann eine Linde (*Tilia*) auch gestalterisch ersetzen usw.? Da muss man dann genau darauf sehen. Und wenn sie dann noch das Thema haben, sie haben drei Hauptbaumarten, oder noch zwei, drei auch noch häufig verwendete Arten, dann haben sie keine Artenvielfalt. Und wenn sie dann zum Beispiel, so ein Krankheitsthema wie *Massaria (Splanchnonema platani)* haben, dann haben sie bei der dritten Baumart, auf einmal schon ein Problem. Nehmen sie mal die Stadt Mannheim, die haben einen Anteil von 25% – 30% an Platanen (*Platanus*). Das ist ein sehr hoher Anteil. Wenn dann irgendetwas kommt, wie *Massaria (Splanchnonema platani)*, dann hat die Kommune ein riesen Problem. Denn sie muss auf einmal sehr viel Geld ausgeben, damit man die Verkehrssicherheit in diesen Baumbeständen aufrechterhalten kann. Das ist auch ein Grund, warum man eigentlich dazu hingehen sollte, die Struktur und die Artenvielfalt wesentlich zu erhöhen. Also noch ein Argument dafür, sich Gedanken zu machen, neue Baumarten zu finden, die bis jetzt kaum verwendet werden, oder vielleicht noch gar nicht verwendet werden. Und diese Baumarten dann auch wirklich zu pflanzen. Da wären zum einen neue Bäume, die mit dem Klimawandel zurechtkommen, gepflanzt werden und zum anderen die Artenvielfalt im Baumbestand erhöht wird. Das sind so die zwei Thesen, die man für die Zukunft berücksichtigen sollte.

Nochmals zurück zur geringen Lebenserwartung, an welchen Faktoren könnte es Ihrer Meinung nach sonst noch liegen, und wieso? Zum Beispiel zu viel Salzeintrag oder zu wenig Bewässerung? Hätten Sie da noch andere Faktoren?

Ja, natürlich. Künstliche Bewässerung schließe ich sowieso komplett aus. Wenn man Bäume pflanzt, dann müssen sie an dem Standort auch alleine zurechtkommen. Also das ist meine These und für alles andere ist der Aufwand viel zu groß, den können die Städte sich sowieso nicht leisten. Grundsätzlich nicht, an einem oder anderen Standort geht das. Nein, die geringe Lebenserwartung hat natürlich etwas mit extremen Standorten zu tun. Klima, Hitze usw., was wir gerade besprochen haben. Hat aber dann auch zu tun mit allen anderen Faktoren. Sie sprachen das Salz an, das ist ein ganz wesentlicher Faktor, der wieder mehr an Bedeutung gewinnt, als es noch vor einigen Jahren war. Aber dann nehmen sie nur mal die ganzen sonstigen mechanischen Belastung: Aufgrabungen im Wurzelbereich, Anfahrtschäden von Autos, wenn sie mal beobachten, was an Straßenbäumen geschieht, da wird der Müll abgeladen, dann kommen Rindenbeschädigungen. Durch die Rindenbeschädigungen können Pilze eintreten, und so weiter. Oder Leitungen werden verlegt, Glasfaserkabeln werden verlegt und wieder aufgegraben, die Wurzeln werden gekappt, Pilze treten ein usw. Das sind schon extreme Bedingungen die dazu führen, dass die Bäume, in den Stadtstraßen, ich sag einmal 60/80 Jahre maximal erreichen. Je nach Standortgegebenheiten auch weniger. Damit muss man sich einfach abfinden, das ist so. Die stehen nicht im Wald, wo sich mal eine Sau daran reibt und sonst passiert dem Baum nichts. Sondern, die stehen mitten drin. Da werden die Beläge neu gemacht, da wird gebaggert, oder sonst irgendetwas. Das führt letztendlich auch dazu, dass die Lebenserwartung der Bäume in den Städten natürlich wesentlich geringer ist, als in der freien Landschaft. Das ist aber so, das werden sie auch nicht verhindern können, damit muss man leben. Und dann kommt natürlich noch ein Faktor hinzu: die Verkehrssicherheit. Ich kann einen Baum an einer Straße auch nicht in Ruhe alt werden lassen, weil dann eine gewisse Gefahr von dem Baum ausgeht und das geht nicht. Ich muss also den Baum, spätestens dann entfernen, wenn er gefährlich wird, Äste absterben oder runter fallen, oder der Baum selbst schon Umsturz gefährdet ist. Das Thema Verkehrssicherheit ist auch ein Faktor, der das Leben der Bäume in Städten begrenzt.

[Haben Sie persönlich einen Straßenbaumfavoriten?](#)

Das ist eine gute Frage. Das ist schwer zu sagen. Bei mir war es einmal der *Ginkgo*, weil ich den schon sehr faszinierend finde, weil er auch sehr robust ist und natürlich auch eine schöne Wuchsform hat, in der Herbstfärbung sehr schön ist usw. Aber es gibt mittlerweile sehr schöne neue Baumarten. Sie waren schon mal bei uns auf der Internetseite, bei der GALK, Arbeitskreis Stadtbäume?

Ja.

Da haben Sie sicher gesehen, welche Bäume wir jetzt so neu testen. Da sind wunderschöne Bäume dabei. Eine etwas mittelgroße schlanke Form, ist der *Malus tschonoskii*, den haben wir vor ein paar Jahren, auch hier in Köln das erste Mal gepflanzt, da bin ich sehr davon begeistert. Was das für eine tolle Baumart ist, die ich bis jetzt auch noch nicht kannte. Also da gibt es schon sehr schöne Bäume, die wir jetzt neu testen. Und wir müssen auch einmal sehen, für welchen Bereich wollen Sie einen Baum. Das hat ja auch mit der Örtlichkeit zu tun, wie breit ist die Straße, wie weit ist der Gehweg, wie nah kommen die Bäume an die Fassade ran. Nur das man viel mit großen und mittleren, kleinen, schlanken, runden und wie auch immer, Bäumen arbeiten muss. Das hat immer etwas mit der städtebaulichen Situation zu tun.

[Haben Sie noch Vorschläge, welcher Baum sich sonst noch als idealer Baum, trotz Wintersalze eignen würde und wieso?](#)

Also Salz ist ein großes Problem. Da werden sie wahrscheinlich nie einen idealen Baum finden, der ich sag einmal, dieser Belastung gerecht wird. Wir beobachten, dass die Linde (*Tilia*) natürlich auch sehr große Probleme hat, mit der Salzbelastung. Aber ich würde sagen, es gibt mit Sicherheit keinen Baum, wo man sagt, pflanze den und dann kannst du die Straße behandeln, wie du willst, das glaube ich nicht. Ich glaube auch nicht, da haben die Kollegen aus Hamburg eine Untersuchung gemacht, das Problem bei Salz sind in der Regel auch nicht die Straßenbaulastträger, nicht die die die Straße frei machen müssen. Ob das die Abfallbetriebe sind, oder das Straßenbauamt, oder wer auch immer. Die haben in der Regel mittlerweile ganz gute Systeme, wo sie sehr gezielt, sehr geringe Mengen an Salz aufbringen. Da glaube ich, ist die Belastung für die Bäume nicht so groß. Es ist natürlich eine Belastung, aber die ist nicht so groß. Ich glaube mittlerweile die größere Belastung kommt von den Privathaushalten. Ich weiß nicht wie es in Wien ist, aber in Köln und Deutschland ist es in der Regel so, dass der Hauseigentümer vor seiner Haustür den Gehweg freimachen muss. Das macht nicht die Stadt, sondern muss der Grundstückseigentümer, der da anschließt, muss er den Gehweg vor seiner Tür räumen. In den meisten Satzungen ist dann verboten Salz einzusetzen. Wenn sie aber im Winter durch die Städte gehen, dann sehen sie Salz, auf diesen Gehwegen. Das heißt die Privateigentümer, haben neben ihrer Mülltonne einen Sack Salz stehen und anstatt den Schnee wegzuräumen, wird schnell Salz gestreut. Und das wird dann so gestreut, „Viel hilft viel“, das ist so, die können nicht dosieren und machen ein bisschen, sondern sie sagen, ich bin dann weg, weil ich zur Arbeit muss, ich streu dann eine Hand mehr darauf, dann ist es auf jeden Fall weg. Und es hält auch den ganzen Tag. So, das ist das Problem. Und sie bekommen ja Salz, in jedem Baumarkt oder Supermarkt, wenn sie da rein gehen. Vorne an der Tür haben sie da kleine Säcke um 1€ und den nehmen sie mit. Und das ist das Problem. Diese Mengen an Salz die dann ausgestreut werden, die gehen dann in die Baumscheibe und machen dann Probleme. Ich würde eher diskutieren, geht damit besser und vernünftiger um, als einen Wunderbaum zu suchen, der Salztolerant ist. Der nützt mir auch nichts, dieser Baum, in der Folge werde ich nicht nur diesen Baum pflanzen, macht überhaupt keinen Sinn. Das wäre es ja, wenn es den Wunderbaum gäbe, dann sagt man ja, pflanz bitte nur noch diesen Baum. Dann haben sie zumindest keine Salzprobleme mehr. Aber dann haben sie ganz viele andere Probleme. Dann haben sie wieder nur eine Baumart. Dann kommt vielleicht irgendwann mal ein Schädling und sagt: „Oh, das ist ja toll, dass da so viele von den Bäumen sind, die fresse ich so gerne.“ Das nützt ihnen gar nichts. Dann würde ich dem Fall sagen, eher an den Ursachen arbeiten und sagen, bitte geht ein bisschen vernünftiger damit um und bitte, man kann Schnee auch mal weg schieben, man muss ihn nicht nur weg streuen

Wie wichtig halten Sie Pflegearbeiten, Erhaltungsarbeiten und Jungbaumpflege?

Die Jungbaumpflege ist natürlich absolut wichtig, wird aber in vielen Kommunen gar nicht gemacht, weil die finanziellen Mittel nicht vorhanden sind. Gerade im Straßenbereich, muss ich das eigentlich machen, sonst habe ich später Probleme, im hohen Alter. Wenn ich dann im höheren Alter, stärkere Äste wegnehmen muss, habe ich dann wieder ein anderes Problem, das große Wunden geschaffen werden und ich die Lebenserwartung des Baumes reduziere. Das was ich in jungen Jahren wegschneide, kann der Baum kompensieren und schadet ihm letztendlich nicht. Also die Jungbaumpflege ist ein ganz wichtiges Thema, wird aber nicht so konsequent gemacht und durchgeführt, wie es eigentlich sein müsste. Alle anderen Pflegearbeiten, ich gehe mal davon aus, dass es sich bei älteren Bäumen auf die Verkehrssicherheit bezieht. Das ist ein Thema, das müssen sie machen, da geht kein Weg daran vorbei, diese Arbeiten müssen durchgeführt werden. Da steht auch in der Regel Geld zur Verfügung, das macht kein Kämmerer

(Kummer/Unterschied/'Pfuscher') (Bedeutung unklar), der sagt ich hab kein Geld und lasse den Baum einfach umfallen, das macht kein Kämmerer (Kummer/Unterschied/'Pfuscher') (Bedeutung unklar). Das Geld muss bereitgestellt werden, da geht es um Leben gegebenenfalls, Sachschäden oder Menschenleben.

Was sagen Sie zur Relevanz der Baumgrubengestaltung?

Jetzt gehen wir in die Pflanzweise. Sie werden wahrscheinlich die FLL Bestimmungen kennen, zur Baumpflanzung.

Ja.

Damit haben Sie sich sicher auseinandergesetzt. Ich habe zum Teil mitgearbeitet an diesen Regelwerken und insofern kenn ich diese auch gut. Habe auch die wissenschaftlichen Untersuchungen, die da voraus gegangen sind auch mitbegleitet. Ich sehe auch hier im Alltag, die früher gepflanzten, in den 80er Jahren zum Beispiel. Da ist die Straße gebaut worden, dann hat man im Prinzip 80cm ausgegraben, hat den Baum reingesetzt und hat dasselbe Material genommen und hat die Baumgrube zugefüllt. Da gibt es Bäume die kommen damit wunderbar zurecht und haben mit dem Standort kein Problem. Es gibt aber auch sehr viele Standorte, wo man sagt, hättest du mal 10cm tiefer gegraben, dann wäre dir vielleicht aufgefallen, dass da unten eine Betonplatte drinnen ist, oder aber eine Bodenschicht, die von Wurzeln gar nicht durchwurzelt werden kann. Deswegen plädiere ich dafür, gerade am Anfang, viel Geld, oder so viel wie nötig, in den Untergrund zu investieren, sodass der Baum den ich pflanze, zumindest in den ersten Jahren, optimale Wachstumsbedingungen findet. Das heißt, die FLL und die ZTV schreiben, glaube ich 12m³ vor. Das ist natürlich der Idealfall, wenn man das machen kann, dann sollte man das auch auf jeden Fall machen. In den Innenstädten kann man das nicht machen. Aber auch da sollte man, wenn man in den Innenstädten nachpflanzt, so viel wie möglich an Volumen rausholen und alles was da drinnen ist, egal wie es beschaffen ist, raus nehmen. Ich plädiere auf jeden Fall für den Eintrag von Substraten, so auch wie die FLL, die Vorgaben macht. Und ein einschichtiges Substrat, nicht einschichtig sondern zweischichtig und das ist für mich mittlerweile ein Mindeststandard. Also, wir machen bis zu 1,5m bis maximal 1,7m tiefe Baumgruben und versuchen dann auch an die 12m³ zu kommen, das sollte schon das Ziel sein (an vielen Standorten geht es einfach nicht, da kann man auch nicht mehr machen, dann ist es einfach so). Das sollte man auf jeden Fall machen und dann wirklich ein Substrat verwenden, mit den Eigenschaften, die in der FLL beschrieben werden. Wir machen das seitdem es die FLL-Richtlinien gibt, ich glaub auch davor schon. Wir haben damit super Erfahrungen, vereinzelt müssen wir auch die Bäume herausnehmen und sehen, mit welcher hohen Durchwurzelung die darauf reagieren. Ich bin kein Freund von Dünger. Das wird auch im Augenblick diskutiert: muss ich da Dünger reingeben oder nicht. Weil ich auch von der These ausgehe, dass was ich da an Bodenvolumen, an Substratvolumen neu mache, das soll ja nicht auf Ewigkeit für den Baum sein, sonst würde ich so einen Blumentopfeffekt bewirken. Das ist nur für die ersten Jahre, damit er optimale Bedingungen findet, dann muss der Baum sowieso heraus, aus der Baumgrube. Dann sucht er sich im anstehenden Material, die Bereiche, wo er am besten wurzeln kann und die meisten Nährstoffe, Wasser und Luft findet. Das ist nur für den Anfang optimal und dann will ich auch nicht, dass der sich dort so wohl fühlt, in der Baumgrube, in dem Substrat und wenn ich da viel Dünger rein bringe, dann bleibt er in der Baumgrube. Warum auch, er findet alles da. Deswegen lieber weniger an Nährstoffen, das er dadurch gezwungen wird, aus der Baumgrube herauszuwachsen und sich in anderen Bereichen anzusiedeln. Wir, in Köln, gehen mittlerweile soweit, dass wir neben dieser großvolumigen Aushebung einer Baumgrube und Auffüllung mit standardisiertem Substrat, dass wir in jede Baumgrube zwei Belüftungsrohre einbauen. Das kennen Sie auch

aus der FLL, da wird es beschrieben. So senkrechte Belüftungsrohre, die dann nochmal unterhalb der Baumgrubensole, nochmal einen Meter oder 1,5 Meter eingebracht werden. Das ist bei uns auch Standard. Zwei Belüftungsrohre pro Baumstandort, das ist Mindeststandard und wird so ausgeführt. Wir haben das alles festgehalten. (...)

Jetzt komm ich schon zu meiner letzten Frage, Sie haben es da jetzt schon angesprochen, in meiner Masterarbeit dreht es sich nämlich auch hauptsächlich um Substrate. Und ich würde gerne wissen, welche Sie für die wichtigste Substrateigenschaften halten?

Das sind eigentlich die, die in den FLL-Richtlinien auch beschrieben werden. Für mich ist das wichtigste, wenn es um Substrate geht, dass einmal ein gutes, ausreichendes Porenvolumen hat. Stichwort: Wasser und Luft vor allen Dingen. Luft ist wirklich der mangelnde Faktor, häufig, bei solchen Dingen. Wenn ich das aufrechterhalten will, dieses optimale Porenvolumen, dann muss ich ein Substrat haben, welches Strukturstabil ist. Wir kennen viele Standorte in den Städten, da steht der Baum in der Baumscheibe drinnen, die ist unbefestigt. Was passiert in den Städten? Da wird der Müll abgeladen, da wird das Fahrrad abgestellt, da laufen die Leute darüber. Da findet eine Verdichtung statt und wenn ich dann ein Substrat habe aus vielleicht einem bindigen Boden, dass ich hoch verdichten kann, dann nützt es dem Baum nichts. Ganz im Gegenteil. Wenn ich aber ein Substrat habe, welches ein hohes Porenvolumen hat und strukturstabil ist, kann es verdichten und das Porenvolumen bleibt gleich, dann ist es genau das Richtige. Das wichtigste ist das Porenvolumen um das aber zu erhalten, brauche ich ein strukturstabiles Substrat. Denn im Untergrund, im Standort, Straße, ist der Faktor Luft in der Regel der begrenzende Faktor. Weil ich im Untergrund so unterschiedliche Böden habe, die manchmal hoch verdichtet sind, wenig Porenvolumen haben, oder aber ein hohes Porenvolumen haben. Denken Sie mal daran, wenn ich eine Leitung gelegt habe, darunter kommt eine Sandbettung, dann ist die Sandbettung hohes Porenvolumen, da geht der Baum sofort rein, macht aber dann wieder Probleme an den Leitungen gegebenen Falls. Die Wurzel sucht immer den geringsten Widerstand und der ist immer da wo das Porenvolumen am größten ist. Das gewährleistet, dieses Substrat, das in der FLL beschrieben ist. Das wären für mich die wichtigsten Eigenschaften.

Das wäre es an meinen Fragen gewesen, haben Sie noch irgendwelche Anmerkungen?

Wir können den ganzen Tag über dieses Thema reden. Es ist so umfangreich. Aber wenn das die Fragen sind, die Sie wissen wollen, dann ist das gut.

Experteninterview mit Herrn Thomas Dieckmann

| |
|---|
| Name: Thomas DIECKMANN |
| Arbeitgeber: Gärtnermeister, Verantwortlicher in der Produktion, Ausbilder von Lehrlingen, Hamburg |
| Tätigkeitsbereich: Lorenz von Ehren |
| Befragung: 21.11.2016 um 11:45Uhr (15 Minuten) |

Einleitende Erklärung der Thematik

Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die, Standardstraßenbäume ihrer Region?

Das sind *Acer platanoides*, also ich benutze die lateinischen Namen, ja?

Ja, natürlich.

Acer platanoides, *Acer pseudoplatanus* auch, aber auch hauptsächlich *Tilia*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, je nach Standort, und dann eben diese Sorten, *Tilia cordata*, 'Greenspire' und *Tilia cordata* 'Rancho'. Und dann noch *Quercus*, *Quercus robur* und *Quercus palustris*. Das ist so das Grobe, das so als Standardstraßenbäume geht.

Da in Wien die niedrige Lebenserwartung der Bäume ein großes Problem darstellt, würd ich gerne wissen, ob Sie diese Bäume für vital halten, die Sie gerade aufgezählt haben?

Wie vital die sind, meinen Sie?

Ob Sie die für vital halten.

Ja, das ist natürlich stark abhängig vom Standort, aber so an sich sind es bewährte Bäume, die das bisher gut machen. Und im Zuge des Klimawandels das weiß man ja nicht genau, wie sich der nun wandelt, wird man sehen, dass man andere Baumarten ausprobiert. Das machen wir auch schon.

Gibt es spezielle Sorten die Sie für vitaler halten, und wenn ja welche?

Die wir haben? Ich kann ihnen so als Hinweis geben, wenn Sie auf unsere Internetseite sehen, da gibt es unter der Rubrik „Service“, gibt es Planungshilfen und da finden Sie eine Auswahl an Stadtbäumen, die wir für zukunftsträchtig halten. Da sind einige Sorten, einige Arten dabei, das ist eine ganze Liste, einige gängige Arten wie zum Beispiel wie Hainbuche, *Carpinus betulus*, ist auch dabei und *Amelanchier*, aber auch ein paar andere Sachen wie *Celtis* und *Zelkova*, die Liste können Sie sich gerne mal durchsehen, kann man auch runterladen. Das sind die, die wir aus unserer Sicht für zukunftsträchtig halten. Und das muss aber auch ausprobiert werden und das läuft auch. Es laufen schon Projekte, dass diese Baumarten in der Stadt probiert werden, in der Stadt Hamburg zum Beispiel. Gibt es Straßenzüge, die sind mit diesen bisher unüblichen Baumarten bepflanzt und werden über viele Jahre beobachtet, wie sie sich so machen. Das sind auch diese Anmerkungen dazu, wie vital, wüchsig und welche Standorte sie bevorzugen und das ist, dass was ich ihnen auch so sagen würde, aber so können sie es dann in Ruhe selbst ansehen mit Bildern und allem drum herum, das könnten sie dann verwenden, als einen Teil Ihrer Arbeit.

Nochmals zurück zu den geringen Lebenserwartungen, an welchen Faktoren könnte es Ihrer Meinung nach liegen, und wieso? Wieso viele eben eine niedrige Lebenserwartung haben, aufgrund des Salzes oder der Bewässerung, oder was sagen Sie da dazu?

Meinen Sie die Lebenserwartung?

Wieso die Lebenserwartung bei vielen Straßenbäumen so niedrig ist?

Ja, das ist der Standort, einmal schlechte Wasserversorgung durch Überpflasterung, Streusalzschäden und sonstige andere mechanische Beschädigungen und auch erhöhter Krankheitsdruck durch das Stadtklima zum Beispiel, das sind meiner Meinung nach die Hauptgründe. Und eben ja, der wichtigste Grund ist meiner Meinung nach der Standort selbst, der Wurzelraum, der dem Baum zur Verfügung steht. (...)

Haben Sie persönlich einen Straßenbaumfavoriten?

Also ich persönlich? Gerade hier bei uns im Norden, auch in der Stadt Hamburg, auch in der Innenstadt ist *Quercus palustris* recht gut, die wachsen gut, auch an trockenen Standorten, obwohl man das gar nicht vermutet. Und den mag ich. Und ansonsten ein Klassiker, die Linde (*Tilia*), ist auch immer noch ein Favorit von mir. Und wenn es um kleinkronige Bäume geht, was nicht so stark wächst, finde ich persönlich besonders gut *Cornus mas*, den kann man ja auch als Hochstamm ziehen, haben wir auch regelmäßig im Sortiment, der ist sehr robust, zäh, streusalzverträglich, verträgt jeden Schnitt und den

find ich zum Beispiel persönlich auch recht gut, für enge Straßen und kleine Kronenvolumen.

Haben Sie sonst noch einen Vorschlag, welcher Baum als idealer Straßenbaum, trotz Wintersalze geeignet sein könnte?

Für die Zukunft?

Ja, Klimaveränderung und Wintersalze.

Ja, die Klimaveränderung ist schwer vorher zu sagen, wo jetzt wie genau sich das Klima wandelt. Was wir viel probieren und was ich auch nicht schlecht halte, ist die *Zelkova*, das ist ja der klassische Straßenbaum in Japan und *Ginkgo* ist nicht schlecht, und meiner Meinung nach, die werden aber schon sehr viel gepflanzt, schon seit Jahren *Gleditsia triacanthos*, in diesen dornenlosen Sorten, ‚Skyline‘ oder ‚Shademaster‘, die halte ich auch für sehr gut, auch für die Zukunft vor allem. Gerade auch diese *Gleditsia*. Aber das lässt sich natürlich auch nicht so verallgemeinern, denn es kommt immer auf die Region drauf an und wo das ist und die anderen Umstände drumherum.

Wie wichtig halten Sie Pflegearbeiten, Erhaltungsarbeiten und Jungbaumpflege?

Gerade die Jungbaumpflege bei Neupflanzungen die halte ich für sehr wichtig, damit der Baum gut Fuß fassen kann. Dass er korrekt gepflanzt wird, nicht zu tief. Was ein sehr häufiger Fehler ist, bei den Landschaftsgärtnern. Dass sie die schon mal 10cm zu tief pflanzen und dann kommt noch eine Schicht Rindenmulch darauf, und noch irgendwas und ruckzuck ist er dann schnell 20-30cm zu tief und das mögen viele Bäume nicht. Das ist schon mal ein Anfangsfehler. Ansonsten sollte er eben Fuß fassen können, dass man eben die ersten 1-2 Jahre mindestens wässert und ihm eine Startdüngung gibt, damit er gut in Gang kommt. Das halte ich für sehr wichtig. Und später, ja die Pflege, je nachdem wo der Baum nun steht. Was auch häufig als Pflegefehler, meiner Meinung nach zu sehen ist, wenn diese Bäume später hoch aufgeastet werden müssen, auf Lichtraumprofil, das LKWs drunter durchfahren können, dass das oft zu spät gemacht wird. Also, dass dann Starkäste in größeren Mengen radikal hochgeastet werden, mittels Säge. Dann hat der Baum am Stamm natürlich eine große Menge, großer Schnittstellen, die dann auch immer anfällig sind für Krankheiten und eindringen von Pilzen. Das heißt, meiner Meinung nach sollte, als Pflege, möglichst schnell die gewünschte Kronenhöhe erzielt werden. Also dass keine großen Schnittstellen sind, sondern jedes Jahr eine Astpartie weg und dann hat man schnell auch die gewünschte Höhe erreicht und wenig große Schnittstellen. Wissen Sie wie ich meine?

Ja, absolut.

(...)

Was sagen Sie zur Relevanz der Baumgrubengestaltung?

Da kann ich leider nicht viel dazu sagen. Denn wir liefern nur das Produkt, Baum. Mit den Baustellen habe ich wenig zu tun. Da gibt es ja lauter DIN-Normen und Substrate, zumindest hier in Deutschland. Da kann ich leider wirklich nicht viel Kompetentes dazu zu sagen.

Da es sich in meiner Masterarbeit auch um Substrate dreht, weiß nicht wie sehr sie sich mit Substraten auskennen. Aber meine Frage wäre, welche Substrateigenschaften halten Sie für die wichtigsten, wenn es um Straßenbäume geht?

Auf jeden Fall sollten sie wasseraufnahmefähig sein, weil die Bäume ja sehr wenig Wurzelraum haben, aber auch so grobvolumig, dass sie genug Luftanteil erhalten. Also

grobporig und trotzdem auch Wasser zur Verfügung stellen können. Das ist zwar vielleicht bisschen widersprüchlich in sich, aber das ist das A und O, dass sie Feuchtigkeit genug bekommen und keinen verdichteten Boden haben und keine Staunässe entsteht. Das ist was wir auch so aus der Produktion kennen. Staunässe ist halt Gift für den Baum und schlechter, nasser Boden, der nicht gut durchlüftet ist. Das müsste auf die Substrate ja dann auch zutreffen und was auch, ich weiß nicht ob das bei Ihnen so entscheidend ist, aber hier in Deutschland ist das ein Streitpunkt, diese genormten Pflanzsubstrate, die oft ausgeschrieben werden, die sind unserer Meinung nach, aus der Produktionssicht, oft viel zu hoch im pH-Wert. Dass die dann fast neutral oder Richtung alkalisch gehen, aufgrund ihrer Zusammensetzung. Das ist aber für viele Bäume, die gar nicht in diesen hohen pH-Werten kultiviert werden und die diese von Natur aus auch oft gar nicht mögen dann nicht gut geeignet. Das ist ein größerer Streitpunkt, oft hier, zwischen den Baumproduzenten und den Pflanzengärtnern und den ingenieurtechnischen Leuten die Straßen bauen und die Substrate vorschreiben. Der pH-Wert sollte nicht zu hoch sein, passend für die Pflanze natürlich. Bei *Cornus mas* kann er hoch sein, aber bei den amerikanischen Ahorn, *Acer rubrum* Sorten, die mögen das zum Beispiel überhaupt nicht, einen hohen pH-Wert. Das muss also dann eben auch angepasst sein.

[Haben Sie noch irgendwelche Anmerkungen?](#)

Noch allgemeiner Art, meinen Sie?

[Ja, zu dem Thema.](#)

Zum Substrat ja nicht, weil ich da ja kein Spezialist bin. Was ich aber so allgemein befürworten würde, das kommt ja jetzt auch raus, dass ruhig jetzt schon häufiger, unübliche Baumarten einfach mal gepflanzt werden, probeweise, natürlich standortangepasst und klimaangepasst. Aber dass man einfach für die Zukunft ein größeres Sortiment schon an den Straßen stehen hat. Und dann sieht man auch, wie macht sich jetzt *Celtis* oder eine *Parrotia persica*, wie macht sie sich als Baum an der Straße. Wenn man gar nicht damit anfängt, das auszuprobieren, hat man auch keine Erfahrungswerte später. Also ich finde das sollte mehr gemacht werden. Mehr Mut zum umfangreicheren Sortiment.

[Sehr interessant, ihre Meinung dazu. Mut zum Ausprobieren.](#)

Zum Ausprobieren, aber natürlich auch nicht so auf Risiko, wo man sagt, die verrecken dann, das nicht. Dass man schon was auswählt, das könnte klappen und dann macht man das. So sehe ich das.

[Experteninterview mit Prof. Dr. Dirk Dujesiefken](#)

| |
|--|
| Name: Prof. Dr. Dirk DUJESIEFKEN |
| Arbeitgeber: Institut für Baumpflege GmbH & Co. KG (Hamburg) |
| Tätigkeitsbereich: Gründer des Instituts und früherer Geschäftsführer; jetzt: Stellvertretender Geschäftsführer |
| Befragung: 9.12.2016 um 16:30Uhr (18 Minuten) |

Einleitende Erklärung der Thematik

[Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die Standardstraßenbäume Ihrer Region?](#)

Welche jetzt im Moment die Standardstraßenbäume sind?

Genau

Dazu gibt es Statistiken ohne Ende. Standardstraßenbäume sind die Linde (*Tilia*), der Ahorn (*Acer*) und die Rosskastanie (*Aesculus*), jetzt durch die neue Krankheit weniger werdend. Die sind in Hamburg häufig und dazu kommen noch Eichen (*Quercus*), Platanen (*Platanus*), Eschen (*Fraxinus*) und dann wird es langsam weniger mit den Anteilen am Gesamtbestand.

Da in Wien die niedrige Lebenserwartung ein großes Problem darstellt, würde ich gerne wissen, ob Sie diese Bäume, die Sie gerade aufgezählt haben, für vital halten, generell?

Die Frage ist generell nicht zu beantworten. Wir haben da Jungbäume, die gerade gepflanzt worden sind, mittelalte und uralte mit altersbedingten Schäden. Und es gibt Bäume, die relativ wenig Krankheiten haben oder mit den Stadtstandorten relativ gut zurechtkommen, wie die Linde (*Tilia*) oder die Eiche (*Quercus*). Dann haben wir andere, wie die Rosskastanie (*Aesculus*) oder die Esche (*Fraxinus*), die jetzt durch die aktuelle Krankheitssituation erheblich dezimiert werden. Und von daher muss man das sehr differenziert betrachten, nach Alter, nach Standort und nach Vorschäden und Baumart.

Nochmals zurück zur geringen Lebenserwartung, an welchen Faktoren könnte es Ihrer Meinung nach liegen und wieso es den Bäumen nicht so gut geht bzw. wieso die Lebenserwartung eben so gering ist? Aufgrund von Salz oder zu wenig Bewässerung?

Ja, das ist auch wieder ein ganzer Reigen an Einflussfaktoren. Also wir haben Bodenversiegelungen, Bodenverdichtungen, wir haben Salz, Bautätigkeiten im Wurzelbereich mit Wurzelverlusten. Und früher gab es das Gas, das als Stressfaktor inzwischen weniger geworden ist. Aber wenn wir am Baum etwas höher gehen, dann haben wir Anfahrschäden durch Fahrzeuge und im weiteren auch Verletzungen in der Krone durch Brüche und unsachgemäße Schnittmaßnahmen. Das sind so die Hauptpunkte aus meiner Sicht von den abiotischen Faktoren. dann gibt es noch die biotischen Schadfaktoren: zum Beispiel die Massaria-Krankheit (*Splanchnonema platani*) an den Platanen (*Platanus*) oder die wollige Napfschildlaus (*Pulvinaria regalis*).

Und haben Sie persönlich einen Straßenbaum-Favoriten, wo Sie sagen, der funktioniert ziemlich gut und passt sich zum Beispiel an die Klimaveränderungen gut an?

Also es gibt nicht den Baum der Zukunft.

Ja, das ist mir bewusst.

Jetzt können wir bei den heimischen Baumarten nach Kandidaten schauen, zum Beispiel Hainbuche (*Carpinus*) oder Robinie (*Robinia*), die häufig, und mit Betonung auf häufig, mit den verschiedenen Anforderungen in der Stadt gut zurechtkommen. Die Robinie (*Robinia*) gilt ja zum Beispiel als windbruchgefährdet, das heißt, habe ich starke Windbewegung, ist sie nicht so gut geeignet, aber sie kommt gut mit nährstoffarmen, verdichteten, trockenen Standorten zurecht. Das sind die typischen Bedingungen in der Stadt und die werden in Zukunft noch schwieriger werden, Stichwort Klimawandel. Und dann müssen wir Baumarten prüfen, die wir bisher weniger beachtet haben und die z. B. aus der Kaukasusregion nach Europa gebracht werden. Da gibt es verschiedene Versuche, über die wir in Augsburg im kommenden Jahr im April ausführlich sprechen werden. Das Projekt Stadtgrün 2021 beispielsweise, die viele Arten an verschiedenen Standorten in Bayern im Test haben, so in höheren und tieferen Lagen, in frostgefährdet, nicht frostgefährdet und so weiter. Die machen große Tests und die brauchen wir. Das Endergebnis ist noch gar nicht abzusehen. Es gibt jetzt erste Ergebnisse, aber wenn jetzt Bäume gepflanzt worden sind und einige Jahre am Standort stehen, kann man ja das schlecht hochrechnen, wie die

sich zeigen werden, wenn sie 100 Jahre alt sind. Das ist nun das Problem: man sieht nur was in jungen Jahren schon Probleme macht (oder nicht Probleme macht). Anders kann man an die Sache nicht herangehen.

Und die getesteten sind auch salzverträglich oder halten die Wintersalze aus?

Also salzverträglich ist gar kein Baum. Wir haben nur unterschiedliche Empfindlichkeiten bzw. unterschiedliche Toleranzen. Für einige Bäume ist es bekannt, für andere noch nicht, wie sie sich in der Stadt bewähren unter den Bedingungen, die wir haben. Zu den Salzversuchen gibt es inzwischen 30/40 Jahre alte Untersuchungen. Beispielsweise ist die Platane (*Platanus*) relativ salzunempfindlich und der Ahorn (*Acer*) sehr empfindlich. Da haben wir gute Ergebnisse, schon seit vielen Jahren.

Wie wichtig halten Sie Pflegearbeiten, Erhaltungspflege und Jungbaumpflege?

Ja, das ist das wichtigste überhaupt. In den meisten Fällen werden Bäume gepflanzt, vergessen und auf einmal erfolgen irgendwelche Hauruck-Aktionen mit starken Eingriffen. Besser ist eine Pflege, nach und nach. Das regelmäßige Pflegen kommt zu kurz. In Europa reagieren wir, das heißt wir lassen die Bäume wachsen, bis ein Problem entstanden ist oder ein Problem droht zu entstehen und dann erst wird etwas gemacht: beispielsweise geschnitten, entsiegelt, gedüngt, eine Kronensicherung eingebaut. Da brauchen wir, was die Pflege angeht, einen Paradigmenwechsel. Das ist eine Aufgabe der Zukunft für die Grüne Branche.

Was sagen Sie zur Relevanz der Baumgrubengestaltung?

Zur Relevanz? Ja ist natürlich wichtig. Die Praxis zeigt das, dass was in den Lehrbüchern steht oder allgemein empfohlen wird, nicht überall so funktioniert bzw. umgesetzt wird. Dem ganzen Bereich wird zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Häufig wird einfach nur ein Loch gemacht, Baum reingestellt und zu gekippt. Und dass man genügend durchwurzelbares Volumen schafft, ist ausgesprochen wichtig und gelingt in wenigen Fällen. Und selbst wenn es so geplant ist, dann wird das nicht konsequent umgesetzt. Ich habe gerade heute wieder zwei Gutachten dazu gemacht. Da lag Beton, Baustahl, verdichtetes Mineralgemisch in der Baumgrube, obwohl in der Ausschreibung 12m³ durchwurzelbarer Boden vorgegeben waren. Es wurde auf der Baustelle einfach nicht kontrolliert. Die Absicht war da, das ist gut, aber die Umsetzung hat dann nicht geklappt. Und nun stehen alle da und fragen sich, warum die Bäume nicht wachsen. Die stehen 10 Jahre am Standort und sterben bereits teilweise ab.

Da es sich in meiner Masterarbeit auch um Substrate dreht, ist meine nächste Frage, welche Substrateigenschaften halten Sie für die Wichtigsten, wenn es um Straßenbäume geht?

Das allerwichtigste ist, dass wir eine gute Sauerstoffversorgung für die Baumwurzeln erreichen. Der Boden muss strukturstabil sein und sollte so wenig wie möglich verdichtet werden. Strukturstabilität gibt die Möglichkeit zur Sauerstoffversorgung der Wurzeln. Aus verschiedensten Gründen werden die Böden verdichtet und die Wurzeln können den Boden nicht erschließen. Ob da nun Stickstoff, Kalium, oder Magnesium im Boden ist, das spielt dann nur noch eine untergeordnete Rolle wenn die Wurzel gar nicht einwurzeln kann oder aufgrund von Sauerstoffmangel erstickt. Man ist allgemein sehr fixiert auf Nährstoffe und Wasser und vergisst den Sauerstoff im Boden. Manches Mal liegt auch noch im städtischen Bereich der pH-Wert im Boden zu hoch. Und dann ist alles für die Katz', um es mal so lax zu sagen. Also zusätzlich zu Nährstoffen und Wasser braucht man Sauerstoff und einen passenden pH-Wert im Boden.

Das wäre es auch schon mit meinen Fragen gewesen, hätten Sie vielleicht noch ein paar Anmerkungen zu dem Thema?

Sie sind ja mit Ihren Fragen sehr pflanzungs-/ planungsorientiert. Ich denke jetzt schon an die älteren Bäume. Man muss auf dem Baumschutz auf Baustellen und überhaupt auf den Baumschutz achten. Denn was nützt es, wenn bei der Planung, bei der Pflanzung, bei der Substratauswahl alles richtiggemacht wurde, und dann parken die Fahrzeuge auf der Bauminsel. Oder es wird für Bautätigkeiten Baumaterial abgelagert im Baumbereich. Das sind die späteren Veränderungen am Standort. Die müssen unterbleiben, d. h. verhindert werden. Haben wir erst einen Boden, der schon verdichtet ist, können wir ihn nicht reparieren. Wir sehen die Konsequenzen nicht im Folgejahr, aber Jahre später. Wenn wir da nicht aufpassen, haben wir ein ganz erhebliches Problem mit den Bäumen. Das Pflanzen und die Ausgestaltung der Pflanzgrube ist das eine, aber ohne Pflege und Schutz wird das Erreichte wieder zunichte gemacht. Dann nützt einem auch das allerbeste Substrat und die schönste Baumgrube am Anfang nichts.

Experteninterview mit DDipl.-Ing. Karl HILLEBRAND

| |
|---|
| Name: DDipl.-Ing. Karl HILLEBRAND |
| Arbeitgeber: Selbstständiger Berater |
| Tätigkeitsbereich: Pflanzenexperte für Fragen rund um Pflanzen in Gärten, Grünräumen und in der Landschaft; Lehraufträge an der Boku und der Donau-Uni-Krems |
| Befragung: 5.12.2016 um 10:40Uhr (20 Minuten) |

Einleitende Erklärung der Thematik

Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die Standardstraßenbäume Ihrer Region und wieso?

Die Standardstraßenbäume in meiner Region, ich spreche jetzt einmal vom pannonischen Raum, besonders den Raum Wien, östlich von Wien, bis zum Neusiedlersee. Ich wohne ja am Neusiedlersee. Was man sehr häufig sieht, ist Spitzahorn (*Acer platanoides*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), auch diverse Lindenarten (*Tilia*), dann Rosskastanie (*Aesculus*). Aber gerade im Burgenland auch Maulbeerbäume, also *Morus alba* entlang der B50. Bei den kleineren Bäumen ist oft der Rotdorn (*Crataegus*), so ein Klassiker. Leider sieht man dann auch oft so halbierte Kugelbäume, also zum Beispiel den Kugelspitzahorn (*Acer platanoides* 'Globosum'), der dann das Lichtraumprofil nicht erfüllt. Und dann halt eben entsprechend gestutzt wird. In manchen Orten, gerade am Neusiedlersee gibt es aber auch so lokale Besonderheiten, also dass ziemlich viel Mandel, also *Prunus dulcis* gepflanzt wird, das sieht man in der Region häufiger.

Da in Wien zum Beispiel, die Lebenserwartung der Bäume relativ niedrig ist, stellt die Vitalität ein großes Problem dar und ich würde gerne wissen, ob Sie diese Bäume, die Sie gerade aufgezählt haben für vital halten? (...)

Das mit der Vitalität ist so eine Sache, abseits der klassischen Definitionen stelle ich einmal Folgendes gerade im Bezug auf Straßenbäume in den Raum: vital ist für mich ein Baum, der unter schlechten Bedingungen, trotzdem gut gedeiht. Das heißt das sind Arten, die nicht nur große Stressresistenz haben, aber auch eine große Resilienz besitzen, das heißt, sich wieder gut nach Schäden, oder außergewöhnlichen Belastungen regenerieren können. Jetzt, wenn man sich anschaut, die Arten die häufig gepflanzt werden, da sind

halt viele dabei, die diese Kriterien jetzt nicht erfüllen. Deswegen telefonieren wir ja auch, weil es eben immer wieder Versuche gibt, natürlich. Was man denn tun kann, damit es den zukünftigen Straßenbäumen halt besser geht, als man es jetzt oft sieht. Der Grund warum die jetzt gepflanzten Fixstarter dabei sind, obwohl sie vielleicht wenig vital sind, ist natürlich, dass sie teilweise schon mehrere Jahrzehnte oder noch älter sind. Und dass das halt damals wahrscheinlich so war, dass sie gut funktioniert haben und dass sie auch weit und breit erhältlich waren. Das kann natürlich auch ein weiterer Grund sein, das heißt, die Menschen sind ja Gewohnheitstiere und wenn sich halt was eingebürgert hat, dann pflanzt man es halt. Natürlich ändern sich halt die Herausforderungen und Umweltbedingungen und dann muss man sich wirklich gut überlegen, ob die Bedingungen, die heute herrschen und die wir in der Zukunft erwarten überhaupt passend sind, für diese Bäume, die wir da haben, oder ob man nicht lieber teilweise andere Arten auswählt, die diesen Bedingungen von Natur aus besser gewachsen sind.

Und nochmals zurück zur geringen Lebenserwartung, an welchen Faktoren, könnte es Ihrer Meinung nach liegen, wieso die eben nicht so vital sind? Aufgrund von Salz oder wenig Bewässerung und so?

Es ist vor allem so, dass man das nicht an einem Faktor allein fix machen kann, sondern oft ist es halt dann, wenn alles zusammen kommt. Wenn nicht nur das Salz zusammenkommt, sondern dann haben wir auch noch sehr heiße trockene Sommer, wo es dann wenig regnet. Zusätzlich haben wir den Baum noch ziemlich eingepflastert oder mit Asphalt bedrängt. So dass er eigentlich ja kaum mehr irgendwo eine freie Fläche hat, wo er wirklich einen unversiegelten Boden findet. Vielleicht ist unten auch im Wurzelbereich begrenzt, man denkt jetzt da an U-Bahnschächte oder Leitungen. Das heißt es ist oft dann quasi, die Summe der Faktoren. Grad das Salz ist natürlich ein großer Faktor, aber eben, die Summe, dieser ganzen Faktoren, die dann bewirkt, dass irgendwann einmal der Baum w.o (walk over = aufgeben) gibt. Weil einfach, wenn nur ein Faktor da wäre, dann könnte er das noch ausgleichen. Aber jetzt denk ich zum Beispiel an den Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), der an seinem Naturstandort, zum Beispiel, in einem luftfeuchten Schluchtwald in den Alpen, da wird er ein paar hundert Jahre alt. Aber eben an einer Straße in Wien hält er nicht einmal ein paar Jahrzehnte durch, das heißt es ist einfach in Summe betrachtet die falsche Pflanze, am falschen Standort. Weil einfach schon zu viel zusammen kommt, dass es für den noch passen würde.

Haben Sie persönlich einen Straßenbaumfavoriten und wenn ja, was sind die Gründe?

Das ist halt schwierig, wenn man wen fragt, der sich viel mit Pflanzen befasst. Da gibt es so viele gute und interessante Bäume, die jeweils andere Vorzüge mitbringen. Ich würde sagen, es kommt einmal auf den Verwendungszweck an, weil bei den Straßenbäumen gibt es ja auch ganz unterschiedliche Ansprüche, die man hat. Ich denke jetzt nur an das, wie groß sie werden, oder welches Lichtraumprofil sie erfüllen. Für mich, gerade im panonischen Raum, sind natürlich Eigenschaften, die einen Favoriten auszeichnen, seine Hitze- und Trockenheitsresistenz, aber auch die Toleranz gegenüber der schlechten Substraten und Versiegelung, natürlich auch die Salztoleranz. Vielleicht wenn man sie nach der Größe einteilt, bei den großen Bäumen, würde ich sagen, die Silberlinde, *Tilia tomentosa*, mit den Sorten 'Brabant' oder 'Szeleste' ist sicher etwas sehr interessantes. Zusätzlich auch noch der südliche Zürgelbaum, *Celtis australis*. Oder was durchaus interessant ist, weil ich gesagt habe, die Maulbeerbäume sieht man häufiger, dann halt weniger fruchtende Formen, zum Beispiel, *Morus alba* 'Platanifolia', ist was sehr schönes, was eigentlich viel zu wenig gepflanzt wird. Ein sehr schöner großer Schattenbaum, den man auch im Mittelmeerraum häufiger sieht. Bei den Bäumen die vielleicht im mittleren Größenbereich liegen, würd mir natürlich der Ginkgo einfallen, vor allem, seine

männlichen Sorten, die quasi dann auch nicht diese stinkenden Früchte haben. Aber was heimisches, zum Beispiel Feldahorn, *Acer campestre*, oder dann auch *Acer monspessulanum*, das ist so in der Mitte. Und bei den kleineren Bäumen, fällt mir bei den heimischen Arten, da denk ich auch an *Sorbus*- Arten, *Sorbus aria*, natürlich nur wo Feuerbrand kein großes Thema ist. *Sorbus intermedia* ist da ein bisschen robuster. Aber dann auch Pflanzen, die von wo anders herkommen, also *Koelreuteria paniculata*, sieht man in Wien auch durchaus häufig, funktioniert gut. Aber was unterschätzt ist, glaub ich noch, ein sehr netter kleiner Baum, ist *Cercis siliquastrum*, der Judasbaum, den halte ich auch für durchaus zukunftsträchtig. Jetzt ist das natürlich eine subjektive Auswahl an Bäumen, das ist natürlich schwierig einzuengen, weil es ganz unterschiedliche Anforderungen gibt.

Haben Sie Vorschläge welche Bäume sich als idealer Stadt- Straßenbaum trotz Wintersalzen eignet?

Es ist sehr interessant, was ich zum Beispiel in Wien gesehen habe. Dass an stark versiegelten und belasteten Standorten sogar, Tamarisken, (*Tamarix*) als klein bleibende Straßenbäume gesetzt worden sind. Das ist einmal durchaus interessant, dass man sich so etwas ansieht, was eigentlich in südlicheren Regionen auch durchaus üblich ist. Das man sich auch in anderen Ländern, anderen Gegenden umsieht, wo halt diese Problematiken vielleicht viel stärker sind. Das ist auch durchaus interessant, ich denke da zum Beispiel immer wieder an Ungarn. Das es ja zusätzlich noch mit viel mehr Trockenheit zu tun hat. Da kann man sich durchaus auch mal umsehen. Verwundert hat mich zum Beispiel im Zentrum von Budapest, *Melia azedarach*, eine Art die man viel mehr aus dem Süden kennt. Also da gibt es immer wieder Überraschungen, wenn man ein bisschen nach links und rechts sieht und offen bleibt für unterschiedliche Einflüsse. Wo andere schon etwas ausprobiert haben, ich denke da jetzt zum Beispiel auch an die bayrischen Versuche, mit dem Stadtgrün 2021, also mit den Straßenbäumen 2021. Da gibt es ja auch immer wieder Anregungen. Ja und in der Hinsicht bin ich einfach dafür, dass man generell offen bleibt und sich nicht zu sehr einschränkt. Weil das Wichtige ist ja, das Salz ist ja ein Faktor, aber jetzt gerade denke ich an Schädlinge, Krankheiten, also was vielleicht heute noch ein idealer Straßenbaum ist, kann aufgrund seiner Eigenschaften morgen schon, nicht mehr ideal sein. Weil durch den globalen Warenverkehr, irgendetwas eingeschleppt worden ist, was dem Probleme macht. Deswegen ist es immer gut, quasi ein bisschen etwas in Petto zu haben und den Blick offen zu halten.

Wie wichtig halten Sie die Pflegearbeiten/Erhaltungsarbeiten/Jungbaumpflege? Sie haben eh schon ein bisschen etwas angeschnitten.

Es ist halt so, im Wald, wächst ein Baum auch ohne Menschenpflege gut, aber wir haben neben der Straße auch menschengemachte Herausforderungen, die er halt erfüllen muss. Also, das Lichtprofil, Verkehrssicherheit ist sicher ein großes Thema. Daher müssen wir den Baum so erziehen und pflegen, dass er diesen Anforderungen gerecht wird, das kann man gar nicht oft genug betonen, gerade gegenüber den Verantwortlichen. Wir dürfen ihn aber nicht durch schlechte unqualifizierte Pflege zu Tode pflegen. Das passiert nämlich leider sehr häufig. Also ich würde sagen, bevor ein unqualifizierter, unüberlegter, schlechter Eingriff gemacht wird, also ich denk da zum Beispiel an so Aktionen, wie die Kappung aller Straßenbäume in einem Ort, weil sie irgendwann zu groß geworden sind. Da ist es natürlich besser gar nichts zu machen, bevor man so etwas tut. Oftmals wird das Thema nämlich völlig falsch angegangen, nicht nur von Laien sondern auch von sogenannten Profis, die eben dann so große Schäden anrichten, die man nicht sofort als Problem wahrnimmt. Aber eben dann erst viel später, wenn dann Ausfaltungen auftreten, die Bäume dann alle nicht mehr verkehrssicher sind, wundert man sich. Also das ist so ein

Beispiel wo eben Pflege nicht kontinuierlich betrieben wird. Das ist mir ganz wichtig zu sagen, dass Pflege kontinuierlich betrieben werden muss, also nicht quasi, wenn dann schon „öha“ (Ausdruck des Erstaunens) ist. Dann wird man halt nervös und macht solche Aktionen. Das heißt es ist eine regelmäßige Baumkontrolle nötig. Pflege beginnt aber schon mit der richtigen Erziehung in der Baumschule, eigentlich. Auf das wird oft früh nicht Rücksicht genommen, dass Straßenbäume auch aufgrund ihrer Stammhöhe für das Lichtraumprofil, die sie erfüllen sollen, natürlich anders erzogen werden müssen, als ein Baum für einen Hausgarten. Es geht dann weiter über die konkrete und korrekte Pflanzung, die Stützung, das ist ein ganz ein wichtiges Thema und vor allem das Entfernen der Stützung, damit ich nicht da schon Schäden habe. Die sonstige Anwuchspflege, ich denke da an Bewässerung, so was ganz einfaches bis hin zur Erhaltungspflege und vor allem der Pflege im Alter. Und gerade da bei der Pflege im Alter, sollte man sich auch naturschutzfachlichen Kriterien widmen. Denn zum Beispiel so ein alter Baum mit Höhlungen, ja nicht nur ein Problem im Sinne der Verkehrssicherheit, sondern auch eine Chance für mehr Biodiversität im urbanen Grünraum, zum Beispiel. Das heißt, das ist ein sehr umfassendes Feld. Also insgesamt kann man sagen, Pflegearbeiten sind sehr wichtig, weil eben Bäume in einer Umwelt gepflanzt werden, die vom Menschen beeinflusst wird, und dann muss ich eben rechtzeitig sehen, dass ich die Ansprüche des Baumes und die Ansprüche der Menschen unter einen Hut bekomme. Und den Baum durchbegleite, durch sein ganzes Leben, damit ich eben für ein langes gutes Zusammenleben von Bäumen und Menschen sorgen kann.

Sehr passend dazu, was sagen Sie zur Relevanz der Baumgrubengestaltung.

Die Baumgruben sind ein ganz wichtiges Element. Es ist nämlich so: wenn man sich jetzt vorstellt, dass ein Straßenbaum, ja oft links und rechts eigentlich wenig tolle Substrate zur Verfügung hat, kann man sich vorstellen, wenn dann auch das Substrat in das er gepflanzt wird, wenn das nichts gescheitertes ist. Wie soll der Baum leben? Ich halte es für besonders wichtig, dass das beim Erstellen der Straße schon geplant wird. Das eben zum Beispiel nicht die ganze Straße planiert und verdichtet wird und auf die eine Seite kommt dann halt der Asphalt und dort wo der Baum hin soll, kommt halt oberflächlich, ein bisschen Erde hin. Und auf den verdichteten Unterbau wird der dann rein gepflanzt, mit dem Ballen steht er dann vielleicht schon auf den Verdichtungen. Wie soll der Baum denn wachsen? Wohin sollen die Wurzeln wachsen, die eigentlich nach unten gehen sollen, damit er Trockenresistent wird? Wie soll der Baum jemals vital werden? Das heißt es ist ganz wichtig, dass es schon rechtzeitig, bei der Planung, in einer ausreichenden Dimension miteinbezogen wird.

Da es sich in meiner Masterarbeit auch um Substrate dreht und Laborversuche darüber. Welche Substrateigenschaften halten Sie für die wichtigsten, wenn es um Straßenbäume geht?

Naja ganz wichtig ist für mich Strukturstabilität. Und dass das Substrat durchlässig ist, aber gleichzeitig auch genügend Nährstoffe und Wasser hält. Also diesen Spagat muss man irgendwie schaffen, also gerade in einer Gegend wie dem pannonischen Raum, wo es sehr stark durch immer wiederkehrende unregelmäßige Trockenperioden gekennzeichnet ist. Darf ich natürlich nicht nur das Augenmerk darauf achten, dass das Substrat vielleicht sehr mineralisch, dadurch sehr strukturstabil und durchlässig ist, aber letztendlich dem Baum nichts bietet. Weil dann werde ich irgendwann ein Problem haben, wenn vielleicht, wenn links und rechts und weiter unten auch nur ein mineralisches Substrat ist, oder sehr verdichtetes Substrat, dass der Baum einfach irgendwann nicht die Vitalität zeigt, die ich mir wünsche. Und halt einen kümmerlichen Wuchs annimmt. Wie man es auch von den pannonischen Naturstandorten kennt. In diesen Felssteppen, zum Beispiel in den

Hainburger Bergen, sieht man ja dann auch, welchen Kümmerwuchs die Bäume dann annehmen können. Also die Flaumeichen, (*Quercus pubescens*), die zum Beispiel sehr alt werden, aber dann eigentlich im Buschstadium stehen bleiben. Und das wünschen wir uns ja im Straßenraum nicht, da wollen wir ja, dass die Bäume entsprechend hoch werden, damit wir das Lichtraumprofil erfüllen. Das heißt, die Substrateigenschaften müssen eben so sein, dass der Baum auch wachsen kann.

Experteninterview mit Herrn Wolfgang Orasche

| |
|--|
| Name: Wolfgang ORASCHE |
| Arbeitgeber: Magistrat der Stadt Wien - MA42 – Wiener Stadtgärten |
| Tätigkeitsbereich: Referatsleiter Straßengrün |
| Befragung: 10.11.2016 um 14:00Uhr (41 Minuten) |

Einleitende Erklärung der Thematik

Welche Bäume sind laut deiner Meinung die Standardstraßenbäume von Wien, und wieso?

Da muss ich gleich eine Gegenfrage stellen: Im Bestand zurzeit oder zukünftig?

Sowohl als auch.

Weil es ändert sich auch ununterbrochen. Es gibt auch kein fixes Straßenbaumsortiment. Die MA42 hat eine Empfehlungsliste für Straßenbäume, die wird aber in regelmäßigen Abständen überarbeitet. Immer wieder angepasst an Erfahrungen und aber auch an Veränderungen. Sowohl klimatisch als auch von Erkenntnissen her, neue Sorten, neue Baumarten oder ähnlichen. Das heißt die wird regelmäßig überarbeitet. Nicht jährlich, denn das hat keinen Sinn, aber wir versuchen schon im fünf Jahresschritt sie immer wieder zu aktualisieren. Und teilweise mit relativ gravierenden Veränderungen. Als Beispiel: der Spitzahorn (*Acer platanoides*), Jahrzehnte lang der am häufigsten verwendeter Alleebaum der Stadt, teilweise waren bis zu 40% aller Alleebäume Spitzahorn, (*Acer platanoides*), vor 7/8 Jahren haben wir ihn aus der Liste der „Empfehlenden Bäume“ heraus genommen. Der Spitzahorn, (*Acer platanoides*), ist kein Baum mehr der empfohlen wird. Weil er ganz einfach die Rahmenbedingungen der Stadt, in erster Linie die Klimatischen, muss man ganz fair sagen, nicht mehr überleben wird. Ganz massive Veränderungen, dementsprechend verändern sich, im Laufe der Zeit die Empfehlungen der Bäume und wir sind auf der Suche nach neuen Sorten, die diese ganzen Veränderungen mitmachen.

Gibt es dazu eine Liste?

JA (Liste wurde geschickt und Gespeichert als PDF unter: Wiener_Straßenbaumsortiment_2016)

Das ist die Liste von 2016, Anfang 2016 haben wir ein großes Treffen gehabt. Die in erster Linie die Kollegen intern getroffen haben, aber wir sind auch nach außen verknüpft, mit GALK.de zum Beispiel. Die Versuche die dort laufen, laufen bei uns mit, das heißt wir haben die gleichen Aufzeichnungen und Tauschen uns auch aus. Das heißt wir haben auch Verknüpfungen nach außen und versuchen dann bei uns im Arbeitskreis die Informationen, Erfahrungen und so zu aktualisieren. Da versuchen wir hin und wieder zumindest in die kurzfristige Zukunft zu schauen und was machbar ist und was funktionieren könnte. Ein Baum der sich jetzt herauskristallisiert hat, der wirklich sehr

robust ist, der mit vielen Rahmenbedingungen der Stadt sehr gut klar kommt, ist der Zügelbaum, *Celtis australis*.

Und kommt der auch mit der Winterlichen Salzausbringung zurecht?

Mit der Salzproblematik muss man sehr sehr aufpassen. Die Mengen Salz, die sozusagen die anfallen im Zuge von Winterdienst, sind durchwegs in Kategorien, die wirklich Pflanzenproblematisch sind. Man wird wahrscheinlich sozusagen Mischungen finden, die es ermöglichen Oberflächenwasser, speziell im Winter, nicht in die Baumscheiben und die Grünflächen rinnen zu lassen. Aber auch Verträglichkeit, möglichst verträglich, weil verträglich ist es nicht, aber eine höhere Toleranzgrenze haben diese natürlich. Da ist zum Beispiel, die *Celtis* natürlich, bedingt dadurch, aufgrund dass sie eine Pflanze ist die auf sehr trockenen Standorten zurechtkommt, daraus bedingt, verträgt sie etwas mehr als andere Bäume. Hat natürlich auch ihre Grenzen. Wo wir noch ein bisschen weniger Erfahrung haben, bei *Celtis* haben wir Erfahrung, die *Celtis* haben wir schon relativ lang in Wien, sie funktioniert in Wien und entwickelt sich sehr schön, einziges echtes Problem, dass sie gegenüber zum Beispiel eines Ahorns (*Acer*) hat, es gibt keine Sorten. Ich hab also quasi nur die Wildform, mit der Habitusentwicklung und fertig. Einen Spitzahorn (*Acer platanoides*) habe ich von einer Kugel bis zu einer Säule bis zu einer Pyramide alles bekommen können. Groß- und kleinkronig, schlankkronig und und und. Damit hab ich mit dem beengten Verhältnis einer Stadt natürlich leicht gehabt, *Celtis* hab ich in keiner Größenentwicklung und noch keine wirklich echten Sorten auf die man zurückgreifen kann. Das ist ein relativ großer Nachteil.

Von einem Baum der meines Erachtens extrem vielversprechend ist, sind die jetzigen Züchtungen der Ulme, die *Ulmus resista*, die Ulmen die weitest gehend gegen das Ulmensterben resistent sind. Sie sind nicht hundertprozentig, aber im Vergleich zur europäischen, sehr sehr resistent. Die entwickelt sich sehr gut. Sie dürfte eine gute Salzverträglichkeit haben, kommt auch gut mit Trockenheit zurecht. Wir haben jetzt schon einige Versuche seit ein paar Jahren laufen, die haben sich rausgestellt, dass sich der Baum durchwegs ganz gut entwickelt, ich war selbst erstaunt und bin froh, dass wir wieder einen Baum gefunden haben, den wir einsetzen können. Auch da haben wir noch ein bisschen das Problem, die Züchtungen sind noch relativ jung, wir wissen noch nicht, oder es gibt noch keine vernünftigen Großsorten/Sortenpools. Wo du wirklich von schlank bis breitkroniges etwas findest.

Aber es gibt schon Versuche dazu?

Jaja, wir verwenden es schon seit einigen Jahren. Das Problem beim Baum ist natürlich, anders wie bei einer Sommerblume, Entwicklungen dauern eben ein paar Jahre bis Jahrzehnte. Ganz selten stellt sich heraus, dass ein Baum in ein Alter kommt, in der er sich komplett anders entwickelt als er noch jung war. Und das ist natürlich etwas.

Da in Wien die niedrige Lebenserwartung von Bäumen ein großes Problem darstellt, ist die nächste Frage, ob Sie die Straßenbäume momentan für vital halten. Jetzt gibt es zum Beispiel viel Spitzahorn, (*Acer platanoides*), der sich nicht so gut anpassen kann zum Beispiel.

Ja, das ist zu generell. Prinzipiell, wir versuchen von Seiten der Stadt dem Baum größtmögliche Überlebenschance zu geben. Muss man ganz klar sagen. Wir versuchen mit den Rahmenbedingungen die wir zu Verfügung haben, eine möglichst lange Lebensdauer der Bäume zu erhalten. Speziell wenn sich klimatische Bedingungen verändern. Wie Durchschnittstemperaturen, Niederschlagsverteilungen und ähnliche Sachen, die in der Stadt leider Gottes relativ rasch passieren, hat man von außen kaum einen Einfluss, wie

man dem entgegensetzen kann. Das ist zum Beispiel ein Problem vom Ahorn, wobei man Gott sei Dank, die alten und schon etablierten Bäume weniger Probleme haben, mit den klimatischen Veränderungen, als wie die Jungbäume. Die Jungbäume leiden wesentlich stärker unter den Klimatischen Veränderungen als die Alten.

Interessant, da die Jungen ja noch die Chance hätten sich zu etablieren.

Ja, aber die haben eine andere Verwurzelung in den Untergrund hinunter, die haben sich leicht angepasst. Die Pflanzen sind ja jetzt nicht so, dass sie sich überhaupt nicht anpassen, das heißt sie können sich ja an bestimmte Bedingungen etwas anpassen. Ein bisschen mehr und ein bisschen weniger. Die Stelle ist in Grenzbereichen, aber defacto können sie sich ein bisschen anpassen. Daraus resultiert auch, dass sich die Altersformen ein bisschen leichter tun, leiden auch schon mittlerweile, muss man sagen.

Und der Rest sind Versuche mit Substraten, mit Oberflächen zu Arbeiten die, die Rahmenbedingungen der Stadt für den Baum verbessern. Ein Stadt-Standort ist wahrscheinlich einer der extremsten Standorte, die man einer Pflanze zutrauen kann.

An welchen Faktoren, könnte es deiner Meinung nach liegen? (Salz und Klima)

Naja, die Faktoren die für einen Baum in der Stadt ein Problem sind, sind vielfältigst. Hätte der Baum nur das Salzproblem, würde man das in den Griff bekommen, hätte der Baum nur das klimatische Problem, könnte man das in den Griff bekommen. Aber Bodenverdichtung, Erschütterungen, Substratgrößen zum Beispiel, Hundeurin, Luftverschmutzung, Staubbelastung, es sind eine Unmenge von Faktoren die darauf wirken und die Summe aller Faktoren sind dann oft das Problem, die dann die Lebensdauer des Baumes verkürzt. Natürlich gibt's Faktoren die massiv auftreten, weil eine Klimaveränderung ist massiv, das ist etwas das man nicht unterschätzen darf. Natürlich, wenn auf der einen Seite der Baum im Sommer nicht super da steht, kann er sich weniger erholen, im Winter bekommt er noch die Salzproblematik dazu, das heißt die Faktoren und er kommt nicht mehr in eine Erholungsphase. Wenn es nur eine Phase gäbe, in der es ihm nicht so gut geht, dann kann er in der nächsten Phase kompensieren. Aber wenn er im Sommer klimatisch schon am Ende ist und im Winter noch das Salz dazu kommt und die Erschütterung und möglicherweise Verdichtung, dann kann sich der Baum ganz einfach nicht mehr erholen.

Hast du persönlich einen Straßenbaumfavoriten?

Ja, hab ich, noch. *Pyrus calleryana* ‚Westwood‘; ‚Aristocrat‘ und ‚Chanticleer‘ das sind sehr ähnliche Sorten. Du wirst wissen wollen warum?

Ja, bitte.

Prinzipiell hat man das Problem, dass Straßenbäume meistens eine völlig unauffällige Blüte haben. Ganz selten einmal eine auffällige Herbstfärbung haben. Wuchsform ist ein bisschen leichter, aber die zwei Faktoren bekommt man relativ schwer zusammen. Und die *Pyrus* ist eine der wenigen recht guten Stadtverträglichen Bäume, auch Straßenverträgliche Bäume, die eine wirklich geniale Blüte haben, durchwegs im Straßenbereich relativ gesund, das heißt ich hab relativ wenig Rost, Birnenrost (*Gymnosporangium sabinae*). Relativ wenig bis gar keine. Und ich habe doch eine meist relativ intensive Rotfärbung, was sie noch viel seltener machen. Im Herbst, im Laufe des Sommers bekommen sie ein relativ dunkles schönes Laub, ein Nachteil, Feuerbrand (*Erwinia amylovora*), Rufzeichen. Feuerbrand, (*Erwinia amylovora*), ist etwas wie das Damoklesschwert, es hängt über der Stadt. Sonst ein nicht unangenehmer und sehr dankbarer Baum.

Hast du noch Vorschläge für einen idealen Straßenbaum/bäume, trotz der Wintersalze.

Es gibt wahrscheinlich den idealen Baum nicht.

Ja, das ist mir bewusst.

Celtis ist sicher einer der Bäume die einer der größten Hoffnungsträger der Stadt Wien sind. Wir haben ja Statistiken, wie die Verteilung der Baumarten ist. Das ist sicher ein Baum, bei dem noch viel Potenzial da wäre, wenn man sagt, ich kann davon ausgehen, dass ca. 60% der Bäume teilen sich der Ahorn (*Acer*), die Linde (*Tilia*) und die Kastanie (*Aesculus*), jeder mit Größenordnung 20% und die *Celtis* liegt ca. bei 3%, hier sieht man im Verhältnis, dass noch Potenzial vorhanden ist. Wenn er sich weiter so bewährt, muss man ganz ehrlich sagen, ist er ein Baum der in Zukunft in der Stadt Wien im Straßenbereich häufiger kommen wird. Als zweiten Baum, sehe ich momentan die Ulme (*Ulmus*). Wo wir noch zu wenig wissen ist der *Ginkgo*. Der *Ginkgo* ist ein relativ gut stadtverträglicher Baum. (...) Da haben wir aber noch zu wenig Erfahrung, auch ist er extrem teuer, weil er extrem langsam wüchsig ist. Ansonsten klimatisch gut, kaum bis keine Schädlinge, auch ein ganz wichtiger Faktor. Eines der ganz großen Probleme, dass ein geschädigter Baum, ganz schnell Schädlinge bekommt. Das ist dann sicher ein Sekundärschaden, wenn er im Sommer leidet und im Winter leidet. Die nächste Sache ist dann der Schädling. Beim *Ginkgo* sind keine Schädlinge zurzeit bekannt. Das ist sicher etwas, Salzverträglich ist er, jetzt nicht im Ausmaß von Ulme (*Ulmus*) oder *Celtis*, aber auch nicht empfindlich, das man sagen könnte, das würde ein Problem darstellen. Teuer und langsam wachsend sicher als ganz schlimmer Faktor. Im Gedächtnis der Leute, weil ja zweihäusig, dass an den alten Formen nicht bekannt war, ob männlich oder weiblich. Heutige Züchtungen ausschließlich männliche Formen sind, dadurch kann man ausschließen, dass Bäume in ein paar Jahre oder Jahrzehnte und dann Früchte tragen. Gibt's in Wien noch eine Menge die noch Früchte tragen, sowohl im Park als auch im Straßenbereich. Wenn man mit offener Nase durch Wien geht, kann man noch in der einen oder Gasse welche finden.

Was sagst du zur Relevanz der Baumgrubengestaltung?

Wir sind gerade bei der Überarbeitung. Die Rahmenbedingungen für durchwurzelbare Bereiche im Straßenbereich werden immer enger. Die Anforderungen werden immer größer und wir versuchen mit veränderten Straßenbaums substraten, dem entgegen zu wirken. Wir überarbeiten, auch hier versuchen wir, mit dem Stand der Technik, mit zu gehen. In den letzten 20 Jahren haben wir die 3. oder 4. Überarbeitung, mit der jetzigen Entwicklung haben wir vor, den Wurzelraum unter dem Straßenaufbau zu vergrößern, weil der Druck an der Oberfläche, der Baumscheibe, ist ganz einfach so klein wie möglich. Der öffentliche Raum ist begrenzt. Und da ist der Wunsch von allen Seiten, so wenig wie möglich Oberfläche für den Baum zu verwenden, da könnte ja ein Gehweg seinen Aufenthaltspriorität Straße, Parkplatz, was auch immer sein. Da versuchen wir auch unterirdisch unter dem Straßenbau dies zu kompensieren. Das ist auch wo in den letzten 20 Jahren auch relativ viel passiert ist. Muss man auch sagen, würden wir heute noch so arbeiten wie vor 20 Jahren, hätten die Bäume überhaupt keine Überlebenschance mehr.

Zu den Pflegemaßnahmen, gibt's da etwas Spezielles zu sagen? (Erhaltungspflege, Jungbaumpflege)

Wir versuchen bei den Baumpflanzungen einen Mittelweg, zwischen der Größe und den Kosten, zu gehen. Der Standardbaum den wir in der Stadt Wien pflanzen, hat einen Stammumfang von 20/25cm, daraus resultierend einen 3m hohen Stamm, bevor die Krone drinnen ist. Prinzipiell muss ich ihn aufasten laut StVo auf 4,5m. Wir versuchen dann schon mit doch nicht ganz kleinen Bäumen rein zu gehen, damit die

Steherhaltungsmaßnahmen und Jungbaumpflege, nicht zu hoch werden. Wir haben eigene Trupps für die Erhaltung von Schnittmaßnahmen und Erhaltungsmaßnahmen. Jeder Baum im Straßenbereich und Parkanlage unterliegt einer laufenden Kontrolle und Buchführung, das heißt wir wissen über nahezu alle Maßnahmen um und am Baum bescheid. Da gibt es regelmäßige Kontrollen. Unsere Bäume haben alle eine Plakette, mit einer Nummer drauf. Aufgrund von der Nummer ist der Baum registriert und hat im Hintergrund, eine Datenbank von Informationen, wo wir auch feststellen können, wie es dem Baum geht, was er hat, wann er gepflanzt worden ist, welche Baumart er ist. Der Großteil an Informationen ist im Zuge von opendata von jedem abrufbar im Stadtplan der Stadt Wien im Baumkataster. Großteil der Daten die wir führen, kann man abrufen. Dies ist für jederman einsichtbar. Ist natürlich ganz spannend für Otto-Normalverbraucher. Zu sehen, welcher Baum steht in meiner Gasse, wann ist er gepflanzt worden.

[Zu den Substrateigenschaften: Welche Substrateigenschaften hältst du für wichtig, wenn es um Straßenbäume geht?](#)

Wahrscheinlich ist einer der wichtigsten Faktoren, das Gefüge des Substrats, das Korngefüge, was die Verdichtung und das Porenvolumen betrifft. Das sind sicher einige der wichtigsten Faktoren. Wie gesagt, wenn man nimmt Erschütterungen, jedes Fahrzeug, jeder LKW, jede Straßenbahn, jeder Bus bringen Erschütterungen und wenn das Korngefüge dort zu Verlagerungen neigt ist das ganz dramatisch. Wichtig ist natürlich die Wasserdurchlässigkeit und Wasserhaltevermögen. Speziell wenn man auf der einen Seite das Salz wegspülen möchte und im heißen Sommer dann möglichst viel Wasser speichern möchte. Was natürlich Gegensätze sind. Aber auch da muss man Mittelwege suchen und finden, die sehr entscheidend sind. Vielleicht nicht ganz wesentlich ist die wirtschaftliche Seite, es muss in einem wirtschaftlichen Rahmen sein. Das ist in einer doch finanziell angespannten Situation, die wir zurzeit haben, ein Faktor der nicht ganz zu vernachlässigen ist. Ist aber sicher nicht erste Priorität. Es nutzt mir nichts, wenn ich das billigste Substrat einbaue, das der Baum nicht überlebt, weil wenn ich den dann regelmäßig austauschen muss, hilft mir das nicht und ist auch teuer. Was ein Faktor ist, wenn er vernünftig verdichtbar ist und dann auch noch durchwurzeltbar ist, dass ich dann unterirdisch das durchwurzeltbare Volumen vergrößern kann.

Das ist die große Aufgeburst der Entwicklung, unser ganz großes Ziel ist das wir, mit dem jetzigen in Entwicklung seienden Baums substrat, das durchwurzeltbare Volumen unter der Straße für den Baum vergrößern können.

[Gibt es Anmerkungen zu dem Thema?](#)

Wo wir ein Problem haben ist die Oberfläche. Ein Faktor, den wir vielleicht nicht immer so ernst genommen haben. Wir sind darauf gekommen, dass das ein Faktor ist, der mindestens genauso wichtig ist, wie ein Substrat, wie die richtige Baumart, ist die Oberfläche der Baumscheibe. Es hat sich leider wieder rausgestellt, dass man nicht immer alle Empfehlungen blind übernehmen kann. Wir bauen gerade wieder ein neues Oberflächensystem auf, also die Kunststoffwabe mit Kiesfüllung, ist etwas das wir gerade seit 1,5 Jahren am laufen haben. Wir sind darauf gekommen, dass die Baumscheibenoberflächen die wir in den letzten Jahren verwendet haben und uns so groß Empfohlen wurden, doch mit Nachteilen verbunden sind, die in einer Stadt stärker Auftreten als vielleicht außerhalb einer Stadt. (...) Wir haben eine, wie soll ich sagen, eine offene Oberfläche, eine mit Anführungszeichen wassergebundene Decke. Da muss man aufpassen es sind keine herkömmlichen wassergebundenen Decken. Es sind immer Spezialaufbauten mit Spezialstoffen drinnen, die ganz einfach Pflanzenverträgliche sind. Wenn man sich wassergebundene Decken als Wegeaufbau anschaut, stellt man fest, dass

die vollkommen pflanzenunverträglich sind. Der traditionelle Aufbau einer wassergebundenen Decke ist eigentlich pflanzenunverträglich, weil der Wasserhaushalt ganz einfach Katastrophe ist. Aber sie ist ja nicht dafür da, dass sie einen vernünftigen Wasserhaushalt hat, sondern, damit der Weg begehbar ist. Aber das haben wir gerade eh nicht. Zum Beispiel haben wir viele Jahre die Lavadecke verwendet. In Österreich, im Burgenland, Pauliberg, Abbau von Lava. Über viele Jahre haben wir das verwendet. Wussten, dass sie leichte Probleme hat, waren aber in den Griff zu bekommen. Dann wurden neue Erfindungen gemacht, sogenannte ‚Stabilizer-Decke‘, aus dem Englischen Wort Stabilizer, das ist eine geschützte Marke. Defacto ist eine wassergebundene Decke mit Zusatzstoffen, die ganz einfach den Wasserhaushalt wesentlich verbessert. Leider hat sich herausgestellt, dass sie doch leider relativ stark Oberflächen versiegelt, weil der Feinanteil, verschlämmt an und für sich, weil sich der Feinanteil so verlagert. Und dann die Oberfläche dicht macht, das heißt ich hab ein Problem mit der Bodenluft, in erster Linie, auch ein bisschen mit dem Bodenwasser und dem Oberflächenwasser natürlich. Deswegen haben wir jetzt einmal umgestellt auf diese Kunststoffwabe. Das sind alles lose Oberflächen, oder offene Oberflächen. Jetzt hast du angesprochen, die Mariahilferstrasse, die hat eine Kunstharzgebundene Oberfläche, besser bekannt als Terraway-Decke. Ist aber eine Marke, Terraway. Deswegen Kunstharzgebundene Oberfläche, weil defacto ... (Telefonat)

[Bewährt sich das soweit, oder weiß man das? Oder kann man das noch nicht sagen?](#)

Wie soll ich sagen? Bewährt sie sich?

Das ist ein definitives Jein. Na, kann man nicht uneingeschränkt mit Ja oder mit Nein beantworten. Das ist sehr sehr situationsbedingt, prinzipiell sicher eine Oberfläche die eine Begehung bevorzugt. Das heißt, wenn ich zum Beispiel, auf der Meidlinger Hauptstrasse oder Mariahilferstrasse, auf einer Fußgängerzone, diese massive Begehung brauche, dann ist sie wahrscheinlich eine der wenigen Möglichkeiten die wir überhaupt haben. Sie bricht leider bei Befahrung, bei intensiver Befahrung. Speziell wenn ein Altbestand an Bäumen drinnen ist. Weil wie gesagt, wir haben doch mittlerweile die Baumsubstrate immer wieder überarbeitet. Und einer der Faktoren, die sich ganz massiv verändert haben, ist die Standfestigkeit, also die Verdichtungsmöglichkeiten. Die älteren Substrate waren bei weitem nicht so Verdichtungsstabil. Das heißt die geben immer nach. Das ist ein Problem, das ich natürlich, wenn ich einen bestehenden Baum drinnen hab, natürlich keinen Tragschichtenaufbau machen kann, der stabil ist, sondern oft nur dünne Deckschichten drüber machen kann. Da ist dann die Kunstharz-Grüne- Oberfläche natürlich sensibel, weil ich einfach dort wenig Aufbaufläche habe, auch von der Höhung her, auch eine Kostenfrage. Gehört wahrscheinlich zu den teuersten Oberflächen, die wir überhaupt haben. Ich würde sie als Extremstandort sehen, wird sicher keine Oberfläche werden, die jetzt häufig vorkommen wird.

[Also eher Fußgängerzonen?](#)

Ja, dort wo wie gesagt Extremstandorte sind. Die Erfahrung haben wir auch, die ältesten, jetzt kann man mit ruhigen Gewissen sagen, Terraway-Flächen, weil es waren Terraway-Flächen sind jetzt knapp über 15 Jahre, und werden jetzt gerade, nach über 15 Jahren, zum ersten Mal saniert.

[Haltbarkeit ist halt auch nicht gegeben?](#)

Naja, 15 Jahre Haltbarkeit für eine Oberfläche, also da bin ich dann schon bald auf einer Ebene von einer Betonfahrbahn.

[Aso, weil man ja sonst nichts machen muss.](#)

Nein, Favoritenstraße, innere Favoritenstrasse, Einzelbaumscheiben, vom Südtirolerplatz ins Zentrum herein, weiß jetzt nicht auswendig wie viel. Gibt es eine Handvoll, zwei Handvoll, Baumscheiben, sind vor über 15 Jahren mit Terraway ausgefüllt worden und sind jetzt zum ersten Mal angegriffen worden. Also ist dazwischen wirklich nichts an der Oberfläche gemacht worden. Das ist schon ein nicht kurzer Zeitraum.

Da rentiert es sich wieder mit den Kosten?

Ja

Weil man halt sonst dafür nichts machen muss?

Genau, aber wie gesagt ist eher was für Extremstandorte. Wir hatten früher häufiger Rindenmulch Oberfläche, als offene Oberfläche, die ist städtisch überholt worden. Hat halt auch ihre speziellen Nachteile. Diese Rinde hat sich natürlich bei Hunden speziell durchgesetzt. Da hat man dann die braunen Elemente überall drinnen. Das ist dann nicht etwas, dass in der Stadt gut ankommt. Jetzt am Stadtrand haben wir es noch, wo es ein bisschen ländlicher ist, aber im städtischen Bereich ist sie gegenüber anderen Oberflächen verdrängt worden. Ansonsten haben wir eigentlich eh relativ viel darüber gesagt.

Experteninterview mit Prof. Dr. Andreas Roloff

| |
|---|
| Name: Prof. Dr. Andreas ROLOFF |
| Arbeitgeber: TU-Dresden |
| Tätigkeitsbereich: Forstwissenschaft |
| Befragung: 17.11.2016 – 15:00 Uhr (28 Minuten) |

Einleitende Erklärung der Thematik

Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die Standardstraßenbäume Ihrer Region und wieso?

Das sind insgesamt, in Dresden zum Beispiel, wenn Sie nach meiner Region fragen, dann käme Dresden und Leipzig in Frage, dann sind das 120 Baumarten, wo es schwierig ist, da sehr ins Detail zu gehen, vor allem am Telefon, aber es sind derzeit wie in allen Städten ganz vorne an: Linde (*Tilia*), Ahorn (*Acer*), Eiche (*Quercus*) und Rosskastanie (*Aesculus*); das sind die Üblichen, die in den meisten mitteleuropäischen Städten am häufigsten noch da sind. Das Ganze ist natürlich in Bewegung, darauf wollen Sie ja auch raus. Und insofern ist jetzt die Frage, ob die Häufigsten auch die am besten Geeigneten sind.

Das wäre auch meine nächste Frage gewesen, in Wien ist die niedrige Lebenserwartung der Bäume eben ein großes Problem, und bei uns ist es ebenso und ich schätze einmal, in Dresden und Leipzig wird es ähnlich sein. Halten Sie diese Straßenbäume, eben Linde (*Tilia*), Ahorn (*Acer*), Eiche (*Quercus*), Kastanie (*Aesculus*), diese gerade genannten, für vital und gesund?

Es kommt darauf an: auf geeigneten Standorten schon, das hängt dann noch mehr von der Baumart ab, das kann man nicht so verallgemeinern. Die Rosskastanie (*Aesculus*) ist natürlich im Moment problematisch, wegen der Miniermotte (*Gracillariidae*), (aber damit könnten wir noch leben,) aber es kommt ja jetzt diese Bakterienkrankheit, die wahrscheinlich auch bei Ihnen schon angekommen ist. Jedenfalls in Tschechien ist sie ja schon. Dadurch zumindest wenn man jetzt aufs neupflanzen schaut, ist Rosskastanie (*Aesculus*) momentan außen vor. Sie stehen noch viele da, aber man wird wohl wie bei der Esche auch erst mal abwarten wie sich das Krankheitsgeschehen entwickelt. Und insofern,

wäre die Rosskastanie (*Aesculus*) eigentlich eine schöne Stadtbaumart, nicht unbedingt Straßenbaumart, wegen ihrer Salzeempfindlichkeit, aber daher wird die jetzt auch bei denen die jetzt gepflanzt werden ziemlich hinten anstehen. Und ich kenne mich ja in Wien sehr gut aus, da es merkwürdigerweise die Stadt ist, wo ich am häufigsten bin. Auch nächsten Montag und Dienstag zur österreichischen Baumpflegetagung. Dadurch kenne ich die Stadt und weiß, da es ja diese, ich sage jetzt mal, die teuflische Vorschrift mit den 17 Baumarten gibt. Von denen ja noch Zwei (eine davon ist die Esche) zurzeit aus genanntem Grund eher zurückhaltend verwendet werden soll. Da waren es noch 16. Dann erschüttert mich vor allen Dingen, dass nur eine einzige Eichenart, die *Quercus robur*, drin vorkommt. Und gerade diese Straßenbäume die man heute pflanzt, die sollen ja möglichst 50 bis 100 Jahre ihre Funktion erfüllen und hier spielen die Eichen (*Quercus*) eine herausragende Rolle. 10 Arten haben wir herausgefiltert, die wirklich gut geeignet sind und das spiegelt diese Wiener Liste gar nicht wieder. Ich weiß zumindest, von vor ein bis zwei Jahren und auch davor die Jahre, dass wenn tatsächlich jemand für Wiener Straßen eine andere Baumart als eine dieser 16 vorgeschlagen hat, dann wurde sie gnadenlos herausgestrichen und auch nicht berücksichtigt. Und das habe ich mehrmals in Vorträgen auch erwähnt und mich sehr skeptisch dazu geäußert, dass man so wohl nicht die zukünftigen Anforderungen wird erfüllen können. Und nun bekomme ich irgendwie (aber nur indirekt) mit, dass ein bisschen was in Bewegung kommt, und vielleicht auch durch Untersuchungen wie Ihre. Meine Hoffnung ist, dass dies nicht mehr allzu lange so eng gesehen wird. Weil Wien ist ja nun auch ein bisschen größer als Dresden. Und wie gesagt in Dresden sind es 130-140 Straßenbaumarten und es wird munter experimentiert und dabei kommen natürlich auch manche Fehlschläge raus, aber es kommt vor allem auch positive Überraschung dabei heraus und ich glaube nur so wird man das für die nächsten 50-100 Jahre gut meistern können, was an unbekanntem und bekannten Veränderungen auf uns zu kommt. Und speziell am Straßenstandort, dieser ist ja extrem hoch drei. Das was die Bäume da aushalten können/müssen, ist ja auch ganz anders als im Park.

Ja, darum geht es ja auch, ein Parkbaum hat es ein wenig einfacher, aber der Straßenbaum der hat einfach ...

Die müssen ja auch salztolerant sein und Bodenverdichtung sowie wenig Wurzelraum und alles Mögliche aushalten können. Da kommt man mit einheimischen oder mit wenigen Baumarten, denk ich, nicht mehr gut klar. Und wenn von den wenigen dann noch, was auch in naher Zukunft leider passieren wird, wegen neuen Krankheiten noch einige ausfallen werden, dann ist bei eben 16 Baumarten schnell die Zahl 10 erreicht und da bin ich sehr skeptisch, ob das funktionieren kann. Aber das war jetzt weit abgeschweift von ihrer Frage.

Nein, das ist eine sehr gute Antwort gewesen. Danke vielmals.

Ich war jetzt bei der Stadt Wien zu Besuch und dort haben sie mir eine neue Liste hingelegt und haben gesagt das sind die Neuen.

Interessant! Wieviele Arten sind das?

Ich habe leider die Liste noch nicht da. Aber ich kann sie Ihnen gerne schicken. Wenn sie wollen.

Oh ja, da bin ich aber gespannt was sich da bewegt.

Es sind einige und nicht viele. Aber sie wollen zum Beispiel kompletten Abstand vom Spitzahorn (*Acer platanoides*) nehmen, weil sie sagen, der funktioniert bei uns gar nicht mehr und sie haben dann eben etwas rausgegeben, das jetzt eigentlich zu den Bedingungen passen sollte, und halt zukunftsfruchtig ist.

Oh ja, das ist ja spannend.

Aber es sind ja halt leider auch wieder auf ca. zwei, drei Händen abzählbare. Aber das schicke ich Ihnen gerne.

Zur nächsten Frage, nochmals zurück zur geringen Lebenserwartung, an welchen Faktoren, könnte es Ihrer Meinung nach liegen, dass diese Bäume vielleicht nicht so vital sind, eben durch die Salzverträglichkeit auf jeden Fall und so, aber ob es noch etwas nicht standardgemäßes gäbe?

Sie meinen jetzt Straßenbäume?

Ja, immer nur Straßenbäume.

Gut, weil das ist wichtig. Für Straßenbäume haben wir das auch mal erhoben (untersucht nicht wirklich, aber erhoben): die Lebenserwartung von Straßenbäumen. Wir sind da so auf 25% der natürlichen Lebenserwartung gekommen. Das wären beim Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), der 400-500 Jahre alt werden kann, 100 Jahre, was noch immer, für einen Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), irgendwie viel ist, in der Stadt. Ob er das schafft ist auch noch die Frage. Was dabei die Hauptrollen spielt sind Sicherheitsfragen denke ich. Die Bäume könnten schon älter werden, aber man kann sie an der Straße nicht alt werden lassen, weil sich dann eben Totäste oder andere Sicherheitsprobleme häufen würden, aufgrund eines schlechten Vitalitätszustandes. Der Baum könnte noch länger überleben, aber er wird eben früher als an anderen Standorten gefährlich und an der Straße darf man ja auch kein Risiko eingehen und nicht zulange abwarten. Insofern sterben die Bäume nicht mit 100 Jahren, sondern sie werden beseitigt aus Gefahrengründen. Natürlich kommen Krankheiten und Ähnliches dazu und es kommt dann eben alles zusammen (die Standortprobleme auch). Aber ganz vorne an, was die Lebenserwartung eines Straßenbaumes herab drückt, ist die Sicherheitserwartung. Weil wie gesagt wenn der irgendwo auf einer Wiese stehen würde, wo auch nicht viele Menschen langkommen, dann würde er... na gut, dann wäre es kein Straßenbaum, insofern geht der Vergleich jetzt nicht. Ja darum geht es eben gerade, da an der Straße mit der Verkehrssicherungspflicht eben höchste Anforderungen bestehen und man aus Vorsichtsgründen dann lieber zur Säge greift. Dann wird vielleicht auch als erste Maßnahme eingekürzt oder sogar teilgekappt und dann kommen die Folgeprobleme, dass dann so ein Teufelskreis einsetzt und irgendwann danach muss er dann ganz entnommen werden, weil er eben dann auch noch verstümmelt worden ist. Aber dieser Ursachenkomplex ist ganz wichtig für die niedrige Lebenserwartung. Dazu kommt dann natürlich Salz und Bodenverdichtung und Versiegelung und wenig Wurzelraum. Das sind so die Hauptfaktoren, die zu Stress führen und dieser Stress führt dann eben zu Totästen und damit geht es dann los, was ich gerade beschrieben habe.

Haben Sie persönlich einen Straßenbaumfavoriten, wo Sie sagen, der ist wirklich gut salzverträglich und kommt mit diesen Bedingungen gut klar und auch mit den klimatischen Veränderungen?

Nein, nicht eine einzige Baumart. Weil es dann schon noch von den Bedingungen vor Ort abhängt: Erstens was die Stadt und die Region betrifft und zweitens auch was dann die lokalen Gegebenheiten (pH-Wert des Bodens) sind. Also es ist dann schon noch ein Unterschied, ob ich mich irgendwo (gibt es ja bei Ihnen auch), in einem Kalkbodengebiet, befinde, oder in einem Gebiet wo von Natur aus ein etwas niedriger pH-Werte normal wäre (das sind sie dann in der Stadt natürlich trotzdem nicht, wegen der Stäube usw.). Aber insofern ist bei all unseren Überprüfungen und Bewertungen nie herausgekommen, dass es den Straßenbaum der Zukunft gibt, sondern eigentlich mindestens 15-20 Bäume,

die dann je nach spezieller Situation und Anforderung eingesetzt werden. Es gibt ja dann auch noch Anforderungen was man haben will: man will einen kleinkronigen Baum haben, man will irgendwo anders einen großkronigen Baum haben. Je nachdem wie viel Platz man hat, wie viel Schatten er werfen soll, wie viel Luftfilterung er machen soll. Und alleine diese Vorgaben sind ja schon so durchschlagend, dass das niemals eine Baumart erfüllen kann.

Ja, das ist mir auf jeden Fall bewusst, dass die Diversität einfach höher sein muss, deswegen denke ich halt auch, dass die Stadt Wien vielleicht versucht, mit ihren 17 Bäumen auf diese 15-20 die man quasi braucht zu kommen. (...) Aber das war eine persönliche Frage, ob Sie einen haben, wo Sie sagen, der funktioniert eigentlich immer relativ gut.

Auf alle Fälle ist das dann keine einheimische Art. An sich so was wie der Amberbaum (*Liquidambar*), aber der hat ja den großen Schwachpunkt hoher pH-Werte, dass er da empfindlich ist. Das wiederum macht ihn dann nicht zum Top-Favoriten, sondern nur auf Standorten, die 6,5 als maximalen pH-Wert haben. Es ändert sich bei mir auch immer mal, weil sie ja daran forschen und dann kommen immer wieder neue Arten. Also im Moment ist gerade mein Favorit der Guttaperchabaum, *Eucommia ulmoides* aus China, das ist aber mehr etwas zu schmunzeln, weil ich den in China gesehen habe, in Städten und an Straßen. Also wir untersuchen da viel in China, was für Baumarten geeignet sein könnten. Der ist einfach ungeschlagen, nach dem was ich dort gesehen habe. Aber es gibt hier überhaupt keine Erfahrung mit der Baumart, die ist noch gar nicht eingeführt hier. Also man muss extrem recherchieren um irgendwo mal eine Baumschule zu finden, die diesen Baum hat. Deswegen kann ich den natürlich nicht als Favoriten nennen, denn das nützt ja nichts, den bekommt man hier ja nicht. So und außerdem weiß ich ja nicht, wenn man den jetzt 20 Jahre testen würde, wie es ja in den längeren Testreihen der Fall ist, und auch sein muss, um wirklich bei einer neuen Baumart sagen zu können, geht oder geht nicht. Dann tauchen ja vielleicht doch noch Probleme auf, die es in China zwar nicht gibt, aber die hier auftreten. Insofern, wie gesagt, war das nicht ganz ernst zu nehmen, dass ich jetzt nichts anderes als den Guttaperchabaum (*Eucommia ulmoides*) sehen und pflanzen will, weil ich weiß das geht ja gar nicht. Insofern nein, so eine Baumart die ich jetzt schon lange Zeit irgendwie immer vor mir sehe gibt es wirklich nicht.

Ich habe eine kurze Frage dazwischen, ich habe vor kurzem einen Bericht gelesen in einem Fachjournal, in dem gestanden ist, es gibt 100/200 Bäume in China die perfekt zu unseren Breitgraden passen würde und man könnte sie quasi nehmen und einsetzen. Mein erster Gedanke war, es gibt bei uns einfach andere Schädlinge, oder dort welche, die man miteinführt und dass das absolut keinen Sinn macht, oder wie sehen Sie das?

Nein, also so würd ich das jetzt auch nicht formulieren. Da muss man schon vorsichtig sein, aber letztlich ist das genau was wir machen. Wir haben auch eine Liste herausgegeben (gerade publiziert) in ProBaum, vor ein paar Monaten, mit 40 Baumarten, die nach 8 Jahren Reisen in China (und dort stattgefundenen Erhebungen, auch mit den dortigen Stadtbaumleuten zusammen) sich herauskristallisierten. Es sind zwar nicht 200, aber immerhin 40, wo eben auch der Guttaperchabaum (*Eucommia ulmoides*) mit dabei ist, dem ich das auch zutraue, aber gleich mit dazugeschrieben habe, in der Publikation, die müssen ja erst mal eben besorgt werden. Da müssen ja alle möglichen rechtlichen Dinge auch berücksichtigt werden. Man darf nicht einfach so Baumarten aus China einführen. Ist ja auch gut so. Das muss alles kontrolliert ablaufen, dass man genau wie Sie sagen nicht noch irgendeinen Schädling miteinschleppt. Und insofern: man könnte mal die Zahl 100 bis 200 nennen, die potenziell geeignet wären und dann würde sich herausstellen, welche von denen dann wirklich geeignet sind. Und dann käme man

wahrscheinlich auf ungefähr 40-50. Wir haben das sehr umfassend recherchiert, so dass wir diese Liste relativ belastbar herausgegeben haben, mit denen sich jetzt mal die Baumschulen beschäftigen können. Sie tun auch, was davon irgendwie machbar ist. Und wenn am Ende 5 Bäume auf diese Art und Weise zustande kommen, die bisher noch nicht hier waren, dann bin ich schon glücklich. Dann hat es ja was bewegt, also es werden nicht 40 in 20 Jahren verfügbar sein und schon gar nicht 200. Und dann wäre auch zu viel Risiko dabei. Allein wegen der Invasivität, wie beim Götterbaum (*Ailanthus altissima*), der kommt ja aus China. Dass die dann aus dem Ruder laufen, da muss man auch vorsichtig sein, damit man nicht noch einen zweiten Götterbaum auf diese Art und Weise miteinschleppt. Deswegen dauert das leider, aber andererseits ist es auch verständlich. Es dauert auf alle Fälle 10-20 Jahre, bis man dann sagen könnte: „mit diesen Arten könnte es funktionieren“. Und es wäre immer noch ein „könnte“, weil wenn die 50 Jahre alt sind, genau wie Sie sagen, dann können bestimmte Schädlingskonstellationen, oder bestimmte Witterungsabläufe auftreten, die es in China nicht gibt. Und darauf ist dann vielleicht gerade diese oder jene Art besonders empfindlich und kommt damit gar nicht klar. Also was es bei uns ja immer häufiger geben wird: dass es im Winter warm und dann wieder ganz kalt ist. Und das ist natürlich etwas was zu ganz schönen Herausforderungen führen kann: ob der Baum schon so ein bisschen Frühlingsgefühle bekommt und dann doch wieder -20°C, oder andere Bäume die sich durch so eine warme Periode überhaupt nicht beeindrucken lassen und die dann einfach warten bis es wirklich Frühling wird. Und so was weiß man ja von 200 Baumarten gar nicht. Aber für 40 Arten ist das im Grunde genommen das was wir jetzt auch gerade gesagt haben. Aber immer dazugeschrieben: die müssen hier jetzt mal getestet werden. Weil die einfach einführen und alles damit bepflanzen, das kann natürlich nicht gehen.

Für wie wichtig halten Sie die Pflegemaßnahmen, die Pflegearbeiten, Erhaltungspflege und Jungbaumpflege, in Bezug auf Straßenbäume?

Ja, das ist natürlich auch nicht ganz einfach so allgemein zu beantworten, aber es besteht aus den genannten Gründen, wie zum Beispiel Verkehrssicherungspflicht, höchste Anforderung an die Kompetenz der Leute die es machen. Was auffällt ist, dass zu viel geschnitten wird. Dass also entweder aus Überängstlichkeit oder wenn diejenigen, die die Baumkontrolle machen auch gleichzeitig Schnittmaßnahmen in Ihrer Firma anbieten zu viel geschnitten wird. Dann ist es ein ganz normaler menschlicher Prozess, dass ich, wenn ich mir natürlich so einen Baum ansehe, auch irgendwie gleich ans schneiden denke. Und das hat halt natürlich den Nebeneffekt, dass viel geschnitten wird. Und auch vieles davon berechtigt ist, aber es wird auch zu viel geschnitten. Mit der Folgewirkung, dass die Bäume dann in Teufelskreise hineinkommen und sie dann noch mehr beschnitten werden müssen, weil sie dann zu große Schnittflächen in der Krone haben, wo dann Fäule eindringt und dann bildet sich Totholz. Dann muss das Totholz wieder rausgeschnitten werden. Wo es mir besonders bedenklich vorkommt, ist es bei richtig alten Bäumen, schon Richtung Naturdenkmäler. Das sind aber natürlich fast nie Straßenbäume. Insofern ist das jetzt wieder, nicht ganz zu Ihrem Thema, aber bei ganz alten Bäumen, da wird definitiv zu viel geschnitten. Und man müsste einfach ein bisschen mehr Gelassenheit haben und dem Baum mehr zutrauen, dass er schon selbst, im Laufe von wie viel Millionen Jahren rausbekommen hat, wie es gut läuft. Aber an Straßen ist das halt nicht zu locker zu nehmen. Da muss man ja wirklich einigermaßen sicherstellen, dass da nicht Äste auf die Straße fallen können. Und insofern ist so eine leichte Tendenz natürlich zum stärkeren Schneiden vorgegeben. Fängt an mit dem Lichttraumprofilschnitt, um die LKWs. Dadurch muss die Krone wieder hochgezogen werden. Und das muss man so machen, dass die Schnittflächen nicht zu dick werden. Also insofern besteht schon auch in jüngeren

Jahren ein Eingriffsbedarf und ja da gibt es natürlich wie in jeder Branche gute und nicht so gute Firmen. Die einen gehen ein wenig rabiater zur Sache und die anderen machen es mehr mit Fingerspitzengefühl, das wirkt sich natürlich auch auf die Kosten aus. Und da es oft bei Ausschreibungen um die Vorgabe ist, der Billigste soll es machen, darf man sich natürlich nicht wundern, wenn dann gröber geschnitten wird, mit größeren Schnittflächen, aber der Baum dann hinterher nicht mehr unbedingt wirklich wie ein Baum aussieht, aber die Kosten natürlich niedriger sind, als wenn sich auch jemand mehr mit den dünneren Ästen beschäftigt.

Sehr interessante Ansichtswiese.

Was sagen Sie zur Relevanz der Baumgrubengestaltung?

Dies hat eine enorme Bedeutung. Es ist eine ganz wichtige Frage. Also bei uns wird ja gesagt, so wünschenswert wären, sagen wir mal vorsichtig, 9m³ für einen Straßenbaum, der wirklich alt werden soll. Nur das ist natürlich Theorie und in vielen Situationen nicht erreichbar. Man kann es dann kompensieren zum Beispiel durch neue Entwicklungen mit künstlichen Substraten und man kann ja teilweise inzwischen unter der Fahrbahn noch durchwurzelbaren Raum bekommen. Dies sind aber dann ziemlich teure Maßnahmen. Und dies spielt natürlich auch noch eine enorme Rolle: die Wasserspeicherfähigkeit. Wenn der Wurzelraum eingeengt ist, hat er auch weniger Wasser zur Verfügung bei der nächsten Trockenperiode. Und da kann man natürlich auch ein bisschen was kompensieren, indem man bei den Substraten oder bei den Böden ein bisschen was beimischt (z.B.: Vulkanisches). Also da gibt es schon ein paar Möglichkeiten, die sich aber alle kostensteigernd auswirken. Und wenn es billig gehen soll, dann wird bei der Pflanzung einiges an Fehlern gemacht, die sich dann 20 Jahre später rächen. Da sehen wir jetzt ganz viele Beispiele hier, dass die Bäume (40 Jahre sind sie, wenn sie mit 20 gepflanzt worden sind) 20 Jahre nach der Pflanzung (irgendwelche Regresse sind dann schon längst vorbei natürlich), dass die Oberkrone anfängt abzusterben, was normalerweise bei 150 Jahren vielleicht bei einer Eiche (*Quercus*) zu erwarten wäre. Also haben wir gerade so konkrete Beispiele, auch mit Eichen (*Quercus*), dass die mit 40 Jahren anfangen abzusterben. Wenn die dann rausgeholt wurden, sah man dass die überhaupt noch nicht aus dem Ballen rausgewachsen waren, weil das Drumherum so viel negativer war, als eben das Baumschulumilieu (was ja im Ballen noch drin ist), dass sie da gar nicht rausgegangen sind und irgendwann einmal der Zeitpunkt kommt, wo das Verhältnis von Wurzel und Krone nicht mehr zueinander passt. Und dann eben diese Zweigsterbeerscheinung eintreten. Und insofern ist es ganz wichtig, dass man Zeit und Geld investiert, in den Standraum, in die Bodenvorbereitung und dass die Verhältnisse möglichst gut sind. Weil dann die Wahrscheinlichkeit, dass der Baum lange durchhält und lange seine Funktion erfüllt, natürlich viel größer sind, als wenn ich da irgendwelche Fehler mache. Und das führt natürlich auch zu einer Erniedrigung der Lebenserwartung von Straßenbäumen, bei solchen Fehlern. Oder Pflanzfehler: dass sie zu tief gepflanzt werden, ist sehr verbreitet. Es gibt Untersuchungen (nicht von uns, aber das kriege ich auf den Tagungen mit), dass durchaus 60% der Baumpflanzungen zu tief gepflanzt werden und da sind die meisten Baumarten sehr empfindlich. Wenn die dann 10-20cm unter dem bisherigen Bodenoberflächenmilieu gepflanzt werden, dass sie dann Fäule am Stammfuß entwickeln und das war es dann.

Da es sich in meiner Masterarbeit auch um Substrate dreht, welche Substrateigenschaften halten Sie für die wichtigsten, wenn es um Straßenbäume geht?

Wie ich gerade eben zufällig angedeutet habe: an aller erster Stelle Wasserspeicherfähigkeit, an zweiter Stelle Verdichtungsresistenz, an dritter Stelle (aber

das kann man natürlich durch Dünger ausgleichen) das auch noch Nährstoffe verfügbar sein müssen. Eigentlich so diese drei Faktoren.

Experteninterview mit Dipl.-Ing. Thomas Roth (Dipl.-Ing. Stefan Schmidt als Beisitzer)

| | | | |
|--|-------------------|-----------------|---|
| Name: Dipl.-Ing. Thomas ROTH | | | |
| Arbeitgeber: HBLVA – Gartenbauschule Schönbrunn, Wien | | | |
| Tätigkeitsbereich: | Abteilungs | vorstand | für Gehölzkunde und Baumschulwesen |
| Befragung: 21.11.2016 - 11:45Uhr (15 Minuten) | | | |

Einleitende Erklärung der Thematik

Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die, Standardstraßenbäume ihrer Region? Und wieso?

Weites Thema. Prinzipiell gibt es ja die Liste von der MA42, der ich schon zustimmen kann, sagen wir mal so, die die alle drinnen stehen. Ich finde die Liste nur etwas zu eng gefasst. Soll ich da jetzt direkt Bäume aufzählen? Wenn wir jetzt den Standardbaum hernehmen, den die Gemeinde Wien derzeit auspflanzt. Wenn man *Celtis* jetzt hernimmt. Den ich prinzipiell gut finde, aber problematisch. Es gibt nicht den Wunderbaum, sagen wir einmal so. Ich finde es braucht viel mehr großkronige Bäume. Und da gibt es noch viel zu wenig, was derzeit ausgepflanzt wird. Darin sehe ich die Problematik. (...) Platane (*Platanus*) ein bisschen von den großkronigen jetzt. Die Linde (*Tilia*) dominiert vom Bild her. Was derzeit ausgepflanzt wird ist vorwiegend *Celtis*, wenn ich es jetzt einmal so beobachte und da sehe ich wirklich die Problematik, in der Kronenbildung. Indem dass die Baumschulware teilweise nicht gut ist. Und, weil ich gerade von einem Seminar komme, die Aufastung überhaupt nicht funktioniert. Das heißt in Zukunft werden wir große Schäden haben, dass die Bäume viel zu spät aufgeastet werden. Die haben wir jetzt schon. Also wenn man hier her fährt (auf die Boku), da haben wir (Dipl.-Ing. Roth und Dipl.-Ing. Schmidt) schon wieder tausend Beispiele gesehen. Dass die Bäume einfach viel zu selten und viel zu spät aufgeastet werden. Von den Arten her, sehe ich es auch problematisch, dass in breiten Straßen viel zu Schmalkronige ausgepflanzt werden, die vielleicht ganz gut funktionieren. Wenn man jetzt die Zierbirne (*Pyrus Calleryana*) hernehmen zum Beispiel und feststellt, okay, die tut sich eigentlich ganz gut, aber die ist für breite Straßen viel zu klein, da brauchen wir einfach größere Bäume. *Ginkgo* haben jetzt Schüler von mir verglichen, da war ich immer selber skeptisch, ob der vom Bild her gut ist. Habe jetzt aber ein paar Exemplare gesehen, wo ich mir denke, der sieht gar nicht so schlecht aus. Weil er auch ein großkroniger, sparriger Baum ist. Den haben sie jetzt auch in der Ottakringerstraße frisch ausgepflanzt. Da finde ich aber auch wieder das Pflanzmaterial problematisch. Teilweise ist der Leittrieb nicht durchgängig. Aufasten ist wieder ein Thema, also zu spätes aufasten oder gar kein aufasten. Oft ist das bei vielen neu ausgepflanzten Bäumen, dass der Leittrieb gar nicht mehr vorhanden und nicht durchgängig ist. Und da sehe ich auch in Zukunft das Problem. Und dann ist von der Art her völlig egal, was ich da auspflanze. Solange das nicht funktioniert, werde ich mit keiner Art durchkommen. Und dann ist auch die Frage, wo möchte ich hin? Welches Alter möchte ich den Bäumen geben, sollen die 20/30 Jahre alt werden, oder will ich einen Baum haben, der 100 Jahre alt wird? Und da sehe ich die Problematik, dass unsere Straßenbäume vielleicht 30 Jahre alt werden. Wenn sie überhaupt 30 Jahre alt werden. Das ist so das durchschnittliche Alter.

Ja, da haben Sie auch gleich meine nächste Frage angesprochen, da in Wien die niedrige Lebenserwartung der Bäume ein großes Problem darstellt, würd ich gerne wissen, ob Sie diese Bäume für vital halten, die Sie gerade aufgezeigt haben?

Also auf ganz Wien kann man es nicht durchsetzen. Wenn ich *Celtis* hernehme, kenne ich gute vitale Bäume. Und ich denke mir, das war ja auch der Hintergrund, dass man jetzt vermehrt *Celtis* auspflanzt. Die Anzahl der vitalen Bäume in Wien, sehe ich derzeit als problematisch. Ich würd jetzt mal auf 20-30 schätzen, wenn überhaupt. (...) Da ist unser Spruch dazu, investieren wir lieber ganz viel Geld in das Substrat, in das wo er hinein gepflanzt wird. Und ich pflanze lieber einen kleinen Baum, als umgekehrt. Was nützt es mir, wenn ich einen großen super Baum in ein ganz schlechtes Substrat oder in gar kein Substrat zu pflanzen. Da wird er nicht überleben. Das heißt das Geld muss eigentlich prinzipiell mal in das fließen, wo ich den Baum rein pflanze. Da sind wir beim Substrat und beim Standort und insgesamt. Da sind wir beim Wurzelraum, da sind wir bei dem, dass er in irgendeiner Weise einen Raum braucht, wo er reinwurzeln kann, dass er überhaupt altersfähig ist. Sonst kommen wir über die 30 Jahre nicht hinweg.

Und an welchen Faktoren könnte es Ihrer Meinung nach sonst vielleicht noch liegen? Zum Beispiel Salz oder zu geringe Bewässerung?

Die Salzproblematik sehe ich eher wieder an der Durchlässigkeit. Das ist eh das was ihr erforscht. Wie durchlässig ist wieder das Substrat? Und so lang es gut ausgewaschen wird, sehe ich die Problematik gar nicht so groß. Das Problem ist, wenn es nicht wurzelverfügbar bleibt. Wenn ich das Substrat gut durchwaschen kann und gut durchgespült wird. Dann ist immer wieder, wo landet denn das Regenwasser? Wenn ich Regenwasser nutze, dass ich gut durchspülen kann, dann ist das Salz glaube ich gar nicht so das Thema.

Aber an welchen Faktoren könnte es sonst liegen?

Pflege natürlich. Da sind wir beim Schnüdelmeer?? (unverständlich) , wo der Baum unten abgerindet wird. Da sind wir beim Hundeurin. Aufpassen haben wir eh schon erwähnt. Durchgehender Leittrieb. (...) Guten Pflegeschnitt, die ersten 5 Jahre, dann könnte ich ihn eigentlich in Ruhe lassen. Oft zu spätes eingreifen und dann massive Schäden, dann habe ich irgendwelche solche Astwunden drinnen. (...) Zu tiefes Setzen ist ja einer der Hauptfehler, ich glaub da sind wir bei 90%.

Dipl.- Ing. Schmidt: Wenn ich einen schweren Baum in ein vorher aufgelockertes Substrat setze, dann

Dann setzt er sich, das muss einmal einrechnen und zweitens kommt er teilweise balliert aus der Baumschule schon zu tief. Das heißt da muss ich schon das Personal schulen, dass die sehen, was heißt zu tief. Wenn ich ihn so setze wie er meistens von der Baumschule kommt, ist er meistens zu tief. (...)

Haben Sie persönlich einen Straßenbaumfavoriten?

Ich lieb die Platane (*Platanus*), weil sie groß werden.

Wo man sagt, die funktioniert einfach ziemlich gut im Straßenraum.

Wenn ich jetzt *Celtis* sag, dann ist das ...*Gymnocladus* derzeit. (...)

Dipl.-Ing. Schmidt: Ich hätte die Eiche (*Quercus*) gesagt, weil mir geht es auch um den Lebensraum für wildlebende Tiere (...)

Trotzdem ist es ein großkroniger Baum, der einfach riesig wird, das ist wirklich ein wahnsinniger Vorteil und relativ schnell wächst und mit viel zurechtkommt. Sonst, an dem, was ich mir an Bäumen noch wünschen würde, da setze ich an dem fort, was mein Vorgänger, der Herr Pirc geforscht hat. Das wäre *Acer monspessulanum* und *Acer opalus*, der bei uns überhaupt noch kein Thema ist. Und für kleinere Straßen finde ich die *Koelreuteria* noch immer super, die, wenn sie alt wird, relativ groß werden kann. Und *Gymnocladus* finde ich interessanterweise unterschätzt. Bei mir im 16. (Bezirk) gibt es einige Exemplare und die stehen super da. Das sind schöne Bäume. Aber ja, den müssten wir auch relativ hoch aufasten. *Sophora* ist sicher auch gut, aber auch ein Problem mit dem Aufasten, weil die einfach sehr stark hängt.

Haben Sie noch Vorschläge, welcher Baum sich sonst noch als idealer Baum, trotz Wintersalze eignen würde und wieso?

Da waren wir jetzt bei *Acer monspessulanum* und *Acer opalus*, die haben sicher Potenzial denke ich, aber sind unterschätzt. Zelkoven (*Zelkova*) fände ich ja interessant. (...) Die Salzproblematik, damit hab ich mich auch noch zu wenig beschäftigt, welche jetzt wirklich mehr Salz aushält oder nicht. (...)

Sie haben es vorher eh schon kurz angeschnitten, wie wichtig halten Sie Pflegearbeiten, Erhaltungsarbeiten und Jungbaumpflege?

Ja total, das ist neben der Pflanzung und der Vorbereitungsarbeit eigentlich das Wichtigste. Das ich die ersten 5 Jahre den Baum, vernünftig aufaste und einen guten Kronenschnitt mache. Einen durchgehenden Leittrieb erzeuge und den nach oben treibe, dass ich wirklich schaue, dass das Lichtraumprofil möglichst schnell erreicht wird, das ich nicht zum Schluss, nach 10/20 Jahren dann im Lichtraumprofil herumschneiden muss. Das ist extrem wichtig. Zur Pflanzung selber, die richtige Höhe, der richtige Schnitt und das kontinuierlich in den ersten 5 Jahren. Das müsste man dann auch richtig begleiten. Dass die Stadtgärtner da auch kontinuierlich die Arbeit machen können. Das ist natürlich auch organisatorisch richtig vorzubereiten.

Sie haben es eh schon gesagt, mit der Tiefstellung der Bäume, aber was sagen Sie noch zur Relevanz der Baumgrubengestaltung?

Ja, da sind wir wieder bei dem. Stecke viel Geld in das wo der Baum reingepflanzt wird und weniger in den Baum selber. Das Schwergewicht muss dort liegen, wo ich den Baum, sozusagen den Wurzelraum gebe und dort muss ich auch das Geld investieren. Der Baum selber ist dann gar nicht mehr so {unverständlich} Er muss halt von der Baumschule gut erzogen worden sein. Aber ob das jetzt 10/12er ist oder viel größer, das ist sicher nicht so wichtig. (...) Dass das Wasser nicht zum Baum kann und nicht durchspült wird, da hat man verloren. Und wenn ich ihn so einkastle, dass er eigentlich nirgendwo hin wurzeln kann. Das er eigentlich aus dem ganzen Blumentopf nicht herauskommt. (...)

Wie schon erwähnt, dreht es sich in meiner Masterarbeit auch um Substrate, welche Substrateigenschaften halten Sie für die wichtigsten, wenn es um Straßenbäume geht?

Sie müssen überbaubar sein, das ist schon klar. Das ist denk ich mir dort, wenn wir das überbaubare Substrat haben, haben wir vielleicht eine Chance, dass der Baum dann auch überleben kann. Damit ist es auch im ganzen Straßenraumprofil einsetzbar. Das ist, denk ich mir auch, dort wo die Forschung hingehet. Mit unserem super Verdichtungsgerät, können wir das auch endlich nachweisen. Luft- Wasserporen, klar, das hängt dann damit zusammen. Erstens muss es so stabil sein, dass es überbaubar ist und trotzdem so offen sein, dass der Baum darin wurzeln kann. Das Wasser und Luft dazukommen. Wobei die Luft das entscheidendere ist. Nährstoffe sehe ich nicht das Problem. Ich glaube nicht, das

unsere Bäume an Nährstoffmangel eingehen. Staunässe am ehesten noch, aber die hängt wieder mit der Bodenvorbereitung zusammen. Klar, muss das Substrat dementsprechend durchlässig sein. Das ist logisch.

Haben Sie noch irgendwelche Anmerkungen?

Ich wünsch mir große vitale Bäume in der Stadt. Ich denke mir, es ist das Thema und ich stelle fest, wenn man sich die Straßenbäume einmal genauer ansieht, in welchem schlechten Zustand die Bäume insgesamt sind in Wien und das ist erschreckend. Also wenn man durch die Straßen geht, dann sieht man von 10 Bäumen ist einer wirklich vital. Und die anderen kränkeln so dahin. Und das finde ich erschreckend. Also ich glaube, da kommt auf uns einiges zu.

Ich habe jetzt noch kurz eine Frage von vorher. Weil Sie sagten großkronige Bäume, ein paar Experten die ich befragt habe, meinten, dass sie sich eher kleinkronige bis mittelkronige Bäume wünschen würden, da die Großkronigen nie großkronig werden, weil einfach der Wurzelraum so und so nicht gegeben ist und das sie dann auch absterben. Weil der Wurzelraum ja 0,7 mal so groß sein soll wie die Krone.

Das ist der Punkt, dass sie mehr Wurzelraum brauchen. Da würde ich um jeden cm Wurzelraum da unten kämpfen, damit ich diese Bäume pflanzen kann. Und wie wir sehen, dort wo Geld in die Hand genommen wird, da funktioniert es auch. Wenn ich die Mariahilferstrasse her nehme, mit den Gleditschien (*Gleditsia*) dort, die stehen gut da. Das ist kein schlechter Baum für den Standort. Und da ist viel investiert worden. Dort wo man es macht funktioniert es, denk ich auch.

Dipl.-Ing. Schmidt: Und wenn man an das Stadtklima denkt. Dann ist das die einzige Chance.

Absolut. Und da werden wir mit kleinkronigen Bäumen nicht durchkommen. Also die ??Grabmasse?? (unverständlich) zu haben, dass er auch Schatten macht, da müsste man die kleinkronigen Bäume wieder so eng pflanzen, das ich beim selben Effekt bin. Von dem her kann ich mir das gleich ersparen und pflanze wirklich was, was groß werden kann.

Dipl. Ing. Schmidt: Da könnte man auch ergänzen, dass es locker kronig sein muss.

Ja, groß und locker.

Und weil Sie den *Ginkgo* ansprachen, wiederum haben mir ein paar Experten erzählt, dass der *Ginkgo* zwar ideal wäre, aber einfach nicht wirtschaftlich ist, in dem Fall.

Wieso nicht wirtschaftlich?

Mir wurde gesagt, weil er sehr langsam wächst und daher sehr teuer in der Aufzucht ist.

Also das Geld, das ist überhaupt kein Problem. Was kostet so ein Baum? Ob der jetzt 100€ oder 200€ kostet, das ist eine Lappalie. Die Kosten stecken unten drinnen und in der Pflege in der kontinuierlichen und nicht im Baum selber. Ja das widerspricht ja auch, deswegen wird *Acer monspessulanum* nicht hergenommen, weil der in der Baumschule langsam wächst, oder die Eichen (*Quercus*). Das sind alles langsam wachsende Bäume. Da sehe ich nicht das Problem. Das Ziel ist ja einfach, dass die Bäume alt werden können. Und deswegen muss ich jetzt nicht unbedingt nur schnell wachsendes nehmen, damit ich nach 30 Jahren einen großen Baum habe und nach 40 Jahren haue ich ihn schon um, oder er fällt von selbst um. Ich will einen Baum, der 100 Jahre alt wird. Und der hat natürlich eine völlig andere Qualität als ein 20 jähriger.

Dipl.-Ing. Schmidt: Sollte man nicht auch bedenken, dass die Frage der Pflege, die Kosten für die Pflege, die Kosten für die Anschaffung in 10 Jahren überwuchert haben. Man muss den Aspekt sehen, dass 20 Jahre Pflege für einen Baum investiere, der dann stirbt. Das ist einfach viel mehr Geld das ich ausgabe um den Wurzelraum ordentlich herzurichten.

Zusätzlich, weil ich investiere ja weiter, weil ich wieder einen neuen pflanze. Die Kosten verschwinden ja nicht.

Dipl.-Ing. Schmidt: Da wäre eine Vollkostenrechnung interessant, was kostet ein Jahr an Baumpflege? Ich weiß es generell aus der Landschaftsarchitektur, dass die Baukosten nach 10 Jahren, hat man für die Erhaltung der Anlage, die Baukosten noch einmal ausgegeben. Wenn du sie wirklich pflegst.

Ja wenn du es sinnvoll aus gibst und der Baum überlebt. Ist ja etwas anderes, wenn ich sage, ich habe 5 Jahre investiert und nach dem 6. Jahr entlass ich ihn, ich brauch eigentlich nichts mehr tun.

Dipl.-Ing. Schmidt: Wir reden natürlich von einer werterhaltenden bzw. wertsteigernden Pflege und nicht einer Pflege die den Baum gerade am Eingehen hindert. Wenn ich das ansetzte, dann relativieren sich die Kosten.

Außer wir spielen überall Schönbrunn. Das sind natürlich völlig andere Kosten. Wenn ich die Linden-Allee (Tilia) immer so hinunterschneide wie in Schönbrunn, kann ich schon machen, aber das ist ein anderer Aufwand.

Experteninterview mit Dipl.-Ing. Stefan Schmidt

| | | | |
|--|--|--------------------|------------|
| Name: Dipl.-Ing. Stefan SCHMIDT | | | |
| Arbeitgeber: | Landwirtschaftsministerium, | Bundeslehr- | und |
| | Forschungsanstalt für Gartenbau, Schönbrunn, Wien | | |
| Tätigkeitsbereich: | Garten und Landschaftsgestaltung | | |
| Befragung: | 29.11.2016 um 10:45Uhr (22 Minuten) | | |

Einleitende Erklärung der Thematik

Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die Standardstraßenbäume von Wien?

Linde (*Tilia*) und Ahorn (*Acer*).

Und wieso, glauben Sie, ist dies so?

Sie werden am häufigsten verwendet, sie sind leicht zu produzieren und es ist eine Tradition, dass die in Wien verwendet werden.

Da in Wien die niedrige Lebenserwartung der Bäume ein Problem ist, würd ich gerne wissen, ob Sie diese Linde und Ahorn für vital halten?

Die Frage kann man so nicht stellen.

Im Straßenbereich.

Die sind auch im Straßenbereich vital, aber die bauliche Situation muss einfach entsprechend sein.

Und wie sieht die aus, wenn sie entsprechend ist?

Naja, dass die Bäume einen ausreichend Wurzelraum zu Verfügung haben, dann funktioniert auch Linde (*Tilia*) und Ahorn (*Acer*) im Straßenbereich. Ausreichende Feuchtigkeit ist meistens nicht das Problem, sie brauchen einfach ausreichenden Platz im Wurzelraum, Platz im Unterbau der Straße oder wo auch immer. Und das ist das Problem, dass das bei modernen Straßen nicht gegeben ist. Je besser wir Straßen bauen können, umso weniger Raum bietet der Straßenraum für Baumwurzeln.

Aber halten Sie die Beiden für Zukunftsträchtig, bezüglich Klimawandel und mehr Salzstreuung.

Also, nein das ist eine andere Frage. Ich halte die nicht für zukunftsträchtig. Ich glaube nicht, dass das Bäume sind, auf die man setzen sollte, in Zukunft.

Und auf was könnte man eher setzen?

Da gibt es eine Liste, da gibt es ein Forschungsprojekt, Stadtgrün 2021, der Bayrischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Die Bäume die da getestet sind und die an den, eher mit uns vergleichbaren Stadtorten gut funktionieren, die denk ich, kann man sich alle überlegen. Das sind, das kann man nachsehen, das ist eine ganze Menge. Das ist zum Beispiel: *Quercus frainetto*, 'Trumpf', *Quercus hispanica* ist interessant. Auch *Tilia tomentosa*, kann man überlegen. *Sophora*, kann man überlegen. Zelkoven (*Zelkova*) gehen auch, denk ich. *Celtis* geht, *Celtis* verwendet die Stadt Wien jetzt in großen Mengen. Auch bestimmte Ahorn (*Acer*) gehen. Deswegen ist die Frage von vorhin, da war ich ein bisschen verwirrt, was die Frage soll.

Entschuldigung, das tut mir leid.

Nein ich sag es deswegen, weil Ahorn (*Acer*) gibt es natürlich unendlich viele. Deswegen müsste man da genauer Fragen. *Acer opalus*, geht sicher gut. *Acer monspessulanum* geht sicher auch gut. Es gibt eine ganze Reihe von Ahorn, die gut funktionieren. *Acer buergerianum* funktioniert auch gut. Also, da findet man sicher etwas. Es gibt auch interessante Linden, wie gesagt. *Tilia mongolica* könnte man sich ansehen. Ist keinblättrig, ist absolut trockenheitsverträglich, ist hitzeverträglich.

Und die sind auch für den Standort Straße geeignet?

Ja, natürlich. Die werden ja dafür getestet. Ich habe jetzt nur aus dem Forschungsprojekt Stadtgrün 2021 zitiert. Ja das würd ich mir unbedingt einmal ansehen. Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Da ist schon, aufgearbeitet ist zu viel, aber da gibt es einfach gute Ansätze. Da gibt es auch die Liste der GALK, der Gartenamtsleiterkonferenz, da sind auch durchaus interessante Bäume dabei und für Wien speziell muss man schauen, dass man die aussucht, die am Trockenheitsverträglichsten sind.

An welchen Faktoren könnte es Ihrer Meinung nach liegen und wieso ist die momentane Lebenserwartung relativ gering?

Momentan ist die Lebenserwartung bei Bäumen gering, weil das sind im Prinzip zwei grundsätzliche Faktoren. Einmal ist es die Pflanztechnik, dass es da sicher Mängel gibt. Es hat was damit zu tun, dass der Baum in der richtigen Höhe gepflanzt werden muss. Das ist für das rasche Sterben verantwortlich. Dann ist sicher ein wichtiger Punkt, dass bei Nachpflanzungen die Wurzelstöcke, der Altbäume, vollständig entfernt werden müssen. Dann ist es sicher ein Problem, wenn kein Baumsubstrat verwendet wird und die Bäume im Oberboden stehen. Das ist aber immer seltener in Wien, meistens wird Baumsubstrat

verwendet. Wenn das Baumsubstrat zu dicht ist, wenn es falsch gemischt ist, oder Mischfehler vorliegen, dann hab ich einfach zu wenige Luftporen drinnen. Der Punkt ist Luft, ich brauch Luft im Wurzelraum, das ist das Eine. Der zweite Punkt ist, warum es Bäumen mittelfristig schlecht geht, dass durchwurzelbare Volumen, das zur Verfügung steht ist oft zu gering und die Bäume sind in einer nicht erschließbaren Situation. Also wenn ich außen rum verdichtete Tragschichten habe, dann kommen die Bäume einfach nicht heraus. Wenn ich einen verdichteten Untergrund habe, dann stehen die Bäume einfach im Wasser und verfaulen, das ist ganz oft der Fall bei Straßenbäumen. Das sie einfach zu nass stehen. Das hat was mit der Einbautechnik zu tun, das hat was mit der Art der Bewässerung zu tun, in der Jungbaumphase. Ich muss davon ausgehen, die Faustregel ist, ein Baum braucht pro m^2 Kronenprojektionsfläche, zwischen $0,75m^3$ und $1m^3$ Wurzelraum. Wenn ich jetzt einen Baum mit 7m Durchmesser habe, hab ich ungefähr $49m^2$ Kronenprojektionsfläche und ungefähr $45m^3$ Wurzelraum, die ich dem Baum zur Verfügung stellen muss. Unserer Pflanzlöcher und Pflanzgruben in Wien sind oft nur $3m^3$ oder $4m^3$ groß. Das ist nicht immer so, aber das kommt durchaus vor. Und dann kann man sich einfach vorstellen, dass die Bäume nicht alt werden können, wenn die Umgebung nicht erschließbar ist. Und nachdem die Umgebung neben Straßen immer stärker verdichtet ist, kommen die Wurzeln einfach nicht raus. Und dann wachsen sie unter dem Belag, neben dem Belag, oder sie wachsen entlang von Leitungstrassen und machen all die Dinge, die ich eigentlich nicht haben möchte.

[Haben Sie persönlich einen Straßenbaumfavoriten, wo Sie sagen der funktioniert einfach und der hat auch eine gute Chance, dass er die nächsten Klimazüge überleben kann?](#)

Ich denke, *Celtis australis* ist sicher gut. Ich denke es ist auch die *Gleditsia* ein geeigneter Baum. Es gibt ein großes Potenzial bei den Eichen (*Quercus*), bei den einheimischen Eichen. *Quercus cerris*, *Quercus pubescens*, aber auch *Quercus frainetto*, oder *Quercus hispanica*.

[Sie haben es eh schon zuerst ein wenig angeschnitten. Wie wichtig halten Sie die Pflegearbeiten, Erhaltungspflege und Jungbaumpflege?](#)

Wichtig für was? Um was zu erreichen?

[Eine lange Lebensdauer.](#)

Um eine lange Lebensdauer zu erreichen. Naja das ist natürlich, das fängt bei der Pflanztechnik an, beim Pflanzschnitt. Es muss ein Pflanzschnitt gemacht werden. Der Baumstandort muss so aufgebaut werden, dass es möglich ist den Ballen zu bewässern. Das ist oft nicht der Fall. Wenn ich die Bäume über eine Gießeinrichtung, über so einen Gießschlauch gieße, dann gieße ich oft am Ballen vorbei. Die Frage ist ganz oft, ob der Baum überhaupt aus dem Ballen rauswachsen kann. Also wenn ich einen großen Dichteunterschied zwischen dem Ballen, wenn der schwer aus Lehm ist und außen habe ich ein Splitt-Substrat. Dann ist es einfach schwer für den Baum überhaupt aus dem Ballen raus zu kommen. Da wär es vielleicht interessant, den Ballen weitgehend zu öffnen oder wurzelnackt zu pflanzen. Das ist sicher ein guter Ansatz. Dann geht es um die Bewässerungspflege. Und dann der Pflegeschnitt um die Durchfahrtshöhe rechtzeitig zu erreichen. Das ich bei Zeiten anfangen, den Baum aufzuasten. Da muss die Baumqualität passen, dass ich einen durchgehenden Leittrieb hab. Schächtige, nicht nur durchgehender Leittrieb, sondern auch schäftige Bäume mit relativ schwachen Seitenästen und einem starken Leittrieb. Wenn ich da irgendwo auslasse, so dass ich das falsche Material pflanze, dass ich zu spät aufaste und wenn ich nicht richtig bewässere. Es geht nicht ums ausreichend, es geht ums richtige Bewässern. Wenn ich zu tief pflanze, werde ich Probleme mit dem Baum kriegen. Wenn ich Baumgruben, es gibt ja, das sehen Sie ja in der

Stadt, es gibt Baumgruppen, da steht der Baum schon 15cm zu tief, schon von Haus aus, mit oben drüber einem Abdeckrost. Wir haben ganz viele Bäume gemessen und untersucht und eine der wesentlichen Gründe, dass ein Baum schlechter wächst als sein Nachbar, ist der zu tiefe Stand. Das kann man nachvollziehen, das macht sich in cm Wuchsleistung bemerkbar. Das kann man jedes Jahr messen. Also wenn Sie zwei Bäume nebeneinander stehen haben, der eine steht richtig, der andere zu tief, dann können Sie das nachmessen. Das ist ganz, ganz deutlich. Und was noch eine wichtige Maßnahme ist, wenn man Bäume pflanzt, dass man schaut, ob die Bäume nicht überballiert sind. Das der Ballen, sozusagen, dass die Oberkante des Ballens höher ist, als der Wurzelansatz. Passiert durch die Technik, wie man Bäume ausgräbt, in der Baumschule. Passiert das ganz leicht, dass der Baum, sozusagen, auch wenn ich ihn, wenn ich die Oberkante des Ballens richtig einrichte, dass der Baum immer noch zu tief steht, weil die Ballenoberkante überhaupt nicht mit der Oberkante des Wurzelansatzes übereinstimmt.

Sie haben jetzt vorweg, auch schon erwähnt, was sagen Sie zur Relevanz der Baumgrubengestaltung noch?

Ja, hab ich schon erwähnt.

Haben Sie dazu noch eine Anmerkung, vielleicht?

Nein, eigentlich nicht, ich glaub da ist alles gesagt.

Da es sich in meiner Masterarbeit auch um Substrate dreht, hätte ich noch die Frage, welche Substrateigenschaften halten Sie noch für wichtig, wenn es eben um Straßenbäume geht? Sie haben zuerst schon, das Porenvolumen angesprochen.

Ich brauch auch im verdichteten Zustand ausreichendes Volumen. Also ich brauch ein Porenvolumen, dass annähernd dem ungestörten Standort entspricht. Also etwa zwischen 40% und 50% Poren. Die Hälfte dieses Volumens müssen Luftporen sein. Und dann ein weiteres Viertel dieses Volumens müssen pflanzenverfügbares Wasser enthalten. Wenn ich das schaffe, dann ist es gut. Also pflanzenverfügbares Wasser, muss da sein. Es müssen Luftporen da sein und das muss ich sichern. Dass es auch da ist, wenn die Baumgrube, wenn das Baumsubstrat verdichtet wird. Weil die Verdichtung passiert ja, nicht nur durch Betritt, sondern durch Vibrationen. Wenn der Baum neben der Straßenbahn steht, mit jeder Überfahrt einer Straßenbahngarnitur, wird das Substrat wieder ein bisschen verdichtet. Das Substrat muss so designt werden, dass diese Verdichtung nicht möglich ist. Die Verdichtung, die wird passieren, aber dass dabei das Porenvolumen nicht verloren geht. Ich brauche ein Substrat mit einem starken, großen Stützkornanteil und das Verhältnis zwischen Stützkorn und Füllkorn muss so gewählt sein, dass die Verfügbarkeit von Poren auch in einem verdichteten Zustand gegeben ist. Und da gibt es verschiedenste Ansätze, wie man so Substrate herstellen kann. Das kann man. Die FLL bietet da zum Beispiel eine Anregung. Ja, FLL ist bei uns in Österreich, das Regelwerk, an das man sich am meisten hält. Es gibt da noch andere Techniken, wie man das machen kann.

Haben Sie noch Anmerkungen, dass wäre es dann eigentlich mit meinen Fragen gewesen?

(...) Zum Thema Streusalz, kann man vielleicht auch noch was darüber sagen. Vielleicht sag ich da noch was. Das Thema Streusalz und Straßenbaum ist auf zwei Wege lösbar. Der erste Weg ist, man verzichtet auf Salz. Das ist der Weg, den man leicht gehen kann. Das ist eine reine juristische Frage. In anderen europäischen Ländern ist Salz nicht so ein Problem, weil die Rechtslage anders ist. In Österreich ist es so, dass der Straßenbetreiber für die Verkehrssicherheit verantwortlich ist und nur der Straßenbetreiber. In Bayern zum Beispiel, ist es so, dass der Benutzer Sorge tragen muss, dass er halt zum Beispiel das richtige Schuhwerk trägt, bei Schnee und Regen und Eis. Das heißt wenn jemand hinfliegt,

und das falsche Schuhwerk anhat, dann ist er selber schuld. In Wien ist es so, dass die MA48 schuld ist. Das ist ein wesentlicher Punkt. Deswegen Salzen Sie auch so wahnsinnig. Und wenn gesalzen wird, wenn Salz im Boden ist, dann ist der einzige Weg, das Salz rauszukriegen, aus dem Boden, ist möglichst das Salz aus dem Wurzelraum heraus zu waschen. Indem man halt einfach, leaching, heißt das im Fachausdruck. Indem man halt einfach, wässert. Dass das Salz nach unten gespült wird. Damit landet es im Grundwasser. Was jetzt auch nicht unbedingt erfreulich ist. Aber zumindest überleben die Bäume das. Der zweite Punkt ist, dass man halt das durchwurzelbare Volumen möglichst groß macht. Also wenn ein Baum, 50m³ durchwurzelbares Material hat und es kommt von oben Salz rein, dann landet einfach auf dem Boden der Baumgrube oder des Wurzelraumes viel viel weniger, als wenn er nur 3m³ zur Verfügung hat. Weil die Einzugsfläche, die Spenderfläche immer gleich groß ist. Je mehr Wasser ich in diese Baumgrube rein lasse, oder in diese Struktur rein lasse, desto mehr wird es verdünnt. Es gibt Forschungsergebnisse aus anderen europäischen Ländern, die zeigen, dass es bis unter die Schadgrenze verdünnt wird. Einfach wenn ich genug Wasser rein lasse, wenn ich genug Niederschlagswasser einleite, in die Baumgrube zum Beispiel. Das wär zum Beispiel eine Möglichkeit mit dem Salz umzugehen.

Sehr interessanter Ansatz, danke schön.

Ja, anderes geht es ja nicht, gibt es andere Möglichkeiten?

Nein, bis jetzt fällt mir keine ein.

Eben, weil es gibt keine. Es gibt einfach nichts anderes, das ist das blöde daran. Aber es gibt einfach Ergebnisse aus anderen Ländern, an denen man sich orientieren kann.

Das es auch anders funktionieren kann?

Ja, dass es auch anders funktioniert.

Experteninterview mit Dr. Philipp Schönfeld

| |
|--|
| Name: Dr. Philipp SCHÖNFELD |
| Arbeitgeber: Bayerische Landesanstalt für Wein- und Gartenbau, Abt.: Landespflege |
| Tätigkeitsbereich: Sachgebietsleiter |
| Befragung: 19.12.2016 – 10:30 Uhr |

Einleitende Erklärung der Thematik

Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die Standardstraßenbäume Ihrer Region? Und wieso?

Die Standardstraßenbäume meiner Region?

Genau, und wieso, glauben Sie sind sie das?

Zur Region kann ich jetzt weniger sagen, wir haben mal nachgeschaut, in ganz Deutschland. Und da sind es im Prinzip Ahorn (*Acer*) Arten, vor allem Spitzahorn (*Acer platanoides*). Es ist Winterlinde (*Tilia cordata*) und Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*). Es ist die reine Esche, also *Fraxinus excelsior*. Kastanie noch, also *Aesculus hippocastanum*. Ja, das sind dann die, also Spitzahorn (*Acer platanoides*) und Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*). (...) Das sind so die Hauptbaumarten in Deutschland, die machen so 70% oder 80%, mit den Sorten aus. (...)

Und wieso glauben Sie, dass diese Sorten ausgewählt worden sind?

Das sind Jahrzehnte lange Erfahrung, Verfügbarkeit in der Baumschule, niedrige Preise. Ja, natürlich auch Widerstandsfähigkeit

Da in Wien die niedrige Lebenserwartung der Bäume ein großes Problem darstellt, halten Sie die von ihnen genannten für vital und für zukunftssträftig?

Nein, das sehen wir jetzt, das war der Ausgangspunkt für unser Projekt. Also, zum Beispiel Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) halte ich generell eigentlich für ungeeignet. Der kommt aus dem kühlen feuchten Bergland. Der hat in der Stadt, auf dem Parkplatz oder auf der Straße nichts zu suchen, meines Erachtens. Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*) auch. Es hat ganz gut funktioniert, bis jetzt das Eschentriebsterben kam. Kastanie (*Aesculus*) hat auch gut funktioniert, bis jetzt irgendwie *Pseudomonas* und die Kastanie-Miniermotte (*Cameraria ohridella*) und Kastanienblattbräune (*Guignardia aesculi*) kam. Genau *Platanus* zählt noch zu den Hauptbaumarten, habe ich gerade vergessen. Aber die ist halt auch zunehmend krankheits- und schädlingsanfällig geworden.

Gibt es noch andere Faktoren, Ihrer Meinung nach, woran es liegen könnte? Also Salzunverträglichkeit oder zu wenig Bewässerung, wieso viele Bäume so eine geringe Lebenserwartung haben?

Sicher auch die schlechte Standortvorbereitung und der geringe Wurzelraum.

Haben Sie persönlich einen Straßenbaumfavoriten? Wo Sie sagen, der funktioniert einfach ganz gut?

Also wenn ich jetzt von unserem Versuch ausgehe, dann funktioniert im Moment *Alnus spaethii* sehr gut. Es funktionieren auch bestimmte Eichenarten (*Quercus*), also *Quercus cerris* und *Quercus frainetto* funktionieren gut. *Liquidambar*. Nagut, *Gleditsia* sowieso, aber die ist noch nicht in so hohen Stückzahlen vorhanden bei uns. (unverständlich) Wie ich das früher mal gefühlt gemeint hätte. Die Ulmen (*Ulmus*) funktionieren ganz gut, bei uns im Versuch.

Die *resista*-Formen?

Ja, na gut wir haben jetzt die *Ulmus rubra*, die zählt zu den resistenten und jetzt in einem neuen Versuch haben wir *Ulmus rebona*, die zählt ja zu den *resista*-Ulmen. Ja doch, da empfehlen wir immer und sagen, man kann sich wieder trauen. Weil, ja die Ulme (*Ulmus*) hatte ja früher, zumindest war es in Deutschland so, einen Anteil von 30% an den Straßenbäumen. Also sie war sehr bedeutsam. Und was mir die Kollegen im In- und Ausland sagen, die können sehr viel. Sie können an feuchten Standorten wachsen, die vertragen aber auch sehr viel Trockenheit und so. Die sind sehr anpassungsfähig, insofern wäre es sinnvoll wieder mehr zu pflanzen.

Und *Alnus* und *Quercus*, die Sie gerade erwähnt haben, trotzen diese auch den Wintersalzen? Oder ist das bei Ihnen nicht so wichtig?

Doch das geht. Salzeempfindlich sind eher Hainbuche (*Carpinus betulus*) und Linden (*Tilia*). Ich meine Silberlinde (*Tilia tomentosa*) bei der Hitze sicher auch, die gibt es ja auch in Wien viel. Sicher auch, allerdings die sind salzeempfindlich.

Und für wie wichtig halten Sie Pflegearbeiten, Erhaltungsarbeiten und Jungbaumpflege? Oder sagen Sie das ist eher nebensächlich?

Nein, Jungbaumpflege ist extrem wichtig. Wohl was das Bewässern angeht, als auch rechtzeitige oder weitergehende Kronenerziehung. Also Thema aufasten, oder die

Korrektur von irgendwelchen Konkurrenzleittrieben usw. Das ist nach den ersten 10-15 Jahren nach der Pflanzung sehr wichtig. Und ich sag mal so, das ist ein dreier Paket, was wichtig ist. Das eine ist die gute Standortvorbereitung, sprich ausreichend große Baumgruben, einen vernünftigen Boden, mit Substrat drinnen. Plus Möglichkeiten irgendwie dann aus der Baumgrube raus, irgendwelche weiteren Entwicklungsmöglichkeiten vorzusehen, für die Wurzeln, durch unterirdische Gräben, hinführen zu Grünanlagen, wie auch immer. Dann braucht es eine gute Baumqualität und dann braucht es eine vernünftige Pflege in den ersten Jahren. Wenn einer von den drei Faktoren vernachlässigt wird, dann wird es eben nichts, oder wird es schlechter als erwartet oder gewünscht.

Weil Sie es gerade angesprochen haben, was sagen Sie noch darüber hinaus zur Relevanz der Baumgrubengestaltung?

Es gibt ja diese Vorschrift mit 12m^3 (...), ich weiß nicht, kennen Sie diese FLL Empfehlung Teil 2?

Ja.

Da ist vorne so eine Darstellung, diese 12m^3 Baumgrube und dann vergrößert sich der Wurzelraum natürlich, so wie der Baum wächst.

Ja, genau und die Krone.

Ja, genau und da sieht man das die 12m^3 nicht reichen. Ich kann nicht einen 60/80 Jahre alten Baum erwarten, der irgendwie mit 12m^3 auskommt. Es sei denn ich bewässere und dünge ihn intensiv und halte ihn in einem Blumentopf. Deswegen ist es meines Erachtens sehr wichtig, dass man halt wo immer es geht nach Wurzelraumerweiterungen sucht. Das man sich schon vor der Pflanzung Gedanken macht, wo kann ich dem Baum noch weiteren Wurzelraum anbieten, muss jetzt nicht mit Substrat gefüllt sein, aber muss in irgendeiner Weise durchwurzelt sein. Da gibt es ein paar Vorschläge oder Bauweisen, die auch in diesem FLL-Bericht drinnen sind. Das wird, was ich aus Wien weiß, nicht gemacht. Deswegen halte ich da die Lebenserwartung der Bäume für sehr begrenzt, bei den neu gepflanzten. Trotz des aufwendig entwickelten Substrats, aber in einen Blumentopf irgendwie. Allerdings habe ich jetzt im Zuge der Verwaltung von einer Veröffentlichung gesehen auch in Deutschland oder zumindest hier in Bayern haben sich die 12m^3 noch längst nicht durchgesetzt. Eine durchschnittliche Baumgrube ist 3m^3 , nicht einmal 12m^3 . Da sind wir von 12m^3 noch weit weg, oder von größeren. Wurzelräumen noch ganz zu schweigen.

Da es sich in meiner Masterarbeit auch um Substrate dreht, und Sie es auch gerade kurz angeschnitten haben: welche Substrateigenschaften halten Sie für die wichtigsten, wenn es um Straßenbäume geht? Oder sagen Sie, wie Sie kurz erwähnten, dass Substrate, auch wenn man das Beste hat, es gleich ist, wenn die anderen Faktoren nicht passen?

Ganz wichtig ist für die Bäume offenbar Luft. Ein gut durchlüftetes Substrat, was locker ist, was auch durch die Erschütterung vom Straßenverkehr, nicht nachverdichtet. Also Bäumen scheint Luft für die Wurzeln wichtiger zu sein, als Wasser und Nährstoffe. Das zeigen so die Untersuchungen verschiedener Autoren. Wichtig ist auch das es über die Jahre eine gute Luftführung behält. Und wie in diesen Substraten hier, auch gefordert ist ein guter Ausgleich zwischen Wasserkapazität und Wasserdurchlässigkeit. Dass sie einerseits gut Wasser speichern können sollen. Wenn es einmal regnet darf es aber auch keine Staunässe geben und die Luftführung muss erhalten bleiben.

Haben Sie noch irgendwelche Anmerkungen?

Zum Substrat, ein hoher Humusanteil scheint nicht notwendig zu sein. Ich weiß nicht ob es von dem Würzburger-Substrat Untersuchungen gibt, aber von unserem Versuchssubstrat im Stadtgrün-Versuch, wissen wir, dass die durchaus gut mit Nährstoffen versorgt sind. Obwohl es eigentlich nur aus Sand und Kies und irgendetwas besteht. Stickstoff ein bisschen knapp ist, aber dass sie durchaus genügend Nährstoffe haben. Wobei aber keiner weiß, wie viele Nährstoffe ein Straßenbaum braucht. Da gibt es ein wichtiges Projekt, wie viel braucht ein Spitzahorn (*Acer platanoides*) oder eine Silberlinde (*Tilia tomentosa*), das weiß noch keiner irgendwie.

Experteninterview mit Herrn Stefan Windisch

| |
|--|
| Name: Stefan WINDISCH |
| Arbeitgeber: Magistrat der Stadt Wien - MA42 – Wiener Stadtgärten |
| Tätigkeitsbereich: Leiter der Gartenregion Mitte |
| Befragung: 2.12.2016 um 11:30Uhr (19 Minuten) |

Einleitende Erklärung der Thematik

Welche Bäume sind laut Ihrer Meinung die Standardstraßenbäume von Wien?

Die Stadt Wien hat ein eigenes Straßenbaumsortiment. Und aus langjähriger Erfahrung, hat sich dadurch eine gewisse Anzahl an Bäumen etabliert, die im Straßenbereich eingesetzt werden. Der derzeitige Hauptbaum in Wien, der jedoch schon langsam auch reduziert und kaum mehr nachgepflanzt wird ist der *Acer platanoides* (*Spitzahorn*). Dieser ist aufgrund der derzeitigen klimatischen Veränderungen, nicht mehr zu bevorzugen und dadurch macht sich die Stadt Wien seit Jahren Gedanken, wie wir in Zukunft mit unserem Straßenbaumsortiment umgehen. Hierzu wurden und werden verschiedenste Baumarten, Baumgattungen getestet. Zurzeit haben wir, sehr gute Erfolge mit der *Celtis australis*. Die wir auch im Bereich der Wiener Ringstraße und der Wiener Gürtelstraße B221 verwenden, weiters funktionieren gut *Fraxinus ornus* und *Tilia europaea* 'Pallida'. Es gibt doch immer noch, eine große Anzahl von Straßenbäumen, die in der Stadt funktionieren und wir auch das immer wieder erweitern. Also diese Listen werden jährlich überarbeitet. Also diese Straßenbaumlisten ist kein so ein übergroßes Geheimnis, also das kann ich ihnen auch zukommen lassen.

Ah, die habe ich vom Herrn Orasche schon bekommen.

Okay, na sehr gut.

Zur Vitalität, die haben Sie in der ersten Frage schon angesprochen. Oder haben Sie noch was dazu zu sagen.

Generell zur Vitalität, der Bäume in Wien?

Zu den Straßenbäumen in Wien, ja genau.

Viele Faktoren sind für die Vitalität der Straßenbäume verantwortlich, wie Größe der Baumscheibe, Substrat und die Baumgattung und –art spielen eine wichtige Rolle. In den letzten Jahren haben wir mit *Celtis australis* (Zürgelbaum) und weiteren Bäumen aus der Straßenbaumliste sehr gut Ergebnisse erzielt. Das ist an verschiedenen Faktoren erkennbar, wie Jahreszuwachs, langes grünes Laub bis in den Herbst, etc. Diese Bäume trotzten den Umwelteinflüssen, welche eine moderne Stadt mit sich bringt.

An welchen Faktoren könnte es Ihrer Meinung nach liegen, dass die Lebenserwartung von vielen Bäumen, so gering ist? Salz oder...

Sämtliche Einträge in die Baumscheibe, sowie Größe und Substrat der Baumscheibe und Baumwahl sind die maßgeblichen Faktoren für die Lebenserwartung von Bäumen.

Jeglicher Eintrag in die Baumscheibe führt zu Veränderung der Mikrobiologie des Baumes, durch wasserdurchlässige Substrate und einen möglichst großen Lebensraum kann man die Lebensdauer eines Baumes steigern.

Im Bereich von Straßen, sowie Parkplätzen führt auch die modernen Möglichkeiten Unterbauten zu verdichten dazu, dass sie auch nicht mehr durchwurzelbar sind, dies führt wieder zu einer Einengung des Lebensraumes der Bäume und zu einer kürzeren Lebensdauer.

Und was gibt es für Möglichkeiten?

Es gibt verschiedene Möglichkeiten die Lebensdauer und der Lebensraum im Straßenbereich zu fördern und zu erweitern.

Im Bereich des Substrates gibt es Untersuchungen über die BOKU in Zusammenarbeit mit der Stadt Wien und eine weitere Arbeitsgruppe zur Verbesserung des Baumsubstrates der Wiener Stadtgärten in der Hr. DI. Murer und Hr. DI Schmidt mitwirken.

Hierbei geht es einerseits um die Größe des Lebensraumes und welche Möglichkeiten gibt es im Straßen und Parkplatzunterbau um ihn auch Durchwurzelbar zu gestalten und trotzdem die Tragfähigkeit nicht zu beeinflussen. Wie durchlässig muss ein Substrat sein, damit es einerseits durchwaschen kann und der Baum immer noch genug Wasser aufnehmen kann.

Ein weiterer Punkt ist die Wahl des Baumes und dessen Qualität. Nicht jeder Straßenbaum aus den 1970er Jahren ist auch noch heute geeignet. Die Umwelteinflüsse sind wesentlich extremer geworden. Eintrag diverser Hilfsstoffe, sowie hohe Temperaturunterschiede in sehr kurzen Zeiträumen.

Haben Sie persönlich einen Straßenbaum- Favoriten, und was sind die Gründe?

Mein derzeitiger Favorit ist die *Celtis australis*. Aufgrund dessen, dass wir in verschiedensten sehr schwierigen Bereichen, wie zum Beispiel des Gürtels, das betrifft Gürtelbereiche, 4./5. Bezirk sehr schmale Grünstreifen haben. In diesen Bereich ist der Pflanzstreifen gerade 1,5m breit und vor über 35 Jahren wurden *Populus nigra* 'ITALICA' (Pyramidenpappeln) gepflanzt. Aus damaliger Sicht ein guter Baum, da er nach sehr kurzer Zeit einen optischen Schutz zwischen Gürtel und Wohnbebauung darstellte. Diese wurden Zug um Zug auf Grund erreichen der physiologischen Altersgrenze (absterben) vor 10 Jahren gegen *Carpinus betulus* 'Franz Fontaine' ersetzt, welche zum damaligen Zeitpunkt als sehr anspruchsloser Straßenbaum galten. Diese hatten mit dem extremen Standort sehr zu kämpfen und der jährliche Zuwachs war nur sehr schwach. Sie vergreisten und vielen innerhalb von einigen Jahren aus. Zu diesen Zeitpunkt hatten wir schon einige gute Erfahrungen mit *Celtis australis* gemacht und so wurde entschlossen diese dort in Heisterform zu pflanzen. Vor Ort kann sehr gut erkannt werden am Zuwachs und am lang anhaltenden grünen Laub, wie widerstandsfähig dieser Baum ist.

Auch an anderen Standorten des Gürtels oder der Linken Wienzeile kann sehr gut zwischen *Acer platanoides* (Spitzahorn) und *Celtis australis* (Zürgelbaum) verglichen werden.

Und die trotzen auch den Wintersalzen gut?

Ja, also sie trotzten allen Widrigkeiten muss man sagen. Wie gesagt ist die Baumgattung und –art nur ein Bestandteil. Lebensraum (Größe der Baumscheibe) und Substrat sind wesentlich mitentscheidend.

Sehr gut.

Haben Sie noch Vorschläge, welcher andere Straßenbaum, den Wintersalzen gut trotzen kann?

Es gibt verschieden Straßenbäume, welche ein höhere Konzentration von verschiedenen Chloriten verträgt. Am Ring stehen teilweise noch Tamarisken (*Tamarix*), die stehen im 1. Bezirk am Ring im Bereich gegenüber des Stadtparks beim Aufgang der U3 Station und gegenüber der Börse. Die etablieren sich dort eigentlich auch ganz gut, nur der Habitus generell von Tamarisken eignet sich nicht optimal zur Erhaltung des vorgegebenen Lichtraumprofils.

Im Bereich der Ulmen hat sich ebenfalls in den letzten Jahren sehr viel getan. Resista Ulmen welche sehr hohe Resistenz gegenüber der durch *Ophiostoma ulmi* und *Ophiostoma novo-ulmi* verursachten Ulmenkrankheit und hochtolerant gegenüber *Verticillium* (Blattwelke) sind. *Ulmus`New Horizon`* ist derzeit ein sehr gern verwendeter Straßenbaum auf Grund seines Habitus und der großen Verträglichkeit sämtlicher Umwelteinflüsse.

Auch im Bereich der Ahornfamilie gibt es Alternativen zu *Acer platanoides* (Spitzahorn), welche in den nächsten Jahren ausprobiert werden, da gibt es den (*Acer × freemanii* A.E.Murray = *Acer rubrum* × *Acer saccharinum*)

Wie wichtig halten Sie Pflegearbeiten, Erhaltungspflege und Jungbaumpflege?

Generell sind Pflegearbeiten an Bäumen sehr wichtig. Das beginnt mit der Jungbaumpflege, in der wir entscheiden wie der Baum in 20-30 Jahren aussehen wird. Hier sind kleine Eingriffe in Wachstum, Kronenaufbau notwendig um später nicht schwerwiegende Schnitarbeiten im Starkastbereich durchführen zu müssen. Bewässerung in den jungen Jahren ist natürlich auch sehr wichtig um den Baum in seinem Wachstum zu fördern.

Weitere Pflegemaßnahmen im Laufe der Lebenszeit, wie Baumschnitt etc. sind für Verkehrssicherheit und Entwicklung der Krone unumgänglich.

Was sagen sie zur Relevanz der Baumgrubengestaltung?

Die Baumgrube hat sehr große Relevanz. Größe und Untermaterial (Versickerungsmöglichkeit) spielen eine wesentliche Rolle für das weitere Leben des Baumes und beeinflussen die Standzeit wesentlich. Natürlich ist die Befüllung (Substrat) der Baumgrube ebenfalls von erheblicher Relevanz.

Im Straßenbereich mit sehr kleinen Baumscheiben nicht wasserdurchlässigen Baumgrubensolen und einem nicht optimalen Substrat, wie z.B. Unterboden-/Oberboden mit hohem Lehmanteil und jeder noch so gute Baum wird sehr große Probleme haben. Blumentopfeffekt.

Und was halten Sie für die wichtigsten Substrateigenschaften, weil wir gerade bei den Substraten sind?

Wesentliche Facts sind eine gute Abstimmung zwischen Feinanteil und Grobanteile im Substrat. Belüftung, Balance zwischen Wasserdurchlässigkeit und Speichermöglichkeit an Wasser und Nährstoffen.

Wie schon anfangs erwähnt, gibt es hierzu eigene Projekte bei denen uns die Detailergebnisse noch fehlen.

11.3 Porenvolumen und Wasserkapazität Aufzeichnungsblatt

Name des Substrats:

Datum:

Messstand davor:

Messstand danach:

Schlauchwasser (in ml):

Zylinder Nr°:

Ausgusswasser (in ml):

Kies:

Pegelhöhe (in cm):

Schichtungsveränderung: gleich Sonstiges:

.....

Liter:

Auslasszeitbeginn: : Uhr

Auslasszeitende: : Uhr

Restwasser:

| | Schüssel Gewicht | Nassgewicht mit Schüssel | Trockengewicht mit Schüssel |
|------------|------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Schüssel 1 | g | g | g |
| Schüssel 2 | g | g | g |
| Schüssel 3 | g | g | g |

Sonstiges:

11.4 Ergebnisse der Laborversuche maximale Wasserkapazität und Gesamtporenvolumen

| Berechnung VWC Substrat | | |
|---|----|--------------------------|
| Zylinder | | 660,52 cm ³ |
| Durchmesser | 29 | |
| Volumen Kies (25+5) | | 20476,12 cm ³ |
| Höhe unten | 26 | |
| Höhe oben | 5 | |
| Volumen Substrat (80) | | 19815,60 cm ³ |
| Höhe | 30 | |
| Wasser in Drainmaterial | | 1023,81 |
| VWC | 5 | |
| Zulauf | | 23650,00 ml |
| minus Zylinderwasser | | 16.457 ml |
| minus Restwasser | | 142 ml |
| Im Zylinder gehaltenes Was: | | 7051,00 ml |
| W_Substrat | | 6027,19 |
| VWC_Substrat | | 30,42 % |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | | |

| Berechnung VWC Substrat | | |
|---|----|---------------------------|
| Zylinder | | 660,52 cm ³ |
| Durchmesser | 29 | |
| Volumen Kies (25+5) | | 20.476,12 cm ³ |
| Höhe unten | 26 | |
| Höhe oben | 5 | |
| Volumen Substrat (80) | | 19.815,60 cm ³ |
| Höhe | 30 | |
| Wasser in Drainmaterial | | 1.023,81 |
| VWC | 5 | |
| Zulauf | | 22.480,00 ml |
| minus Zylinderwasser | | 16.581,00 ml |
| minus Restwasser | | 63,00 ml |
| Im Zylinder gehaltenes Was: | | 5.836,00 ml |
| W_Substrat | | 4.812,19 |
| VWC_Substrat | | 24,28 % |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | | |

| 1. Wiederholung Sapf.3 | | Materialbezeichnung | | WKP | |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|--------------|
| Schüssel | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | |
| Schüssel 1 | 91 g | brutto 708 g netto 617 g | brutto 579 g netto 488 g | 129 g | 27,16 Vol. % |
| Schüssel 2 | 90 g | brutto 557 g netto 467 g | brutto 441 g netto 351 g | 116 g | 24,42 Vol. % |
| Schüssel 3 | 91 g | brutto 683 g netto 592 g | brutto 561 g netto 470 g | 122 g | 25,68 Vol. % |
| | | Mittelwert: | | 122,3 g | 25,75 Vol. % |
| Schüsselvolumen: 475 cm ³ | | | | | |
| Porenvolumen: Kies Substrat | | | | | |
| Kies 39,5 % | | | | | |
| Substrat 37,05 % | | | | | |
| P_Substrat = [Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Oberstau - P_Kies]/V_Substrat*100 | | | | | |
| Anmerkungen: | | | | | |
| Drainschicht ist (in cm): 26 | | | | | |

| 1. Wiederholung SBS.1.u | | Materialbezeichnung | | WKP | |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|--------------|
| Schüssel | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | |
| Schüssel 1 | 95 g | brutto 765 g netto 670 g | brutto 640 g netto 545 g | 125 g | 26,32 Vol. % |
| Schüssel 2 | 93 g | brutto 739 g netto 646 g | brutto 627 g netto 534 g | 112 g | 23,58 Vol. % |
| Schüssel 3 | 95 g | brutto 804 g netto 709 g | brutto 695 g netto 600 g | 109 g | 22,95 Vol. % |
| | | Mittelwert: | | 115,3 g | 24,28 Vol. % |
| Schüsselvolumen: 475 cm ³ | | | | | |
| Porenvolumen: Kies Substrat | | | | | |
| Kies 39,5 % | | | | | |
| Substrat 45,84 % | | | | | |
| P_Substrat = [Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Oberstau - P_Kies]/V_Substrat*100 | | | | | |
| Anmerkungen: Unten Granit und oben Aquakies | | | | | |
| Drainschicht ist (in cm): 26 | | | | | |
| ÜBERPRÜFEN, zu wenig Zulauf! | | | | | |
| Messaufzeichnung Zulauf 10,733 L -> wahrscheinlich falsch, | | | | | |
| daher wurde Startwert von nachfolgender Messung herangezogen | | | | | |

| 1. Wiederholung Sapf.3 | | Materialbezeichnung | |
|------------------------|--------------|---------------------|--|
| ZULAUF: | | | |
| davor | 10.673,20 L | | |
| danach | 10.696,85 L | | |
| Befüllte Liter | 23,65 L | 23.650,00 ml | |
| ABLAUF: | | | |
| Schlauchwasser | 340 ml | | |
| Ausgusswasser | 285 ml | | |
| Zylinderwasser | 16.457 ml | | |
| Restwasser | 142 ml | | |
| | 17.224,00 ml | | |
| Pegelhöhe: | 72,50 cm | | |
| Überstauwasser: | 11,50 cm | | |
| Zylinder Nr.: | Z3 | | |
| Drainschicht: | Aquakies | | |
| Datum: | 05.-08.08.16 | | |
| Messbeginn: | 09:08 Uhr | | |
| Messende: | 13:08 Uhr | | |

| 1. Wiederholung SBS.1.u | | Materialbezeichnung | |
|-------------------------|-------------------------|---------------------|--|
| ZULAUF: | | | |
| davor | 10.719,00 L | | |
| danach | 10.741,48 L | 10.741,48 | |
| Befüllte Liter | 22,48 L | 22.480,00 ml | |
| ABLAUF: | | | |
| Schlauchwasser | 240 ml (in diesem Fall) | | |
| Ausgusswasser | 280 ml | | |
| Zylinderwasser | 16.581 ml | | |
| Restwasser | 63 ml | | |
| | 17.164,00 ml | | |
| Pegelhöhe: | 68,25 cm | | |
| Überstauwasser: | 7,25 cm | | |
| Zylinder Nr.: | Z2 | | |
| Drainschicht: | Aquakies | | |
| Datum: | 05.-08.08.16 | | |
| Messbeginn: | 09:35 Uhr | | |
| Messende: | 13:30 Uhr | | |

| | | | |
|------------------------|--------------|---------------------|--|
| 1 Wiederholung SBS.2.0 | | Materialbezeichnung | |
| ZULAUF: | | | |
| davor | 10.696,85 L | | |
| danach | 10.719,00 L | | |
| Befüllte Liter | 22,15 L | 22.150,00 ml | |
| ABLAUF: | | | |
| Schlauchwasser | 139 ml | | |
| Ausgusswasser | 280 ml | | |
| Zylinderwasser | 16.740 ml | | |
| Restwasser | 142 ml | | |
| | 17.301,00 ml | | |
| Pegelhöhe: | 68,00 cm | | |
| Überstauwasser: | 7,00 cm | | |
| Zylinder Nr.: | Z1 | | |
| Drainschicht: | Granit | | |
| Datum: | 05.-08.08.16 | | |
| Messbeginn: | 09:55 Uhr | | |
| Messende: | 14:58 Uhr | | |

| Schüssel | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|---------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-------------|
| Schüssel 1 | 92 g | brutto 725 g netto 633 g | brutto 619 g netto 527 g | 106 g | 22,32 Vol.% |
| Schüssel 2 | 94 g | brutto 721 g netto 627 g | brutto 625 g netto 531 g | 96 g | 20,21 Vol.% |
| Schüssel 3 | 95 g | brutto 724 g netto 629 g | brutto 618 g netto 523 g | 106 g | 22,32 Vol.% |
| Mittelwert: 102,7 g | | | | | 21,61 Vol.% |

Schüsselvolumen: 475 cm3

Porenvolumen: Kies Substrat
39,5 % 45,52 %

P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100

Anmerkungen:
Drainschicht ist 26cm.
Unten Granit und oben Aquakies
schwieriger Einbau - Verdichtung nicht möglich.
Bauart ähnlich structural soil

| | | |
|---|----|---------------------------|
| Berechnung VWC Substrat | | |
| Zylinder | | 660,52 cm ³ |
| Durchmesser | 29 | |
| Volumen Kies (25+5) | | 20.476,12 cm ³ |
| Höhe unten | 26 | |
| Höhe oben | 5 | |
| Volumen Substrat (30) | 30 | 19.815,60 cm ³ |
| Wasser in Drainmaterial | | 1.023,81 |
| VWC | 5 | |
| Zulauf | | 22.150,00 ml |
| minus Zylinderwasser | | 16.740,00 ml |
| minus Restwasser | | 142,00 ml |
| im Zylinder gehaltenes Was: | | 5.268,00 ml |
| W_Substrat | | 4.244,19 |
| VWC_Substrat | | 21,42 % |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | | |

| | | | |
|-----------------------|--------------|---------------------|--|
| 1 Wiederholung SaPf.2 | | Materialbezeichnung | |
| ZULAUF: | | | |
| davor | 10.741,48 L | | |
| danach | 10.744,70 L | | |
| Befüllte Liter | 3,22 L | 3.220,00 ml | |
| ABLAUF: | | | |
| Schlauchwasser | 340 ml | | |
| Ausgusswasser | 115 ml | | |
| Zylinderwasser | 2.290 ml | | |
| Restwasser | 142 ml | | |
| | 2.887,00 ml | | |
| Pegelhöhe: | 70,75 cm | | |
| Überstauwasser: | 10,75 cm | | |
| Zylinder Nr.: | kleine | | |
| Drainschicht: | Aquakies | | |
| Datum: | 08.-09.08.16 | | |
| Messbeginn: | 10:50 Uhr | | |
| Messende: | 15:38 Uhr | | |

| Schüssel | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|---------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-------------|
| Schüssel 1 | 95 g | brutto 677 g netto 582 g | brutto 563 g netto 468 g | 114 g | 24,00 Vol.% |
| Schüssel 2 | 92 g | brutto 683 g netto 591 g | brutto 553 g netto 461 g | 130 g | 27,37 Vol.% |
| Schüssel 3 | 91 g | brutto 729 g netto 638 g | brutto 578 g netto 487 g | 151 g | 31,79 Vol.% |
| Mittelwert: 131,7 g | | | | | 27,72 Vol.% |

Schüsselvolumen: 475 cm3

Porenvolumen: Kies Substrat
39,5 % 42,02 %

P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100

Anmerkungen:
Drainschicht ist 25cm.

| | | |
|---|----|--------------------------|
| Berechnung VWC Substrat | | |
| Zylinder | | 78,54 cm ² |
| Durchmesser | 10 | |
| Volumen Kies (25+5) | | 2.356,19 cm ³ |
| Höhe unten | 25 | |
| Höhe oben | 5 | |
| Volumen Substrat (30) | 30 | 2.356,19 cm ³ |
| Wasser in Drainmaterial | | 117,81 |
| VWC | 5 | |
| Zulauf | | 3.220,00 ml |
| minus Zylinderwasser | | 2.290,00 ml |
| minus Restwasser | | 142,00 ml |
| im Zylinder gehaltenes Was: | | 788,00 ml |
| W_Substrat | | 670,19 |
| VWC_Substrat | | 28,44 % |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | | |

| | | | |
|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 1 Wiederholung | | SBS.2.u | Materialbezeichnung |
| ZULAUF: | | | |
| davor | 10.744,80 L | | |
| danach | 10.767,25 L | | |
| Befüllte Liter | 22,45 L | 22.450,00 ml | |
| ABLAUF: | | | |
| Schlauchwasser | 139 ml | | |
| Ausgusswasser | 280 ml | | |
| Zylinderwasser | 18.200 ml | | |
| Restwasser | 156 ml | | |
| | 18.775,00 ml | | |
| Pegelhöhe: | 71,00 cm | | |
| Überstauwasser: | 10,75 cm | | |
| Zylinder Nr*: | Z1 | | |
| Drainschicht: | Aquakies | | |
| Datum: | 08.-09.08.16 | | |
| Messbeginn: | 10:40 Uhr | | |
| Messende: | 14:31 Uhr | | |

| Schüssel | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|-------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-------------|
| Schüssel 1 | 95 g | brutto 839 g netto 744 g | brutto 757 g netto 662 g | 82 g | 17,26 Vol.% |
| Schüssel 2 | 94 g | brutto 694 g netto 600 g | brutto 605 g netto 511 g | 89 g | 18,74 Vol.% |
| Schüssel 3 | 90 g | brutto 788 g netto 698 g | brutto 704 g netto 614 g | 84 g | 17,68 Vol.% |
| Mittelwert: | | | | | |
| 85,0 g | | | | | 17,89 Vol.% |

| | |
|---|----------------|
| Schüsselvolumen: 475 cm3 | |
| Porenvolumen: | Kies Substrat |
| | 39,5 % 34,53 % |
| P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | |
| Anmerkungen: | |
| Drainschicht ist 26cm | |
| Verdichtung nicht möglich. | |

| | |
|---|---------------------------|
| Berechnung VWC Substrat | |
| Zylinder | 660,52 cm ² |
| Durchmesser | 29 |
| Volumen Kies (25+5) | 20.476,12 cm ³ |
| Höhe unten | 26 |
| Höhe oben | 5 |
| Volumen Substrat (30) | 19.815,60 cm ³ |
| Höhe | 30 |
| Wasser in Drainmaterial | 1.023,81 |
| VWC | 5 |
| Zulauf | 22.450,00 ml |
| minus Zylinderwasser | 18.200,00 ml |
| minus Restwasser | 156,00 ml |
| im Zylinder gehaltenes Was: | 4.094,00 ml |
| W_Substrat | 3.070,19 |
| VWC_Substrat | 15,49 % |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | |

| | | | |
|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 1 Wiederholung | | SBS.1.o | Materialbezeichnung |
| ZULAUF: | | | |
| davor | 10.767,70 L | | |
| danach | 10.791,10 L | | |
| Befüllte Liter | 23,4 L | 23.400,00 ml | |
| ABLAUF: | | | |
| Schlauchwasser | 320 ml | | |
| Ausgusswasser | 280 ml | | |
| Zylinderwasser | 18.075 ml | | |
| Restwasser | 209 ml | | |
| | 18.884,00 ml | | |
| Pegelhöhe: | 66,75 cm | | |
| Überstauwasser: | 5,75 cm | | |
| Zylinder Nr*: | Z2 | | |
| Drainschicht: | Granit | | |
| Datum: | 08.-09.08.16 | | |
| Messbeginn: | 10:28 Uhr | | |
| Messende: | 14:13 Uhr | | |

| Schüssel | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|-------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-------------|
| Schüssel 1 | 91 g | brutto 664 g netto 573 g | brutto 542 g netto 451 g | 122 g | 25,68 Vol.% |
| Schüssel 2 | 95 g | brutto 691 g netto 596 g | brutto 554 g netto 459 g | 137 g | 28,84 Vol.% |
| Schüssel 3 | 93 g | brutto 681 g netto 588 g | brutto 561 g netto 468 g | 120 g | 25,26 Vol.% |
| Mittelwert: | | | | | |
| 126,3 g | | | | | 26,60 Vol.% |

| | |
|---|----------------|
| Schüsselvolumen: 475 cm3 | |
| Porenvolumen: | Kies Substrat |
| | 39,5 % 55,08 % |
| P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | |
| Anmerkungen: | |
| Drainschicht ist 26cm | |

| | |
|---|---------------------------|
| Berechnung VWC Substrat | |
| Zylinder | 660,52 cm ² |
| Durchmesser | 29 |
| Volumen Kies (25+5) | 20.476,12 cm ³ |
| Höhe unten | 26 |
| Höhe oben | 5 |
| Volumen Substrat (30) | 19.815,60 cm ³ |
| Höhe | 30 |
| Wasser in Drainmaterial | 1.023,81 |
| VWC | 5 |
| Zulauf | 23.400,00 ml |
| minus Zylinderwasser | 18.075,00 ml |
| minus Restwasser | 209,00 ml |
| im Zylinder gehaltenes Was: | 5.116,00 ml |
| W_Substrat | 4.092,19 |
| VWC_Substrat | 20,65 % |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | |

1. Wiederholung SaPf.4

Materialbezeichnung

| | |
|-----------------|-------------------|
| ZULAUFL: | |
| davor | 10.791,05 L |
| danach | 10.813,05 L |
| Befüllte Liter | 22 L 22.000,00 ml |
| ABLAUF: | |
| Schlauchwasser | 320 ml |
| Ausgusswasser | 285 ml |
| Zylinderwasser | 17.500 ml |
| Restwasser | 180 ml |
| | 18.285,00 ml |
| Pegelhöhe: | 66,00 cm |
| Überstauwasser: | 5,00 cm |
| Zylinder Nr*: | Z3 |
| Drainschicht: | u. Gr. o. A. |
| Datum: | 08.-09.08.16 |
| Messbeginn: | 10:17 Uhr |
| Messende: | 14:00 Uhr |

| Schüssel | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-------------|
| Schüssel 1 | 95 g | brutto 620 g netto 525 g | brutto 538 g netto 443 g | 82 g | 17,26 Vol.% |
| Schüssel 2 | 96 g | brutto 659 g netto 563 g | brutto 562 g netto 466 g | 97 g | 20,42 Vol.% |
| Schüssel 3 | 91 g | brutto 588 g netto 497 g | brutto 515 g netto 424 g | 73 g | 15,37 Vol.% |
| Mittelwert: 84,0 g | | | | | 17,68 Vol.% |
| Schüsselvolumen: 475 cm3 | | | | | |
| Porenvolumen: Kies Substrat | | | | | |
| Kies 39,5 % | | | | | |
| Substrat 50,49 % | | | | | |
| P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | | | | | |
| Anmerkungen: | | | | | |
| Drainschicht ist 26cm | | | | | |

Berechnung VWC Substrat

| | |
|---|---------------------------|
| Zylinder | 660,52 cm ² |
| Durchmesser | 29 |
| Volumen Kies (25+5) | 20.476,12 cm ³ |
| Höhe unten | 26 |
| Höhe oben | 5 |
| Volumen Substrat (30) | 19.815,60 cm ³ |
| Höhe | 30 |
| Wasser in Drainmaterial | 1.023,81 |
| VWC | 5 |
| Zulauf | 22.000,00 ml |
| minus Zylinderwasser | 17.500,00 ml |
| minus Restwasser | 180,00 ml |
| im Zylinder gehaltenes Was: | 4.320,00 ml |
| W_Substrat | 3.296,19 |
| VWC_Substrat | 16,63 % |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | |

1. Wiederholung SaPf.1

Materialbezeichnung

| | |
|-----------------|-------------------|
| ZULAUFL: | |
| davor | 10.850,00 L |
| danach | 10.870,00 L |
| Befüllte Liter | 20 L 20.000,00 ml |
| ABLAUF: | |
| Schlauchwasser | 320 ml |
| Ausgusswasser | 290 ml |
| Zylinderwasser | 17.000 ml |
| Restwasser | 232 ml |
| | 17.842,00 ml |
| Pegelhöhe: | 65,50 cm |
| Überstauwasser: | 4,50 cm |
| Zylinder Nr*: | Z2 |
| Drainschicht: | Aquakies |
| Datum: | 09.-10.08.16 |
| Messbeginn: | 08:40 Uhr |
| Messende: | 12:40 Uhr |

| Schüssel | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-------------|
| Schüssel 1 | 91 g | brutto 764 g netto 673 g | brutto 669 g netto 578 g | 95 g | 20,00 Vol.% |
| Schüssel 2 | 90 g | brutto 769 g netto 679 g | brutto 665 g netto 575 g | 104 g | 21,89 Vol.% |
| Schüssel 3 | 93 g | brutto 719 g netto 626 g | brutto 635 g netto 542 g | 84 g | 17,68 Vol.% |
| Mittelwert: 94,3 g | | | | | 19,86 Vol.% |
| Schüsselvolumen: 475 cm3 | | | | | |
| Porenvolumen: Kies Substrat | | | | | |
| Kies 39,5 % | | | | | |
| Substrat 42,04 % | | | | | |
| P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | | | | | |
| Anmerkungen: | | | | | |
| Drainschicht ist 26cm | | | | | |
| feuchter Kies | | | | | |
| Säulenmessung inklusive Schlauchwasser + Ausguss | | | | | |
| VWC_Substrat bei 8,8% kann nicht sein! | | | | | |

Berechnung VWC Substrat

| | |
|---|---------------------------|
| Zylinder | 660,52 cm ² |
| Durchmesser | 29 |
| Volumen Kies (25+5) | 20.476,12 cm ³ |
| Höhe unten | 26 |
| Höhe oben | 5 |
| Volumen Substrat (30) | 19.815,60 cm ³ |
| Höhe | 30 |
| Wasser in Drainmaterial | 1.023,81 |
| VWC | 5 |
| Zulauf | 20.000,00 ml |
| minus Zylinderwasser | 17.000,00 ml |
| minus Restwasser | 232,00 ml |
| im Zylinder gehaltenes Was: | 2.768,00 ml |
| W_Substrat | 1.744,19 |
| VWC_Substrat | 8,80 % |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | |

| 1 Wiederholung | | SaSp.1 | Materialbezeichnung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|-----------|-------------|-----------------------|----------------|----|---------------------|--------------------------|------------|----|------------|------|-----------------------------|-----------------------------|------|-------|-------------------------|------------|------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------|-------------|------------------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|------------|--------|--------------|---------|---|-------------|--|--------|-------|-------|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| ZULAUF: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| davor | 10.870,00 L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| danach | 10.872,50 L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Befüllte Liter | 2,5 L | 2.500,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABLAUF: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schlauchwasser | 340 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ausgusswasser | 115 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zylinderwasser | 1.790 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Restwasser | 320 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.565,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pegelhöhe: | 64,50 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Überstauwasser: | 4,50 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zylinder Nr*: | kleine | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Drainschicht: | Aquakies | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Datum: | 09.-10.08.16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Messbeginn: | 09:05 Uhr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Messende: | 13:45 Uhr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Berechnung VWC Substrat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zylinder</td> <td>78,54 cm²</td> </tr> <tr> <td>Durchmesser</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Volumen Kies (25+5)</td> <td>2.356,19 cm³</td> </tr> <tr> <td>Höhe unten</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Höhe oben</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Volumen Substrat (30)</td> <td>2.356,19 cm³</td> </tr> <tr> <td>Höhe</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Wasser in Drainmaterial</td> <td>117,81</td> </tr> <tr> <td>VWC</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Zulauf</td> <td>2.500,00 ml</td> </tr> <tr> <td>minus Zylinderwasser</td> <td>1.790,00 ml</td> </tr> <tr> <td>minus Restwasser</td> <td>320,00 ml</td> </tr> <tr> <td>im Zylinder gehaltenes Was:</td> <td>990,00 ml</td> </tr> <tr> <td>W_Substrat</td> <td>272,19</td> </tr> <tr> <td>VWC_Substrat</td> <td>11,55 %</td> </tr> <tr> <td>Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | Berechnung VWC Substrat | | Zylinder | 78,54 cm ² | Durchmesser | 10 | Volumen Kies (25+5) | 2.356,19 cm ³ | Höhe unten | 25 | Höhe oben | 5 | Volumen Substrat (30) | 2.356,19 cm ³ | Höhe | 30 | Wasser in Drainmaterial | 117,81 | VWC | 5 | Zulauf | 2.500,00 ml | minus Zylinderwasser | 1.790,00 ml | minus Restwasser | 320,00 ml | im Zylinder gehaltenes Was: | 990,00 ml | W_Substrat | 272,19 | VWC_Substrat | 11,55 % | Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Berechnung VWC Substrat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zylinder | 78,54 cm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Durchmesser | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen Kies (25+5) | 2.356,19 cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe unten | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe oben | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen Substrat (30) | 2.356,19 cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wasser in Drainmaterial | 117,81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VWC | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zulauf | 2.500,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| minus Zylinderwasser | 1.790,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| minus Restwasser | 320,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| im Zylinder gehaltenes Was: | 990,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W_Substrat | 272,19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VWC_Substrat | 11,55 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Schüsselgewicht</th> <th colspan="2">Nassgewicht</th> <th colspan="2">Trockengewicht</th> <th colspan="2">Differenz</th> <th colspan="2">WKP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Schüssel 1</td> <td>94 g</td> <td>brutto 625 g netto 531 g</td> <td>brutto 527 g netto 433 g</td> <td>98 g</td> <td>20,63</td> <td>Vol.%</td> </tr> <tr> <td>Schüssel 2</td> <td>95 g</td> <td>brutto 600 g netto 505 g</td> <td>brutto 503 g netto 408 g</td> <td>97 g</td> <td>20,42</td> <td>Vol.%</td> </tr> <tr> <td>Schüssel 3</td> <td>91 g</td> <td>brutto 614 g netto 523 g</td> <td>brutto 532 g netto 441 g</td> <td>82 g</td> <td>17,26</td> <td>Vol.%</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Mittelwert:</td> <td>92,3 g</td> <td>19,44</td> <td>Vol.%</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Schüsselvolumen: 475 cm³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Porenvolumen: Kies Substrat</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td colspan="5">32,29 %</td> </tr> <tr> <td colspan="5">P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Anmerkungen: VWC von Schälchen nehmen. Prüffehler.</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Säulenmessung inklusive Schlauchwasser + Ausguss</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Überprüfen! Zu viel ablauf ca 300ml zu viel entweder vom restwasser oder vom Zylinderwasser</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Drainschicht ist 26cm / feuchter Kies</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | Schüsselgewicht | | Nassgewicht | | Trockengewicht | | Differenz | | WKP | | Schüssel 1 | 94 g | brutto 625 g netto 531 g | brutto 527 g netto 433 g | 98 g | 20,63 | Vol.% | Schüssel 2 | 95 g | brutto 600 g netto 505 g | brutto 503 g netto 408 g | 97 g | 20,42 | Vol.% | Schüssel 3 | 91 g | brutto 614 g netto 523 g | brutto 532 g netto 441 g | 82 g | 17,26 | Vol.% | | | Mittelwert: | | 92,3 g | 19,44 | Vol.% | Schüsselvolumen: 475 cm ³ | | | | | | | | | | Porenvolumen: Kies Substrat | | | | | | | | | | | | | | | 32,29 % | | | | | P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | | | | | | | | | | Anmerkungen: VWC von Schälchen nehmen. Prüffehler. | | | | | | | | | | Säulenmessung inklusive Schlauchwasser + Ausguss | | | | | | | | | | Überprüfen! Zu viel ablauf ca 300ml zu viel entweder vom restwasser oder vom Zylinderwasser | | | | | | | | | | Drainschicht ist 26cm / feuchter Kies | | | | | | | | | |
| Schüsselgewicht | | Nassgewicht | | Trockengewicht | | Differenz | | WKP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schüssel 1 | 94 g | brutto 625 g netto 531 g | brutto 527 g netto 433 g | 98 g | 20,63 | Vol.% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schüssel 2 | 95 g | brutto 600 g netto 505 g | brutto 503 g netto 408 g | 97 g | 20,42 | Vol.% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schüssel 3 | 91 g | brutto 614 g netto 523 g | brutto 532 g netto 441 g | 82 g | 17,26 | Vol.% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Mittelwert: | | 92,3 g | 19,44 | Vol.% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schüsselvolumen: 475 cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Porenvolumen: Kies Substrat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 32,29 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anmerkungen: VWC von Schälchen nehmen. Prüffehler. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Säulenmessung inklusive Schlauchwasser + Ausguss | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Überprüfen! Zu viel ablauf ca 300ml zu viel entweder vom restwasser oder vom Zylinderwasser | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Drainschicht ist 26cm / feuchter Kies | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 1 Wiederholung | | WBS.u | Materialbezeichnung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|-------------------------|-----------|-------------|------------------------|----------------|----|---------------------|---------------------------|------------|----|------------|------|------------------------------|------------------------------|------|-------|-------------------------|------------|------|------------------------------|-----------------------------|--------------|----------------------|--------------|------------------|----------|-------------------------------|------------------------------|------------|----------|--------------|---------|---|-------------|--|--------|-------|-------|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| ZULAUF: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| davor | 10.832,00 L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| danach | 10.850,00 L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Befüllte Liter | 18 L | 18.000,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABLAUF: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schlauchwasser | 138 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ausgusswasser | 265 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zylinderwasser | 15.111 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Restwasser | 79 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15.593,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pegelhöhe: | 61,25 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Überstauwasser: | 6,75 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zylinder Nr*: | Z1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Drainschicht: | A.o./G.u. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Datum: | 09.-10.08.16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Messbeginn: | 08:58 Uhr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Messende: | 13:21 Uhr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Berechnung VWC Substrat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zylinder</td> <td>660,52 cm²</td> </tr> <tr> <td>Durchmesser</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>Volumen Kies (25+5)</td> <td>20.476,12 cm³</td> </tr> <tr> <td>Höhe unten</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>Höhe oben</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Volumen Substrat (30)</td> <td>15.522,22 cm³</td> </tr> <tr> <td>Höhe</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Wasser in Drainmaterial</td> <td>1.023,81</td> </tr> <tr> <td>VWC</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Zulauf</td> <td>18.000,00 ml</td> </tr> <tr> <td>minus Zylinderwasser</td> <td>15.111,00 ml</td> </tr> <tr> <td>minus Restwasser</td> <td>79,00 ml</td> </tr> <tr> <td>im Zylinder gehaltenes Was:</td> <td>2.810,00 ml</td> </tr> <tr> <td>W_Substrat</td> <td>1.786,19</td> </tr> <tr> <td>VWC_Substrat</td> <td>11,51 %</td> </tr> <tr> <td>Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | Berechnung VWC Substrat | | Zylinder | 660,52 cm ² | Durchmesser | 29 | Volumen Kies (25+5) | 20.476,12 cm ³ | Höhe unten | 26 | Höhe oben | 5 | Volumen Substrat (30) | 15.522,22 cm ³ | Höhe | 24 | Wasser in Drainmaterial | 1.023,81 | VWC | 5 | Zulauf | 18.000,00 ml | minus Zylinderwasser | 15.111,00 ml | minus Restwasser | 79,00 ml | im Zylinder gehaltenes Was: | 2.810,00 ml | W_Substrat | 1.786,19 | VWC_Substrat | 11,51 % | Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Berechnung VWC Substrat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zylinder | 660,52 cm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Durchmesser | 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen Kies (25+5) | 20.476,12 cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe unten | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe oben | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen Substrat (30) | 15.522,22 cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wasser in Drainmaterial | 1.023,81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VWC | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zulauf | 18.000,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| minus Zylinderwasser | 15.111,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| minus Restwasser | 79,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| im Zylinder gehaltenes Was: | 2.810,00 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W_Substrat | 1.786,19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VWC_Substrat | 11,51 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Schüsselgewicht</th> <th colspan="2">Nassgewicht</th> <th colspan="2">Trockengewicht</th> <th colspan="2">Differenz</th> <th colspan="2">WKP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Schüssel 1</td> <td>95 g</td> <td>brutto 1072 g netto 977 g</td> <td>brutto 1002 g netto 907 g</td> <td>70 g</td> <td>14,74</td> <td>Vol.%</td> </tr> <tr> <td>Schüssel 2</td> <td>94 g</td> <td>brutto 1037 g netto 943 g</td> <td>brutto 969 g netto 875 g</td> <td>68 g</td> <td>14,32</td> <td>Vol.%</td> </tr> <tr> <td>Schüssel 3</td> <td>95 g</td> <td>brutto 1097 g netto 1002 g</td> <td>brutto 1011 g netto 916 g</td> <td>86 g</td> <td>18,11</td> <td>Vol.%</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Mittelwert:</td> <td>74,7 g</td> <td>15,72</td> <td>Vol.%</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Schüsselvolumen: 475 cm³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Porenvolumen: Kies Substrat</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td colspan="5">32,54 %</td> </tr> <tr> <td colspan="5">P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Anmerkungen:</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Drainschicht ist 26cm / feuchter Kies</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">VWC_Substrat kann nicht stimmen.</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Säulenmessung inklusive Schlauchwasser + Ausguss</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Substratschicht NUR 23,5cm!</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | Schüsselgewicht | | Nassgewicht | | Trockengewicht | | Differenz | | WKP | | Schüssel 1 | 95 g | brutto 1072 g netto 977 g | brutto 1002 g netto 907 g | 70 g | 14,74 | Vol.% | Schüssel 2 | 94 g | brutto 1037 g netto 943 g | brutto 969 g netto 875 g | 68 g | 14,32 | Vol.% | Schüssel 3 | 95 g | brutto 1097 g netto 1002 g | brutto 1011 g netto 916 g | 86 g | 18,11 | Vol.% | | | Mittelwert: | | 74,7 g | 15,72 | Vol.% | Schüsselvolumen: 475 cm ³ | | | | | | | | | | Porenvolumen: Kies Substrat | | | | | | | | | | | | | | | 32,54 % | | | | | P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | | | | | | | | | | Anmerkungen: | | | | | | | | | | Drainschicht ist 26cm / feuchter Kies | | | | | | | | | | VWC_Substrat kann nicht stimmen. | | | | | | | | | | Säulenmessung inklusive Schlauchwasser + Ausguss | | | | | | | | | | Substratschicht NUR 23,5cm! | | | | | | | | | |
| Schüsselgewicht | | Nassgewicht | | Trockengewicht | | Differenz | | WKP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schüssel 1 | 95 g | brutto 1072 g netto 977 g | brutto 1002 g netto 907 g | 70 g | 14,74 | Vol.% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schüssel 2 | 94 g | brutto 1037 g netto 943 g | brutto 969 g netto 875 g | 68 g | 14,32 | Vol.% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schüssel 3 | 95 g | brutto 1097 g netto 1002 g | brutto 1011 g netto 916 g | 86 g | 18,11 | Vol.% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Mittelwert: | | 74,7 g | 15,72 | Vol.% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schüsselvolumen: 475 cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Porenvolumen: Kies Substrat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 32,54 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anmerkungen: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Drainschicht ist 26cm / feuchter Kies | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VWC_Substrat kann nicht stimmen. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Säulenmessung inklusive Schlauchwasser + Ausguss | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Substratschicht NUR 23,5cm! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1 Wiederholung WBS.o Materialbezeichnung

| | |
|-----------------|----------------------|
| ZULAUFE: | |
| davor | 10.813,05 L |
| danach | 10.832,00 L |
| Befüllte Liter | 18,95 L 18.950,00 ml |
| ABLAUFE: | |
| Schlauchwasser | 332 ml |
| Ausgusswasser | 285 ml |
| Zylinderwasser | 14.950 ml |
| Restwasser | 261 ml |
| | 15.828,00 ml |
| Pegelhöhe: | 64,00 cm |
| Überstauwasser: | 3,00 cm |
| Zylinder Nr.: | Z3 |
| Drainschicht: | Granit |
| Datum: | 09.-10.08.16 |
| Messbeginn: | 08:50 Uhr |
| Messende: | 12:59 Uhr |

| | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|--------------|
| Schüssel 1 | 95 g brutto netto | 677 g brutto netto | 520 g brutto netto | 157 g | 33,05 Vol. % |
| Schüssel 2 | 92 g brutto netto | 696 g brutto netto | 528 g brutto netto | 168 g | 35,37 Vol. % |
| Schüssel 3 | 91 g brutto netto | 856 g brutto netto | 631 g brutto netto | 225 g | 47,37 Vol. % |
| | | | | Mittelwert: 183,3 g | 38,60 Vol. % |

| | |
|---|---------------------------------|
| Schüsselvolumen: | 475 cm3 |
| Porenvolumen: | Kies Substrat 39,5 % 41,70 % |
| P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | |
| Anmerkungen: | |
| Drainschicht ist 26cm / feuchter Kies | |
| Säulenmessung inklusive Schlauchwasser + Ausguss | |
| WVC passt nicht | |

| | |
|---|---------------------------|
| Berechnung VWC Substrat | |
| Zylinder | 660,52 cm ² |
| Durchmesser | 29 |
| Volumen Kies (25+5) | 20.476,12 cm ³ |
| Höhe unten | 26 |
| Höhe oben | 5 |
| Volumen Substrat (30) | 19.815,60 cm ³ |
| Höhe | 30 |
| Wasser in Drainmaterial | 1.023,81 |
| WVC | 5 |
| Zulauf | 18.950,00 ml |
| minus Zylinderwasser | 14.950,00 ml |
| minus Restwasser | 261,00 ml |
| im Zylinder gehaltenes Was: | 3.739,00 ml |
| W_Substrat | 2.715,19 |
| WVC_Substrat | 13,70 % |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | |

1 Wiederholung SBS.2.u Materialbezeichnung

| | |
|-----------------|---------------------|
| ZULAUFE: | |
| davor | 10.933,00 L |
| danach | 10.953,00 L |
| Befüllte Liter | 20 L 20000,00 ml |
| ABLAUFE: | |
| Schlauchwasser | 141 ml |
| Ausgusswasser | 280 ml |
| Zylinderwasser | 15.277 ml |
| Restwasser | 51 ml |
| | 15.749,00 ml |
| Pegelhöhe: | 67,30 cm |
| Überstauwasser: | 7,30 cm |
| Zylinder Nr.: | Z1 |
| Drainschicht: | Aquakies |
| Datum: | 11.,12.1.2017 |
| Messbeginn: | 12:18 |
| Messende: | 16:17 |

| | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------------|
| Schüssel 1 | 91 g brutto netto | 727 g brutto netto | 628 g brutto netto | 99 g | 20,84 Vol. % |
| Schüssel 2 | 92 g brutto netto | 711 g brutto netto | 619 g brutto netto | 92 g | 19,37 Vol. % |
| Schüssel 3 | 92 g brutto netto | 739 g brutto netto | 640 g brutto netto | 99 g | 20,84 Vol. % |
| | | | | Mittelwert: 96,7 g | 20,35 Vol. % |

| | |
|---|---------------------------------|
| Schüsselvolumen: | 475 cm3 |
| Porenvolumen: | Kies Substrat 39,5 % 34,97 % |
| P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | |
| Anmerkungen: | keine |

| | |
|---|--------------------------|
| Berechnung VWC Substrat | |
| Zylinder | 660,52 cm ² |
| Durchmesser | 29 |
| Volumen Kies (25+5) | 19815,60 cm ³ |
| Höhe unten | 25 |
| Höhe oben | 5 |
| Volumen Substrat (30) | 19815,60 cm ³ |
| Höhe | 30 |
| Wasser in Drainmaterial | 990,78 |
| WVC | 5 |
| Zulauf | 20000,00 ml |
| minus Zylinderwasser | 15.277 ml |
| minus Restwasser | 51 ml |
| im Zylinder gehaltenes Was: | 4672,00 ml |
| W_Substrat | 3681,22 |
| WVC_Substrat | 18,58 % |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | |

| 2 Wiederholung | | SBS.2.u | Materialbezeichnung |
|-----------------|---------------|-------------|---------------------|
| ZULAUFE: | | | |
| davor | 10.908,00 L | | |
| danach | 10.933,00 L | | |
| Befüllte Liter | 25 L | 25000,00 ml | |
| ABLAUFE: | | | |
| Schlauchwasser | 315 ml | | |
| Ausgusswasser | 280 ml | | |
| Zylinderwasser | 19.369 ml | | |
| Restwasser | 50 ml | | |
| | 20.014,00 ml | | |
| Pegelhohe: | 74,10 cm | | |
| Überstauwasser: | 14,10 cm | | |
| Zylinder Nr.: | Z2 | | |
| Drainschicht: | Aquakies | | |
| Datum: | 11.,12.1.2017 | | |
| Messbeginn: | 12:58 | | |
| Messende: | 16:58 | | |

| | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-------------|
| Schüssel 1 | 95 g | brutto 674 g netto 579 g | brutto 587 g netto 492 g | 87 g | 18,32 Vol.% |
| Schüssel 2 | 95 g | brutto 716 g netto 621 g | brutto 629 g netto 534 g | 87 g | 18,32 Vol.% |
| Schüssel 3 | 95 g | brutto 792 g netto 637 g | brutto 624 g netto 529 g | 108 g | 22,74 Vol.% |
| | | | Mittelwert: | 94,0 g | 19,79 Vol.% |
| Schüsselvolumen: 475 cm3 | | | | | |
| Porenvolumen: Kies Substrat | | | | | |
| Kies 39,5 % Substrat 36,66 % | | | | | |
| P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | | | | | |
| Anmerkungen: keine | | | | | |

| Berechnung VWC Substrat | | | |
|---|--------------------------|--|--|
| Zylinder | 660,52 cm ² | | |
| Durchmesser | 29 | | |
| Volumen Kies (25+5) | 19815,60 cm ³ | | |
| Höhe unten | 25 | | |
| Höhe oben | 5 | | |
| Volumen Substrat (30) | 19815,60 cm ³ | | |
| Höhe | 30 | | |
| Wasser in Drainmaterial | 990,78 | | |
| VWC | 5 | | |
| Zulauf | 25000,00 ml | | |
| minus Zylinderwasser | 19.369 ml | | |
| minus Restwasser | 50 ml | | |
| im Zylinder gehaltenes Was: | 5581,00 ml | | |
| W_Substrat | 4590,22 | | |
| VWC_Substrat | 23,16 % | | |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | | | |

| 3 Wiederholung | | SBS.2.u | Materialbezeichnung |
|-----------------|---------------|-------------|---------------------|
| ZULAUFE: | | | |
| davor | 10.890,00 L | | |
| danach | 10.908,00 L | | |
| Befüllte Liter | 18 L | 18000,00 ml | |
| ABLAUFE: | | | |
| Schlauchwasser | 330 ml | | |
| Ausgusswasser | 280 ml | | |
| Zylinderwasser | 13.304 ml | | |
| Restwasser | 58 ml | | |
| | 13.972,00 ml | | |
| Pegelhohe: | 66,00 cm | | |
| Überstauwasser: | 6,00 cm | | |
| Zylinder Nr.: | Z3 | | |
| Drainschicht: | Aquakies | | |
| Datum: | 11.,12.1.2017 | | |
| Messbeginn: | 12:18 | | |
| Messende: | 16:17 | | |

| | Schüsselgewicht | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-------------|
| Schüssel 1 | 94 g | brutto 695 g netto 601 g | brutto 609 g netto 515 g | 86 g | 18,11 Vol.% |
| Schüssel 2 | 94 g | brutto 646 g netto 552 g | brutto 549 g netto 455 g | 97 g | 20,42 Vol.% |
| Schüssel 3 | 94 g | brutto 696 g netto 602 g | brutto 596 g netto 502 g | 100 g | 21,05 Vol.% |
| | | | Mittelwert: | 94,3 g | 19,86 Vol.% |
| Schüsselvolumen: 475 cm3 | | | | | |
| Porenvolumen: Kies Substrat | | | | | |
| Kies 39,5 % Substrat 28,26 % | | | | | |
| P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | | | | | |
| Anmerkungen: | | | | | |

| Berechnung VWC Substrat | | | |
|---|--------------------------|--|--|
| Zylinder | 660,52 cm ² | | |
| Durchmesser | 29 | | |
| Volumen Kies (25+5) | 19815,60 cm ³ | | |
| Höhe unten | 25 | | |
| Höhe oben | 5 | | |
| Volumen Substrat (30) | 19815,60 cm ³ | | |
| Höhe | 30 | | |
| Wasser in Drainmaterial | 990,78 | | |
| VWC | 5 | | |
| Zulauf | 18000,00 ml | | |
| minus Zylinderwasser | 13.304 ml | | |
| minus Restwasser | 58 ml | | |
| im Zylinder gehaltenes Was: | 4638,00 ml | | |
| W_Substrat | 3647,22 | | |
| VWC_Substrat | 18,41 % | | |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | | | |

1 Wiederholung SaPf.1

Materialbezeichnung

| | |
|-----------------|--------------------|
| ZULAUF: | |
| davor | 10.885,00 L |
| danach | 10.887,00 L |
| Befüllte Liter | 2 L 2000,00 ml |
| ABLAUF: | |
| Schlauchwasser | 319 ml |
| Ausgusswasser | 124 ml |
| Zylinderwasser | 1.395 ml |
| Restwasser | 8 ml |
| | 1.846,00 ml |
| Pegelhöhe: | 59,00 cm |
| Überstauwasser: | - 1,00 cm |
| Zylinder Nr*: | Z1 |
| Drainschicht: | Aquakies |
| Datum: | 11.,12.1.2017 |
| Messbeginn: | 12:18 |
| Messende: | 16:17 |

| Schüssel | Schüsselvolumen | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|--------------|
| Schüssel 1 | 93 g | brutto 831 g netto 738 g | brutto 709 g netto 616 g | 122 g | 25,68 Vol. % |
| Schüssel 2 | 91 g | brutto 755 g netto 664 g | brutto 658 g netto 567 g | 97 g | 20,42 Vol. % |
| Schüssel 3 | 91 g | brutto 754 g netto 663 g | brutto 668 g netto 577 g | 86 g | 18,11 Vol. % |
| | | | Mittelwert: | 101,7 g | 21,40 Vol. % |

Schüsselvolumen: 475 cm3
 Kies 39,5 %
 Substrat 29,91 %
 P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100
 Anmerkungen: keine

Berechnung VWC Substrat

| | |
|--|-------------------------|
| Zylinder | 78,54 cm ² |
| Durchmesser | 10 |
| Volumen Kies (25+5) | 2356,19 cm ³ |
| Höhe unten | 25 |
| Höhe oben | 5 |
| Volumen Substrat (30) | 2356,19 cm ³ |
| Höhe | 30 |
| Wasser in Drainmaterial | 117,81 |
| VWC | 5 |
| Zulauf | 2000,00 ml |
| minus Zylinderwasser | 1.395 ml |
| minus Restwasser | 8 ml |
| Im Zylinder gehaltenes Was: | 597,00 ml |
| W_Substrat | 479,19 |
| VWC_Substrat | 20,34 % |
| Zulauf - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | |

2 Wiederholung SaPf.1

Materialbezeichnung

| | |
|-----------------|--------------------|
| ZULAUF: | |
| davor | 10.883,00 L |
| danach | 10.885,00 L |
| Befüllte Liter | 2 L 2000,00 ml |
| ABLAUF: | |
| Schlauchwasser | 288 ml |
| Ausgusswasser | 119 ml |
| Zylinderwasser | 1.771 ml |
| Restwasser | 10 ml |
| | 2.188,00 ml |
| Pegelhöhe: | 63,50 cm |
| Überstauwasser: | 3,50 cm |
| Zylinder Nr*: | Z2 |
| Drainschicht: | Aquakies |
| Datum: | 9.,11.1.2017 |
| Messbeginn: | 11:08 |
| Messende: | 15:05 |

| Schüssel | Schüsselvolumen | Nassgewicht | Trockengewicht | Differenz | WKP |
|------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|--------------|
| Schüssel 1 | 95 g | brutto 731 g netto 636 g | brutto 663 g netto 568 g | 68 g | 14,32 Vol. % |
| Schüssel 2 | 93 g | brutto 832 g netto 739 g | brutto 716 g netto 623 g | 116 g | 24,42 Vol. % |
| Schüssel 3 | 90 g | brutto 711 g netto 621 g | brutto 649 g netto 559 g | 62 g | 13,05 Vol. % |
| | | | Mittelwert: | 82,0 g | 17,26 Vol. % |

Schüsselvolumen: 475 cm3
 Kies 39,5 %
 Substrat 16,44 %
 P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100
 Anmerkungen: Messergebnisse nicht ganz nachvollziehbar

Berechnung VWC Substrat

| | |
|--|-------------------------|
| Zylinder | 78,54 cm ² |
| Durchmesser | 10 |
| Volumen Kies (25+5) | 2356,19 cm ³ |
| Höhe unten | 25 |
| Höhe oben | 5 |
| Volumen Substrat (30) | 2356,19 cm ³ |
| Höhe | 30 |
| Wasser in Drainmaterial | 117,81 |
| VWC | 5 |
| Zulauf | 2000,00 ml |
| minus Zylinderwasser | 1.771 ml |
| minus Restwasser | 10 ml |
| Im Zylinder gehaltenes Was: | 219,00 ml |
| W_Substrat | 101,19 |
| VWC_Substrat | 4,29 % |
| Zulauf - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | |

| 3 Wiederholung | | SaPf.1 | Materialbezeichnung | | | |
|-----------------|--------------|------------|---------------------|--|--|--|
| ZULAUF: | | | | | | |
| davor | 10.887,00 L | | | | | |
| danach | 10.889,50 L | | | | | |
| Befüllte Liter | 2,5 L | 2500,00 ml | | | | |
| ABLAUF: | | | | | | |
| Schlauchwasser | 343 ml | | | | | |
| Ausgusswasser | 128 ml | | | | | |
| Zylinderwasser | 1.997 ml | | | | | |
| Restwasser | 14 ml | | | | | |
| | 2.482,00 ml | | | | | |
| Pegelhöhe: | 67,90 cm | | | | | |
| Überstauwasser: | 7,90 cm | | | | | |
| Zylinder Nr*: | Z3 | | | | | |
| Drainschicht: | Aquakies | | | | | |
| Datum: | 9.,11.1.2017 | | | | | |
| Messbeginn: | 11:24 | | | | | |
| Messende: | 15:24 | | | | | |

| Berechnung VWC Substrat | |
|---|-------------------------|
| Zylinder | 78,54 cm ² |
| Durchmesser | 10 |
| Volumen Kies (25+5) | 2356,19 cm ³ |
| Höhe unten | 25 |
| Höhe oben | 5 |
| Volumen Substrat (30) | 2356,19 cm ³ |
| Höhe | 30 |
| Wasser in Drainmaterial | 117,81 |
| VWC | 5 |
| Zulauf | 2500,00 ml |
| minus Zylinderwasser | 1.997 ml |
| minus Restwasser | 14 ml |
| im Zylinder gehaltenes Was: | 489,00 ml |
| W_Substrat | 371,19 |
| VWC_Substrat | 15,75 % |
| Zufluss - Abfluss - W_Kies = W_Substrat | |

| Schüsselgewicht | | Nassgewicht | | Trockengewicht | | Differenz | | WKP | |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|----------------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| Schüssel 1 | 95 g | brutto 710 g | brutto 650 g | 60 g | 12,63 | Vol.% | Vol.% | 12,63 | Vol.% |
| | netto 615 g | netto 555 g | | | | | | | |
| Schüssel 2 | 95 g | brutto 773 g | brutto 662 g | 111 g | 23,37 | Vol.% | Vol.% | 23,37 | Vol.% |
| | netto 678 g | netto 567 g | | | | | | | |
| Schüssel 3 | 95 g | brutto 818 g | brutto 676 g | 142 g | 29,89 | Vol.% | Vol.% | 29,89 | Vol.% |
| | netto 723 g | netto 581 g | | | | | | | |
| | | Mittelwert: | | 104,3 g | 21,96 | Vol.% | | 21,96 | Vol.% |

| | |
|---|---------------------|
| Schüsselvolumen: | 475 cm ³ |
| Porenvolumen: | Kies Substrat |
| | 39,5 % 20,28 % |
| P_Substrat = (Zulauf - Schlauchwasser - Ausgusswasser - Überstau - P_Kies)/V_Substrat*100 | |
| Anmerkungen: keine | |

12. Lebenslauf

Angaben zur Person

Name: Bettina Kos, B.Sc

Geburtsdatum/ -ort: 16. November 1989 in Wien



Ausbildung

2015 - 2017:

Universität für Bodenkultur (BOKU) Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur
Masterarbeit: Projekt der Stadt Wien - SAVE: Substratanalyse und zukunftssträngige
Straßenbäume

2011 - 2015:

Universität für Bodenkultur (BOKU) Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur
Bakkalaureatarbeit: Haben individuelle Spielgeräte einen höheren Spielwert im Vergleich
zur Katalogware?

2010 - 2011:

Universität Wien Internationale Betriebswirtschaftslehre (IBWL)

2000 - 2008:

Gymnasium Laaerberg (GRG10)

Studiums Bezogene Praktika

Juli 2015 GreenTec: Natur- und Landschaftspflegerin Bewässerungsanlagenbau,
Hilfestellung bei Auswahl von Gehölzen, Organisation von Tätigkeitsverteilungen

Juli 2014 National Trust for Scotland: Denkmal- / und Instandhaltungspflegerin