



Landespfl ege

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Düngung von Straßenbäumen

Substrate, Nährstoffe, Düngung im
Projekt „Stadtgrün 2021“

*Dr. Philipp Schönfeld, Dr. Susanne Böll,
Klaus Körber, Josef Valentin Herrmann*

Sonderdruck des Beitrags:

**Düngung von Straßenbäumen
Substrate, Nährstoffe, Düngung im Projekt „Stadtgrün 2021“**

Herausgegeben von:

**Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau
Abteilung Landespflege**

An der Steige 15
97209 Veitshöchheim

Telefon: 0931/9801-402
Telefax: 0931/9801-400
E-Mail: poststelle@lwg.bayern.de
Internet: www.lwg.bayern.de



Düngung von Straßenbäumen

Substrate, Nährstoffe, Düngung im Projekt „Stadtgrün 2021“

Dr. Philipp Schönfeld, Dr. Susanne Böll, Klaus Körber, Josef Valentin Herrmann



Die Vorläufer – KRIETER und MALKUS

Prof. Dr. M. KRIETER und Dr. A. MALKUS (1996) haben mit ihren Forschungen und dem Pflanzversuch mit *Tilia pallida* ganz wesentlich zur Entwicklung von mineralischen und einschichtigen Baumsubstraten beigetragen. Die Ergebnisse sind in dem von der FLL herausgegebenen Heft „Untersuchungen zur Standortoptimierung von Straßenbäumen – Ergebnisse eines Pflanzversuchs von *Tilia pallida* in 14 deutschen Städten“ beschrieben. In ihrem groß angelegten Versuch vergleichen sie die Praxismischungen der beteiligten Städte mit ihrem neu konzipierten Versuchssubstrat. Die Städte verwendeten sowohl einschichtige als auch zweischichtige Substrataufbauten. Die Versuchsvariante bestand aus einem einschichtigen, humusarmen Substrataufbau mit einer Baumgrubentiefe von 1,5 m. Jeweils acht Linden wurden in jeder Stadt sowohl in der Praxis- als auch in die Versuchsvariante gepflanzt. Die positiven Ergebnisse mit dem Versuchssubstrat führten schließlich zu den Substratanforderungen der aktuellen FLL-Empfehlungen für Baumpflanzungen.

Versuchssubstrat „Stadtgrün 2021“

Der Versuch „Stadtgrün 2021“ ist als Praxisversuch angelegt. Pflanzung und Pflege der Bäume orientieren sich an

der guten fachlichen Praxis und den einschlägigen Regelwerken. Dementsprechend wurde beschlossen, dass für die Versuchsbäume eine Baumgrube mit Substrat entsprechend dem Regelwerk der FLL „Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 2“ vorbereitet werden würde. Aus Platz- und Kostengründen waren aber statt 12 nur 8 m³ große Baumgruben realisierbar. Es war auch nicht möglich, die drei bzw. vier Versuchsstandorte Würzburg, Kempten und Hof/Münchberg mit dem Substrat eines Lieferanten zu beliefern. Das hätte den Substratpreis durch die hohen Transportkosten zu stark verteuert. So lieferte für Würzburg die Fa. Vulkatec, für Kempten die Fa. Brutscher und für den Kombistandort Hof und Münchberg die Fa. Schwarz Erdaufbereitung die Substrate. Da die Substratanforderungen der FLL (Bauweise 1, nicht verdichtbares Substrat) noch relativ viel Spielraum lassen, wurde das Anforderungsprofil für den Versuch enger gefasst, um die Eigenschaften der drei Substrate so weit als möglich anzunähern. Die Basis dafür waren die veränderten Substratanforderungen aus der 2. Auflage der o.a. FLL-Empfehlungen, die seinerzeit 2009, als der Versuch konzipiert wurde, allerdings noch nicht veröffentlicht waren. Da zu diesem Zeitpunkt im Regelwerksausschuss die neuen Substratanforderungen bereits beraten worden waren konnten sie somit als Basis für den hier beschriebenen Versuch dienen (s. Anlage 1 „Leistungstexte zur Ausschreibung von Straßenbaums substraten für das Stadtbaumprojekt der LWG Veitshöchheim“).

Alle drei Substratmischungen erfüllten das Anforderungsprofil. Lediglich das Substrat der Fa. Vulkatec am Standort Würzburg wies eine deutlich erhöhte Wasserdurchlässigkeit auf. An Stelle des im LV geforderten oberen Grenzwertes von 3 mm/min wurden bei der Analyse 16,8 mm/min festgestellt. Da diese Abweichung erst bekannt wurde, nachdem das Substrat bereits eingebaut und die Bäume gepflanzt worden waren, musste es so hingenommen werden, da ein Substrataustausch unverhältnismäßig hohe Kosten verursacht hätte. Da das Substrat eine hohe Wasserkapazität besitzt relativiert das in gewissem Umfang die hohe Durchlässigkeit.

Die Substratanforderungen in den FLL-Empfehlungen als auch in der ZTV-Vegtra-Mü beschränken sich mit Ausnahme des pH-Werts auf physikalische Substrat-eigenschaften. Zu den Nährstoffgehalten werden nur sehr allgemeine Angaben gemacht. In den FLL-Empfehlungen (Teil 2) wird verlangt, dass „...von einer hohen Nährstoffbevorratung ... in der Zeit zwischen Einbau des Substrats und Pflanzung abzusehen ist“ (zit. nach Seite 37). Die Nährstoffgehalte der Substrate sind zu deklarieren. Ober- oder Untergrenzen für Nährstoffe werden nicht festgelegt.



In den „Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege“ der FLL, die sich derzeit noch in der Phase der Beratungen über die Einsprüche befindet, sind konkretere Angaben über die Düngung zu finden.

Zitat „Die Nährstoffe werden bei der Pflanzung als Startdüngung in die Verfüllung des Pflanzloches eingearbeitet und/oder oberflächlich in Ballennähe aufgebracht. Die Startdüngung erfolgt i. d. R. ohne vorherige Bodenanalyse. Bei Pflanzung in Substrate für Pflanzgruben nach Teil 2 dieser Empfehlungen sind die Nährstoffgaben ggf. an die Zusammensetzung des Substrates anzupassen.

Es sind Mehrnährstoffdünger (Volldünger) zu verwenden, deren Kaligehalt (K_2O) mindestens dem Stickstoffgehalt (N) entspricht.

Die Aufwandmenge orientiert sich an den Stickstoffgehalten. Als Richtwerte gelten für die Neupflanzung von Bäumen abhängig vom Stammumfang folgende Werte:

- ◆ StU 12–14 ca. 15 g N pro Baum (80 g Dünger bei 15 % N);
- ◆ StU 16–18 ca. 18 g N pro Baum (120 g Dünger bei 15 % N);
- ◆ StU 20–25 ca. 24 g N pro Baum (160 g Dünger bei 15 % N);
- ◆ StU 25–30 ca. 30 g N pro Baum (200 g Dünger bei 15 % N).

„Zitat Ende

Allerdings ist hier auch nur von einer Startdüngung die Rede. Aussagen über die langfristige Nährstoffversorgung fehlen. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass in Abhängigkeit von den verwendeten Ausgangsstoffen die Nährstoffgehalte der Substrate der unterschiedlichen Hersteller stark schwanken. Das wird besonders deutlich an Hand der Analysenwerte aus der RAL-Gütesicherung für Baumsubstrate (s. Tabelle 2).

Die ZTV-Vegtra-Mü trifft keinerlei Aussagen zur Düngung. Laut mündlicher Auskunft von Herrn L. Wilhelm von der Stadt München findet bei nicht überbauten

Baumgruben keine Düngung statt.

Die Tatsache, dass sowohl Kenntnisse über den genauen Nährstoffbedarf der Straßenbaumarten fehlen, als auch Untersuchungen zur langfristigen Entwicklung der Nährstoffgehalte in den Baums substraten nach FLL und ZTV-Vegtra-Mü waren der Anlass für die hier dargestellten Untersuchungen.

Ergebnisse der Substratuntersuchungen

Die Substrate an den drei Versuchstandorten wurden von uns neben den physikalischen Eigenschaften, die hier nicht dargestellt werden, auch in Bezug auf ihre Nährstoffgehalte untersucht. Die Werte sind in Tab. 1 verzeichnet.

pH-Wert

Die pH-Werte der Substrate liegen alle im Bereich von 7,3 bis 7,4. Sie haben sich bisher im Verlauf des Versuchs nicht verändert. Diese pH-Werte im schwach alkalischen Bereich sind bei Baums substraten häufig und werden wiederholt beklagt. Sie führen in der Praxis immer wieder zu Schwierigkeiten, da eine Reihe von Straßenbaumarten, z. B. *Acer rubrum* oder *Quercus rubra*, explizit pH-Werte unter 7 verlangen. Höhere pH-Werte führen bei empfindlichen Baumarten zu Chlorosen. Wünschenswert wäre aus Sicht der Pflanzenverwendung ein pH-Wert im schwach sauren Bereich, der aber wohl nur schwer zu erzielen ist. Im Versuch „Stadtgrün 2021“ zählt von den 20 Versuchsbaumarten *Liquidambar styraciflua* zu den pH-sensiblen Arten. Bisher weisen die Bäume aber an keinem der Standorte Chlorosen auf. Im Gegensatz dazu waren die zwei Exemplare im Lehr- und Schaugarten in Veitshöchheim immer chlorotisch und wurden deshalb vor einigen Jahren gefällt. Sie wuchsen bei einem pH-Wert von 7,2–7,4 auf dem

anstehenden sandigen Lehm. Es ist möglich, dass die bessere Luftführung des Baums substrats die Toleranz in Bezug auf den pH-Wert erhöht. Das ist allerdings eine Hypothese, die durch entsprechende Versuche weiter untersucht werden müsste. Erste Gefäßversuche an Jungpflanzen zur Reaktion auf unterschiedliche pH-Werte in verschiedenen Substraten hat BELTZ (2011) unternommen. *Quercus palustris* zeigte sich sehr empfindlich in Bezug auf höhere pH-Werte. Das ist keine Überraschung. Aber auch die als deutlich weniger kalkempfindlich bekannte *Quercus robur* wies bereits bei Werten über 6,0 Chlorosen auf. Es ist zu diskutieren, in welchem Maße diese Ergebnisse auf die Praxis mit Großbäumen übertragbar sind. Weitere Untersuchungen sind notwendig. Die Ansprüche der Baumarten in Bezug auf den pH-Wert sind stärker bei der Planung und Ausführung zu berücksichtigen.

Ein wesentlicher Unterschied bestand allerdings zwischen den pH-Werten der Baums substrate im Versuch „Stadtgrün 2021“ und den Ballensubstraten der Versuchsbäume. Bei den Ballensubstraten wurden Werte zwischen 4,7 und 7,3 gemessen. Zum größten Teil lagen sie zwischen 5,0 und 6,5. Diese Werte liegen deutlich unter denen der Substrate. Die Anpassung an den deutlich höheren pH-Wert der Substrate bedeutete für die Versuchsbäume eine erhebliche Umstellung, die den Versuchsbaumarten offenbar keine Schwierigkeiten bereitete. Die Wurzelbildung aus dem Ballen heraus in das Substrat war eindrucksvoll, wie die zwei Beispiele von der nach sechs Monaten verpflanzten *Quercus hispanica* 'Wageningen' und die nach einem Jahr durch einen Unfall abgebrochene *Fraxinus pennsylvanica* 'Summit' zeigen (Bild 1 und 2).

Tab. 1: Nährstoffgehalte der Substrate.

*) Das Versuchssubstrat von Krieter und Malkus wurde auf Drängen der beteiligten Städte mit 2 kg/m³ Triabon aufgedüngt. Das ist bei der Interpretation der Nährstoffgehalte zu beachten.

Standort	pH-Wert	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg (CaCl ₂)	C _{org}	Humus	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N
		mg/100g Boden (trocken)			%		mg/100g Boden (feucht)		kg/ha	
Versuchssubstrate, Probennahme Herbst 2009/Frühjahr 2010										
Würzburg	7,4	11,7	79,8	13,8	0,6	1,0	0,1	0,5	7	25
Kempton	7,4	20,5	13,0	11,0	1,1	1,9	0,1	0,6	4	33
Hof / Münchberg	7,3	36,2	58,5	13,5	1,4	2,4	2,1	0,9	111	42
Versuchssubstrate, Probennahme April 2012										
Würzburg	7,3	13	75	13,0	0,8	1,31	0,06	0,05	3	2
Kempton	7,4	25	6	7,5	1,0	1,67	0,07	0,04	4	2
Hof / Münchberg	7,3	39	11	5,3	1,1	1,93	0,11	0,07	6	4
Ballensubstrate, Probennahme Herbst 2009/Frühjahr 2010										
Würzburg (mit Spannbreite)	5,8 (4,7-7,3)	26,9 (7-39)	11,8 (4-33)	9,0 (4-17)	2,03 (0,72-3,85)	3,5 (1,2-6,6)	0,67 (0,01-3,56)	0,33 (0,09-0,75)	35	17
FLL (Krieter und Malkus)*										
Versuchssubstrat	7,0-8,5	22,5	10,3	k. A.	1-2	k. A.	0,4-0,9 ‰ N _{ges}		k. A.	k. A.

Tab. 2: Analyseergebnisse RAL-Gütesicherung Baumsubstrate 2011-2012

Substrat	pH-Wert	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg (CaCl ₂)	C _{org}	Humus	NH ₄ -N + NO ₃ -N
		mg/100g			%		mg/100g
Substrat	7,5	4-12	7-45	5-9	1,5	k. A.	0,5-1,3



Bild 1: *Quercus hispanica* 'Wageningen', Wurzelbildung nach sechs Monaten.



Bild 2: *Fraxinus pennsylvanica* 'Summit', Wurzelbildung nach 12 Monaten.



Tab. 2: Kationenaustauschkapazität 2012 in den Substraten vom Versuch „Stadtgrün 2021“

Standort	Mg	Ca	K	Na	T-Wert
Würzburg	4,9	60,5	3,1	3,6	72,1
Kempten	7,5	66,4	1,8	5,3	81,0
Hof/Münchberg	14,5	60,5	15,4	4,5	94,9

Nährstoffe

Bereits KRIETER und MALKUS (1996) stellten fest, dass die Einstufung des Nährstoffgehalts von Baumsubstraten nach den Gehaltsklassifikation der Landwirtschaftlichen Forschungs- und Untersuchungsanstalten (Oldenburg 1987) (LUFA-Gehaltsklassen) nicht geeignet ist für Gehölze im innerstädtischen Grün (s. 66ff). Die LUFA-Klassifikation orientiert sich am Bedarf von hochproduktiven und entzugsstarken sowie häufig annuellen Nutzpflanzen. Demgegenüber ist der genaue Nährstoffbedarf von Gehölzen, und in diesem Fall speziell der Straßenbaumarten, bis heute nicht bekannt. Eine Düngeempfehlung, die sich an den LUFA-Gehaltsklassen orientiert, dürfte somit tendenziell immer zu zu hohen Werten und damit einer Überversorgung führen. In den Regelwerken zu Baumsubstraten werden wohl deshalb keine Unter- oder Obergrenzen für die Nährstoffgehalte festgelegt, sondern diese müssen lediglich deklariert werden.

Bei der Beurteilung der Nährstoffgehalte in den Substraten wird in Ermangelung von Alternativen auf die Gehaltsstufen in dem "Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland" der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (2012) zurückgegriffen.

Die Phosphorgehalte haben sich in den Substraten im Zeitraum von 2009 zu 2010 kaum verändert. Sie liegen für Würzburg im optimalen Bereich (10–20 mg/100 g Boden), für Kempten im optimalen bis hohen Bereich und für Hof/Münchberg sogar im hohen Bereich (21–30 mg/100 g Boden).

Die Kaliumgehalte sind in Würzburg stabil geblieben und liegen in der Versorgungsstufe „sehr hoch“ (>25 mg/100 g). In Kempten hingegen sind die Kaliumgehalte von der Stufe „optimal“ (8–15 mg/100 g) auf die Stufe „niedrig“ (4–7 mg/100 g) gefallen. In Hof/Münchberg haben sich die Kaliumgehalte von 2009 zu 2012 ebenfalls verringert. Sie sind von der Versorgungsstufe „hoch“ (16–25 mg/100 g Boden) auf die Stufe „niedrig“ (4–7 mg/100 g Boden) gefallen. Die Magnesiumwerte haben sich in Kempten sowie Hof/Münchberg von 2009 zu 2012 verringert. In Würzburg sind sie unverändert geblieben. Sie lagen 2009 an allen drei Versuchsstandorten im Bereich „hoch“ (11–49 mg/100 g Boden). In Kempten liegen sie 2012 in der Versorgungsstufe „optimal“ (7–10 mg/100 g Boden) und in Hof/Münchberg in der Stufe „niedrig“ (3–6 mg/100 g Boden).

Im Gegensatz zu den eben genannten Nährstoffen haben sich die Stickstoffgehalte im Verlauf von 2009 zu 2012 deutlich verringert. Sie waren beim Versuchsbeginn bereits gering, abgesehen von den Werten in Hof/Münchberg, die von denen in Würzburg und Kempten deutlich abweichen. Diese sehr niedrigen Stickstoffgehalte im Jahr 2012 waren der Anlass zu der hier beschriebenen Düngung. Zwar sollte einerseits der Pflegeaufwand für die Versuchsbäume so gering wie möglich gehalten werden, aber andererseits sollte das Wachstum der Bäume nicht durch Nährstoffmangel beeinträchtigt werden. Da die Substrate humusarm sind und gut durchlüftet wird die geringe vorhandene organische Substanz schnell abgebaut.

Austauschkapazität

Die Kationenaustauschkapazität eines Bodens ist seine Fähigkeit, an den negativ geladenen Oberflächen seiner Kolloide Kationen reversibel zu binden. Die Austauschkapazität hat deshalb eine große Bedeutung für die Nährstoffspeicherung- und Pufferungsprozesse. In den Untersuchungen von KRIETER und MALKUS (1996, S. 81ff) zeigten sich in den oft zweischichtig aufgebauten Praxis-substraten der beteiligten Städte häufig starke Unterschiede in der Austauschkapazität. Sie war in den mit Kompost angereicherten Obersubstraten deutlich höher als in den mineralischen Untersubstraten. Somit gab es in den verschiedenen Tiefenzonen der Baumgruben mitunter abrupte Wechsel in der Austauschkapazität.

Die Kationenaustauschkapazität in den Substraten des Versuchs „Stadtgrün 2021“ ist insgesamt gering (s. Tabelle 3). Diese niedrigen Werte stellen angesichts der Substratzusammensetzung keine wirkliche Überraschung dar. Für Magnesium, Kalium und Natrium ist die Austauschkapazität sehr gering, für Kalzium hingegen sehr hoch. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen von KRIETER und MALKUS (1996). Sie hatten in den Substraten mit pH-Werten über 7,0 festgestellt, dass die Austauschkomplexe in hohem Maße von Ca-Ionen besetzt sind. Für andere Nährstoffe sind damit kaum freie Ladungsplätze vorhanden. Das betrifft insbesondere die einwertigen ladungsschwachen Kaliumionen. KRIETER und MALKUS weisen darauf hin, dass aus diesem Grund der Kaliumernährung der Bäume besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist. In einer gesonderten Untersuchung der Substrate des Versuchs „Stadtgrün 2021“ konnte keine Kaliumfixierung festgestellt werden.

Düngeempfehlung

Da Versuche und Veröffentlichungen zum Thema „Nährstoffbedarf von Straßenbäumen“ immer noch fehlen hat sich an der von Krieter und Malkus bereits 1996 geschilderten Situation nichts geändert. Im Rahmen des Versuchs „Stadtgrün 2021“ fanden deshalb Gespräche mit verschiedenen Düngemittelherstellern statt, um sowohl die erforderliche Düngermenge und -zusammensetzung, als auch eine passende Applikationsform und -zeitpunkt herauszufinden und festzulegen.

Es wurde schließlich eine Düngerlösung der Fa. Compo ausgewählt mit folgender Zusammensetzung:

6 % Stickstoff
5 % wasserlösliches Phosphat
11 % wasserlösliches Kalium

Spurennährstoffe:

0,02 % wasserlösliches Bor
0,03 % wasserlösliches Kupfer
0,05 % Eisen
0,02 % Mangan
0,003 % Zink

Der pH-Wert der Lösung liegt zwischen 5 und 6 lt. Herstellerangaben.

Auf Grund der deutlich gesunkenen Magnesiumwerte der Substrate in Kempten sowie Hof/Münchberg wurden für diese Standorte der Düngerlösung noch Bittersalz zugesetzt (0,75 kg je 10 Liter Düngerlösung Baumkraft Fluid).

Da im Würzburger Substrat der Kaliumgehalt sehr hoch war wurde der Düngerlösung kein Kalium sondern stattdessen 1 % Magnesiumoxid zugesetzt.

Die Nährlösung wurde 1%ig angesetzt; die ausgebrachte Wassermenge je Baum betrug 100 Liter. Die Ausbringung erfolgte in Münchberg in der 20. KW, in Würzburg in der 21. KW, in Kempten in der 23. KW und in Hof in der 24. KW.

Die Entwicklung der Bäume wird im Rahmen der regelmäßigen Bonituren weiter verfolgt. In welchem Maße sich die Düngung dabei abbilden wird bleibt abzuwarten.

Im Herbst 2013 werden mit dem Erdbohrer (s. Titelbild) wieder Bodenproben genommen, um die Veränderungen im Nährstoffgehalt weiter zu verfolgen. Ob und in welcher Form im Jahr 2014 die Bäume erneut gedüngt werden entscheidet sich an Hand der Analyseergebnisse der Bodenproben.

Danksagung

Ich bedanke mich bei allen beteiligten Mitarbeitern für die Entnahme der Bodenproben und die Analysen. Herrn Dr. Manfred Klemisch danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskripts und seine wertvollen Hinweise.

Dr. Philipp Schönfeld

LWG Veitshöchheim

In Zusammenarbeit mit Dr. Susanne Böll,
Klaus Körber und Josef Herrmann

Literatur:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2012): „Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland“, 10. unveränderte Auflage
Beltz, H. (2011): Baumsubstrate mit unterschiedlichen pH-Werten für Straßenbäume. Versuchsbericht. 20 Seiten. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau
Krieter, M. und Malkus, A. (1996): Untersuchungen zur Standortoptimierung von Straßenbäumen. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.), Bonn. FLL Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.) (2010): Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. Bonn
Stadt München Baureferat Gartenbau (Hrsg.) (2008): Zusätzliche Technische Vorschriften für die Herstellung und Anwendung verbesserter Vegetationstragschichten (ZTV-Vegtra-Mü). München
Parche, H., Land, A.-K. und Balder, H. (2012): Untersuchungen zur Optimierung von urbanen Baumpflanzungen durch moderne Baumsubstrate. Pro Baum, 2, S. 19-22



Leistungstexte zur Ausschreibung von Straßenbaumsubstraten für das Stadtbaumprojekt der LWG Veitshöchheim

nicht-überbautes Stadtbaumsubstrat gem. nachfolgenden Spezifikationen liefern;

Eigenschaften des Substrats, bezogen auf die Gesamtfraktion (gemessen bei Verdichtung 80% D_{Pr}) :

Körnung 0/16 mm;

Bei Schüttstoffgemischen soll die Körnungslinie gemäß den FLL-Empfehlungen für Baumpflanzungen, Pflanzgrubenbauweise 1 in folgendem Kornverteilungsbereich liegen:

Schlämmkorngehalt: 10 – 25 Masse-%;

Sandkorngehalt (0,063 – 2 mm): 35 – 55 Masse-%;

Kieskorngehalt (>2 mm): 30 – 55 Masse-%;

zusätzliche Forderungen:

Wassergehalt bei Anlieferung $< W_{Pr}$;

Gesamtporenvolumen (GPV) >40 Volumen - %;

Luftkapazität (bei pF 1,8) >20 Volumen -%;

Luftkapazität (bei WK max) >10 Volumen -%;

maximale Wasserkapazität (WK max) 35 – 45 Volumen -%

Wasserdurchlässigkeit 0,0001 bis 0,005 cm/s

pH-Wert 6,5 – 8,0

Salzgehalt (gemessen in wässr. Lösung) <150 mg / 100 g TM, alternativ Salzgehalt (gemessen in Gipslösung) <100 mg / 100 g TM

Anteil organischer Substanz 2,5 – 3,5 Masse-%

Untersuchungsmethodik gemäß FLL-Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil II

Für die Substratmischung sind folgende Komponenten zulässig:

poröses wasserspeicherndes Mineralgranulat 0/2 bis 0/4 mm (z.B. Porlithsand, Bimssand, Lavasand, Ziegelsand (nur aus Produktionsrückständen, nicht aus Bauschuttzubereitung) oder ähnliches);

Rundkies 0/16 mm

Natursand (Flusssand) 0/2 bis 0/4 mm/ Splitt 0/4mm

schluffiger Unterboden



gütegesicherter reifer Grüngutkompost 0/12 bis 0/15 mm

Vom Bieter verwendete Substratkomponenten: _____

Der Nachweis der verwendeten Materialien durch Lieferscheine ist obligatorisch. Die Volumenanteile der genannten Stoffe sind vom AN mittels eigener Rezeptur so zu wählen, dass alle oben genannten Eigenschaften erfüllt sind. Andere Stoffe sind nicht zugelassen. Eine Eignungsprüfung (Methodik gem. FLL-Empfehlungen f. Baumpflanzungen) durch einen unabhängigen Gutachter ist zu erstellen und in den EP einzurechnen; nachzuweisen sind hierin alle oben genannten Eigenschaften.

Liefern des Substrats lose Menge frei Gartenamt Würzburg, Erdlagerplatz;

2000 cbm:

EP:

Stand: September 2009

Erstellt von: Johannes Prügl