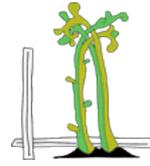




UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR
DEPARTMENT FÜR BAUTECHNIK UND NATURGEFAHREN
INSTITUT FÜR INGENIEURBIOLOGIE UND LANDSCHAFTSBAU



BÄUME AUF TIEFGARAGEN IN WIEN

BAUERNFELDPLATZ, HOFFERPLATZ, LUDO-HARTMANN-PLATZ

MASTERARBEIT

EINGEREICHT VON

MICHÈLE BECK

BETREUER: O.UNIV.PROF.DR. FLORIN FLORINETH

WIEN, IM JÄNNER 2010

INHALTSVERZEICHNIS

DANKSAGUNG	5
ZUSAMMENFASSUNG	6
ABSTRACT.....	7
1 EINLEITUNG.....	8
1.1 ZIELE.....	9
1.2 ANFORDERUNGEN AN BAUMSUBSTRATE IM SIEDLUNGSRAUM.....	9
1.2.1 BODENLUFT - KORNGRÖßENVERTEILUNG - BODENSTRUKTUR.....	10
1.2.2 BODENWASSER	12
1.2.3 NÄHRSTOFFE	14
1.3 ANFORDERUNGEN AN BAUMSUBSTRATE IM SIEDLUNGSRAUM.....	15
1.3.1 ONR 121131 (2008) QUALITÄT IM GRÜNRAUM – GRÜNDACH: RICHTLINIEN FÜR DIE PLANUNG AUSFÜHRUNG UND ERHALTUNG	16
1.3.2 FLL (2002) RICHTLINIE FÜR DIE PLANUNG, AUSFÜHRUNG UND PFLEGE VON DACHBEGRÜNUNGEN – DACHBEGRÜNUNGSRICHTLINIE	16
1.3.3 STUDIE „ BODENAUFBAUTEN ÜBER TIEFGARAGEN FÜR EINEN ÖKOLOGISCH WIRKSAMEN BAUMBESTAND IN ÖFFENTLICHEN PARKANLAGEN DER STADT WIEN - WIENER MODELL“ VON FLORINETH ET. AL. (2000).....	18
1.3.4 SCHÖNBRUNNER MISCHUNG „ALT“	19
1.3.5 SCHÖNBRUNNER MISCHUNG „NEU“	20
1.4 ANFORDERUNGEN AN GEHÖLZE IM SIEDLUNGSRAUM	23
1.4.1 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN.....	23
1.4.2 GALK-STRAßENBAUMLISTE 2006.....	23
2 UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	38
2.1 KLIMA WIEN.....	38
2.2 LAGE DER TIEFGARAGEN.....	42
2.2.1 BAUERNFELDPLATZ	43
2.2.2 HOFFERPLATZ	45
2.2.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ	47
2.3 BODENAUFBAUTEN AUF TIEFGARAGEN	49

2.3.1	INTENSIVBEGRÜNUNG	49
2.3.2	AUFBAUTEN UND SCHICHTSTÄRKEN.....	50

3 UNTERSUCHUNGSMETHODEN..... 54

3.1	BODENANALYSEN	55
3.1.1	BODENREAKTION (PH-WERT).....	55
3.1.2	CARBONATGEHALT	59
3.1.3	KORNGRÖßENVERTEILUNG.....	62
3.1.4	WASSERDURCHLÄSSIGKEIT	66
3.1.5	LAGERUNGSDICHTE	68
3.1.6	DYNAMISCHER VERFORMUNGSMODUL	69
3.1.7	EINDRINGWIDERSTAND	70
3.2	BAUMKONTROLLE	72
3.2.1	KRONENVITALITÄT	72
3.2.2	JAHRESTRIEBLÄNGEN	74
3.2.3	ÜBERERDUNGSHÖHE	76
3.2.4	STAMMQUOTIENT	77
3.2.5	SCHÄDEN AN BÄUMEN, SCHÄDLINGE	78

4 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN..... 79

4.1	ERGEBNISSE DER BODENANALYSEN	79
4.1.1	PH-WERT	79
4.1.2	CARBONATGEHALT	80
4.1.3	KORNGRÖßENVERTEILUNG.....	81
4.1.4	WASSERDURCHLÄSSIGKEIT.....	86
4.1.5	LAGERUNGSDICHTE	89
4.1.6	DYNAMISCHER VERFORMUNGSMODUL	91
4.1.7	EINDRINGWIDERSTAND	94
4.2	ERGEBNISSE DER BAUMKONTROLLE	100
4.2.1	KRONENVITALITÄT	100
4.2.2	JAHRESTRIEBLÄNGE	103
4.2.3	ÜBERERDUNGSHÖHE	106
4.2.4	STAMMQUOTIENT	109
4.2.5	SCHÄDEN AN BÄUMEN, SCHÄDLINGE	111

5	<u>DISKUSSION UND VORSCHLÄGE FÜR DIE PRAXIS.....</u>	<u>114</u>
6	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	<u>119</u>
7	<u>ANHANG.....</u>	<u>124</u>
7.1	ABBILDUNGEN DER UNTERSUCHTEN BÄUME	124
7.1.1	BAUERNFELDPLATZ	124
7.1.2	HOFFERPLATZ	126
7.1.3	LUDO-HARTMANN-PLATZ	129

DANKSAGUNG

Einen besonderen Dank möchte ich aussprechen

Prof. Florin Florineth

für die Betreuung meiner Masterarbeit, die konstruktiven Vorschläge und für die immer offen stehende Tür bei dringenden Fragen.

Institut für Geotechnik

besonders **DI Franz Aschauer** für das entgegengebrachte Vertrauen und **Martin Grogger** für die fachliche Begleitung der Bodenanalysen im Bodenlabor.

Franz Doppler

für die Betreuung aus gerätetechnischer Sicht und bei einzelnen Analysen im Bodenlabor.

Katharina Schuecker

für die gute Zusammenarbeit bei der Beschaffung und Auswertung der Bodenproben.

meinen Eltern und Freunden

für die tatkräftige Unterstützung beim praktischen Teil meiner Masterarbeit.

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Masterarbeit beschäftigt sich mit der Untersuchung von Pflanzsubstraten und Bäumen dreier Parkanlagen auf Tiefgaragen, welche im weitesten Sinne einer Dachbegrünung entsprechen. Die Untersuchungsgebiete waren der Bauernfeldplatz, Hofferplatz und Ludo-Hartmann-Platz in Wien.

Zum Vergleich der verwendeten Baumsubstrate wurden sowohl Untersuchungen an den Substraten als auch an den gepflanzten Bäumen durchgeführt. Neben den Bodenkennwerten pH-Wert, Carbonatgehalt, Korngrößenverteilung, Wasserdurchlässigkeit, Lagerungsdichte, dynamischer Verformungsmodul und Eindringwiderstand wurden auch folgende Baumuntersuchungen durchgeführt: Feststellung der Kronenvitalität, Messung des Triblängenzuwachses 2009 und der Übererdungshöhe sowie die Aufnahme der Schäden und des Schädlingbefalles.

Bei Baumsubstraten ist es wichtig, dass diese verdichtungsstabil, wasserspeichernd und zugleich wasserdurchlässig sind, um dem Baum optimale Lebensbedingungen zu bieten. Der Vergleich der verwendeten Substrate ergab einen viel zu hohen Ton- und Schluffanteil. Dies führt zu Verdichtung des Substrates, welches die Anforderung eines verdichtungsstabilen und wasserdurchlässigen Untergrundes nicht mehr gewährleistet. Gute Baumsubstrate weisen einen Ton- und Schluffgehalt von maximal 15 Massen-% auf. Die an den 3 Tiefgaragen gemessenen Werte betragen das 2-5-fache des optimalen Ton- und Schluffgehaltes. Die weiterführenden Untersuchungen bestätigen, dass ein zu hoher Anteil an Ton und Schluff und Verdichtung von den Bäumen schlecht vertragen wird. Diese Kombination und weitere Faktoren begründen somit auch den mittelmäßigen Zustand der Bäume in diesen Parkanlagen.

Im letzten Teil dieser Arbeit werden Empfehlungen bezüglich eines Baumsubstrates und weitere wichtige Maßnahmen zur Verbesserung der Baumstandorte angeführt.

ABSTRACT

This thesis deals with the analysis of substrates and trees on three underground car parks, which in broadest sense, represents a green roof. The study areas were Bauernfeldplatz, Hofferplatz and Ludo-Hartmann-Platz in Vienna.

To compare the substrates it was necessary to analyse both the substrates and the planted trees. Tests were carried out to determine the soil parameters pH, carbonate content, grain size distribution, water permeability, bulk density, dynamic modulus of deformation and penetration resistance. Furthermore the determination of the crown vitality, the growth of the length of shoots during the year 2009, the possible covering of the roots and the inclusion of damage caused by pests and parasitism were taken into account to determine the tree's condition.

Optimum substrates for trees are those which are not easily compacted. Furthermore, they need to be permeable and able to store water at the same time to optimise the tree's living conditions. The comparison of the substrates used showed an elevated content of clay and silt. This can lead to an increased compaction of the substrate and a reduced permeability of the soil, which may affect the growth and development of the plant. Good substrates show a content of maximum 15 weight percent of clay and silt. The measured data of the three underground car parks add up to 2 to 5 times the optimal silt and clay content. Further analysis confirmed the poor compatibility of trees of a high proportion of clay and silt and compaction. These factors and other parameters are responsible for the mediocre condition of the trees in these parks.

The final section of this thesis contains recommendations regarding substrate and other important sanctions to improve the trees' location.

1 EINLEITUNG

Bereits im Bakkalaureatsstudium Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur wurde mein Interesse für Vegetationstechnik geweckt sowie der Wunsch, sich auf diesem Gebiet im weiterführendem Masterstudium zu spezialisieren. Neben dem Besuch einschlägiger Vorlesungen traf ich die Entscheidung meine Masterarbeit am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau mit dem Schwerpunkt auf Jungbaumzustandsanalysen zu schreiben. Nachdem mir Prof.Dr. Florin Florineth die Betreuung zusagte, schlug er mir im Zuge einer Vorbesprechung das zur Zeit brisante Thema Bäume auf Tiefgaragen in Wien vor. Dieses Thema sollte eine Zustandsanalyse der gepflanzten Jungbäume und eine Untersuchung der verwendeten Substrate beinhalten. Nach der Vereinbarung der zu bearbeitenden Parkanlagen über Tiefgaragen wurden mir vorhandene Unterlagen, wie Grundrisse und Fotos der Begehung im Februar 2008, zur Verfügung gestellt. Bereits Katharina SCHUECKER beschäftigte sich 2009 in ihrer Diplomarbeit mit der Untersuchung von Baumsubstraten auf zwei Tiefgaragen in Wien, dem Schubertpark im 18. Wiener Gemeinde Bezirk und dem Märzpark im 15. Wiener Gemeindebezirk.

Die drei Untersuchungsgebiete Bauernfeldplatz, Hofferplatz und Ludo-Hartmann-Platz befinden sich im 9. und 16. Wiener Gemeindebezirk und umfassen insgesamt 54 Jungbäume verschiedenster Arten.

Die Stadt ist ein komplexer Lebensraum, viele negative Einflüsse wirken auf die Bäume ein und die Summierung kann unter Umständen zur Schädigung dieser führen. Neben der genaueren Untersuchung der verwendeten Substrate wurde versucht auch Faktoren wie mechanische Schäden, Schädlingsbefall oder nicht fachkundige Verpflanzung der Bäume in die Begründung des Baumzustandes einfließen zu lassen.

Die ersten drei Kapitel der Masterarbeit umfassen die theoretischen Grundlagen, wie die Anforderungen an Baumsubstrate und Gehölze, Richtwerte aus unterschiedlichen Quellen, eine Vorstellung des Untersuchungsgebietes und einen Überblick über die durchgeführten Untersuchungen und deren Ausführung. Das Kapitel 4 beschäftigt sich mit den Ergebnissen der Untersuchungen und dem

Vergleich mit den Richtwerten aus Kapitel 1. Um die Masterarbeit abzurunden werden in Kapitel 5 die Ergebnisse diskutiert und Vorschläge für die Praxis erstellt.

1.1 ZIELE

Eines meiner Ziele war eine Empfehlung bezüglich des in Zukunft zu verwendenden Baumsubstrates zu geben. Dafür wurden Ergebnisse über bereits durchgeführte Untersuchungen auf diesem Themenbereich und Richtlinien als Vergleichswerte herangezogen. So können Ergebnisse bereits bewährter Baumsubstrate in die Empfehlung eines optimalen Baumsubstrates einfließen.

Die Untersuchung des Pflanzsubstrates reicht in diesem Fall nicht aus, da nicht nur das Baumsubstrat alleine ausschlaggebend für den Zustand eines Baumes ist. Daher wurden zusätzlich an allen Bäumen unterschiedliche Untersuchungen durchgeführt. Ein weiteres Ziel war Empfehlungen bezüglich der Pflege der Jungbäume bzw. zusätzliche Vorgehensmaßnahmen im Schadensfall auszusprechen.

1.2 ANFORDERUNGEN AN BAUMSUBSTRATE IM SIEDLUNGSRAUM

Bäume brauchen im Groben Luft, Wasser und Nährstoffe um leben und wachsen zu können. Für eine optimale Zirkulation von Wasser und Luft im Boden und die Mineralisation von Nährstoffen müssen Baumsubstrate verdichtungsstabil (Erhaltung der Poren unterschiedlicher Größe), wasserspeichernd (Wasserspeicherung in vorhandenen Poren möglich) und wasserdurchlässig (beugt der Bildung von Staunässe vor) sein.

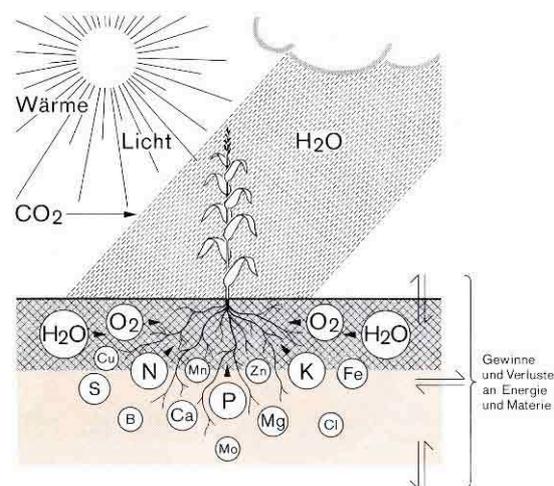


Abb. 1 Schema eines offenen pflanzlichen Ökosystems (SCHROEDER, 1992, 132)

Abb. 1 zeigt das Schema eines offenen pflanzlichen Ökosystems, in dem Pflanzen in den Boden wurzeln und ihm Sauerstoff, Wasser und mineralische Nährstoffe entnehmen. Oberirdisch empfangen sie Licht und Wärme und assimilieren im Zuge der Photosynthese Kohlendioxid.

1.2.1 BODENLUFT - KORNGRÖßENVERTEILUNG - BODENSTRUKTUR

Bodenluft

„Als Wachstumsfaktor ist die Luft im Boden so wichtig wie das Wasser.“
(MÜCKENHAUSEN, 1993, 341)

Jene Poren im Boden, die nicht mit Wasser gefüllt sind, enthalten Luft. Aufgrund der höheren Dichte des Wassers und der Erdbeschleunigung sammelt sich das Bodenwasser in tieferen Schichten des Bodens und die Luft füllt die Poren der höher gelegenen Schichten. Die Menge der Luftporen ist demnach vom Wassergehalt bzw. von den Wasserhaushalt bestimmenden Bodeneigenschaften und Umgebungsbedingungen abhängig. Hier sind das Porenvolumen und die Porengröße von großer Bedeutung (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 1998). Als Lufthaushalt des Bodens werden die Veränderungen des Gehaltes und der Zusammensetzung der Bodenluft im Verlauf eines Jahres bezeichnet (MÜCKENHAUSEN, 1993).

Die Bodenluft besteht aus drei Komponenten: Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff, die wie folgt prozentuell vertreten sind:

Stoff	Atmosphäre	Bodenluft
Stickstoff (N ₂)	79,20 %	79,00 %
Sauerstoff (O ₂)	20,97 %	20,60 %
Kohlensäure (CO ₂)	0,03 %	0,25 %

Tab. 1 Mittlere Zusammensetzung der Luft (Vol.-%) in der Atmosphäre und Boden, ermittelt in Rothamsted (MÜCKENHAUSEN, 1993, 343)

Der durchschnittliche Kohlensäuregehalt im Boden ist ein acht- bis zehnfaches des Gehalts in der atmosphärischen Luft. Kohlensäure ist schwerer als Sauerstoff, sinkt im Boden ab und ist daher in tieferen Schichten des Bodens zu finden. Der Gasaustausch wird mit zunehmender Bodentiefe schwerer. Der Kohlensäuregehalt im Boden ist vom Bodentyp, von Tages- bzw. Jahreszeit, von der Kulturart und von der Bewirtschaftung abhängig.

Der Sauerstoffgehalt im Boden weicht nur wenig von jenem in der Atmosphäre ab, kann aber bis auf 10% herabsinken, welches zu einer Hemmung der Wurzelatmung

führt. Über längere Zeit kann dies ein Absterben der Wurzeln zur Folge haben. Die O₂ Versorgung findet nicht nur über die Atmosphäre sondern auch über das Boden- und Grundwasser statt. Der Stickstoffanteil weicht nur unbedeutend von dem der Atmosphäre ab und nimmt ungefähr vier Fünftel des Porenvolumens ein. (MÜCKENHAUSEN, 1993; SCHROEDER, 1992; BALDER, 1998)

Korngrößenverteilung

Äquivalent -Ø		Bezeichnung der Korn-Fraktion		Symbol	
mm	µm	gerundet	eckig-kantig		
> 200		Blöcke, Geschiebe		Kies: G Steine: X	Grobboden (Bodenskelett)
200 - 63		Gerölle	Grobsteine		
63 - 20		Grobkies	Mittelsteine		
20 - 6,3		Mittelkies	Feinsteine		
6,3 - 2,0		Feinkies	Grus		
2 - 0,063	2000 - 630	Grobsand	} Sand	S	Feinboden
	630 - 200	Mittelsand			
	200 - 63	Feinsand			
0,063 - 0,002	63 - 20	Grobschluff	} Schluff	U	
	20 - 6,3	Mittelschluff			
	6,3 - 2,0	Feinschluff			
< 0,002	2,0 - 0,63	Grobton	} Ton	T	
	0,63 - 0,2	Mittelton			
	< 0,2	Feinton			

Tab. 2 Einteilung und Bezeichnung der Korn-Fraktion (SCHROEDER, 1992, 32)

Korn-Fractionen werden in Intervallen von Zehnerpotenzen mit den Faktoren 2 und 6,3 angegeben. Aufgrund des großen Bereichs von >200mm bis <0,002mm kann dieser nur logarithmisch dargestellt werden und 6,3 teilt den Bereich 2-20 in gleiche Teile.

Körnung und Bodenart stehen in enger Beziehung zu Wasser. Böden mit hohem Sandanteil besitzen ein geringes Wasserhaltevermögen und einen geringen Nährstoffgehalt. Vorteile jedoch sind die intensive Durchlüftung, die gute Durchwurzelbarkeit und die leichte Bearbeitbarkeit.

Böden mit hohem Tonanteil besitzen ein hohes Wasserhaltevermögen und einen hohen Nährstoffgehalt. Nachteile sind die schlechte Durchlüftung, die schlechte Durchwurzelbarkeit und die schwere Bearbeitbarkeit.

Schluff nimmt aufgrund seiner Eigenschaften die Stellung zwischen Sand und Ton ein.

Ungünstig sind Böden mit einseitiger Körnung, zum Beispiel Böden aus Sand, Ton

oder Schluff. Günstiger sind Böden mit ausgeglichener Körnung, zum Beispiel sandiger Lehm. (SCHROEDER, 1992)

Bodenstruktur

Unter Bodengefüge/Bodenstruktur versteht man die räumliche Anordnung fester mineralischer und organischer Bodenbestandteile, „durch die das gesamte Bodenvolumen in Volumen der festen Bodensubstanz und in Porenvolumen aufgeteilt wird.“ (SCHROEDER, 1992, 56f) Das Porenvolumen setzt sich aus Poren unterschiedlicher Größe und Gestalt zusammen. Man unterscheidet in

- Grobporen
haben einen mittleren Durchmesser von größer 10 µm. Sie führen Sickerwasser und, wenn dieses abzieht, sind sie mit Luft gefüllt.
- Mittelporen
haben einen Durchmesser von 10 bis 0,2 µm. Sie halten das pflanzenverfügbare Haftwasser und sind nach Austrocknung mit Luft gefüllt.
- Feinporen
haben einen Durchmesser kleiner als 0,2 µm. Sie halten das nicht verfügbare Haftwasser und sind nur nach starker Austrocknung mit Luft gefüllt.

(SCHROEDER, 1992)

Substanzvolumen	S > L > U > T
Porenvolumen	T > U > L > S
Grobporen	S > L, U > T
Mittelporen	L, U > T > S
Feinporen.	T > U > L > S

Tab. 3 Reihung nach der Höhe des Substanzvolumens und des Porenvolumens verschiedener Bodenarten: U-Schluff, T-Ton, S-Sand, L-Lehm (SCHROEDER, 1992, 58)

1.2.2 BODENWASSER

Bodenwasser ist die flüssige Komponente der Bodenbestandteile. Wasser, das in den Boden eindringt, verbleibt im Boden als Haftwasser oder durchsetzt den Boden als Sickerwasser und bildet dadurch Grund- oder Stauwasser (SCHROEDER, 1992). Abb. 2 zeigt die Verteilung von Niederschlägen und Bodenwasser im Boden.

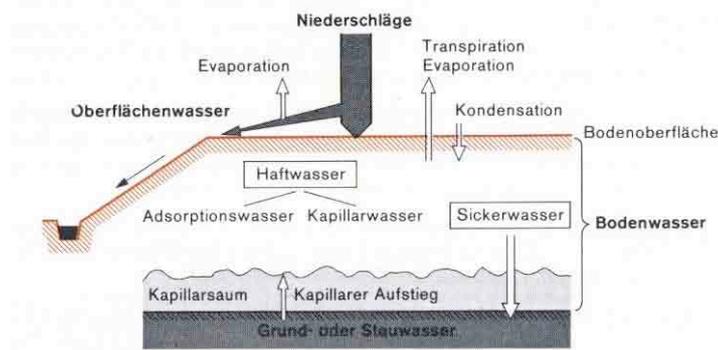


Abb. 2 Schema der Verteilung von Niederschlägen und Bodenwasser (SCHROEDER, 1992, 49)

Das Bodenwasser ist von zentraler Bedeutung:

- es liefert das für das Wachstum der Pflanzen wichtige Wasser.
- es ist das Medium, in dem mikrobielle Aktivität stattfindet.
- es enthält Ionen und Moleküle und für Pflanzen und Mikroorganismen wichtige Nährstoffe.
- in ihm finden chemische Reaktionen statt (chemische Verwitterung von Mineralien).
- trägt zur Bodenbildung, Versauerung, Versalzung und Auswaschung von Verschmutzungen ins Grundwasser bei.
- es füllt Bodenporen und führt zu einer schlechten Bodendurchlüftung.

(ROWELL, 1997)

Für das Wurzelwachstum muss ausreichend Bodenfeuchte vorhanden sein. Staunässe oder besonders trockene Standorte beeinflussen das Wurzelwachstum. Der Grundwasserspiegel beeinflusst die Tiefendurchwurzelung des Baumes. Auf grundwasserfernen Standorten wurzelt der Baum tiefer in den Boden und steigender Grundwasserspiegel verflacht den Wurzelteller (BALDER, 1998).

Die Verdichtung vieler Stadtböden führt zu einem Rückgang des Grob- und Mittelporenanteils. Dies hat zur Folge, dass der Boden weniger pflanzenverfügbares Wasser speichert. Die angespannte Wasserversorgung kann bereits im September zu einem frühzeitigen Laubfall der Stadtbäume führen, da der Wasserstress die

Alterung der Blätter beschleunigt. Weiters vermindert Wassermangel die Vitalität von Bäumen (MEYER, 1982).

1.2.3 NÄHRSTOFFE

Im Boden sind 92 natürliche Elemente enthalten. Davon sind 40-50 Elemente in Pflanzen nachweisbar. Jedoch nur 13 Elemente sind für die Pflanze unentbehrliche Nährelemente. Nährelemente werden je nach benötigter Menge in Haupt- und Spurenelemente eingeteilt. Zu den Hauptelementen zählen Stickstoff (N), Phosphor (P), Schwefel (S), Kalium (K), Calcium (Ca) und Magnesium (Mg). Die Spurennährelemente setzen sich aus Bor (B), Molybdän (Mo), Chlor (Cl), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Zink (Zn) und Kupfer (Cu) zusammen (SCHROEDER, 1992).

Die Nährstoffaufnahme ist abhängig von der Bodenfeuchte und dem pH-Wert. Feuchte Böden verstärken die Mobilisierung der Nährstoffe, trockene hingegen bewirken eine starke Immobilisierung.

Abb. 3 zeigt den Einfluss des pH-Wertes auf die Nährstoffaufnahme.

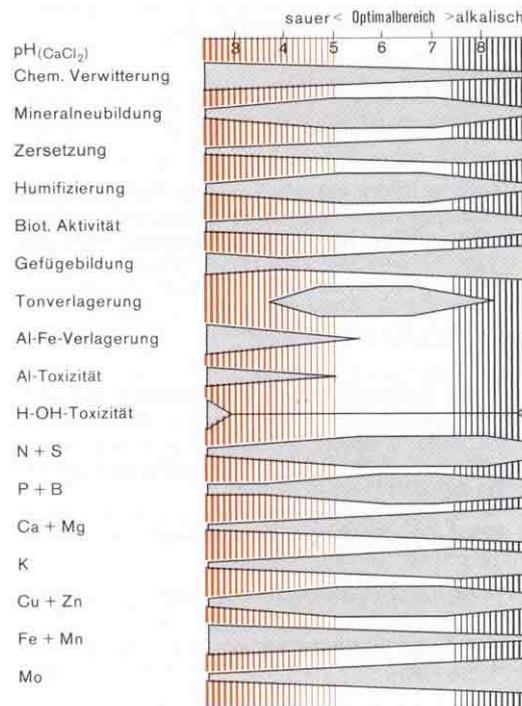


Abb. 3 Schema der Beziehung zwischen pH und pedogenetischen und ökologischen Faktoren (SCHROEDER, 1992, 80)

Der Nährstoffgehalt im Boden beeinflusst die Wurzelbildung sowohl qualitativ als auch quantitativ. Eine steigende Stickstoffversorgung bewirkt die Zunahme der Verzweigung und der Wurzeldichte. Die Auswirkung bei Mangel der übrigen

Nährstoffe ist geringer. Je nach Nährelement führt dies zu einer geringen Seitenwurzelausbildung, Absterben der Wurzelspitzen oder zu einem vermindertem Wachstum (BALDER, 1998).

1.3 ANFORDERUNGEN AN BAUMSUBSTRATE IM SIEDLUNGSRAUM

In diesem Kapitel werden die Anforderungen hinsichtlich des pH-Wertes, Carbonatgehaltes, der Korngrößenverteilung, der Lagerungsdichte, der Wasserdurchlässigkeit und des Dynamischen Verformungsmoduls erläutert. Die Richtwerte für die Korngrößenverteilung werden entnommen aus

- ONR 121131 (2008) Qualität im Grünraum – Gründach: Richtlinien für die Planung Ausführung und Erhaltung
- FLL (2002) Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie
- der Studie „Substrate für Bäume in Stadtstraßen: Teil 2: Diskussion der Ergebnisse und Ableitung eines Anforderungsprofils.“ von LIESECKE und HEIDGER (2000)
- der Studie „Bodenaufbauten über Tiefgaragen für einen ökologisch wirksamen Baumbestand in öffentlichen Parkanlagen der Stadt Wien - Wiener Modell“ von FLORINETH et. al. (2000)
- der Schönbrunner Mischung „alt“ nach GILGE (2004)
- der Schönbrunner Mischung „neu“ nach SCHMIDT (2008)

Die restlichen Richtwerte sind der folgenden Tabelle zu entnehmen

Untersuchung	ONR 121131 (2008)	FLL (2002)	Liesecke, Heidger (2000)	FLORINETH et. al (2000)
pH-Wert	5,5 - 6,5	5,5 - 8,0	6,5 - 8,0	7,0 - 7,5
Carbonatgehalt	25g/l	-	-	karbonathältiges Substrat
Wasserdurchlässigkeit	k _f -Wert 0,0005cm/s bzw. 0,3mm/min	k _f Wert ≥ 0,0005 cm/s bzw. ≥ 0,3mm/min	k _f -Wert ≥ 0,001 cm/s bzw. ≥ 0,6mm/min	-
Lagerungsdichte	1,0-1,6 g/cm ⁻³	-	1,2 und 1,6 g/cm ⁻³	1,2-1,4g/cm ⁻³

Tab. 4 Gegenüberstellung der wichtigsten Richtwerte (ONR 121131, 2008; FLL, 2002; LIESECKE, HEIDGER, 2000; FLORINETH et. al., 2000)

1.3.1 ONR 121131 (2008) QUALITÄT IM GRÜNRAUM – GRÜNDACH: RICHTLINIEN FÜR DIE PLANUNG AUSFÜHRUNG UND ERHALTUNG

pH-Wert, Carbonatgehalt, Korngrößenverteilung, Wasserdurchlässigkeit und Lagerungsdichte wurden dieser ÖNORM-Regel entnommen und dienen als Richtwerte für die durchgeführten Untersuchungen. Die Vergleichswerte ähneln denen der FLL Dachbegrünungsrichtlinie (2002). Für Vegetationssubstrate bei Intensivbegrünungen sollte der Gehalt an Ton ($d < 0,002$ mm) zwischen 3% und 10% der Masse liegen. Der Schluffgehalt ($d = 0,002-0,063$ mm) sollte zwischen 10% und 17% der Masse liegen. Der Gehalt an Ton und Schluff zusammen sollte 20% der Masse nicht überschreiten. In Abb. 4 wird der Kornverteilungsbereich für Vegetationssubstrate bei Intensivdachbegrünungen nach ONR 121131 (2008) dargestellt.

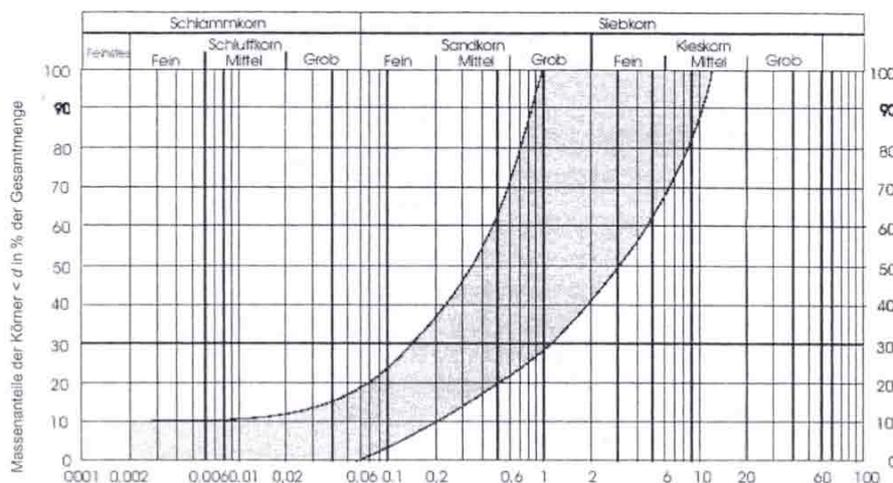


Abb. 4 Kornverteilungsbereich für Vegetationssubstrate bei Intensivbegrünungen (ONR 121131, 2008, 32)

1.3.2 FLL (2002) RICHTLINIE FÜR DIE PLANUNG, AUSFÜHRUNG UND PFLEGE VON DACHBEGRÜNUNGEN – DACHBEGRÜNUNGSRICHTLINIE

Die Vergleichswerte für pH-Wert, Carbonatgehalt, Wasserdurchlässigkeit und Lagerungsdichte können aus Tab. 4 entnommen werden. Der Anteil an abschlämmbaren Teilen ($d \leq 0,063$ mm) sollte zwischen 3 und 10 Massen-% liegen. Der Anteil an Feinsand ($d = 0,063-0,02$ mm) sollte zwischen 10 und 17 Massen-% liegen. Zusammen sollte der Anteil an Ton und Schluff nicht höher als 20 Massen-% betragen. In Abb. 5 wird der Kornverteilungsbereich für Vegetationssubstrate bei Intensivdachbegrünungen nach FLL Dachbegrünungsrichtlinie (2008) dargestellt.

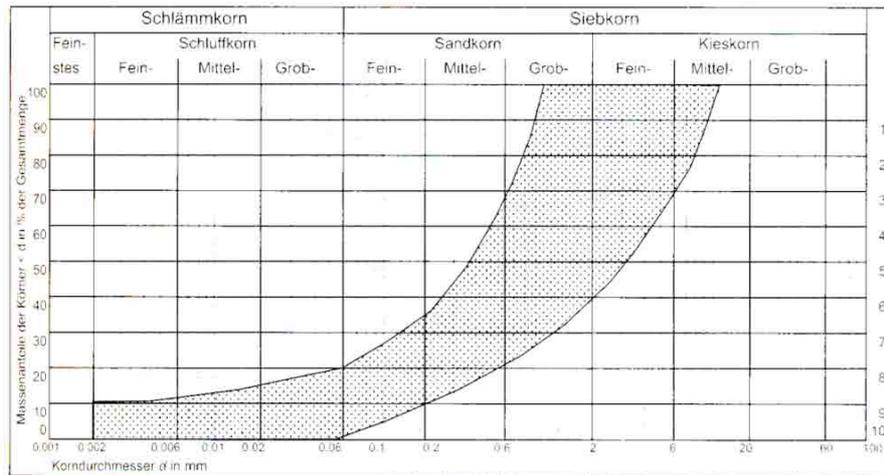


Abb. 5 Kornverteilungsbereich für Vegetationssubstrate bei Intensivbegrünung (FLL Dachbegrünungsrichtlinie, 2002, 47)

1.3.2.1 STUDIE „SUBSTRATE FÜR BÄUME IN STADTSTRABEN: TEIL 2: DISKUSSION DER ERGEBNISSE UND ABLEITUNG EINES ANFORDERUNGSPROFILS.“ VON LIESECKE UND HEIDGER (2000)

Der Anteil an abschlämmbaren Teilen ($d \leq 0,063$ mm) sollte zwischen 5 und 15 Massen-% liegen. Ein zu hoher Anteil dieser Fraktion kann ein Verstopfen der Poren bewirken und die erforderliche Luft- und Wasserführung wäre nicht gewährleistet. Unter Umständen kann auch eine Begrenzung auf 10 Massen-% notwendig sein. Der Kiesanteil jedoch kann zwischen 25 und 50 Massen-% liegen. Bei der Herstellung der Substratmischung sollte darauf geachtet werden, dass bei Zugabe von Sand ein grobkörniger verwendet wird. Wird vor Ort ausgehobenes Material verwendet, sollte der verwendete Bodenanteil 30% nicht überschreiten, um die Luft- und Wasserführung im Substrat nicht zu beeinflussen. Abb. 6 zeigt einen Entwurf einer Kornverteilung als Ergebnis der Studie von Hans-Joachim LIESECKE und Clemens HEIDGER (2000).

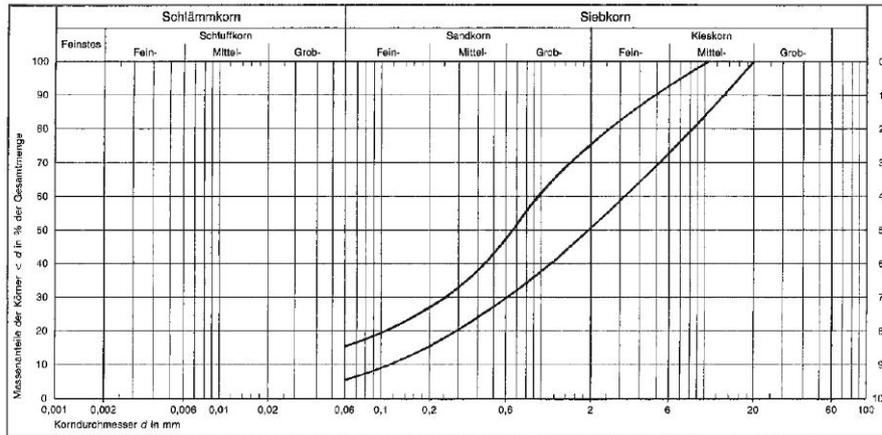


Abb. 6 Entwurf eines Kornverteilungsbereichs für Baumsubstrate (LIESECKE/HEIDGER, 2000, 624)

1.3.3 STUDIE „ BODENAUFBAUTEN ÜBER TIEFGARAGEN FÜR EINEN ÖKOLOGISCH WIRKSAMEN BAUMBESTAND IN ÖFFENTLICHEN PARKANLAGEN DER STADT WIEN - WIENER MODELL“ VON FLORINETH ET. AL. (2000)

Die Studie empfiehlt einen geringen Anteil an Feinteilen (Ton) im Oberbodensubstrat, um eine Ausbildung von Stauhorizonten zu vermeiden. Löss würde sich in diesem Fall gut eignen, erstens da es in der Wiener Umgebung, genauer im nördlichen Weinviertel vorkommt und zweitens direkt unter dem Oberboden ansteht und bei Bautätigkeiten als Aushubmaterial in großen Mengen anfällt. Löss alleine hat einen zu hohen Anteil an feinen Korngrößen. Dieser Nachteil könnte durch die Beimengung von grobem Sand behoben werden. Löss hat eine relativ gleich große Körnung im Schluffbereich welches die Verdichtbarkeit, im Vergleich zu weit gestuften Materialien, etwas verringert aber nicht ausschließt.

Als Unterbau wird Löss aus der Umgebung Wiens empfohlen. Das Material soll nicht verdichtet werden. Als Oberbau empfiehlt die Studie eine Mischung aus 50% Löss, 30% Kompost und 20% Grobsand (0,63-2 mm).

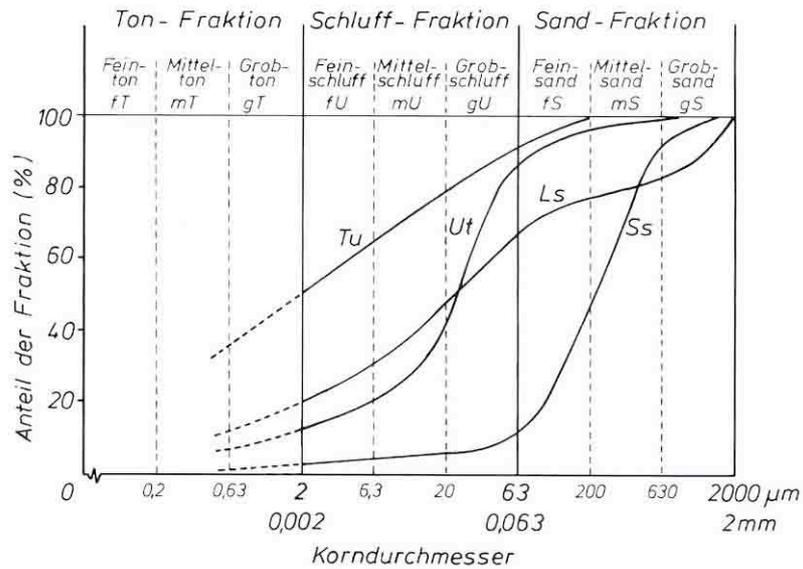


Abb. 7 Kornverteilung von Löss (Ut), Sand (Ss), Geschiebelehm (Ls) und tonreichem Schlick (Tu) (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 2002, 137)

1.3.4 SCHÖNBRUNNER MISCHUNG „ALT“

Die Schönbrunner Mischung ist in Zusammenarbeit der Höheren Bundeslehr- und -forschungsanstalt (HBLFA) Schönbrunn und der Magistratsabteilung 42 der Stadt Wien entstanden. Das Ziel war ein geeignetes, kostengünstiges und stützkornreiches Substrat als Alternative zur MA42 Standard Mischung zu entwickeln. Als Ersatz der Kiesfraktion wurde dem Substrat Lava und Ziegelbruch beigemischt. Dies soll große Verdichtungen verhindern und zu einer verbesserten Wasserspeicherung beitragen. Weiters wurde gewaschener Kiessand 1/4 verwendet, da durch die Anteile an Oberboden und Kompost genügend Feinmaterial im Substrat vorhanden sind. Im Rahmen der Diplomarbeit von Robert GILGE (2004) „Untersuchung verschiedener Bodensubstrate für die Eignung zur Gehölzpflanzung im Stadtgebiet“ wurde die Schönbrunner Mischung und andere Substratmischungen genauer untersucht. Die Mischung erfolgte vor Ort und wurde in zwei Schichten eingebaut. Aus der Untersuchung der eingebauten Substrate ergab sich folgende Verteilung des Korngrößenbereiches:

Schönbrunner Mischung „alt“		
Kies/Schotter	63-2mm	32-47%
Sand	2-0,063mm	41-56%
Ton/Schluff	< 0,063mm	10-12%

Tab. 5 Schönbrunner Mischung der Untersuchungsgebiete nach GILGE (GILGE, 2004)

1.3.5 SCHÖNBRUNNER MISCHUNG „NEU“

Die am Lehr- und Forschungszentrum Gartenbau Schönbrunn (Ifz, früher HBLFA) entwickelte Schönbrunner Mischung wurde bisher in zweischichtiger Bauweise mit den im Straßenbau übliche Materialien vor Ort gemischt und eingebaut. Es fehlte eine verbindliche Sieblinienvorgabe des Substrates. Daher wurde im Auftrag des Wiener Stadtgartenamtes mit dem „Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt“ des Bundesamts für Wasserwirtschaft in Petzenkirchen die Sieblinie optimiert. Dabei orientierten sie sich an bereits durch Versuche ermittelte Parameter aus folgenden Regelwerken:

- ZTV-Vegtra-Mü, 2002: Zusätzliche Technische Vorschriften für die Herstellung und Anwendung verbesserter Vegetationstragschichten.
- FLL, 2004: Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung; Bauweisen und Substrate.

Für das Ober- und Untersubstrat wurden Sande und Splitte unterschiedlicher Körnungen, humusarmer und schluffreicher Unterboden verwendet. Aus diesen Komponenten sollten ein nicht überbaubares Obersubstrat und ein überbaubares Untersubstrat in Anlehnung an die oben genannten Regelwerke entstehen. Das Mischungsverhältnis wurde wie folgt gewählt:

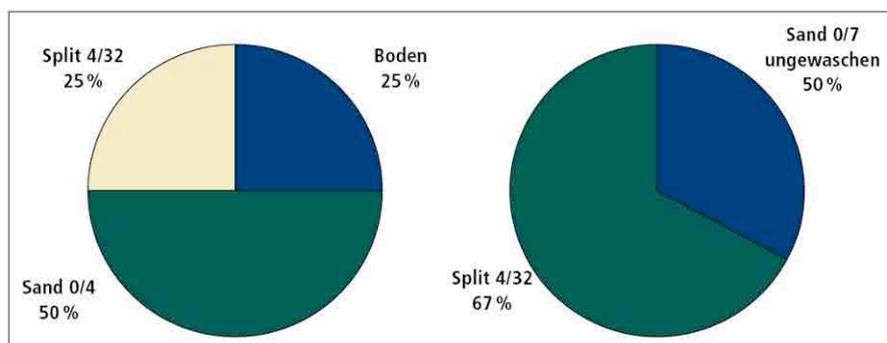


Abb. 8 Zusammensetzung des Obersubstrat (links) und des Untersubstrates (rechts) der Schönbrunner Mischung „neu“ (SCHMIDT, 2008, 20)

Für das nicht überbaubare Obersubstrat gilt folgende Kornverteilungslinie:

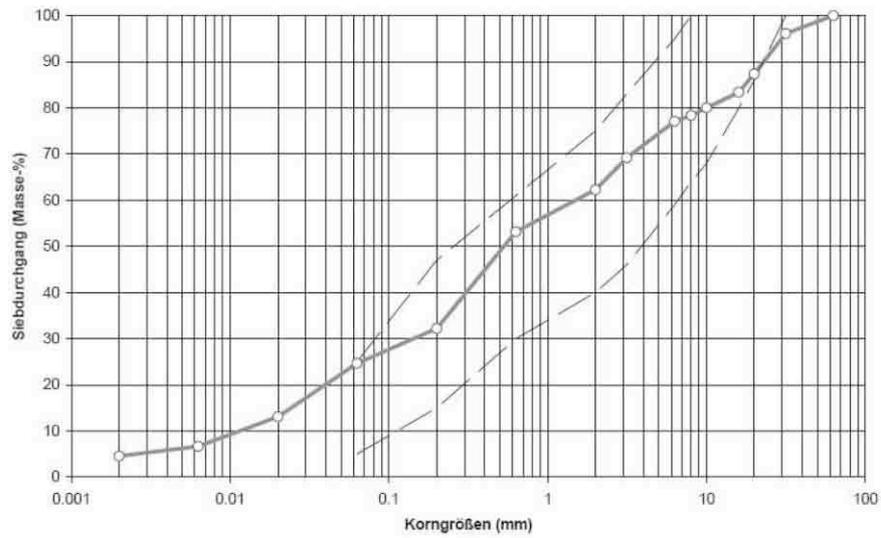


Abb. 9 Kornverteilungslinie des Obersubstrates der Schönbrunner Mischung „neu“ (SCHMIDT, 2007, 3), strichliert: Siebkorridor nach FLL Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 2 (2004)

Für das überbaubare Untersubstrat ergibt sich folgende Kornverteilungslinie:

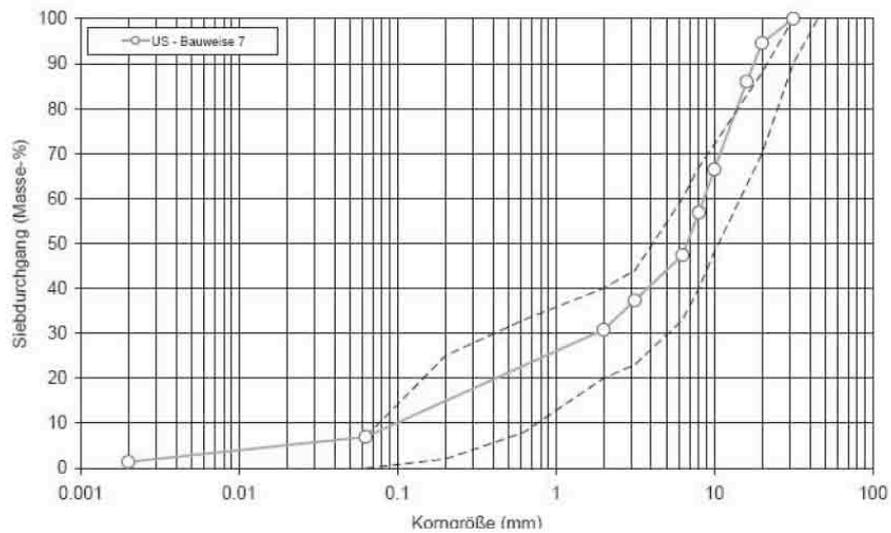


Abb. 10 Kornverteilungslinie des Untersubstrates der Schönbrunner Mischung „neu“ (SCHMIDT, 2007, 3), strichliert: Siebkorridor nach ZTV Vegtra Mü (2002)

Aus den Sieblinien des Ober- und Untersubstrates ergeben sich folgende Anteile für die einzelnen Korngrößenbereiche:

Schönbrunner Mischung „neu“ Obersubstrat		
Kies/Schotter	63-2 mm	38%
Sand	2-0,063 mm	37%
Ton/Schluff	< 0,063 mm	25%
Schönbrunner Mischung „neu“ Untersubstrat		
Kies/Schotter	63-2 mm	70%
Sand	2-0,063 mm	22%
Ton/Schluff	< 0,063 mm	8%

Tab. 6 Schönbrunner Mischung „neu“ Ober- und Untersubstrat

Der Einbau des Ober- und Untersubstrates kann nach zwei Varianten erfolgen. Bei Variante 1 ist der Standraum begrenzt. Wichtig sind daher die Verzahnung zur Umgebung und das Beachten der Pflanzhöhe.

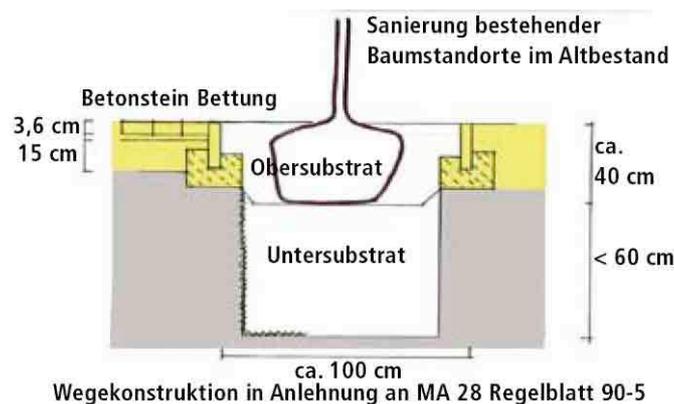


Abb. 11 Variante 1: Einbau in bestehende Baumscheiben (SCHMIDT, 2008, 21)

Bei Variante 2 kann der Standraum nach Maßgabe der Belastung der Umgebung erweitert werden. Die Verzahnung zur Umgebung und die Pflanzhöhe sind zu beachten.

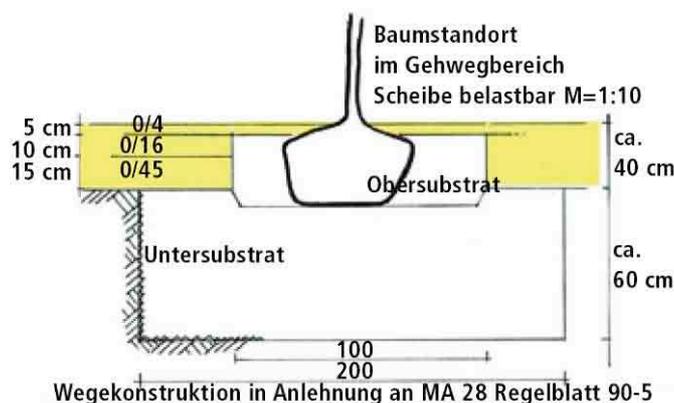


Abb. 12 Variante 2: Einbau in ungebundene Oberflächen (SCHMIDT, 2008, 21)

1.4 ANFORDERUNGEN AN GEHÖLZE IM SIEDLUNGSRAUM

1.4.1 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

Bäume im Siedlungsraum sind einer Reihe von zusätzlichen Stressfaktoren ausgesetzt. Die im Kapitel 1.4.2 angeführten Bäume der GALK Straßenbaumliste wurden nach ihrer Eignung für den Siedlungsraum beurteilt. Dazu sind folgende Kriterien herangezogen worden:

- morphologische und physiologische Eigenschaften (Wuchskraft, Kronen-, Stamm- und Wurzelbildung, u.a.)
- Standortansprüche (Klima, Boden, Wasser, Lichtbedarf)
- gärtnerischer Aufwand (Pflegeaufwand)
- Erfahrung über Lebenserwartung, Widerstandsfähigkeit gegen Umweltbelastungen aller Art, extreme Wachstumsverhältnisse
- Verkehrssicherheit (Stand- und Bruchsicherheit)
- Regionale Besonderheiten und Erfahrungen
- Verwendungsmöglichkeiten für besondere Fälle

Grundsätzlich gilt: Je anspruchsloser die Baumart, desto besser sind sie für die Verwendung im städtischen Straßenraum geeignet.

1.4.2 GALK-STRAßENBAUMLISTE 2006

Die Ständige Konferenz der Gartenamtsleiter beim Deutschen Städtetag (GALK) gründete am 16.09.1975 den Arbeitskreis „Stadtbaum“, der eine Liste von Baumarten zusammenstellen sollte die sich besonders für die Bepflanzung von Straßen im mitteleuropäischen Raum eignen. Der Arbeitskreis nahm in den folgenden Jahren vielfältige Anregungen der Kollegen auf und so wurde in unregelmäßigen Abständen die Straßenbaumliste überarbeitet und neu herausgegeben. Bei der dritten Überarbeitung wurden die Bäume, die noch nicht ausreichend oder überhaupt nicht auf dem Markt vorhanden waren im Teil B der Liste untergebracht. In der Liste von 2006 werden die Arten und Sorten aus der ehemaligen Liste B mit * gekennzeichnet und soweit keine einschlägige Erfahrung vorliegt auch nicht bewertet. Diese Arten

werden erst nach mehrjähriger Erprobungszeit und Zusammentragen der Erfahrungen in die Liste eingearbeitet.

Zeichenerklärung

- Lichtdurchlässigkeit
 - s = stark lichtdurchlässig
 - m = mäßig lichtdurchlässig
 - g = gering lichtdurchlässig
- Lichtbedarf
 - starker Lichtbedarf
 - mäßiger Lichtbedarf
 - geringer Lichtbedarf
- Verwendbarkeit im städtischen Straßenraum
 - gut geeignet Verwendung im Straßenraum fast ohne Einschränkung möglich
 - geeignet Verwendung im Straßenraum ist nur wenigen Einschränkungen (Klima, Immissionsschutz usw.) unterworfen
 - geeignet m.E. Verwendung im Straßenraum in vielen Gebieten mit Einschränkungen (Schädlings- und Krankheitsanfälligkeit, empfindlich gegen Bodenverdichtung usw)
 - nicht geeignet Verwendung im Straßenraum nur ausnahmsweise möglich

(DEUTSCHE GARTENAMTSLEITERKONFERENZ, 2006)



lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
1	Acer campestre, Feldahorn	10-15 (20)	10 (15)	m	○●	geeignet m. E.	Kleiner bis mittelgroßer Baum mit eiförmiger, im Alter mehr rundlicher Krone; Kalk liebend, bevorzugt tiefgründige und feuchte Böden und ist deshalb nicht geeignet bei Bodenverdichtungen und hohem Versiegelungsgrad
2	Acer campestre 'Elsrijk'	6-12 (15)	4-6	m	○●	geeignet m. E.	Wie Nr. 1, jedoch gerader durchgehender Stamm, im Wuchs schmaler und gleichmäßiger als die Art, später Laubfall; mehlaufrei; Trockenheit und vorübergehende Nässe vertragend, im Weinbauklima sind Hitzeschäden möglich, dort nicht immer strahlungsfest, gebietsweise Frostschäden in der Krone
3	Acer monspessulanum *, Französischer Ahorn	5-8 (11)	4-7 (9)	m	○●		Im Straßenbaumtest seit 2005; anspruchsloser kleiner Baum mit breit-eiförmiger und rundlicher Krone; auf geraden durchgehenden Stamm achten; Kalk liebend; Wärme liebend und für trockene Standorte geeignet (Weinbauklima), gebietsweise Frostschäden; auch für Kübel und Container geeignet
4	Acer platanoides, Spitzahorn	20-30	15-22	g	○●	geeignet m. E.	Großer, rundkroniger, schnellwüchsiger Baum mit dicht geschlossener Krone, blüht vor Blattaustrieb; empfindlich gegen Bodenverdichtung
5	Acer platanoides 'Allershausen' *	15-20	-10	g	○●		Im Straßenbaumtest seit 2005; wie Nr. 4, jedoch raschwüchsiger großer Baum, gerader durchgehender Stamm; bisher keine Hitzeschäden und Rindennekrosen
6	Acer platanoides 'Apollo' *	14-18	10-15	g	○●		Im Straßenbaumtest seit 2005; wie Nr. 4, jedoch schneller wachsend
7	Acer platanoides 'Cleveland'	10-15	7-9	g	○●	geeignet	Wie Nr. 4, jedoch mittelgroßer Baum mit ovaler, im Alter breit-eiförmiger, kompakter und regelmäßiger Krone, junge Blätter hellrot marmoriert; stadtklimafest
8	Acer platanoides 'Columnare' Typ 1 Typ 2 Typ 3	10 (16)	2-3 3-5 5-7	g	○●	geeignet	Wie Nr. 4, jedoch schmaler säulenförmiger Baum, langsamer wachsend als die Art; Austrieb marmoriert, Belaubung später dunkelgrün; gebietsweise Rindennekrosen. 3 Typen im Handel: Typ 1: schmalste Form Typ 2: breiter als Typ 1 Typ 3: Krone weitet sich auf
9	Acer platanoides 'Deborah'	15-20	10-15	g	○●	geeignet m. E.	Im Straßenbaumtest seit 1995, mittelstark wachsend, Austrieb dunkelrot, später vergrünend, gerader durchgehender Stamm; gebietsweise Frostschäden in der Krone sowie Rindennekrosen

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
10	Acer platanoides 'Emerald Queen'	15	8-10	g	○●	geeignet m. E.	Wie Nr. 4, jedoch schnell- und schmalwüchsiger, Laub im Austrieb rot überlaufen, stadtklimafest und Trockenheit vertragend; gebietsweise starke Rindennekrosen
11	Acer platanoides 'Farlake's Green'	15-20	10-15	g	○●	geeignet m. E.	Im Straßenbaumtest seit 1995; straff aufrechter, kräftiger und gleichmäßiger Wuchs, Krone im Alter zu rundlich tendierend; wenig mehltauanfällig; gebietsweise Rindennekrosen
12	Acer platanoides 'Globosum', Kugelspitzhorn	-6	5-8	g	○●	geeignet	Im Alter breiter als höher, langsam wachsend, auf Lichttraumprofil achten; gebietsweise Rindennekrosen; auch für Kübel und Container geeignet
13	Acer platanoides 'Royal Red'	15 (20)	8-10	g	○●	geeignet m. E.	Langsam wachsend, rotlaubig, mehltauanfällig; gebietsweise Rindennekrosen
14	Acer platanoides 'Summershade'	20-25	15-20	g	○●	geeignet m. E.	Rasch wachsend, ausladende und hängende Äste, bildet Quirle, windbruchgefährdet; stadtklimafest
15	Acer platanoides 'Olmsted'	10-12 (15)	2-3	g	○●	geeignet	Krone schmal, säulenförmig, langsam wachsend gebietsweise Rindennekrosen; ähnlich Acer platanoides 'Columnare'
16	Acer pseudoplatanus , Bergahorn	25-30 (40)	15-20 (25)	g	○●	nicht geeignet	Großer Baum mit eiförmiger Krone, blüht nach Blattaustrieb, Honigtauabsonderung; bevorzugt tiefgründige und feuchte Böden und ist deshalb nicht geeignet bei Bodenverdichtungen und hohem Versiegelungsgrad -gilt auch für alle Sorten
17	Acer pseudoplatanus 'Erectum'	15-20 (25)	6-8 (10)	g	○●	nicht geeignet	Wie Nr. 16, in der Jugend jedoch schmalkroniger, später stärker in die Breite wachsend; gebietsweise Rindennekrosen
18	Acer pseudoplatanus 'Negenia'	20-25 (30)	10-15	g	○●	nicht geeignet	Wie Nr. 16, Krone breit-pyramidal, vergreist früh; gebietsweise Rindennekrosen
19	Acer pseudoplatanus 'Rotterdam'	20-25 (30)	10-12 (15)	g	○●	nicht geeignet	Wie Nr. 16, Krone dichtastig, stumpfkegelig, keine Leittrieb Bildung; gebietsweise Rindennekrosen
20	Acer rubrum *, Rotahorn	10-15 (20)	6-10 (14)	g	○●		Gute Herbstfärbung; auf Kalkböden Chlorosegefahr; bedingt stadtklimafest; verschiedene Sorten im Handel
21	Acer rubrum 'Armstrong' *	10-15 (20)	5 (7)	g	○		Wie Nr. 20, jedoch Krone schmäler als die Art, gerader durchgehender Stamm, Blüte im März rotorange
22	Acer rubrum 'Scanlon' *	10-12	3-4	g	○		Wie Nr. 20, jedoch schmal-eiförmige Krone, im Alter breiter werdend, Herbstfärbung
23	Acer saccharinum , Silberahorn	25-30	20-25	s	○	nicht geeignet	Großer, starkwachsender Baum mit hochgewölbter Krone und weit ausladenden, locker stehenden Ästen, windbrüchig, kurzlebig; auf Kalkböden Chlorosegefahr

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
24	Aesculus carnea, Rotblühende Kastanie	10-15 (20)	8-12 (16)	g	○●	geeignet m. E.	Mittelgroßer Baum mit breitgewölbter, dicht geschlossener Krone, schwierig aufzuastern, wenig Früchte, nicht geeignet bei Bodenverdichtungen und hohem Versiegelungsgrad; Blütenbaum
25	Aesculus carnea 'Briotii'	10-15	8-12	g	○●	geeignet m. E.	Wie Nr. 24, jedoch gefüllte, kräftiger gefärbte Blüte, kaum Früchte
26	Aesculus hippocastanum, Rosskastanie	25 (30)	15-20 (25)	g	○	geeignet m. E.	Großer Baum mit breiter, dicht geschlossener Krone, Blütenbaum, Fruchtfall beachten; empfindlich gegen Bodenverdichtung und Salz; gebietsweise Rindennekrosen, Kastanienminiermotte; stadtklimafest
27	Aesculus hippocastanum 'Baumannii'	25 (30)	15-20 (25)	g	○	geeignet m. E.	Wie Nr. 26, jedoch gefüllt blühend, keine Früchte
28	Ailanthus altissima, Götterbaum	20-25	10-15 (20)	m	○	geeignet m. E.	Großer Baum mit eiförmiger Krone, gebietsweise gute Eignung, gerader durchgehender Stamm nur schwer erziehbar, bruchgefährdet, Blütenbaum, Fruchtschmuck; anspruchslos, aber auch verwildernd, auch extreme Trockenheit vertragend, gebietsweise frostgefährdet
29	Alnus cordata, Italienische Erle	10-15 (20)	8-10	m	○	geeignet m. E.	Kleiner bis mittelgroßer Baum mit lockerer, eiförmiger Krone, gebietsweise gute Eignung, treibt früh aus, lang haftende Belaubung (Schneebruchgefahr), hoher Lichtbedarf, in der Jugend frostempfindlich
30	Alnus glutinosa, Schwarzerle	10-20 (25)	8-12 (14)	m	○	nicht geeignet	Großer Baum mit pyramidalen, lockerer Krone, kurzlebig, bevorzugt offene und feuchte Böden und ist deshalb nicht geeignet bei Bodenverdichtungen und hohem Versiegelungsgrad
31	Alnus incana, Grau-, Weißerle	6-10 (20)	4-8 (12)	m	○	nicht geeignet	Großer Baum mit dichter, pyramidalen Krone, Flachwurzler, bildet Wurzeläusläufer
32	Alnus spaethii, Erle Spaethii	12-15	8-10	m	○	gut geeignet	Im Straßenbaumtest seit 1995, sehr raschwüchsiger Baum mit breit-pyramidalen Krone, Äste locker aufrecht; im Alter mehr waagrecht ausgebreitet, gerader durchgehender Stamm, lang haftende, dunkelgrüne, leicht glänzende Belaubung (Schneebruchgefahr)
33	Amelanchier arborea 'Robin Hill' *, Felsenbirne	6-8	3-5	m	○●		Im Straßenbaumtest seit 2005; kleiner Baum, Lichtraumprofil beachten, Herbstfärbung, Blütenbaum; auch für Kübel und Container geeignet
34	Betula papyrifera, Papierbirke	18-25	7-12	s	○	geeignet m. E.	Wie Nr. 35, jedoch mit pyramidalen Krone und straffer im Wuchs, etwas strahlungsfester
35	Betula pendula, Sandbirke	18-25 (30)	10-15 (18)	s	○	geeignet m. E.	Großer, raschwüchsiger Baum mit locker hochgewölbter Krone, nicht stadtklimafest und daher nicht in befestigten Flächen verwenden, kurzlebig, hoher Lichtanspruch, Flachwurzler, Pioniergehölz

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
36	Betula utilis *, Schneebirke	8-10 (15)	5-7	s	○		Mittelgroßer Baum mit breit-ovaler, lockerer Krone, im Alter rundlich, bevorzugt feuchte, durchlässige saure bis neutrale Böden, Kalk meiden, liebt kühle, luftfeuchte Standorte
37	Carpinus betulus , Hainbuche	10-20 (25)	7-12 (15)	m		geeignet m. E.	Mittelgroßer Baum mit kegelförmiger, im Alter hochgewölbter, rundlicher Krone, nicht stadtklimafest und daher nicht in befestigten Flächen verwenden
38	Carpinus betulus 'Fastigiata' , Pyramiden-Hainbuche	15-20	4-5 (10)	g		geeignet	Wie Nr. 37, jedoch säulen-bis kegelförmige und dichtere Krone, im Alter auseinanderfallend, auf durchgehenden Leittrieb achten, weniger hitze- und strahlungsempfindlich, auch für Kübel und Container geeignet
39	Carpinus betulus 'Frans Fontaine' , Säulen-Hainbuche	10-15	4-5	g	○●	geeignet	Wie Nr. 38, jedoch auch im Alter säulenförmig, Krone in der Jugend nicht ganz geschlossen, sehr windfest
40	Catalpa bignonioides , Trompetenbaum	8-10 (15)	6-10	m	○●	geeignet m. E.	Schnellwüchsiger, mittelgroßer Baum mit rundlicher Krone und weit ausladenden Seitenästen, artbedingt kein durchgehender Leittrieb, Krone im Alter breit gewölbt, großes dekoratives Blatt, später Austrieb, früher Blattfall, auffällige weiße Blütenrispen im Juni/Juli, Fruchtschmuck; auf Lichtraumprofil achten, bruchgefährdet; gebietsweise frostgefährdet
41	Celtis australis , Südlicher Zürgelbaum	10-20	10-15	m	○	geeignet m. E.	Kleiner bis mittelgroßer Baum mit ausladender Krone, Stammbildung besser als Nr. 42, auf geraden Leittrieb achten, Wärme liebend und für trockene Standorte geeignet (Weinbauklima), gebietsweise frostgefährdet
42	Celtis occidentalis , Amerikanischer Zürgelbaum	10-20	10-15	m	○	nicht geeignet	Wie Nr. 41, jedoch mit breit ausladender Krone
43	Cercis siliquastrum *, Gemeiner Judasbaum	4-6	4-6	g	○		Kleiner Baum, langsam wachsend, auf Lichtraumprofil und geraden Leittrieb achten, Blütenbaum; Wärme liebend und für trockene Standorte geeignet (Weinbauklima), gebietsweise frostgefährdet
44	Corylus colurna , Baumhasel	15-18 (23)	8-12 (16)	g	○●	gut geeignet	Mittelgroßer bis großer Baum mit regelmäßiger, breitkegelförmiger Krone, gerader durchgehender Stamm, Fruchtfall beachten, essbare Früchte; stadtklimafest
45	Crataegus crus-galli , Hahndorn	5-7 (9)	5-7 (9)	m	○●	geeignet m. E.	Kleiner Baum mit breit-runder Krone, neigt zu Gabelungen, besonders lange Dornen, Lichtraumprofil beachten, Blütenbaum, Fruchtschmuck; Kalk liebend, leichte bis mittelschwere Böden, anfällig gegen Feuerbrand, auch für Kübel und Container geeignet, identisch mit Crataegus x prunifolia 'Splendens'

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
46	Crataegus laevigata 'Paul's Scarlet', Echter Rotdorn	4-6 (8)	4-6 (8)	s	○	geeignet m. E.	Wie Nr. 45, jedoch breit-kegelförmiger, im Alter mehr rundliche Krone mit breit ausladenden Seitenästen, zeitweise starker Befall von Gespinnstmotte und Rost, anfällig gegen Feuerbrand; auch für Kübel und Container geeignet
47	Crataegus lavallei 'Carrierei', Apfeldorn	5-7	5-7	m	○	geeignet	Wie Nr. 45, Triebe mit starken Dornen, lang haftendes ledrig glänzendes dunkelgrünes Laub; anfällig gegen Feuerbrand; auch für Kübel und Container geeignet
48	Crataegus monogyna 'Stricta', Säulenweißdorn	5-7	2-3	m	○●	geeignet m. E.	Kleiner Baum, straff aufrecht im Wuchs, im Alter auseinanderfallend, Blütenbaum; etwas trockenheitsempfindlich; zeitweise starker Befall von Gespinnstmotte und Rost, anfällig gegen Feuerbrand; auch für Kübel und Container geeignet
49	Crataegus x prunifolia , Pflaumenblättriger Weißdorn	6-7	5-6	m	○	geeignet m. E.	Wie Nr. 45
50	Crataegus x mordenensis 'Toba' *	5-7	4-6	m	○●		Wie Nr. 45, jedoch Krone ausladend, Blüte weißrot; bisher keine Rostanfälligkeit bekannt; auch für Kübel und Container geeignet
51	Fraxinus angustifolia 'Raywood'	10-15 (20)	10-15	s	○●	geeignet m. E.	Mittelgroßer bis großer Baum mit eiförmiger, etwas unregelmäßiger, im Alter lockerer Krone, auf durchgehenden Leittrieb achten, Herbstfärbung violett bis weinrot; Kalk liebend, trockene Böden und stadtklimafest, empfindlich gegen Staunässe; gebietsweise frostempfindlich
52	Fraxinus excelsior , Gemeine Esche	20-35 (40)	20-25 (30)	s	○●	geeignet m. E.	Großer Baum mit rundlicher, lichter Krone, später Austrieb, frisch bis feuchte, tiefgründige, sandig bis lehmige Böden; Kalk liebend, empfindlich gegen Oberflächenverdichtung
53	Fraxinus excelsior 'Altena' *	15-20	10-12	s	○●		Wie Nr. 52, jedoch schlanker und regelmäßiger Wuchs
54	Fraxinus excelsior 'Atlas'	15-20	10-15	s	○●	geeignet	Im Straßenbaumtest seit 1995; wie Nr. 52, jedoch kompaktere, schmalere Krone
55	Fraxinus excelsior 'Diversifolia'	10-18	6-12	s	○●	geeignet	Im Straßenbaumtest seit 1995; wie Nr. 52, jedoch kleiner und schmalwüchsiger, lockerer Kronenaufbau, aufrechter Wuchs, ein für Eschen untypisches Blatt
56	Fraxinus excelsior 'Geessink'	15-20	10-12	s	○●	geeignet	Wie Nr. 52, jedoch schmal und schwächer wachsend
57	Fraxinus excelsior 'Globosa', Kugelesche	3-5	3-5	s	○●	geeignet	Wie Nr. 52, jedoch kleiner kugelförmiger Baum, dicht verzweigt, langsam wachsend, auf Lichtraumprofil achten
58	Fraxinus excelsior 'Westhofs Glorie'	20-25 (30)	12-15	s	○●	geeignet	Wie Nr. 52, jedoch sehr spät austreibend, gerader durchgehender Stamm

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
59	Fraxinus ornus, Blumenesche	8-12 (15)	6-8 (10)	m	○	geeignet	Schwachwüchsiger kleiner Baum mit rundlicher oder breitpyramidaler Krone, selten mit geradem Leittrieb, auf Lichtraumprofil achten, Blütenbaum; nicht in befestigten Flächen verwenden; stadtklimafest
60	Fraxinus ornus 'Rotterdam'	8-12	6-8	m	○	geeignet	Wie Nr. 59, jedoch regelmäßiger und kegelförmiger Kronenaufbau; auch für Kübel und Container geeignet
61	Fraxinus pennsylvanica *, Rotesche	15-20	10-15	m	○●		Im Straßenbaumtest seit 2005; starkwüchsig, im Alter ausladende Krone, gerader durchgehender Stamm; stadtklimafest
62	Ginkgo biloba, Fächerbaum	15-30 (35)	10-15 (20)	s	○●	gut geeignet	Großer Baum mit unterschiedlichen Wuchsformen, fächerartige Blätter, zweihäusig, krankheitsresistent, hoher Lichtanspruch, Fruchtfall beachten, Herbstfärbung; stadtklimafest
63	Ginkgo biloba 'Princeton Sentry' *	15-20	4-6	s	○●		Im Straßenbaumtest seit 2005; wie Nr. 62, jedoch schmalsäulenförmige Krone, schwachwüchsig, männliche Selektion, Herbstfärbung
64	Ginkgo biloba 'Fastigiata Blagon' *	15-20	8-10	s	○●		Im Straßenbaumtest seit 2005; wie Nr. 62, jedoch schmalkegelförmiger Wuchs, zweihäusig, Fruchtfall beachten, Herbstfärbung
65	Gleditsia triacanthos, Falscher Christudorn	15-20 (25)	10-15	s	○	nicht geeignet	In der Jugend stark wachsend, im Alter breite schirmförmige Krone, lange starke Dornen- und Fruchtbildung, kein durchgehender Leittrieb, anspruchslos, stadtklimafest, Windbruchgefährdung auf nährstoffreichen Böden, daher Abmagerung des Standortes, Verkehrsfahrer durch Dornen am Stamm und Abwurf im Alter
66	Gleditsia triacanthos 'Inermis'	10-25	8-15 (20)	s	○	geeignet	Wie Nr. 65, jedoch dornenlose Form, bei der in Einzelfällen nachträglich Dornen gebildet werden können, als junger Baum frostempfindlich
67	Gleditsia triacanthos 'Shademaster'	10-15 (20)	10-15	s	○	geeignet	Wie Nr. 65, bisher wurden noch keine Dornen beobachtet, später Laubfall
68	Gleditsia triacanthos 'Skyline'	10-15 (20)	10-15	s	○	gut geeignet	Wie Nr. 65, jedoch gleichmäßig geschlossene Krone mit aufstrebenden Ästen, dornenlose Sorte, bei der in Einzelfällen nachträglich Dornen gebildet werden können; keine Fruchtbildung
69	Gleditsia triacanthos 'Sunburst'	8-10	6-8	s	○	geeignet m. E.	Wie Nr. 65, jedoch kleiner Baum, Austrieb hellgelb, später grüngelb, dornelos, auf Lichtraumprofil achten, gebietsweise frostgefährdet
70	Koelreuteria paniculata *, Blasenbaum	6-8	6-8	s	○		Im Straßenbaumtest seit 2005, kleiner langsamwüchsiger Baum, Krone sehr breit, auf Lichtraumprofil achten, Blütenbaum; stadtklimafest

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
71	Liquidambar styraciflua, Amberbaum	10-20 (30)	6-12	m	○	geeignet m. E.	Mittelgroßer bis großer Baum, Kronenform stark variierend, im Alter offene Krone, gerader durchgehender Stamm, Herbstfärbung; möglichst auf frischen Böden; gebietsweise als Jungbaum frostgefährdet
72	Liquidambar styraciflua 'Moraine' *	10-20	6-12	m	○●		Wie Nr. 71, jedoch gleichmäßigere Krone und schnellerer Wuchs, Laub glänzend hellgrün, Herbstfärbung
73	Liquidambar styraciflua 'Paarl' *	15-25	3-4	m	○		Im Straßenbaumtest seit 2005, wie Nr. 71, jedoch mittlere Wuchskraft mit schmaler Krone, Herbstfärbung
74	Liriodendron tulipifera, Tulpenbaum	25-35	15-20	g	○	geeignet m. E.	Großer Baum mit breit-kegelförmigem Wuchs; durchgehender Leittrieb, raschwüchsig, verlangt tiefgründige, nährstoffreiche Böden, Pflanzung mit Ballen vorzugsweise im Frühjahr, sonst leicht Wurzelfäule
75	Liriodendron tulipifera 'Fastigiata' *	15-18	4-6	g	○		Wie Nr. 74, jedoch schmalkronig, straff aufrecht wachsend
76	Magnolia kobus *, Baummagnolie	8-10	4-8	m	○●		Krone breit-kegelförmig, im Alter ausladend, Blütenbaum, Blüte vor Austrieb
77	Malus spec., Zierapfelformen	4-8	4-6	m	○●	geeignet m. E.	Kleiner Baum, verlangt gute nährstoffreiche Standorte, auf Lichtprofil achten, bei Sorten auf Krankheitsresistenz achten, Blütenbaum, Fruchtschmuck, Fruchtfall beachten
78	Malus-Hybride 'Evereste'	4-6	3-5	m	○●	geeignet m. E.	Wie Nr. 77, Krone breit aufrecht, später rundlich, geringe Schorfanfälligkeit, Fruchtschmuck, geringe Anfälligkeit gegen Pilzbefall
79	Malus-Hybride 'Red Sentinel'	4-5	3-4	m	○●	geeignet m. E.	Wie Nr. 77, Krone schlank mit tief überhängenden Seitenästen, geringe Schorfanfälligkeit
80	Malus-Hybride 'Rudolph'	5-6	4-5	m	○●	geeignet m. E.	Wie Nr. 77, Krone aufrecht, später rund, geringe Schorfanfälligkeit
81	Malus-Hybride 'Street Parade'	4-6	2-3	m	○●	geeignet m. E.	Wie Nr. 77, Krone schmal-eiförmig, geringe Mehltau- und Schorfanfälligkeit
82	Malus tschonoskii *	8-12	2-4	m	○●		Im Straßenbaumtest seit 2005, Krone schmal-kegelförmig, im Alter breiter werdend, schnellwüchsig, durchgehender Leittrieb, Herbstfärbung, Blüten und Fruchtschmuck unscheinbar, geringe Schorfanfälligkeit, hohe Krebsanfälligkeit, verlangt nährstoffreiche Böden
83	Metasequoia glyptostroboides *, Urweltmammutbaum	25-35 (40)	7-10	s	○		Schnellwüchsiger großer Nadelbaum mit schmaler, spitzkegelförmiger Krone, sommergrün, leicht aufastbar

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
84	<i>Ostrya carpinifolia</i> *, Hopfenbuche	10-15 (20)	8-12	m	○●		Im Straßenbaumtest seit 2005, mittelhoher Baum, Krone kegelförmig, später rundlich, Wärme liebend und für trockene Standorte geeignet (Weinbauklima), im Erscheinungsbild der Hainbuche ähnlich
85	<i>Platanus acerifolia</i> , Platane	20-30 (40)	15-25	g	○	geeignet	Großer schnellwüchsiger Baum mit weit ausladender Krone, Befall von Schadorganismen wie z. B. Blattbräune, Platanenwelke, Platanennetzwanze etc. haben in den letzten Jahren zugenommen; stadtklimafest
86	<i>Populus berolinensis</i> , Berliner Lorbeerpyramidenpappel	18-25	8-10	m	○	geeignet m. E.	Großer Baum mit breit-säulenförmiger Krone, gerader durchgehender Stamm, schnell wachsend, bildet Wurzelasläufer
87	<i>Populus canescens</i> , Graupappel	20-25 (30)	15-20 (25)	m	○●	nicht geeignet	Großer raschwüchsiger Baum mit breit ausladender Krone, bildet Wurzelasläufer
88	<i>Populus simonii</i> , Birkenpappel	12-15	6-8 (10)	m	○	geeignet m. E.	Mittelgroßer Baum, Krone schmal-kegelförmig, gerader durchgehender Stamm, schnellwüchsig, gebietsweise Schneebruchgefahr, bedingt durch frühen Austrieb
89	<i>Populus simonii</i> 'Fastigiata'	7-10	4-6	m	○	geeignet m. E.	Wie Nr. 88, jedoch anfangs säulenförmig, später breitkegelförmige Krone
90	<i>Populus tremula</i> , Zitterpappel, Espe	10-20	7-10	s	○	nicht geeignet	Mittelgroßer Baum mit lockerer unregelmäßiger Krone, bildet Wurzelasläufer
91	<i>Prunus avium</i> , Vogelkirsche	15-20 (25)	10-15	g	○	nicht geeignet	Mittelgroßer Baum, Gefahr von "Gummifluss", Blütenbaum, Fruchtfall
92	<i>Prunus avium</i> 'Plena', Gefülltblühende Vogelkirsche	10-15	8-10	g	○	geeignet m. E.	Wie Nr. 91, jedoch regelmäßig pyramidale Krone, durchgehender Leittrieb, keine Früchte
93	<i>Prunus padus</i> , Traubenkirsche	10-15	8-10	m	○●	nicht geeignet	Mittelgroßer Baum mit breit-kegeliger Krone, neigt aufgrund starker Stock- und Stammausschläge zu Mehrstämmigkeit, Blütenbaum; Befall von Gespinstmotte
94	<i>Prunus padus</i> 'Schloss Tiefurt' *	9-12	6-8	m	○●		Im Straßenbaumtest seit 2005, wie Nr. 93, jedoch kleiner Baum mit gleichmäßig geschlossener Krone, gerader durchgehender Stamm
95	<i>Prunus sargentii</i> *, Scharlachkirsche	8-12	5-8	m	○●		Kleiner Baum, trichterförmig aufrecht wachsend, im Alter breit ausladend, Blütenbaum, spärlich fruchtend, Herbstfärbung
96	<i>Prunus sargentii</i> 'Rancho' *	6-8	3-4	m	○●		Wie Nr. 95, jedoch Krone säulenförmig, nicht fruchtend

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
97	Prunus spec., Japanische Kirsche in Arten und Sorten	3-15	1-10	g	○	geeignet m. E.	Kleine bis mittelgroße Bäume mit unterschiedlichen Kronenformen, Blütenbaum; Gefahr von "Gummifluss" bei ungeeigneten Standorten, vorzeitige Alterung, je nach Veredelungsform Stamm- und Wurzelaustriebe; auch für Kübel und Container geeignet
98	Prunus schmittii, Zierkirsche schmittii	8-10	3-5	m	○●	geeignet	Wie Nr. 97, jedoch schmal-kegelförmig, in der Jugend langsam wachsend, gerader durchgehender Stamm
99	Pterocarya fraxinifolia, Flügelnuß	10-20 (25)	10-20	g	○	nicht geeignet	Großer Baum mit breit ausladender Krone, raschwüchsig, bildet Wurzelaustriebe, Austrieb spätfrostgefährdet
100	Pyrus calleryana 'Chanticleer', Stadtbirne Chanticleer	8-12 (15)	4-5	m	○	geeignet	Kleiner bis mittelgroßer Baum, Krone schmal-kegelförmig, später locker breit-pyramidal, Blütenbaum, teilweise Fruchtbildung, früher Austrieb, Laubfall erst nach starkem Frost (Schneebruchgefahr); gebietsweise Birnengitterrost, feuerbrandgefährdet; gebietsweise frostempfindlich
101	Pyrus canescens *, Weißgraue Wildbirne	7-10	4-6	m	○●		Mittelgroßer Baum mit schmal-kegelförmiger Krone, gerader durchgehender Stamm, Blütenbaum, Fruchtbildung beachten; Kalk liebend; gebietsweise Birnengitterrost, feuerbrandgefährdet; nicht strahlungsfest
102	Pyrus caucasica, Kaukasische Wildbirne	8-12	3-4	m	○●	geeignet m. E.	Im Straßenbaumtest seit 1995; mittelgroßer Baum mit säulen- bis kegelförmiger Krone, straff aufrecht wachsend, gerader durchgehender Stamm, Blütenbaum, Fruchtbildung beachten, gebietsweise Birnengitterrost, feuerbrandgefährdet
103	Pyrus communis 'Beech Hill', Wildbirne Beech Hill	8-12	5-7	m	○●	geeignet m. E.	Im Straßenbaumtest seit 1995; mittelgroßer Baum, Krone anfänglich straff aufrecht wachsend, später auseinanderfallend, Blütenbaum, Fruchtbildung beachten; gebietsweise Birnengitterrost, feuerbrandgefährdet
104	Pyrus regelia, Wildbirne	8-10	7-9	g	○●	geeignet m. E.	Im Straßenbaumtest seit 1995; mittelgroßer Baum mit lockerer sperriger Verzweigung, Krone eiförmig bis rundlich, Blütenbaum, teilweise Fruchtbildung; gebietsweise Birnengitterrost, feuerbrandgefährdet
105	Quercus cerris, Zerreiche	20-30	10-15 (25)	m	○	geeignet	Großer Baum mit stumpf-kegeliger Krone, auch auf trockenen Böden, stadtklimafest
106	Quercus frainetto *, Ungarische Eiche	10-20 (25)	10-15	g	○●		Im Straßenbaumtest seit 2005; mittelgroßer bis großer Baum mit rundlich ausladender Krone; stadtklimafest
107	Quercus palustris, Sumpfeiche	15-20 (25)	8-15 (20)	m	○	geeignet	Großer Baum mit gleichmäßiger, kegelförmiger Krone, gerader durchgehender Stamm, Herbstfärbung; auch auf mäßig trockenen Böden gedeihend, auf Kalkböden Chlorosegefahr
108	Quercus petraea, Traubeneiche	20-30 (40)	15-20 (25)	s	○	geeignet	Großer Baum mit regelmäßiger eiförmiger Krone; stadtklimafester als Nr. 109

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
109	Quercus robur, Stieleiche	25-35 (40)	15-20 (25)	s	○	geeignet	Großer Baum mit breit-kegeliger Krone, weit ausladend; Befall von Schadorganismen wie z. B. Eichensplintkäfer, Eichenwickler, Phytophthora; Pflanzung nicht vor Dezember
110	Quercus robur 'Fastigiata', Stielsäuleneiche	15-20	5-7	m	○	geeignet	Wie Nr. 109, jedoch säulenförmiger Wuchs, im Alter auseinanderfallend, durch Aussaat oft nicht typische Wuchsform
111	Quercus robur 'Fastigiata Koster'	15-20	3-5	m	○●	geeignet	Wie Nr. 110, jedoch auch im Alter schlanker und kompakter Wuchs
112	Quercus rubra, Amerikanische Roteiche	20-25	12-18 (20)	g	○	geeignet m. E.	Starkwüchsiger großer Baum mit rundlicher Krone, durchgehender Leittrieb, Herbstfärbung, anspruchsloser als Nr. 109, auf Kalkböden Chlorosegefahr
113	Robinia pseudoacacia, Scheinakazie	20-25	12-18 (22)	s	○	geeignet	Großer Baum mit lockerer unregelmäßiger Krone, in der Jugend raschwüchsig, Blütenbaum; anspruchslos, aber windbruchgefährdet auf nährstoffreichen Böden, im Alter Totholzbildung, bildet Wurzelaufläufer; stadtklimafest
114	Robinia pseudoacacia 'Bessoniana', Kegelakazie	20-25	10-12 (15)	s	○	geeignet	Wie Nr. 113, jedoch im Alter breite rundliche und dicht verzweigte Krone, meist durchgehender Leittrieb, wenige und nur kleine Dornen, selten Blüten
115	Robinia pseudoacacia 'Monophylla', Straßenakazie Monophylla	15-20 (25)	8-10	s	○	geeignet	Wie Nr. 113, jedoch aufrechterer Wuchs, nur wenige kleine Dornen, durchgehender Leittrieb, gebietsweise frostgefährdet
116	Robinia pseudoacacia 'Nyirsegi'	25-30	10-15	m	○	geeignet	Wie Nr. 113, jedoch gerader durchgehender Stamm bis in die Krone, weniger Dornen und geringere Bruchgefahr
117	Robinia pseudoacacia 'Sandraudiga'	20-25	12-18 (22)	s	○	geeignet	Im Straßenbaumtest seit 1995, wie Nr. 113, jedoch geradschäftig, rosa Blüten
118	Robinia pseudoacacia 'Semperflorens' *	15-20	10-15	s	○		Wie Nr. 113, jedoch geringe Bedornung, Nachblüte im Herbst
119	Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera', Kugelakazie	4-6	4-6	m	○	geeignet	Wie Nr. 113, jedoch kleiner Kugelbaum mit dichter Krone, keine Blüte, Lichtraumprofil beachten, auch für Kübel und Container geeignet
120	Salix alba, Weißweide, Silberweide	15-20 (25)	10-15 (20)	m	○	nicht geeignet	Großer Baum mit lockerer, breit ausladender Krone, Bruchgefahr, bevorzugt feuchte Böden
121	Salix alba 'Liempde'	20-30	10-12	m	○	nicht geeignet	Wie Nr. 120, jedoch schnellwüchsig und schmalkegelförmige Krone mit aufwärtsgerichteten Ästen, gerader durchgehender Stamm

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
122	Sophora japonica, Schnurbaum	15-20 (25)	12-18 (20)	m	○	geeignet m. E.	Mittelgroßer bis großer Baum mit breiter rundlicher Krone, im Alter ausladend, auf geraden durchgehenden Stamm achten, Sommerschnitt, Blütenbaum; als junger Baum gebietsweise frostgefährdet
123	Sophora japonica 'Regent'	15-20 (25)	10-15	m	○	geeignet m. E.	Im Straßenbaumtest seit 1995; wie Nr. 122, entbehrliche Sorte, da sie keine Verbesserung zur Art darstellt
124	Sorbus aria, Mehlbeere	6-12 (18)	4-7 (12)	m	○	geeignet m. E.	Kleiner Baum mit gleichmäßig aufgebaute kegelförmiger Krone, im Alter breiter und lockerer, langsamwüchsig, Lichtraumprofil beachten, Blütenbaum, Fruchtschmuck, Fruchtfall beachten, feuerbrandgefährdet
125	Sorbus aria 'Magnifica'	6-12 (18)	4-7 (12)	m	○	geeignet m. E.	Wie Nr. 124, jedoch kleiner und regelmäßig aufgebaute Krone, Wuchs schmäler, im Alter breiter
126	Sorbus aria 'Majestica'	8-10 (12)	4-7	m	○	geeignet m. E.	Wie Nr. 124, jedoch schmal-kegelförmige Krone, im Alter schirmförmig, Früchte und Blätter größer
127	Sorbus aucuparia, Eberesche, Vogelbeere	6-12	4-6	s	○●	nicht geeignet	Kleiner bis mittelgroßer Baum, kegelförmige Krone, im Alter rundlich, Blütenbaum, Fruchtschmuck, Fruchtfall beachten; bevorzugt leicht saure, frische bis feuchte Böden; nicht stadtklimafest
128	Sorbus aucuparia 'Edulis', Essbare Eberesche	10-15	6-7	s	○●	nicht geeignet	Wie Nr. 127, jedoch gleichmäßige, geschlossene und schlanke Krone
129	Sorbus intermedia, Schwedische Mehlbeere	10-15 (20)	5-7	g	○	geeignet m. E.	Mittelgroßer Baum, kegelförmige Krone, im Alter rundlich, Lichtraumprofil beachten, langsam wachsend, Blütenbaum, Fruchtschmuck, Fruchtfall beachten
130	Sorbus intermedia 'Brouwers'	9-12	4-7	g	○	geeignet	Wie Nr. 129, jedoch kompakt pyramidale Krone, gerader durchgehender Stamm
131	Sorbus thuringiaca 'Fastigiata'	5-7	4-5	s	○	geeignet	Wie Nr. 129, jedoch schmale, kegelförmige und kompakte Krone, langsam wachsend
132	Tilia americana 'Nova', Riesenblättrige Linde	25-30	15-20	g	○●	geeignet	Großer Baum mit breit-kegelförmiger Krone, im Alter rundlich, raschwachsend, gerader durchgehender Stamm; Honigtauabsonderung
133	Tilia cordata, Winterlinde	18-20 (30)	12-15 (20)	g	○●	geeignet m. E.	Großer Baum mit breit-kegelförmiger dichter Krone, im Alter auseinanderstrebend; Habitus kann sehr variable sein, verlangt frische, offene Böden; Honigtauabsonderung
134	Tilia cordata 'Erecta', Dichtkronige Winterlinde	15-20	10-12 (14)	g	○●	geeignet	Wie Nr. 133, jedoch Krone kleiner und regelmäßiger, als junger Baum langsam wachsend, kleines Blatt

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
135	<i>Tilia cordata</i> 'Greenspire', Amerikanische Stadtlinde	18-20	10-12	g	○●	gut geeignet	Wie Nr. 133, jedoch Krone schmäler, regelmäßiger und dichter, im Alter breiter; Äste aufsteigend; gebietsweise Rindennekrosen
136	<i>Tilia cordata</i> 'Rancho'	8-12 (15)	4-6 (8)	g	○●	geeignet	Im Straßenbaumtest seit 1995, wie Nr. 133, jedoch schmaleiförmiger, im Alter breiter, rundlicher regelmäßiger Kronenaufbau, langsam und kompakt wachsend, geringer Befall mit läusen und daher wenig Honigtauabsonderung
137	<i>Tilia cordata</i> 'Roelvo'	10-15	7-10	g	○●	geeignet	Im Straßenbaumtest seit 1995, wie Nr. 133, jedoch breitkegelförmige bis rundliche Krone, langtriebiger und nicht so kompakt wachsend wie 'Rancho'
138	<i>Tilia euchlora</i> , Krimlinde	15-20	10-12	m	○	geeignet m. E.	Mittelgroßer Baum mit stumpf-kegelförmiger Krone, stark hängende Äste, auf Lichtraumprofil achten, Honigtauabsonderung
139	<i>Tilia flavescens</i> 'Glenleven', Kegellinde 'Glenleven'	15-20 (25)	12-15	g	○●	geeignet m. E.	Im Straßenbaumtest seit 1995, großer Baum mit geschlossener breit-kegelförmiger, im Alter ausladendrundlicher Krone, raschwüchsig, gerader durchgehender Stamm
140	<i>Tilia platyphyllos</i> , Sommerlinde	30-35 (40)	18-25	g	○●	nicht geeignet	Großer heimischer Baum mit breit-eiförmiger Krone und ausladenden Seitenästen; verlangt tiefgründige, frische, humose Böden, empfindlich gegen Bodenverdichtung
141	<i>Tilia platyphyllos</i> 'Rubra', Korallenrote Sommerlinde	30-35	15-20	g	○●	nicht geeignet	Wie Nr. 140, jedoch regelmäßiger Krone, einjährige Triebe intensiv rot
142	<i>Tilia tomentosa</i> , Silberlinde	25-30	15-20	g	○	geeignet m. E.	Großer Baum mit regelmäßiger breit-kegelförmiger geschlossener Krone, Neigung zu Gabelwuchs, neigt zu einwachsender Rinde, alle Silberlinden haben eine späte Blütentracht, weder bienen- noch hummelgefährlich, keine Honigtauabsonderung; stadtklimafest; die Verwendung von Sorten wird empfohlen
143	<i>Tilia tomentosa</i> 'Brabant'	20-25 (30)	12-18 (20)	g	○	gut geeignet	Wie Nr. 142, jedoch eine breit-kegelförmig dichte und regelmäßig aufgebaute Krone, Selektionen mit geradem durchgehendem Stamm aus <i>Tilia tomentosa</i> , bessere Leittrieb Bildung
144	<i>Tilia europaea</i> , Holländische Linde	25-35 (40)	15-20	g	○	geeignet	Großer Baum mit gleichmäßig aufgebaute kegelförmiger Krone, im Alter stumpf-kegelförmig, rasch wachsend; stadtklimafest
145	<i>Tilia europaea</i> 'Pallida', Kaiserlinde	30-35 (40)	12-18 (20)	g	○	gut geeignet	Wie Nr. 144, jedoch gleichmäßige kegelförmige Krone, im Alter breit ausladend, verschiedene wurzelechte Selektionen im Handel

lfd. Nr.	Botanischer und deutscher Name	Wuchshöhe in m	Breite in m	Lichtdurchlässigkeit	Lichtbedarf	Verwendbarkeit im städt. Straßenraum m. E. = mit Einschränkung	Bemerkungen
146	Ulmus glabra, Bergulme	25-35 (40)	15-20	m	○	nicht geeignet	Großer Baum mit rundlicher, breit ausladender und dichter Krone, raschwüchsig, anspruchsvoll bezüglich Wasser- und Nährstoffversorgung, auch in Grünflächen wegen Ulmenkrankheit nur einzeln oder in kleinen Gruppen verwendbar
147	Ulmus-Hybride 'Clusius' *	15-18	5-10	g	○●		Wie Nr. 151, jedoch breit-säulenförmig, im Alter breiteiförmig, vermutlich resistent gegen Ulmenkrankheit
148	Ulmus-Hybride 'Columella' *	15-20	5-10	g	○●		Mittelgroßer, aufrecht bis säulenförmig wachsender Baum, vermutlich resistent gegen Ulmenkrankheit, bisher keine genauen Angaben über ausgewachsene Bäume vorhanden
149	Ulmus-Hybride 'Dodoens' *	12-15	5-6	g	○●		Mittelgroßer Baum mit lockerer, schlank-aufrechter, im Alter breit-kegelförmiger Krone, schnell wachsend, gerader durchgehender Stamm, auf eigener Wurzel vermutlich resistent gegen Ulmenkrankheit
150	Ulmus-Hybride 'New Horizon' *	20-25	8-10	g	○●		Mittelgroßer Baum mit säulen- bis kegelförmiger dichter Krone, schnell wachsend, vermutlich hohe Resistenz gegen die Ulmenkrankheit, gerader durchgehender Stamm
151	Ulmus x hollandica 'Lobel'	12-15	4-5	g	○	geeignet m. E.	Mittelgroßer betont aufrecht wachsender Baum, säulenförmige Krone, im Alter mehr kegelförmig, kleinblättrig, vermutlich resistent gegen Ulmenkrankheit
152	Ulmus-Hybride 'Rebona' *	20-25	8-10	g	○●		Mittelgroßer schnell wachsender Baum mit breitkegelförmiger Krone, gerader durchgehender Stamm, Äste flach abstehend (45 Grad), vermutlich resistent gegen Ulmenkrankheit
153	Ulmus-Hybride 'Regal'	15-20	6-8	m	○	geeignet m. E.	Mittelgroßer Baum mit schmaler Krone, schnell wachsend, gerader durchgehender Stamm, vermutlich resistent gegen Ulmenkrankheit
154	Zelkova serrata *, Japanische Zelkove	20-25	15-25	g			Im Straßenbaumtest seit 2005, mittelgroßer bis großer Baum, rundkronig mit weit ausladenden Ästen, auf durchgehenden Leittrieb achten; gebietsweise spätfrostgefährdet; stadtklimafest

Tab. 7 GALK Straßenbaumliste 2006 (DEUTSCHE GARTENAMTSLEITERKONFERENZ, 2006)

2 UNTERSUCHUNGSGBIET

2.1 KLIMA WIEN

Das Stadtklima weist Besonderheiten gegenüber dem Klima unbebauter Flächen auf. Die Aufheizung tagsüber und die geringe Abkühlung nachts können negative Auswirkungen auf Pflanzen haben. Weiters wird die Situation durch die Veränderung der Luftzusammensetzung verschärft. Die Minimumtemperaturen der Stadt sind höher als die des Umlandes. Ein weiterer Faktor sind die starken Regenereignisse während der Sommermonate. Der in großen Mengen in geringer Zeit fallende Niederschlag kann großteils nur durch oberflächennahen Abfluss ablaufen, welcher zu einer geringen Versickerung im Boden selbst führt (ROLOFF et. al., 2008). An natürlichen Standorten wachsen Bäume in einer Vegetationsgesellschaft und somit in vielfältiger Wechselwirkung zur Umwelt. Hingegen auf Plätzen und an Straßen werden Bäume als Einzelbaum, Baumgruppe oder Allee gepflanzt. Der Standortvergleich in Abb. 13 zeigt die wesentlichsten Unterschiede auf, aus denen sich direkte Einflüsse auf das Baumwachstum ergeben (BALDER, 1998).

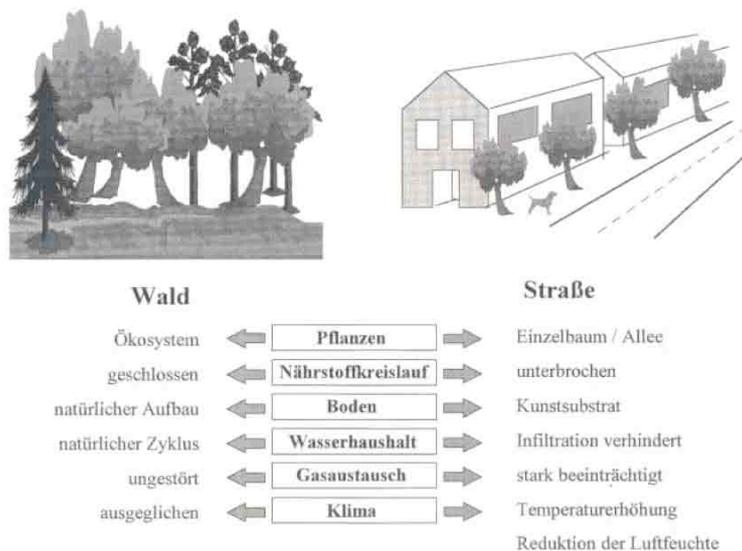


Abb. 13 Standortvergleich Wald-Straße (BALDER, 1998, 3)

Das Temperaturfeld in der Stadt wird durch folgende Einflussgrößen bestimmt:

- reduzierte Verdunstung (erhöhter oder beschleunigter Oberflächenabfluss),

- höhere Wärmeleitfähigkeit, größere Wärmekapazität (aufgrund verwendeter Baumaterialien),
- veränderte Luftströmung aufgrund baulicher Beschaffenheit und
- Zufuhr künstlicher Energie.

(MEYER, 1982)

Trotz der negativen Einflüsse auf Bäume in der Stadt haben diese einen positiven Einfluss auf das Stadtklima: zum Beispiel verringern sie die Luftverschmutzung durch die Ausfilterung von Stäuben und Aerosolen, bringen einen Temperatúrausgleich mit sich durch die Absenkung der Lufttemperatur, Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit mittels Transpiration, spenden Schatten, vermindern die Windgeschwindigkeit, nehmen Kohlenstoff auf und geben Sauerstoff ab und tragen zur Verbesserung des Wohnumfeldes bei (LEH, 1991).

Folgende Diagramme zeigen den Temperatur- und den Niederschlagsverlauf an der Messstation Wien Hohe Warte zwischen 1971 und 2000. Es wurde die Messstation Hohe Warte gewählt, da an dieser auch Daten über Bewölkung, Gewitter, Hagel und Schnee von Meteorologen festgehalten werden.

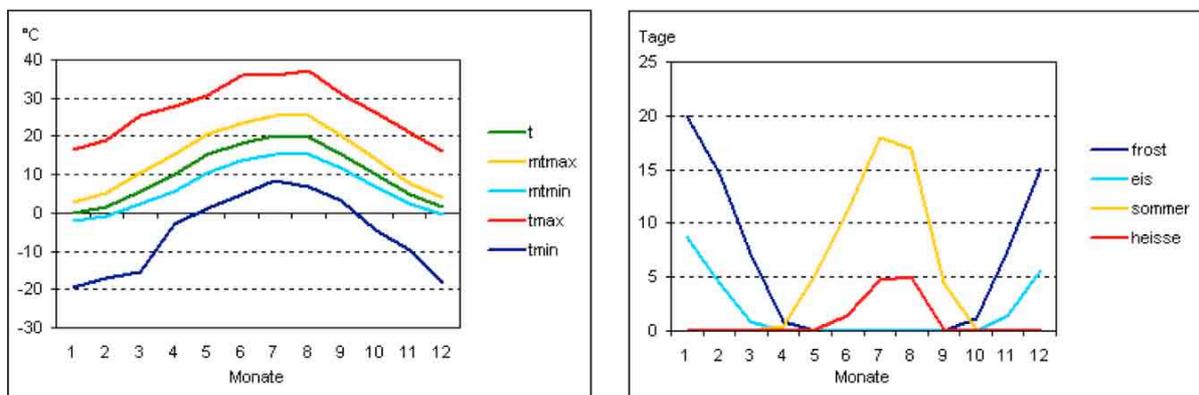


Abb. 14 (li) und Abb. 15 (re) links: Jahresgang der Temperatur in Wien (1971-2000), rechts: Besondere Tage mit Extremtemperaturen, beide Graphiken stammen von den Daten der Messstation Hohe Warte, Wien (ZAMG, 2009)

Kürzel	Einheit	Element	Definition
t	°C	Tagesmittel	(7Uhr Mittel + 19Uhr Mittel + mittl. Maximum + mittl. Minimum) / 4
mtmax	°C	Mittel aller tägl. Maxima	Summe tägl. Maxima/Anzahl der Tage
mtmin	°C	Mittel aller tägl. Minima	Summe tägl. Minima/Anzahl der Tage
tmax	°C	absolutes Maximum	größtes Tagesmaximum
tmin	°C	absolutes Minimum	kleinstes Tagesminimum

Tab. 8 Erklärung der Abkürzungen des Diagramms des Jahresganges der Temperatur (ZAMG, 2009)

Der in Abb. 14 grün eingezeichnete Verlauf der Temperatur stellt das Tagesmittel dar. Die anderen vier Verläufe zeigen die Extremwerte im Jahresverlauf auf. Die Extremwerte werden durch das Diagramm mit den besonderen Tagen unterstützt. Sommertage (Temperaturmaximum mind. 25°C) und heiße Tage (Temperaturmaximum mind. 30°C) steigen zwischen März und Juli an. Am häufigsten treten diese zwischen Mitte Juli und Mitte August auf. Danach sinken sie bis Mitte Oktober wieder auf Null. Das Gegenstück zu den heißen Tagen und Sommertagen sind die Frosttage (Temperaturminimum unter 0°C) und die Eistage (Temperaturmaximum unter 0°C). Frosttage treten schon ab Ende September auf, Eistage erst ab Mitte/Ende Oktober. Ihr Maximum erreichen sie im Dezember und Jänner und klingen ungefähr zeitgleich mit Mitte April ab.

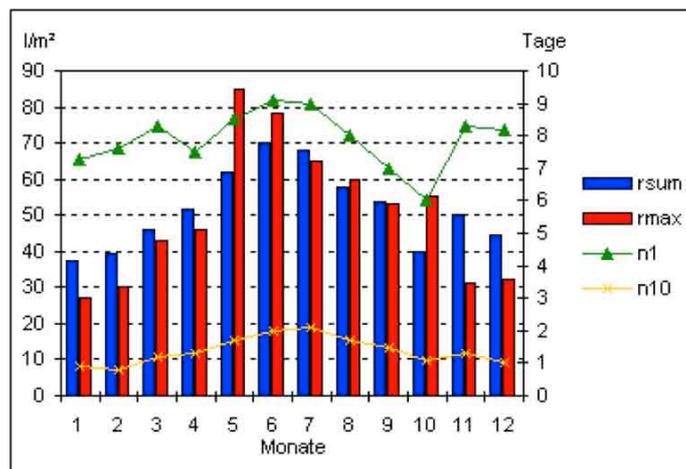


Abb. 16 Jahresniederschlag in Wien (1971-2000), gemessen an der Messstation Hohe, Wien (ZAMG, 2009)

Kürzel	Einheit	Element	Definition
rsum	l/m2	Niederschlagssumme	Mittlere Monatssumme des Niederschlages
rmax	l/m2	Größter Tagesniederschlag	Größte Niederschlagssumme in 24 Stunden
n1	Tag	Niederschlag ≥ 1 mm	Zahl der Tage mit Niederschlagssumme ≥ 1 mm
n10	Tag	Niederschlag ≥ 10 mm	Zahl der Tage mit Niederschlagssumme ≥ 10 mm

Tab. 9 Erklärung der Abkürzungen des Diagramms des Jahresniederschlages (ZAMG, 2009)

Die im Diagramm blau dargestellten Balken geben die Werte für die mittlere Monatssumme des Niederschlages an. Es ist ersichtlich, dass die Niederschlagsmenge im Jahresverlauf gegen Sommer hin ansteigt. Das Maximum wird im Juni erreicht. Danach sinkt die Niederschlagsmenge, steigt noch einmal ein wenig im November an und sinkt dann wieder. Mit sinkender Temperatur in den

Wintermonaten kann es vermehrt zu Schneefall oder auch Hagel kommen. In den folgenden Diagrammen wird auf diese Arten des Niederschlags näher eingegangen.

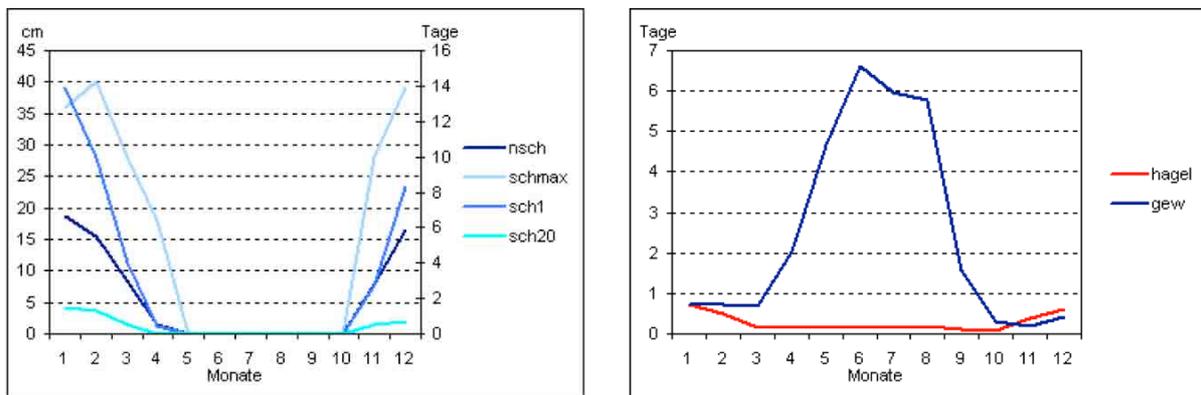


Abb. 17 (li) und Abb. 18 (re) links: Jahresgang der Schneemenge, rechts: Jahresgang der Gewitter und Hagel, beide Graphiken stammen von den Daten der Messstation Hohe Warte, Wien (ZAMG, 2009)

Kürzel	Einheit	Element	Definition
nsch	cm	Neuschneemenge	Summe der Neuschneemenge
schmax	cm	Schneedecke	Maximale Schneedecke in cm
sch1	Tag	Schnee \geq 1cm	Zahl der Tage mit Schneedecke \geq 1cm
sch20	Tag	Schnee \geq 20cm	Zahl der Tage mit Schneedecke \geq 20cm
hagel	Tag	Hagel oder Graupel	Zahl der Tage mit Hagel oder Graupel
gew	Tag	Gewitter	Zahl der Tage mit Gewitter

Tab. 10 Erklärung der Abkürzungen der Diagramme des Jahresganges von Schneemenge, Hagel und Gewitter (ZAMG, 2009)

Mit Neuschneemengen kann man zwischen Mitte Oktober bis längstens Mitte Mai (in höheren Lagen) rechnen. Die höchsten Schneedecken mit 35-40 cm treten im Jänner und Februar auf. Generell gibt es im Winter mehr Tage mit einer Schneedecke \geq 1 cm als Tage mit einer Schneedecke \geq 20 cm. Hagel tritt wie Schnee mehr in den Winter- als Sommermonaten auf, wobei die Anzahl der Tage mit Hagel oder Graupel mit einem Tag zwischen Oktober und März und weniger in den Sommermonaten nicht an die Schneetage herankommt. Gewitter sind luftelektrische Entladungen und können von wolkenbruchartigen Regen- und Hagelschauern begleitet sein, sagen aber alleine nichts über die Niederschlagsmenge aus. In Kombination mit dem Jahresniederschlagsdiagramm sieht man, dass in der Zeit mit einer hohen Anzahl an Gewittern eine hohe Niederschlagsmenge zu verzeichnen ist. Vor allem die Niederschlagsmaxima überschneiden sich gut mit der Gewitterkurve. Im Winter nehmen die Gewitter ab, jedoch der Niederschlag, in unterschiedlicher Form, bleibt nicht aus.

2.2 LAGE DER TIEFGARAGEN

Das Untersuchungsgebiet setzt sich aus drei Parkanlagen auf Tiefgaragen in Wien zusammen. Der Übersichtplan stellt die Lage der Parkanlagen in Wien dar. Das folgende Kapitel stellt die einzelnen Parkanlagen genauer vor.

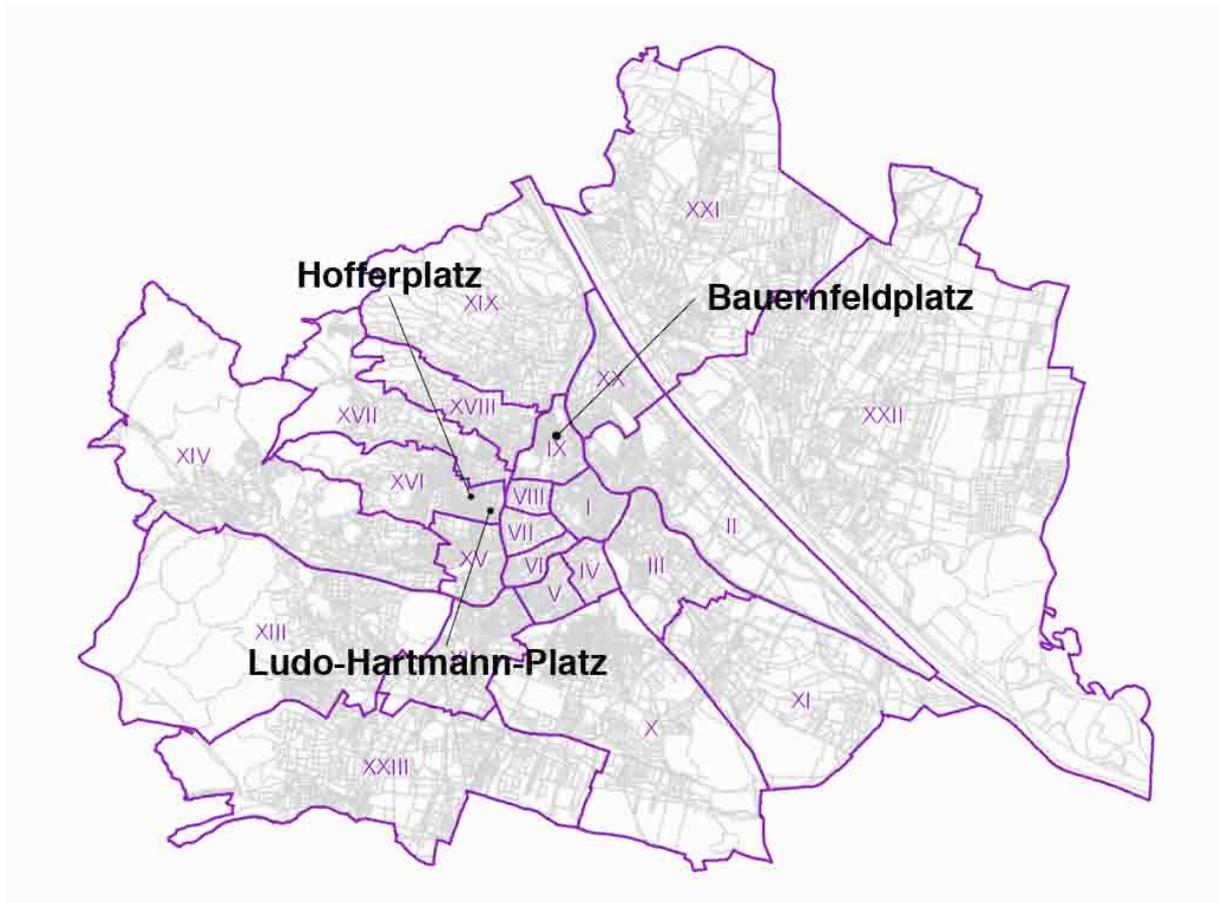


Abb. 19 Übersichtplan, Lage der Parkanlagen in Wien (STADT WIEN, o.J.)

2.2.1 BAUERNFELDPLATZ

Der Bauernfeldplatz befindet sich im 9. Wiener Gemeindebezirk. Benannt wurde der Platz nach dem Schriftsteller Eduard von Bauernfeld (1802-1890).

Die Bauarbeiten für die Tiefgarage begannen im August 2005. Die offizielle Eröffnung fand am 13.12.2006 statt.

Der Betreiber der Tiefgarage unterhalb des Platzes ist die BIP Garagengesellschaft Breiteneder GmbH & Co KG. Die Tiefgarage bietet Platz für 201 Autos auf 3 Ebenen. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die freundliche und helle Gestaltung der Parkebenen gelegt, um ein Gefühl von Sicherheit zu vermitteln. Die Oberflächengestaltung wurde von Architekt Dipl. Ing. Rudolf Guttman vorgenommen. Der neu gestaltete Bereich erstreckt sich über den gesamten Bauernfeldplatz, der Liechtensteinstraße zwischen Haus Nummer 40, dem Liechtensteinmuseum und entlang der Fürstengasse (rot markierter Bereich in Abb. 21).

Der Bereich zwischen Bauernfeldplatz 4 und dem Lokal Centimeter ist als autofreier Platz gestaltet worden. Der Bereich entlang der Liechtensteinstraße wurde wieder grün gestaltet. Inmitten der Grünfläche befindet sich ein runder Aufenthaltsbereich. Die Bepflanzung setzt sich aus zwei unterschiedlichen Arten (Ulmus Hybride 'Regal', Fraxinus excelsior 'Diversifolia') zusammen und insgesamt wurden 15 Jungbäume gepflanzt.

In Summe wurden 4500m² Fläche neu gestaltet, davon entfallen ungefähr 1000m² auf Grünflächen.

(STADT WIEN, o.J., 22.08.2009)

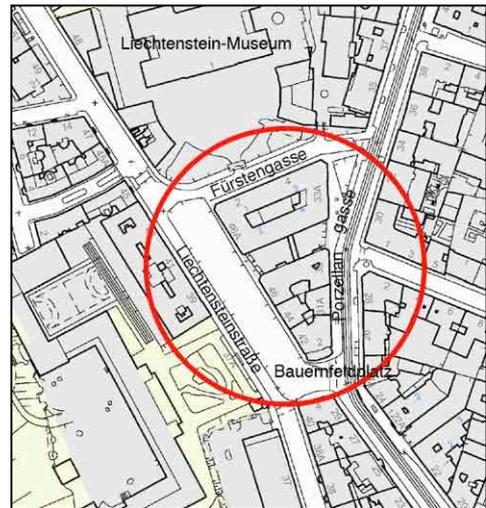
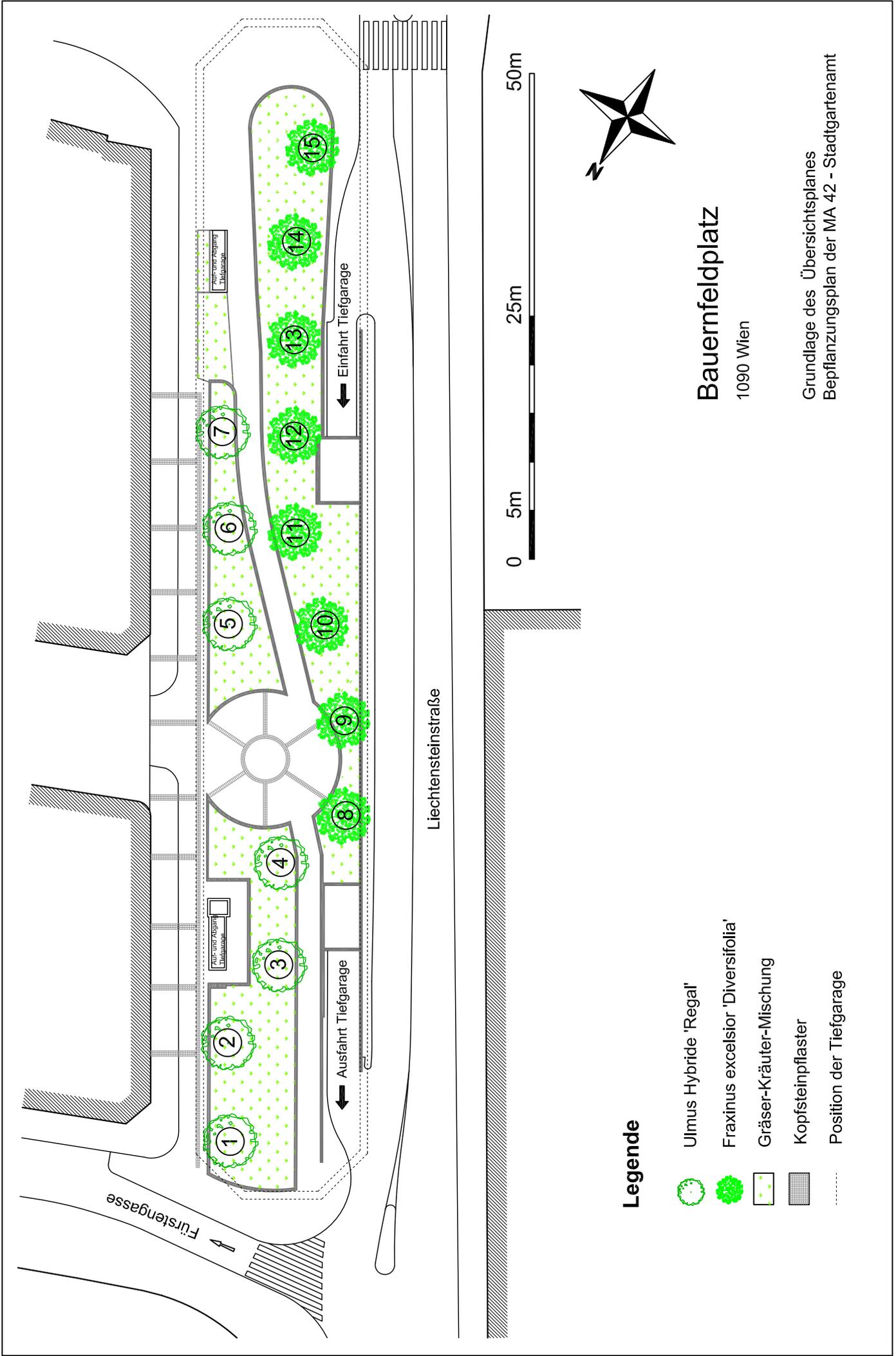


Abb. 20 Lageplan Tiefgarage Bauernfeldplatz (STADT WIEN, o.J.)



Abb. 21 Orthofoto Tiefgarage Bauernfeldplatz (STADT WIEN, o.J.)



Bauernfeldplatz

1090 Wien

Grundlage des Übersichtsplanes
 Bepflanzungsplan der MA 42 - Stadtgartenamt

Legende

-  Ulmus Hybride 'Regal'
-  Fraxinus excelsior 'Diversifolia'
-  Gräser-Kräuter-Mischung
-  Kopfsteinpflaster
-  Position der Tiefgarage



Liechtensteinstraße

Fürstengasse

← Ausfahrt Tiefgarage

← Einfahrt Tiefgarage

Ausfahrt Tiefgarage

Einfahrt Tiefgarage

2.2.2 HOFFERPLATZ

Der Hofferplatz befindet sich im 16. Wiener Gemeindebezirk. Der Platz wurde 1883 nach dem Baumeister und Gemeinderat Kaspar Hofer (1810-1871) benannt.

Die Bauarbeiten der Tiefgarage erstreckten sich von März 2000 bis März 2001. Sie ist eine Volksgarage. Dies bedeutet, dass die Stadt Wien den Bau der Garage in Form eines zinsfreien Darlehns unterstützt und im Gegenzug der

Förderungswerber sich verpflichtet Dauerparkern Stellplätze unter €72,- pro Monat zur Verfügung zu stellen. Weiters ermöglicht sie zu den gleichen Tarifen wie in den Wiener Kurzparkzonen parken zu können.

Der Betreiber der Tiefgarage ist die Städtische Parkraummanagement GmbH (STPM), welche von der Wiener Stadtwerke Beteiligungsmanagement GmbH (BMG) und der APCOA Parking Austria Aktiengesellschaft im Dezember 1998 gegründet wurde. Die Tiefgarage bietet Platz für 201 Autos. Im Anschluss an die

Bauarbeiten wurde der Parkbereich im Rahmen eines Ideenwettbewerbes neu gestaltet (rot markierter Bereich in Abb. 23). Als Unterbau wurde Löss geschüttet und für den Oberbau ausschließlich Humuserde mit zum Teil hohem Ton- und Schluffgehalt verwendet. Der im Zuge der Bauarbeiten entfernte Spielplatz wurde durch neue Spielgeräte ersetzt. Es wurden 20 Jungbäume gesetzt. Die Bepflanzung umfasst 5 verschiedenen Arten zusammen (Acer platanoides 'Deborah', Acer platanoides 'Emerald Queen', Carpinus betulus 'Fastigiata', Ulmus 'Sapporo Autumn Gold', Koelreutheria paniculata). Das bereits seit 1929 bestehende Kinderfreibad wurde erst später von Oktober 2004 bis April 2005 vollständig erneuert.

(SPÖ OTTAKRING, 2005; WIRTSCHAFTS BLATT, 2000; FLORINETH, 2008)

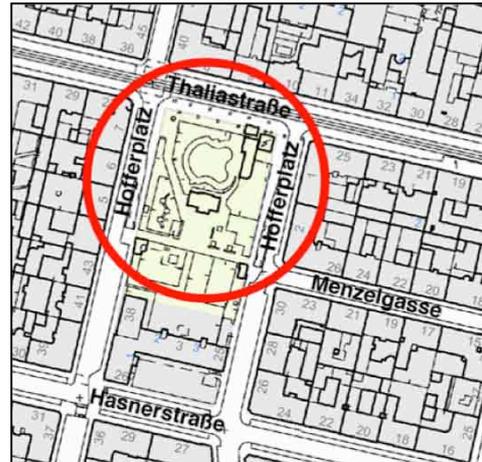
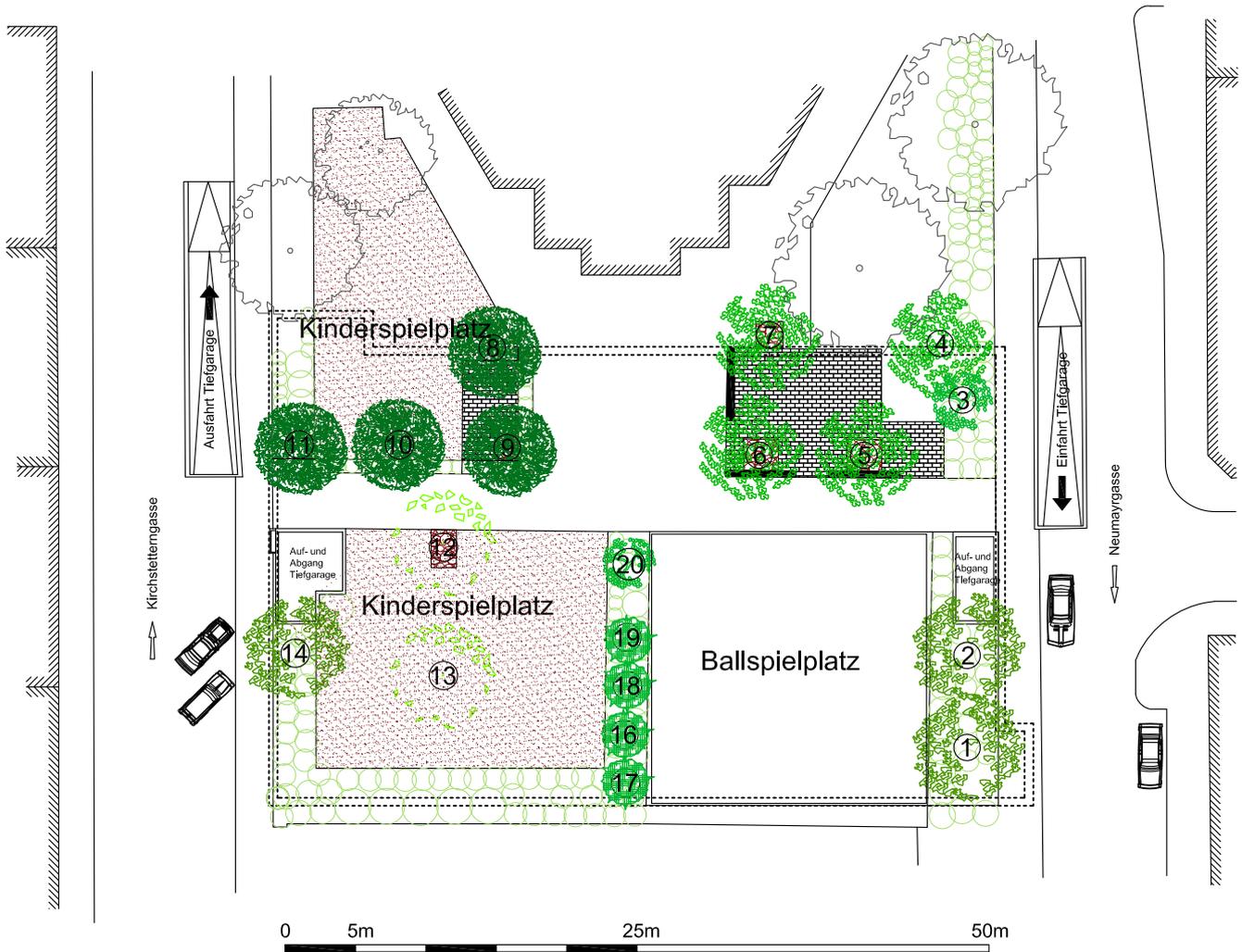


Abb. 22 Lage Tiefgarage Hofferplatz (STADT WIEN, o.J.)



Abb. 23 Orthofoto Tiefgarage Hofferplatz (STADT WIEN, o.J.)



-  Bäume Bestand
-  Acer platanoides 'Deborah'
-  Acer platanoides 'Emerald Queen'
-  Carpinus betulus 'Fastigiata'
-  Koelreuteria paniculata
-  Prunus serrulata 'Kanzan'
-  Ulmus 'Sapporo Autumn Gold'
-  Unterbepflanzung (z.B. Ribes alpinum, Spirea x cinerea, Viburnum farreri)
-  Position der Tiefgarage



Hofferplatz

1160 Wien

Grundlage des Übersichtsplanes
Bepflanzungsplan der MA42 -
Stadtgartenamt

2.2.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ

Der Ludo-Hartmann-Platz befindet sich ebenfalls im 16. Wiener Gemeindebezirk. Seinen Namen verdankt er Ludwig (Ludo) Moritz Hartmann (1865-1924), welchem große Verdienste in der Volksbildung zukommen.

Die Bauarbeiten begannen im Dezember 2003 und endeten im November 2004. Der Betreiber der Tiefgarage ist die InvestConsult Projektentwicklung GmbH, die Städtische Parkraummanagement GmbH (STPM) und die APCOA Parking Austria Aktiengesellschaft. Die Tiefgarage bietet Platz für 170 Autos. 100 Stellplätze sind nach dem Konzept der Volksgarage gefördert worden.

Die Tiefgarage (roter Bereich in Abb. 25) sollte unter Rücksichtnahme auf vorhandene Sport- und Kinderspielplätze sowie dem Baumbestand entstehen .

Als Unterbau wurde überall bis 50 cm Löss geschüttet und lagenweise verdichtet. Im Randbereich des Platzes wurde ein durchgehender Streifen Lava-Substrat auf bis 20 cm unter der Oberflächenkante eingebaut.

Darüber sind ein Plattenbelag bzw. eine Lavasplittdecke im Baumscheibenbereich hergestellt worden. Im Bereich zwischen den beiden Ballspielkäfigen wurde Löss bis auf 20 cm geschüttet und durch eine Wassergebundene Decke abgeschlossen. Unter allen anderen Flächen ist über dem Löss verdichtbares Material eingebaut worden. Als Oberboden wurde wie beim Hofferplatz ausschließlich Humuserde mit zum Teil hohem Ton- und Schluffgehalt verwendet. Es wurden 20 neue Jungbäume gesetzt (*Celtis occidentalis*, *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', *Koelertheria paniculata*). (IC PROJEKTENTWICKLUNG, o.J., 30.08.2009; WEBLEXIKON DER WIENER SOZIALDEMOKRATEN, 2005, 30.08.2009)

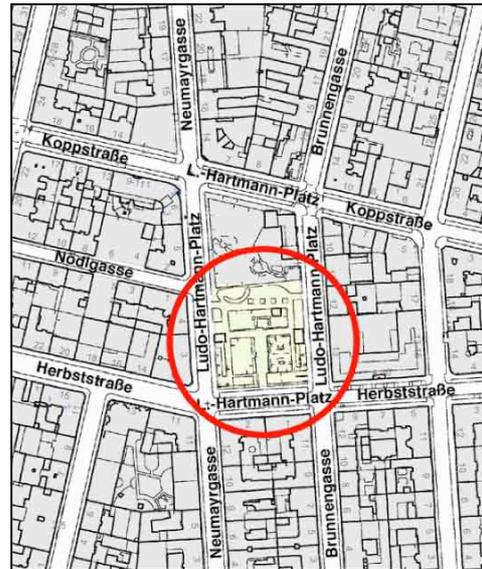
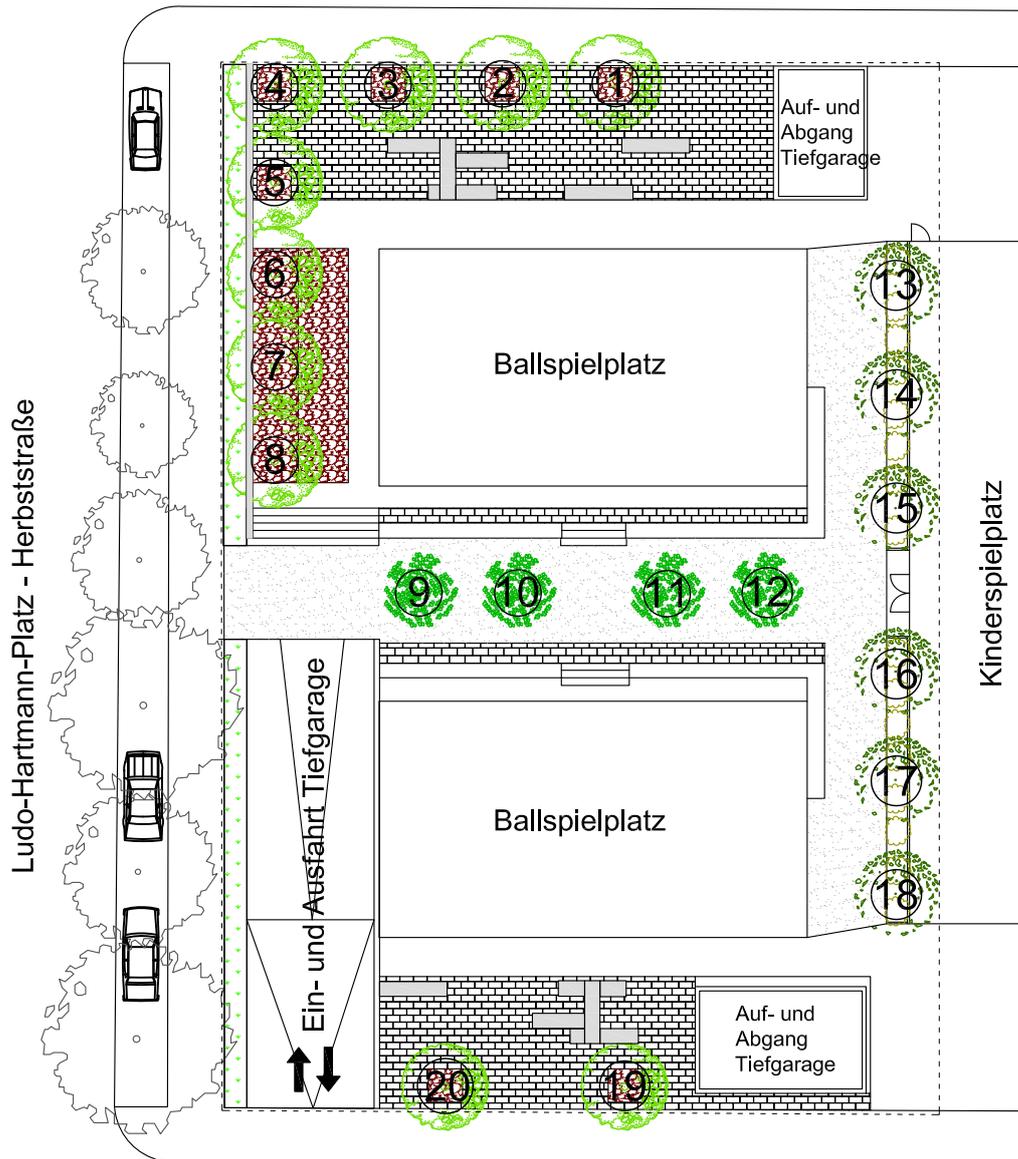


Abb. 24 Lage Tiefgarage Ludo-Hartmann-Platz (STADT WIEN, o.J.)



Abb. 25 Orthofoto Tiefgarage Ludo-Hartmann-Platz (STADT WIEN, o.J.)

← Ludo-Hartmann-Platz - Neumayrgasse



→ Ludo-Hartmann-Platz - Brunnengasse

0 1m 5m 10m



Gräser-Kräuter-Mischung



Pflasterung



Baumscheibe



Bäume Bestand



Gleditsia triacanthos 'Inermis'



Koelreuteria paniculata



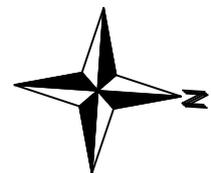
Celtis australis



Symphoricarpos albus



Position der Tiefgarage



Ludo-Hartmann-Platz

1160 Wien

Grundlage des Übersichtsplanes

Oberflächengestaltungsplan der

MA 42 - Stadtgartenamt

2.3 BODENAUFBAUTEN AUF TIEFGARAGEN

Dachbegrünungen besitzen vielfältige ineinander greifende Funktionen, die nach der FLL-Dachbegrünungsrichtlinie (2002) folgendermaßen beschrieben werden können:

- städtebaulich-freiraumplanerische Funktion
Schaffung von zusätzlichen Grün- und Freiflächen, die Erhaltung und Rückgewinnung von Grün- und Freiflächen und die Verbesserung des Stadtbildes und des Arbeits- und Wohnumfeldes
- ökologische Funktion
Schaffung von Ersatzlebensräumen und Bezugsflächen, die Verzögerung von Niederschlagswasser sowie Wiedereinbringung in den natürlichen Kreislauf und die Verbesserung des Kleinklimas
- ökonomische und Schutzfunktion
Entlastung der Stadtentwässerung, Wertsteigerung der Immobilie, Imagegewinn der Eigentümer, Verbesserung der Tritt- und Luftschalldämmung, Schutz gegen Flugfeuer und strahlende Wärme, Einschränkung der mechanischen Beschädigung der Dachabdichtung und die Verringerung der physikalischen, chemischen und biologischen Beanspruchung des Dachaufbaues

Es wird zwischen drei Arten der Dachbegrünung unterschieden

- Intensivbegrünung
- Einfache Intensivbegrünung
- Extensivbegrünung.

Die drei oben genannten Arten bestimmen die Pflanzenauswahl und den Vegetationsaspekt wesentlich. An den ausgewählten Standorten wurde die Dachbegrünung ausschließlich als Intensivbegrünungen ausgeführt, daher wird hier nur auf diese genauer eingegangen.

2.3.1 INTENSIVBEGRÜNUNG

Bei dieser Art von Dachbegrünung werden sowohl Stauden und Gehölze als auch Rasenflächen und Bäume in geringen Größen verwendet. In der Gestaltung gibt es keine Grenzen, sie können flächig, höhendifferenziert oder punktuell ausgebildet

werden. Jedoch sollten die Ansprüche der Pflanzen dem Schichtaufbau angepasst sein.

Die einfache Intensivbegrünung ist im Prinzip eine Intensivbegrünung, jedoch braucht sie aufgrund der Verwendung von bodendeckender Begrünung mit Gräsern, Stauden und Sträuchern einen geringen Schichtaufbau, auch die Anforderungen an Nährstoff- und Wasserversorgung sind gering.

(ONR 121131, 2008)

2.3.2 AUFBAUTEN UND SCHICHTSTÄRKEN

Laut FLL (2002) sollte eine Dachbegrünung über folgende Funktionsschichten verfügen: Vegetationstragschicht, Filterschicht, Dränschicht, Schutzlage, Durchwurzelungsschutz, Trennlage und Gleitlage. Die Aufbauticken der einzelnen Schichten sind abhängig von der Dachbauweise, der angestrebten Vegetationsform und der Stoffart der Schichten.

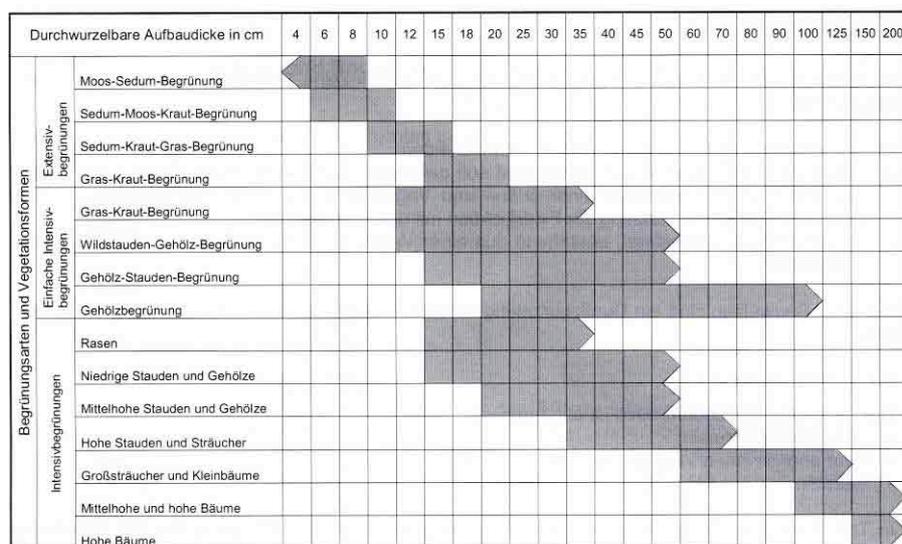


Abb. 26 Aufbauticken bei verschiedenen Begrünungsarten und Vegetationsformen (FLL, 2002, 34)

Die ONR 121131 (2008) beschreibt den Aufbau einer Vegetationstragschicht mit folgenden Schichten, die eine Einheit bilden: Vegetation, Vegetationstragschicht, Filterschicht, Dränschicht, Schutzlage, Durchwurzelungsschutz, Trennlage. Daraus ergibt sich folgender Aufbau:

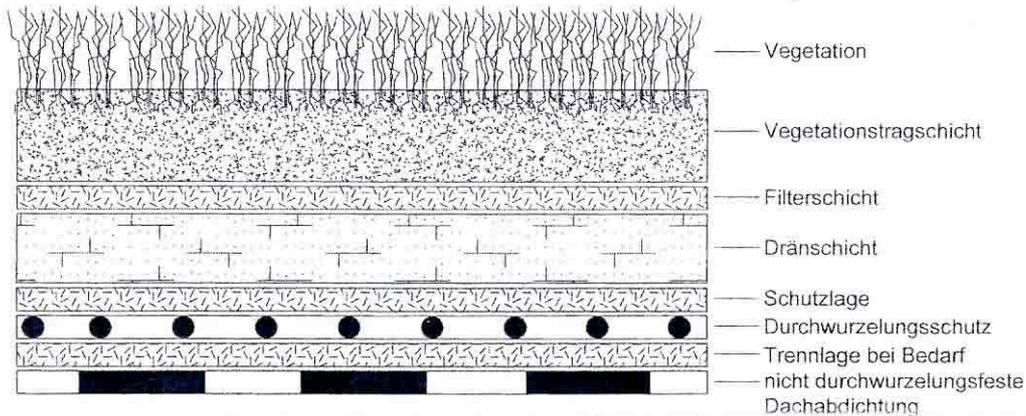


Abb. 27 Grundsätzlicher Schichtaufbau für Dachbegrünungen in schematischer Darstellung (ONR 121131, 2008, 21)

Ab einer Schichtstärke von 120 cm kann mit geeignetem Material ein natürlicher Bodenaufbau nachgebildet werden. Wie in der FLL hängt auch in der ONR 121131 (2008) die Schichtdicke mit der Bepflanzungsart zusammen.

Begrünungsart	Gesamtdicke des Begrünungsaufbaues
Intensivbegrünungen hoher Pflegeaufwand, regelmäßige Bewässerung	
– Rasen	> 20 cm
– niedrige Stauden-Gehölz-Begrünungen	> 20 cm
– mittelhohe Stauden-Gehölz-Begrünungen	> 25 cm
– höhere Stauden-Gehölz-Begrünungen	> 35 cm
– Solitärsträucher und Kleinbäume	> 50 cm
– Bäume	> 80 cm
Reduzierte Intensivbegrünungen mittlerer Pflegeaufwand, in Trockenperioden ausreichende Bewässerung	
– Wildstauden-Gehölz-Begrünungen	> 15 cm
– Stauden-Gehölz-Begrünungen	> 20 cm
– Gehölz-Begrünungen	> 25 cm

Abb. 28 Mindestbegrünungs-Aufbaudicke bei verschiedenen Begrünungsarten und Dachneigungen von mindestens 5% (3°) (ONR 121131, 2008, 23)

Auch FLORINETH et. al. (2000) verweist auf einen Schichtaufbau mit Dränschicht, Filterschicht, und einem ein- oder zweischichtigen Bodenaufbau.

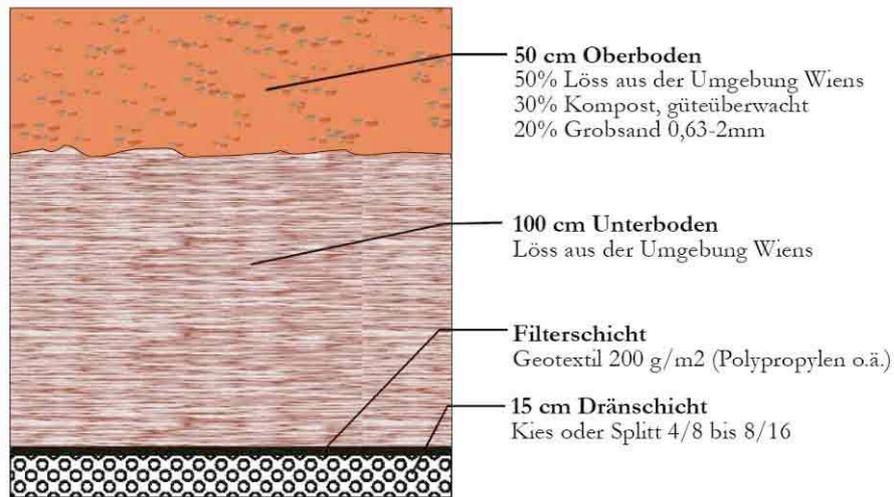


Abb. 29 Aufbau des vorgeschlagenen Substrates auf Tiefgaragen in Wien (FLORINETH, 2000, 34)

Folgende Eigenschaften sollten die einzelnen Schichten der Dachbegrünung aufweisen:

2.3.2.1 DRÄNSCHICHT

Laut FLL (2002) sollte der Anteil an Bestandteilen $d < 0,063\text{mm}$ höchstens 7 Massen-% betragen. Die Korngröße richtet sich nach der Schichtdicke:

Schichtdicke 4-10cm zwischen 2/8mm und 2/12mm

Schichtdicke >10-20cm zwischen 4/8mm und 8/16mm

Schichtdicke >20cm zwischen 4/8 mm und 16/32mm

Laut FLORINETH et. al. (2000) sollte für die Dränschicht gleichkörniges Material ohne Feinanteile wie Kies oder Splitt der Körnung 4/8 bis 8/16 verwendet werden. Als Schichtstärke reichen 15cm aus.

Nach ONR 121131 (2008) ist die Stärke der Dränschicht von der Korngrößenverteilung abhängig:

Schichtdicke 4-10cm zwischen 2 und 12mm

Schichtdicke >10-20cm zwischen 4 und 16mm

Schichtdicke >20cm zwischen 4 und 32mm

Das Unterkorn darf maximal 10% und das Überkorn maximal 15% der Masse betragen.

2.3.2.2 FILTERSCHICHT

Die FLL (2002) empfiehlt Geotextilien in Form von Vliesstoffen oder Geweben.

FLORINETH et. al (2000) empfiehlt Geotextilien in Form von Vliesstoffen.

Die ONR 121131 (2008) empfiehlt Geotextilien in Form von Vliesen.

2.3.2.3 VEGETATIONSTRAGSCHICHT

Die FLL (2002) unterscheidet je nach Begrünungsart und Vegetationsform folgende Stoffgruppen und Stoffarten: Böden, Schüttstoffe und Substratplatten. Bei Schichtaufbauten ab etwa 35 cm Vegetationstragschicht ist der Gehalt an organischen Substanzen zu reduzieren. Bei extrem dünnen Vegetationstragschichten können Vegetationsmatten verwendet werden.

Bei Verwendung von Großbäumen empfiehlt FLORINETH et. al. (2000) eine Mindestschichtstärke von 150cm. Bei so hohen Schichtstärken wird die Vegetationsschicht in Unter- und Oberboden geteilt. Der Unterboden wird noch vom Tiefgaragenerrichter eingebaut und dient als Planum für Verkehrswege, Plätze und Aufbauten und als Grundlage für die Vegetation. Es wird Löss für den Unterbau empfohlen, welcher nicht verdichtet werden darf. Der Oberboden sollte einen geringen Anteil an Feinteilen (Ton) haben, um die Wasserspeicherfähigkeit zu fördern. Löss alleine hat einen zu großen Anteil an Schluff. Eine Mischung mit grobem Sand kann diesen Nachteil beheben.

Laut ONR 121131 (2008, 29) werden bei der Ausbildung von Vegetationstragschichten folgende Materialgruppen unterschieden:

- „Bodengemische mit mineralischen Schüttstoffgemischen und entsprechendem Anteil an organischen Substanzen
- mineralische Schüttstoffgemische mit entsprechendem Anteil an organischer Substanz
- mineralische Schüttstoffgemische ohne organische Substanz in Verbindung mit Keimsubstrat (Extensivbegrünung)
- Vegetationsmatten“

3 UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Die Untersuchungen an den drei unterschiedlichen Untersuchungsstandorten wurden in Bodenanalysen und Baumkontrollen geteilt.

Für die Bodenanalysen wurden Bodenproben der obersten eingebauten Schicht (0-30cm) entnommen und folgende Analysen durchgeführt:

- Bodenreaktion (pH-Wert)
- Carbonatgehalt (CaCO₃-Gehalt)
- Korngrößenverteilung (Sieblinie)
- Wasserdurchlässigkeit (k_r-Wert)
- Lagerungsdichte (d_B)
- Dynamischer Verformungsmodul (E_{vd})
- Eindringwiderstand (EW)

An den gepflanzten Bäumen wurde eine Baumkontrolle nach der „Kommunalen Baumkontrolle zur Verkehrssicherheit“ (DUJESIEFKEN et. al., 2009) durchgeführt. Folgende Parameter wurden aufgenommen:

- Vitalität nach BRAUN (1990)
- Jahrestrieblängen
- Übererdungshöhe
- Stammdurchmesser in 1m und 2m Höhe (Stammquotient)
- Schäden an Bäumen, Schädlingsbefall

3.1 BODENANALYSEN

3.1.1 BODENREAKTION (PH-WERT)

Allgemeines

Die Bodenacidität ist die saure Reaktion des Bodens. Die Bodenalkalität (oder – basizität) ist die basische oder alkalische Reaktion des Bodens (SCHROEDER, 1992).

Es gibt drei Arten der Acidität

- die aktive oder aktuelle Acidität
gibt die in der Bodenlösung vorhandenen H-Ionen an.
- die potentielle Acidität
„umfaßt [sic] die an den Austauschern sorbierten H-Ionen und Al-Ionen.“ (MÜCKENHAUSEN, 1993, 243)
- die Gesamt-Acidität
„umfaßt [sic] die aktive und potentielle Acidität, wobei die H-Ionen der aktiven Acidität nur einen geringen Anteil stellen.“ (MÜCKENHAUSEN, 1993, 243)

pH (von potentia hydrogenii) ist eine Maßzahl für die H-Ionen Konzentration, genauer gesagt der negative Logarithmus der H-Ionen Konzentration. Das bedeutet, dass mit fallender pH-Zahl die H-Ionen Konzentration steigt (MÜCKENHAUSEN, 1993). In der folgenden Tabelle und Abbildung wird jedem pH-Wert eine Reaktionsbezeichnung zugeordnet.

Reaktionsbezeichnung	pH
extrem alkalisch	> 11,0
sehr stark alkalisch	10,1 ... 11,0
stark alkalisch	9,1 ... 10,0
mäßig alkalisch	8,1...9,0
schwach alkalisch	7,1...8,0
neutral	7,0
schwach sauer	6,9...6,0
mäßig sauer	5,9...5,0
stark sauer	4,9...4,0
sehr stark sauer	3,9...3,0
extrem sauer	< 3,0

Tab. 11 Einstufung der Böden nach dem pH-Wert (gemessen in 0,01M CaCl₂) (SCHEFFEL und SCHACHTSCHABEL, 1998, 111)

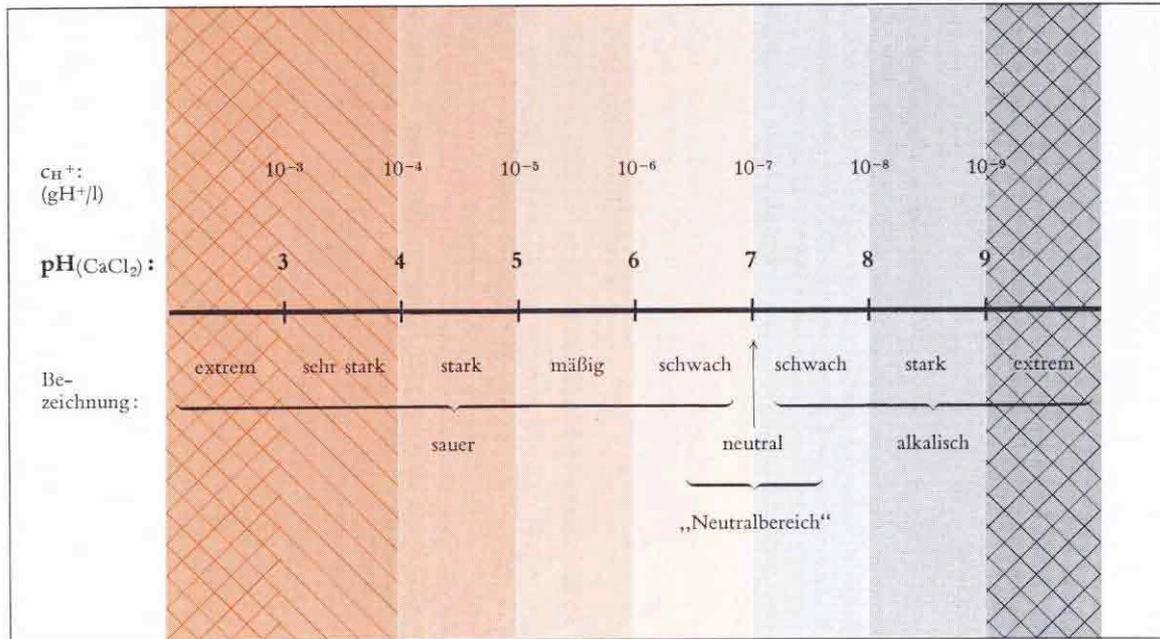


Abb. 30 Beziehung zwischen H^+ -Konzentration und pH (CaCl₂) sowie Bezeichnung der Böden nach pH (SCHROEDER, 1992, 75)

Da pH-Zahlen nur dann vergleichbar sind, wenn sie bei gleicher Vorbehandlung des Bodens bestimmt wurden, muss mit jeder pH-Zahl angegeben werden, ob der pH-Wert in Wasser, Kaliumchlorid oder Calciumchlorid gemessen wurde. pH-Werte, die in mit Wasser verdünnten Bodenproben gemessen wurden, können um 0,5 bis 1 pH höher sein (MÜCKENHAUSEN, 1993).

„Die Bodenacidität beeinflusst die chemischen, physikalischen und biologischen Bodeneigenschaften und das Pflanzenwachstum direkt oder indirekt. Sie wirkt sich z.B. auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen, die Nitrifikation und das Auftreten toxisch und antagonistisch wirkender Al- und Schwermetallionen auf das Bodengefüge und damit auch den Wasser- und Lufthaushalt und die Lebensbedingungen der Bodenorganismen aus.“ (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 1998, 104)

Auswirkung der Bodenacidität

Mit der Veränderung des Boden pHs bei Bodenversauerung geht auch eine Zunahme der gelösten und austauschbaren Aluminiumionen einher. Dies führt zu Toxizitätserscheinungen bei besonders empfindlichen Pflanzen und einer Herabsetzung der Calcium- und Magnesiumionen, womit Mangelercheinungen verbunden sind. Weiters wirkt sich die Aluminiumtoxizität negativ auf den Ionen- und Wassertransport durch die Wurzelzellmembranen aus. Als Folge werden die Wurzeln

kürzer und dicker, welches sich direkt auf die Wasser- und Nährstoffaufnahme auswirkt (ROWELL, 1997).

Auswirkung der Bodenalkalität

Mit steigender Alkalität im Boden steigt der Carbonatgehalt. Folgen der Alkalität sind eine ganze Reihe von Pflanzenschädigungen und die Einschränkung der Pflanzenverbreitung. Merkmale sind Chlorosen an Blättern empfindlicher Pflanzen, welches ein Zeichen für Eisen- und Manganmangel ist und die Verringerung des Ertrages von Baum- und Strauchfrüchten zur Folge hat. Für Kalkböden typisch ist auch Phosphatmangel, welcher aber leicht durch Düngergabe reduziert werden kann (ROWELL, 1997).

Hohe pH-Werte wirken sich negativ auf die meisten Mykorrhizapilze aus, da diese in einem leicht sauren Milieu gedeihen und sich nur eine geringe Vielfalt an Spezialisten in leicht alkalischen Böden gut entwickeln kann (MEYER, 1982).

„Sinkt der pH-Wert eines Bodens unter sein Optimum, so kann er durch Zufuhr neutralisationsfähiger basischer Stoffe angehoben werden. Solche basischen Stoffe stehen in Form von Kalkstein, Mergel und Dolomit sowie von Branntkalk (CaO) in großer Menge in der Natur oder durch Erhitzen von CaCO_3 zur Verfügung.“ (SCHEFFEL und SCHACHTSCHABEL, 1998, 113)

Ursachen der Bodenacidität:

- Bei der Atmung der Organismen und Pflanzenwurzeln im Boden entsteht CO_2 . Der Anstieg der CO_2 -Konzentration führt zur Absenkung des pH-Wertes (SCHROEDER, 1992; ROWELL, 1997).
- Bei der Aufnahme von kationischen Nährstoffen wie Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium werden im Gegenzug H-Ionen freigesetzt, die zur Versauerung des Bodens beitragen (SCHROEDER, 1992).
- Die Humifizierung der organischen Ausgangssubstanzen und die folglich daraus gebildeten Huminstoffe führen zur pH-Erniedrigung. Huminstoffe tragen zur Nährstoffadsorption bei (SCHROEDER, 1992).
- Oxidation ist die Reaktion von oxidierbaren Elementen mit Wasser unter Mitwirkung von Mikroorganismen im Kontakt mit der Atmosphäre (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 1998; SCHROEDER, 1992).

- Die Säurebildung findet aufgrund der Luftverunreinigung mit Schwefeldioxid, Stickstoffoxiden und Fluor und der Reaktion mit Regenwasser („Saurer Regen“) statt (SCHROEDER, 1992).
- Düngemittel die zur Versauerung des Bodens beitragen wie z.B. Ammoniumsulfat (SCHROEDER, 1992).

Prüfgeräte

pH-Meter, Gefäße mit Schraubverschluss, Waage, destilliertes Wasser, 0,01 M Calciumchlorid (CaCl_2) Lösung

Versuchsablauf

10g der Bodenprobe wird in ein Gefäß mit Schraubverschluss gefüllt. Zur Bestimmung der aktuellen Acidität wird 25 ml destilliertes Wasser hinzugefügt. Zur Bestimmung der potentiellen Acidität wird 25 ml 0,01M CaCl_2 Lösung hinzugefügt. In beiden Fällen wird das Gefäß verschlossen und ungefähr 2 Stunden stehen gelassen. Es ist wichtig die Gefäße verschlossen zu halten und mehrmals zu schütteln. Vor der Messung wird das Gefäß noch einmal geschüttelt und gewartet, bis sich der Feinboden am Boden abgesetzt hat. Danach wird die Elektrode des pH-Meters in das Gefäß gehalten und gewartet, bis sich der Wert auf dem Display nicht mehr ändert. Der Wert wird notiert und die Elektrode nach jeder Messung mit destilliertem Wasser abgespült (BLUM et. al., 1996).

3.1.2 CARBONATGEHALT

Prüfgeräte

Scheiblerapparat, spezielle Gefäße für die Bodenproben, Waage, Salzsäure, Kaliumchlorid, Thermometer, Barometer

Versuchsablauf

Der Carbonatgehalt wird mit Hilfe des Scheiblerapparates bestimmt, der wie folgt aufgebaut ist:



Abb. 31 Scheiblerapparat im Bodенlabor Simonyhaus,
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau
(SCHUECKER, 2009)

Der Scheiblerapparat ist mit Kaliumchloridlösung (KCl) gefüllt. Das Prinzip der Messung ist die Verdrängung der Flüssigkeit im Scheiblerapparat durch das von der Bodenprobe angegebene CO_2 . Die Salzsäure zerstört die Karbonate und das dabei entstehende CO_2 wird unter Berücksichtigung von Temperatur und Atmosphärendruck nach Scheibler bestimmt.

Zuerst werden 2-5 g der Bodenprobe gewogen und danach in den äußeren Bereich eines speziellen Gefäßes gefüllt. Das genaue Gewicht der Probe wird notiert. Der innere Teil des Gefäßes wird mit 10%iger Salzsäure (HCl) gefüllt. Das Gefäß wird mit

einem Stopfen, der eine Verbindung zum Scheiblerapparat aufweist, geschlossen. Danach wird das Gefäß geneigt, so dass sich die Salzsäure mit dem Boden verbinden kann und leicht geschüttelt. Währenddessen ist es notwendig die Schlauchklemme am Scheiblerapparat zu öffnen, um die überflüssige KCl am linken Steigrohr abzulassen. Dies verhindert das Überlaufen des linken Steigrohres. Das Gefäß mit der Bodenprobe soll lediglich am oberen Rand berührt werden um ein Aufwärmen zu verhindern. Das Gefäß bleibt maximal 15 Minuten am Scheiblerapparat und wird zwischendurch geschwenkt. Nach dem Ablauf der Zeit kann der KCl Stand von der rechten Säule abgelesen und notiert werden. Weiters ist es wichtig die Temperatur und den Luftdruck zu messen. Anhand dieser Werte wird der notwendige Tabellenwert für die Berechnung des CaCO_3 Gehalts (in Prozent) ermittelt (BLUM et. al. 1996).

z.B. Temperatur $20,5^\circ\text{C}$, Barometerstand: 749

Der benötigte Tabellenwert ergibt sich durch interpolieren der Werte für 20 und 21°C am Barometerstand 749.

Tab. 17: Umrechnung des mit Scheiblerapparat gemessenen Volumens CO_2 in ml auf mg (Die Zahlen geben die Masse von 1 ml CO_2 in mg an)

Temperatur °C	Masse von 1 ml CO_2 in mg bei einem Barometerstand in mm Hg ¹⁾ :							
	742	744.5	747	749	751	753.5	756	758
28	1.778	1.784	1.791	1.797	1.804	1.810	1.817	1.823
27	1.784	1.790	1.797	1.803	1.810	1.816	1.823	1.829
26	1.791	1.797	1.803	1.809	1.816	1.822	1.829	1.835
25	1.797	1.803	1.810	1.816	1.823	1.829	1.836	1.842
24	1.803	1.809	1.816	1.822	1.829	1.835	1.842	1.848
23	1.809	1.815	1.822	1.828	1.835	1.841	1.848	1.854
22	1.815	1.821	1.828	1.834	1.841	1.847	1.854	1.860
21	1.822	1.828	1.835	1.841	1.848	1.854	1.861	1.867
20	1.828	1.834	1.841	1.847	1.854	1.860	1.867	1.873
19	1.834	1.840	1.847	1.853	1.860	1.866	1.873	1.879
18	1.840	1.846	1.853	1.859	1.866	1.872	1.879	1.885
17	1.846	1.853	1.860	1.866	1.873	1.879	1.886	1.892
16	1.853	1.860	1.866	1.873	1.879	1.886	1.892	1.898
15	1.859	1.866	1.872	1.879	1.886	1.892	1.899	1.905

1) 1 mm Hg = 133.37 Pa

Tab. 17: Umrechnung des mit Scheiblerapparat gemessenen Volumens CO_2 in ml auf mg (Die Zahlen geben die Masse von 1 ml CO_2 in mg an), Fortsetzung

Temperatur °C	Masse von 1 ml CO_2 in mg bei einem Barometerstand in mm Hg ¹⁾ :						
	760	762.5	765	767	769	771	774
28	1.828	1.833	1.837	1.842	1.847	1.852	1.856
27	1.834	1.839	1.843	1.848	1.853	1.858	1.863
26	1.840	1.845	1.849	1.854	1.859	1.864	1.869
25	1.847	1.852	1.856	1.861	1.866	1.871	1.876
24	1.853	1.858	1.862	1.867	1.872	1.877	1.882
23	1.859	1.864	1.868	1.873	1.878	1.883	1.888
22	1.865	1.870	1.875	1.880	1.885	1.890	1.895
21	1.872	1.877	1.882	1.887	1.892	1.897	1.902
20	1.878	1.883	1.888	1.893	1.898	1.903	1.908
19	1.884	1.889	1.894	1.899	1.904	1.909	1.914
18	1.890	1.895	1.900	1.905	1.910	1.915	1.920
17	1.897	1.902	1.907	1.912	1.917	1.922	1.927
16	1.903	1.908	1.913	1.918	1.923	1.928	1.933
15	1.910	1.915	1.920	1.925	1.930	1.935	1.940

1) 1 mm Hg = 133.37 Pa

Man gibt auf 2 signifikante Stellen genau an.

Abb. 32 Umrechnungstabelle des CO_2 in ml auf mg (BLUM et. al, 1996, 63)

Der CaCO_3 Gehalt wird wie folgt berechnet:

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{\text{mlCO}_2 \cdot \text{Tabellenwert} \cdot 2,274 \cdot 100}{\text{Einwaage_in_mg}}$$

Nach der Berechnung können die Böden nach ihren Carbonatgehalt in folgende Bereiche eingestuft werden

% CaCO_3	Bezeichnung
1-2	schwach
2-10	mäßig
10-20	stark carbonathaltig
20-50	mergelig
>50	kalkig

Tab. 12 Einstufung der Böden nach dem Carbonatgehalt
(SCHROEDER, 1992, 36)

3.1.3 KORNGRÖßENVERTEILUNG

Die Körnung steht in enger Beziehung zum Luft-, Wasser- und Nährstoffhaushalt, sowie zur Durchwurzelung des Bodens.

Ein hoher Sandanteil im Boden hat eine gute Wasserführung, eine gute Durchlüftung und eine gute Durchwurzelbarkeit zur Folge. Nachteilig jedoch sind das schlechte Wasserhaltevermögen und der meist geringe Nährstoffgehalt.

Ein hoher Tonanteil führt zu einer schlechten Wasserführung, Durchlüftung und Durchwurzelbarkeit. Vorteile bieten jedoch das hohe Wasserhaltevermögen und der meist hohe Nährstoffgehalt.

Böden mit hohen Schluffanteilen (wie beim Löss) nehmen aufgrund ihrer Eigenschaften eine Mittelstellung zwischen Böden mit hohem Sand- bzw. Tonanteil ein.

Weiters ist es ungünstig, wenn Böden eine einseitige Körnung besitzen, das heißt nur Sand, Ton oder Schluff. Besser ist ein Boden mit ausgeglichener Körnung, zum Beispiel sandiger Lehm (SCHROEDER, 1992; ROWELL, 1997).

Prüfgeräte

Wärmekammer mit Luftumwälzung ($100 \pm 5^\circ\text{C}$), Waage

Schlämmanalyse

Auffangschale, Siebe mit Maschenweiten 0,5mm und 4mm, Bottich mit Einsatz, Bürste, Aräometer, Standglas, destilliertes Wasser, Thermometer, Dispergierungsmittel (Waschmittel), Waage, Stoppuhr

Siebanalyse:

Siebmaschine, Sieben mit Maschenweiten von 63mm; 31,5mm; 16mm; 8mm; 4mm; 2mm; 1mm; 0,5mm; Auffangschale; Deckel, Waage, Schalen, Bürsten

Versuchsablauf

nach ÖNORM B4412 Erd- und Grundbau, Untersuchungen von Bodenproben, Korngrößenverteilungen und

EN 933-1 Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Siebverfahren

Eine Korngrößenverteilung gibt die Massenanteile (%) der in einer Bodenprobe vorhandenen Körnungsgruppen an. Zur Bestimmung von Korngrößen über 0,063mm werden Siebungen durchgeführt. Man unterscheidet zwischen

- Grobsiebung
verwendete Maschenweiten: 31,5 mm; 16 mm; 8mm
- Mittelsiebung
verwendete Maschenweiten: 4 mm; 2 mm; 1 mm; 0,5 mm
- Feinsiebung
verwendete Maschenweiten: 0,2 mm und 0,1 mm

In den meisten Fällen wird die Grobsiebung in Kombination mit der Mittelsiebung durchgeführt. Korngrößen mit einem Durchmesser unter 0,063 mm werden durch Sedimentation getrennt.

Zur Erstellung einer Sieblinie, die den gesamten Korngrößenbereich abdeckt, wird eine Kombination aus Sieben und Schlämmen angewandt. Vor Versuchsbeginn werden die Bodenproben bis zur Massenkonstanz getrocknet. Hierbei jedoch muss man beachten, ob es sich um einen tonigen oder nicht tonigen Boden handelt. Sind tonige Anteile vorhanden, so darf der Boden nicht getrocknet werden um die Tonstruktur nicht zu zerstören.

Schlämmanalyse - Aräometerversuch

Dazu wird die Bodenprobe in ein Behältnis gefüllt und mit ausreichend Wasser bedeckt. Zur Auflösung von Verklumpungen ist es sinnvoll die Probe mindestens 24 Stunden stehen zulassen und zwischendurch aufzurühren. Währenddessen kann der benötigte Siebturm und der Bottich vorbereitet werden. Der Siebturm setzt sich in diesem Fall aus einem Auffanggefäß mit einem Schlauchaufsatz, dessen Ende in den Bottich hängt, einem 0,5 mm Sieb und einem Schutzsieb mit der Maschenweite 4mm zusammen. Der Bottich hat einen Durchmesser von ca.0,5 m und eine Höhe zwischen 1,0 und 1,2 m. In den Bottich wird eine Tasse (Höhe ca. 10cm) gesetzt. Die Bodenprobe wird im Behältnis noch einmal aufgerührt



Abb. 33 Siebturm und Bottich für Schlämmanalyse im Bodenlabor des Instituts für Geotechnik, BOKU Wien

und dann auf das oberste Sieb geleert. Danach wird sie solange gewaschen bis das Wasser, das von der Auffangtasse in die Bottich fließt, klar ist. Die Rückstände auf dem Schutzsieb und dem 0,5 mm Sieb werden bis zur Massenkonstanz getrocknet. Nach ungefähr zwei Tagen haben sich die Feinanteile in dem Bottich im Einsatz abgesetzt und das Wasser kann abgesaugt werden. Die Tasse wird aus der Tonne gehoben, das überschüssige Wasser abermals abgesaugt und der Rückstand so lange getrocknet, bis er eine feste aber nicht komplett trockene Konsistenz hat.

Für den Aräometerversuch wird eine Teilprobe entnommen, gewogen, mit maximal 4g Waschmittel (Dispergierungsmittel verhindert das Verklumpen des Bodens) versehen und mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Unter ständigem Rühren werden die Teilchen in Schwebelagerung versetzt und das Dispergierungsmittel löst sich auf. Danach wird das Gemisch durch ein 1 mm Sieb in ein Standglas gespült. Der Rückstand auf dem Trichtersieb wird im Trockenschrank getrocknet und das Gewicht notiert.

Das Standglas mit der Bodenprobe wird bis zur 1000 cm³ - Marke aufgefüllt und danach einige Minuten lang geschüttelt oder aufgerührt.

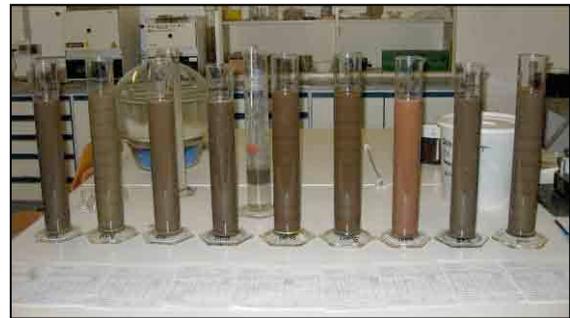


Abb. 35 Aräometerversuch im Bodenlabor des Instituts für Geotechnik, BOKU Wien

Das Prinzip des Aräometerversuchs basiert auf der unterschiedlichen Größe und Sinkgeschwindigkeit der Teilchen. Mit dem Aräometer wird die Dichte der Suspension in unterschiedlichen Zeitabständen gemessen, welches die Veränderungen in der Dichte aufzeigt.

Die ersten drei Abmessungen nach 30 s, 1 min und 2 min sind dreimal zu wiederholen und der Mittelwert zu errechnen. Die Abmessungen nach 5 min, 15 min, 45 min, 120 min, 240 min, 360 min und 1440 min müssen nur einmal durchgeführt werden.

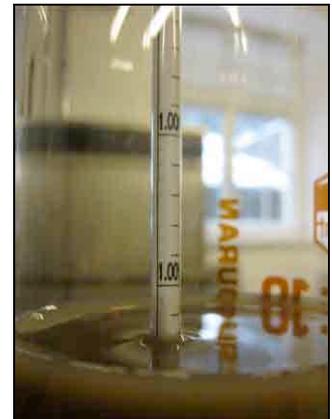


Abb. 34 Ablesung Aräometerversuch

Grob- und Mittelsiebung

Als nächster Schritt folgt die Grob- und Mittelsiebung. Nach dem Abkühlen sind Rückstände zu wiegen und zu notieren. Für die Siebung benötigt man einen Siebturm mit folgendem Aufbau: Siebe mit den Maschenweiten: 63 mm; 31,5 mm; 16 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 1 mm; 0,5 mm; Auffanggefäß. Die getrockneten Rückstände werden in den Siebturm geschüttet, der Siebturm mit einem Deckel verschlossen und mechanisch 10 Minuten lang geschüttelt. Unter Verwendung einer Unterlage wird jedes einzelne Sieb von Hand nachgesiebt. Die Rückstände auf den einzelnen Sieben sind zu wiegen und zu notieren.



Abb. 36 Siebturm für die Grob- und Mittelsiebung im Bodenlabor des Instituts für Geotechnik, BOKU Wien

Feinsiebung

Der getrocknete Rückstand des Trichtersiebes wird nun für die Feinsiebung vorbereitet. Unter Verwendung eines kleinen Siebturmes mit einem Auffanggefäß kann mit den Rückständen auf dem Trichtersieb die Feinsiebung durchgeführt werden. Hierbei werden Siebe mit einer Maschenweite von 1 mm und 2 mm verwendet. Die bereits gewogene Probe wird in den Turm geschüttet, der Deckel



Abb. 37 Siebturm für Feinsiebung im Bodenlabor des Instituts für Geotechnik, BOKU Wien

aufgesetzt und der Turm wird von Hand geschüttelt. Danach findet eine Nachsiebung der einzelnen Siebe statt. Die Rückstände auf den Sieben werden gewogen und notiert.

Die Ergebnisse der Siebanalyse und die des Aräometersversuches können in ein spezielles Programm eingegeben werden, welches danach die fertigen Sieblinien liefert.

3.1.4 WASSERDURCHLÄSSIGKEIT

Mit Hilfe des Ausschüttversuches kann die Durchlässigkeit ungebundener Tragschichten gemessen werden. Die ungebundenen Tragschichten müssen wasserdurchlässig sein. Der Ausschüttversuch dient zur groben Bestimmung von Durchlässigkeitsbeiwerten (RVS 11.062, 1997).

Prüfgeräte

Wassergefäß mit einem Fassungsvermögen von 2 Litern, 1 runde Prallplatte mit 15 cm Durchmesser aus korrosionsbeständigem Material, Stoppuhr, Thermometer, Wasservorratstank

Versuchsablauf

Pro 4000m² sind 3 Ausschüttversuche durchzuführen. Die Prallplatte wird satt und eben an der Messstelle aufgelegt. Der Wasserbehälter wird mit Leitungswasser befüllt und aus maximal 10 cm Höhe innerhalb von 5 Sekunden über der Prallplatte geleert. An jeder Messstelle sind 3 Ausschüttungen vorzunehmen, wobei bei dem dritten Versuch die Zeit zu stoppen ist. Das Wasser ist vollständig versickert, wenn es von der Oberfläche verschwunden ist. Danach kann man mit Hilfe des unten ersichtlichen Diagramms von der Versickerungszeit auf den Durchlässigkeitsbeiwert schließen oder man errechnet den k_f Wert anhand folgender Formel:

$$y = 10^{k \cdot \log_{10}(x) + d} \quad (\text{Überlegung nach DI Dr. Andrea Schnepf, Msc})$$

Konstanten aus der Geradengleichung

k -2,1307725

d -1,8141758

Für die Variable x wird die Versickerungszeit in Sekunden eingesetzt.

(RVS 11.062, 1997)

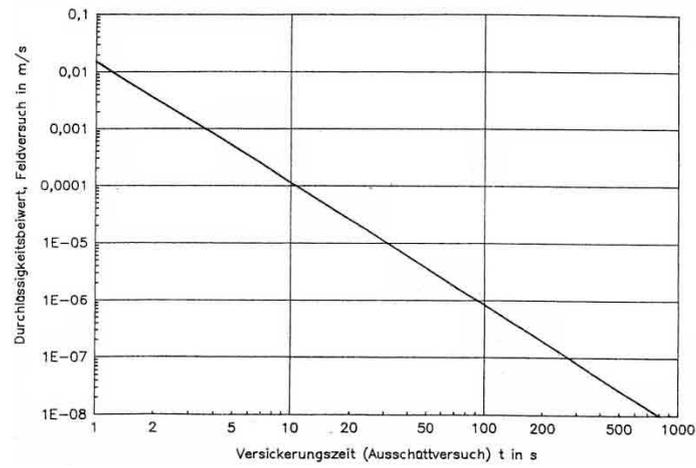


Abb. 38 Zusammenhang zwischen Versickerungszeit und Durchlässigkeit beim Ausschüttversuch nach PREGL (RVS 11.062, 1997, Blatt 15)

3.1.5 LAGERUNGSDICHTE

Prüfgeräte

Stechzylinder mit Nummer und Deckel, Schlaghaube mit Stützring oder Führungsstab für Fallhammer, Gummihammer, Handspaten, rostfreies Messer, Wärmekammer mit Luftumwälzung ($100 \pm 5^\circ\text{C}$), Waage

Versuchsablauf

Loses Material wird mit dem Handspaten entfernt und eine ebene Oberfläche hergestellt. Der vorbereitete Stechzylinder wird mit der stumpfen Seite in die Schlaghaube gesteckt und der Stützring über die Haube gestreift. Danach ist das Gerät einsatzbereit und kann auf die vorbereitete Fläche aufgesetzt und vorsichtig mit dem Gummihammer in den Boden getrieben werden. Ist der Zylinder tief genug im Boden, wird er aus dem Gerät ausgespannt, mit dem Handspaten untergraben und herausgehoben. Die obere Schnittfläche des Zylinders wird mit dem Messer glatt geschnitten und der Deckel wird darauf gesetzt. Das Gleiche geschieht auch mit der anderen Seite des Stechzylinders. Hierbei ist darauf zu achten, dass Fehlstellen wie uneben heraus gebrochene Aggregate, Löcher, die durch in die Schnittfläche hineinragende Steine entstanden sind, vermieden werden. Wurmlöcher oder Wurzelröhren sind keine Fehlstellen. Bevor der Stechzylinder mit der Bodenprobe zum Trocknen in eine Wärmekammer gestellt wird, wird er noch gewogen und das Gewicht notiert. Nach einem Tag Trocknung in der Wärmekammer wird der Stechzylinder nach dem Abkühlen abermals gewogen. Danach kann nach folgender Formel die Lagerungsdichte (d_B) berechnet werden:

$$d_B = \frac{\text{Masse_Probe_trocken}}{\text{Volumen_Stechzylinder}} \quad (\text{g/cm}^{-3})$$

(HARTGE und HORN, 2009)

Bodenart	HARTGE und HORN (1999) d_B (g/cm^{-3})	SCHEFFER und SCHACHSCHABEL (2002) d_B (g/cm^{-3})
Sandböden	1,19-1,67	1,16-1,70
Lehmböden	1,19-1,96	1,20-2,00
Schluffböden	1,19-1,53	1,17-1,63
Tonböden	0,92-1,32	0,93-1,72
organ. Böden	0,12-0,48	-

Tab. 13 Häufigste Werte für Lagerungsdichte (HARTGE und HORN, 1999, 27; SCHEFFER und SCHACHSCHABEL, 2002, 164)

3.1.6 DYNAMISCHER VERFORMUNGSMODUL

Mit dem Lastplattenversuch wird die Verformbarkeit und Tragfähigkeit des Untergrunds geprüft. Der dynamische Verformungsmodul wird als E_{vd} bezeichnet.

Prüfgeräte

Leichtes Fallgewichtsgerät ZFG 02 nach Technischer Prüfvorschrift für Boden und Fels im Straßenbau TP BF-StB B8.3 (bestehend aus: Lastplatte Ø300 mm, Dicke 20 mm, Gewicht 15 kg; Masse des Fallgewichts einschl. Griffe 10 kg; Gesamtmasse der Führungsstange einschließlich Federelement aus Tellerfeder, Transportsicherung des Fallgewichts und Ausklinkungsvorrichtung 5 kg; Maximale Stoßkraft 7,07 kN; Stoßdauer 18 ms)

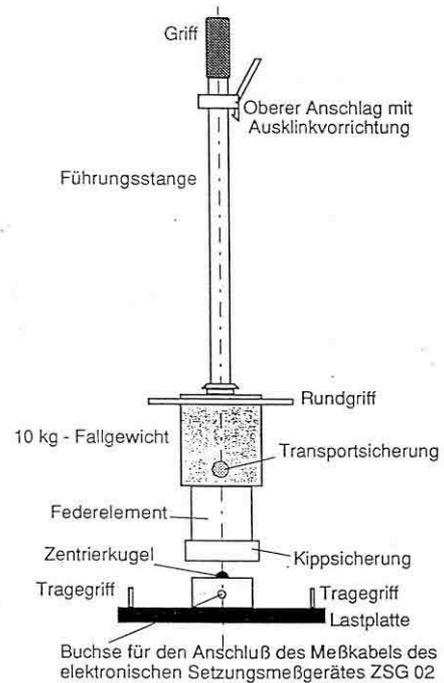


Abb. 39 Aufbau einer Lastplatte mit Fallgewicht (ASCHAUER, 1996,72)

Versuchsablauf

Für die Lastplatte ist eine ebene Fläche vorzubereiten, so dass die Platte satt am Boden aufliegt. Lose Bodenteile sind zu entfernen und es ist darauf zu achten, dass keine Hohlräume auf der Auflagefläche vorhanden sind. Danach wird die Führungsstange mit dem Fallgewicht auf die Lastplatte gesetzt. Jede Messstelle wird durch drei Stöße vorbelastet. Dazu wird das Fallgewicht aus einer durch Kalibrierung festgelegter Höhe frei fallen gelassen und ist nach jedem Stoß aufzufangen. Bei außergewöhnlichen Prüfergebnissen ist die Prüfung auf einer anderen Prüffläche zu wiederholen.

(ÖNORM B 4417,1979; PREGL, 1999a)

3.1.7 EINDRINGWIDERSTAND

Der Eindringwiderstand (EW) ist eine sich ständig ändernde Eigenschaft. Sie hängt von 3 Faktoren ab: dem Porenvolumen, dem Wassergehalt und der Konsistenz bzw. dem Scherwiderstand. Das Prinzip der Messung ist die Feststellung der Eindringtiefe mit dem dazu benötigten Kraftaufwand (HARTGE und HORN, 2009).

Prüfgeräte

06.15.SA Penetrologger-Set bestehend aus einem Gehäuse mit GPS Antenne, einem LCD Display, einem Steuerpult, einer Wasserwaage und Kraftaufnehmer, einer zweiteiligen Sondierstange, an die ein kegelförmiger Konus (Spitze von 60°, Bodenfläche von 1 cm², Solldurchmesser 11,28 mm) geschraubt werden kann und einer Tiefenbezugsplatte. Die Sondierstange wird mit einer Schnellkopplung am Kraftaufnehmer unter dem Penetrologger befestigt. Der



Abb. 40 Penetrologger, Sondierstangen, Konus und Tiefenbezugsplatte des Instituts für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, BOKU Wien

Penetrologger kann bis zu einer Tiefe von 80cm eingesetzt werden (EIJKELKAMP (2007): Gebrauchsanweisung 06.15.SA Penetrologger-Set).

Versuchsablauf

Zuerst wird der passende Konus für die Bodenuntersuchung gewählt. Im Regelfall wird ein Konus mit einer Oberfläche von 1cm² und einer Spitze von 60° verwendet. Im nächsten Schritt wird die Sondierstange zusammenschraubt und der Konus an der Stange verschraubt. Die Sondierstange wird mit der Schnellkoppelung in den Penetrologger eingeklickt und die Schraube fest gezogen. Der Penetrologger wird eingeschaltet und im Hauptmenü die Messoption ausgewählt. Der Konus des Penetrologger wird durch die

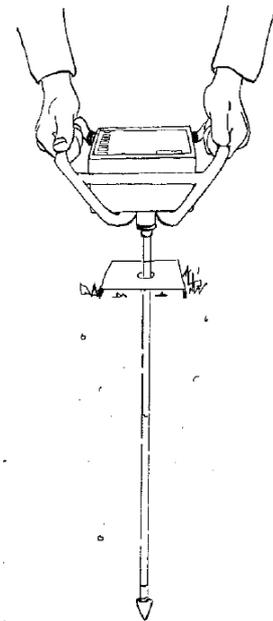


Abb. 41 Versuchsablauf (EIJKELKAMP, 2007)

Öffnung der Tiefenbezugsplatte in den Boden gestochen. Es ist auf die vertikale Ausrichtung zu achten (Abweichungen bis $3,5^\circ$ sind zulässig). Nachdem Start auf dem Display ausgewählt wurde, kann der Penetrologger gleichmäßig und so senkrecht wie möglich mit konstanter Geschwindigkeit (empfohlen 2 cm/s) bis in eine Tiefe von 80cm eingedrückt werden. Ist diese Tiefe erreicht, wird die Messung automatisch beendet. Gibt es jedoch ab einer bestimmten Tiefe kein Vordringen mehr, kann die Messung mit Stop beendet werden (EIJKELKAMP (2007): Gebrauchsanweisung 06.15.SA Penetrologger-Set).

Nach Durchführung der Messungen können die Ergebnisse in Form von Graphiken auf einen PC übertragen werden.

3.2 BAUMKONTROLLE

3.2.1 KRONENVITALITÄT

Unter Vitalität versteht man den Gesundheitszustand und die Wüchsigkeit eines Baumes. Dieser hängt von seiner genetischen Ausstattung und den beeinflussenden Umweltfaktoren ab (DUJESIEFKEN et. al., 2009).

Geringe Vitalität kann Ursachen wie mechanische Beschädigungen, Bodenverdichtungen und Versiegelungen, Immissionen, Ab- und Aufgrabungen, Auffüllungen im Wurzelbereich sowie nicht standortgemäße Arten- und Sortenwahl, Fehler bei der Anzucht, Pflanzung oder Pflege, bei sonstigen vorangegangenen, unzureichenden, unsachgemäßen und/oder schädigenden Maßnahmen und Folgen des Winterdienstes haben (FLL, 2006).

Die Vitalität spiegelt sich im Gesundheitszustand des Baumes wider. Dies kann sich im Wachstum, der Kronenstruktur und dem Zustand der Belaubung zeigen. Weiters ist dies durch die Anpassung an die Umwelt, der Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge und an der Regenerationsfähigkeit ersichtlich. (DUJESIEFKEN et. al., 2009)

Bei der Kronenzustandserhebung werden folgende Merkmale erfasst

- Baumart
- Kronenform: kompakte Krone oder in Teilkronen aufgelöst
- Belaubung: dichte Belaubung, Anteil der Dürrräste
- Farbe der Blätter
- Blattnekrosen: Art, Ausmaß und Verteilung am Blatt und in der Krone
- zusätzliche Merkmale: Schäden im Stamm- und Wurzelanlaufbereich
- Sondermerkmale: Parasitenbefall, Notfruktifikation, Notaustrieb.

Die unterschiedlich starke Ausbildung der Merkmale lässt eine Beurteilung zu und der Kronenzustand kann in eine Skala eingeordnet werden. In Österreich gibt es eine fünfstufige Skala, die für Stadtbaumarten wie Ahorne, Linden, Rosskastanien, Pappeln, Platanen, Rotbuchen und Eichen anwendbar ist (BRAUN, 1990).

Kronenzustandsstufe		verbale Beschreibung
1	gesund	volles Kronenbild durch dichte Belaubung in allen Kronenbereichen, grüne Blätter
2	geschwächt	Herausragen einiger dicht beblätterter Zweige und Äste aus der Krone, eventuell kleinere und hellere Blätter als normal
3	geschädigt	beginnende Auflösung der Baumkrone in Teilkronen, steigender Anteil an Dürrlingen und nekrotischen Blättern
4	stark geschädigt	totale Auflösung der Krone in Teilkrone, starke Auslichtung in allen Kronenbereichen, viele dürre Äste und Zweige, Großteil der Blätter nekrotisch verfärbt
5	abgestorben	keine Beblätterung, nur mehr Astskelett vorhanden, Baum abgestorben

Tab. 14 Beschreibung der Kronenzustandsstufen von Laubbäumen (BRAUN, 1990, 5)

Aufgrund der Beschreibung der Kronenzustandsstufen ergibt sich folgendes Kronenbild für die einzelnen Stufen:

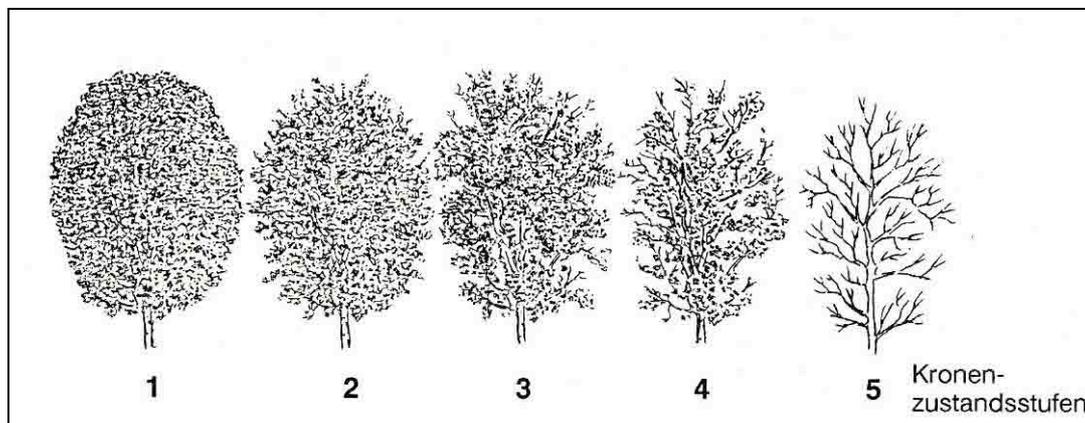


Abb. 42 Schematische Kronenzustandsformen von Laubbäumen (BRAUN, 1990, 4)

Untersuchungsmethode

Anhand der Abb. 42 und der Beschreibung der einzelnen Kronenzustandsformen können die Bäume im Untersuchungsgebiet einer Vitalitätsstufe zugeordnet werden.

3.2.2 JAHRESTRIEBLÄNGEN

Nach ROLOFF (2001) verschlechtert sich der Allgemeinzustand eines Baumes mit abnehmenden Triebblängen. Weiters nimmt ROLOFF (2001) an, dass über längeren Zeitraum abnehmende Triebblängen eine Veränderung in der Verzweigung der Krone und somit eine Veränderung in der Struktur der Krone verursachen können.

An Bäumen findet man drei verschiedene Triebarten:

- Kurztriebe
sind nur wenige Millimeter bis Zentimeter lang und tragen nur 3-5 Blätter mit gestauchten Internodien und bilden nur „schlafende“ Knospen
- Langtriebe
werden länger als nur wenige Zentimeter und tragen seitlich normal entwickelte Knospen. Sie können zu Kurztrieb Bildung übergehen.
- Lineartriebe
sind länger als Kurztriebe und verzweigen sich in den Folgejahren nicht.

(ROLOFF, 2001)

Nach ROLOFF (2001) gibt es zwei unterschiedliche Wachstumstypen. Der Quercus-Typ unterliegt einem zwei- bis vierwöchigen Wachstumsschub im Frühjahr. Bei günstigen Bedingungen wiederholt sich das Längenwachstum eventuell ein zweites Mal im Sommer. Zu diesem Typ gehören Buche, Ahorn, Roskastanie, Esche, Kiefer und Linde.

Der Populus-Typ unterliegt einem kontinuierlichen Längenwachstum über die gesamte Vegetationsperiode. Erst im Herbst, wenn ein bestimmter Schwellenwert der Tagestemperatur oder Tageslänge überschritten wird, wird das Wachstum eingestellt. Zu diesem Typ gehören Pappeln, Weiden, Erlen, Birken und die Robinie. Daher ist es am Besten die Triebblängen nach Abschluss der Vegetationsperiode oder im Winter zu messen. Das Längen- und Höhenwachstum kann Jahre bzw. Jahrzehnte zurückverfolgt werden. Abgetrennt sind die Jahreszuwächse durch Triebbasisnarben. Diese sind Narben der Knospenschuppen, welche nach dem Abfallen dicht gedrängte „Rillen“ auf der Trieboberfläche hinterlassen. Diese sind solange sichtbar, bis die Rinde des Baumes verborkt.

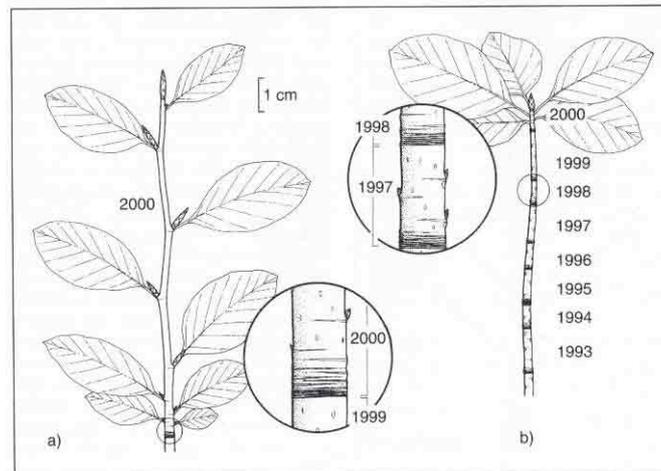


Abb. 43 Lang- und Kurztriebe am Beispiel der Rot-Buche. a) Langtrieb mit Triebbasisnarbe 1999/2000 und mehreren voll entwickelten Seitenknospen; b) neunjährige Kurztriebkette: ohne Verzweigung, mit Triebbasisnarben und unterentwickelten schlafenden Seitenknospen sowie endständigem dichtem Blattbüschel (ROLOFF, 2001, 15)

Untersuchungsmethode

Es wird im äußeren Kronenbereich an 10 unterschiedlichen Ästen der jährliche Zuwachs gemessen und der Mittelwert ermittelt. Extrem abweichende Werte werden ausgeschieden.

3.2.3 ÜBERERDUNGSHÖHE

Die Pflanztiefe ist von besonderer Bedeutung. Es genügt, wenn die oberen Wurzeln 2-3 cm mit Substrat bedeckt sind. Im Zweifelsfall ist der Baum lieber etwas höher zu pflanzen. Ist der Wurzelhals des Baumes nicht zu erkennen, so wurde der Baum entweder zu tief gesetzt oder es wurde nachträglich eine Bodenaufschüttung vorgenommen. Dies kann im schlimmsten Fall zu einer dauerhaften Wachstumsbeeinträchtigung oder zum Absterben des Baumes führen.

Zunehmend werden die oberirdischen Wurzelhälsen störend empfunden und die Bäume aus Unkenntnis tiefer gesetzt.

Bei Aufschüttungen wird das bereits ausgebildete Wurzelsystem einer veränderten Situation ausgesetzt. Die Poren des Oberbodens werden durch das Gewicht zusammengedrückt und der Diffusionsweg für Sauerstoff zwischen Wurzelsystem und Atmosphäre wird verlängert. Es entsteht ein Luftmangel im Wurzel- und unteren Stammbereich. Besonders empfindlich reagieren Baumarten, die auf einen sauerstoffreichen Boden angewiesen sind. Wenige Baumarten wie Pappeln oder Weiden bilden Adventivwurzeln aus, die die Versorgung der Pflanze übernehmen können. Es kann jedoch zur Bildung von Wurzelfaulpilzen kommen, die sich bis in das Stamminnere ausbreiten können. Die Störung der Wasser- und Nährstoffversorgung bewirkt eine Kronenverlichtung, Risse im Wurzelhalsbereich, Exsudataustritt und Kleinblättrigkeit. Das Absterben des Baumes kann auch erst Jahre nach dem eigentlichen Schadereignis eintreten.

Liegt die Überschüttung noch nicht lange zurück, so kann zur Verbesserung der Boden abgetragen werden. Weiters kann der Boden mit dem Einbau von Porcylstäben belüftet werden (BALDER, 1998; TOMICZEK, 2005).

Untersuchungsmethode

Ist kein Wurzelhals zu erkennen, wird in einem sicheren Abstand zum Baumstamm ein Loch gegraben, solange bis eine Verbreiterung des Stammes, also ein Wurzelhals erkennbar ist. Danach wird der Abstand von Bodenoberkante bis zum vermuteten Wurzelhals gemessen und notiert. Die Einteilung in verschiedene Klassen ist im Kapitel Ergebnisse ersichtlich.

3.2.4 STAMMQUOTIENT

Ein Qualitätsmerkmal eines Straßenbaumes ist die Vollholzigkeit, das bedeutet eine möglichst gleichmäßige Stammstärke bis zum Kronenansatz. Der Stammumfang wird in 1 m und 4 m Höhe gemessen und mittels der Quotientenermittlung kann eine Voll- bzw. Abholzigkeit des Baumes bestimmt werden. (FLORINETH, 2009)

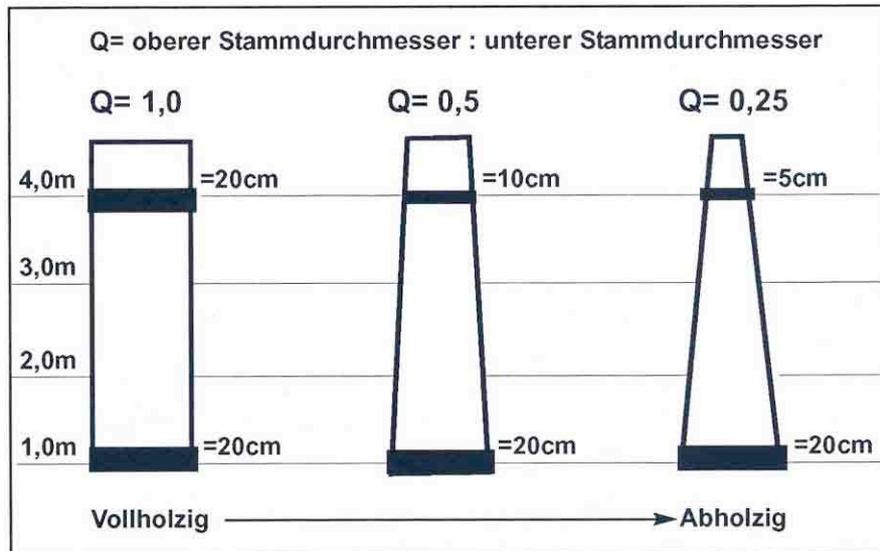


Abb. 44 Vollholzigkeit-Abholzigkeit (FLORINETH, 2009, 113)

Untersuchungsmethode

Aufgrund des niedrigen Kronenansatzes der Bäume wurde der Stammumfang in 1 m und 2 m Höhe gemessen und daraus der Stammquotient errechnet.

3.2.5 SCHÄDEN AN BÄUMEN, SCHÄDLINGE

Schäden an Straßenbäumen hängen nicht nur vom Schad- bzw. Belastungsfaktoren ab, sondern können auch an unterschiedlichen Standorten bzw. Baumarten verschieden stark ausfallen. Die Hauptursache für Schäden an Straßenbäumen sind:

- Ungünstige Bodenverhältnisse
wie Verdichtung durch Befahren oder Betreten, zu kleine Baumscheiben und Einengung der Wurzeln, Mangel an Sauerstoff, Wasser und Nährstoffen, zu hoher pH-Wert, Schadstoffbelastung des Bodens
- Immissionen
Stäube und Aerosole, vorwiegend Abgase aus Kraftfahrzeugverkehr und Industrie
- Mechanische Stamm- und Wurzelschäden
durch Befahren oder Bauarbeiten
- Befall durch Schadorganismen
Es ist ungeklärt, ob primär der schlechte Gesundheitszustand des Baumes oder die physiologischen Stressfaktoren den Baum für Schädlingsbefall anfälliger machen. Es wird jedoch angenommen, dass die Einzelfälle unterschiedlich zu beantworten sind.

(LEH, 1991)

Viele Stressfaktoren bewirken eine höhere Anfälligkeit der Bäume für Schädlings- oder Krankheitsbefall (BRAUN, 1990).

4 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN

Die Ergebnisse wurden mit den Richtwerten aus Kapitel 1.3 Anforderungen an Baumsubstrate im Siedlungsraum verglichen.

4.1 ERGEBNISSE DER BODENANALYSEN

4.1.1 PH-WERT

Werk	FLL (2002)	ONR 121131 (2008)	FLORINETH et. al. (2000)	LIESECKE und HEIDGER (2000)
Vergleichswert	5,5-8,0	5,5-6,5	7,0-7,5	6,5-8,0

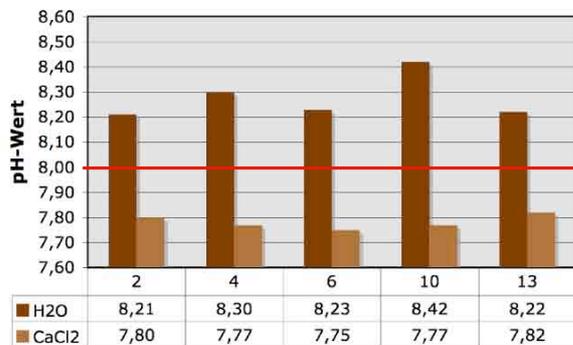


Abb. 45 Aktueller (H₂O) und potentieller (CaCl₂) pH-Wert der Baum Nr. 2, 4, 6, 10 und 13 am Bauernfeldplatz

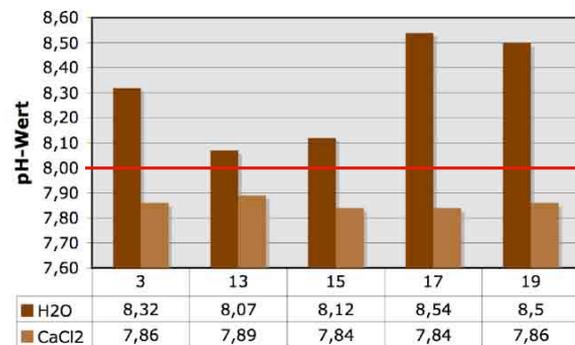


Abb. 46 Aktueller (H₂O) und potentieller (CaCl₂) pH-Wert der Baum Nr. 3, 13, 15, 17 und 19 am Hofferplatz

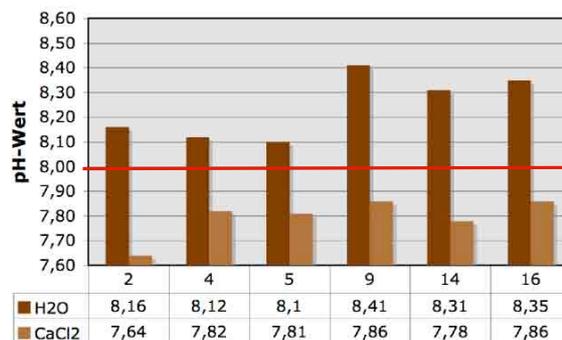


Abb. 47 Aktueller (H₂O) und potentieller (CaCl₂) pH-Wert der Baum Nr. 2, 4, 5, 9, 14 und 16 am Ludo-Hartmann-Platz

Alle gemessenen Werte liegen im stark alkalischen Bereich (pH-Wert 8-9). Weiters sind alle Werte höher als die empfohlenen Werte. Mit steigendem pH-Wert steigt auch der Carbonatgehalt. Merkmale sind Pflanzenschädigungen, wie Chlorosen an Blättern empfindlicher Pflanzen, welches ein Zeichen für Eisen- und Manganmangel ist sowie die Einschränkung der Pflanzenverbreitung, wie die Verringerung des Ertrages von Baum- und Strauchfrüchten.

4.1.2 CARBONATGEHALT

Werk	FLL (2002)	ONR 121131 (2008)	FLORINETH et. al. (2000)	LIESECKE und HEIDGER (2000)
Vergleichswert	als Beurteilungskriterium nicht mehr herangezogen	25g/l (=2,5%)	karbonathältiges Substrat	keine Anforderungen

% CaCO ₃	Bezeichnung
1-2	schwach
2-10	mäßig
10-20	stark carbonathaltig
20-50	mergelig
>50	kalkig

Tab. 15 Einteilung der Böden nach dem Carbonatgehalt (SCHROEDER, 1992)

Bei einigen Proben wurde der Versuch zweimal (mit a und b gekennzeichnet) durchgeführt, da das erste Ergebnis vom durchschnittlichen Ergebnis abwich.

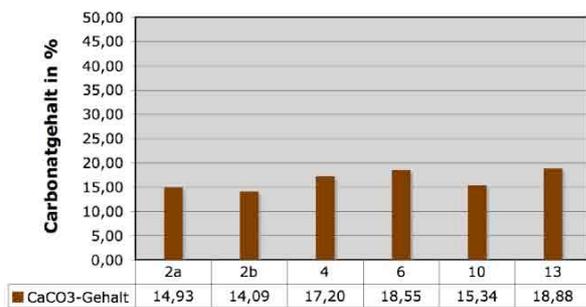


Abb. 48 Carbonatgehalte der Baum Nr. 2, 4, 6, 10 und 13 am Bauernfeldplatz

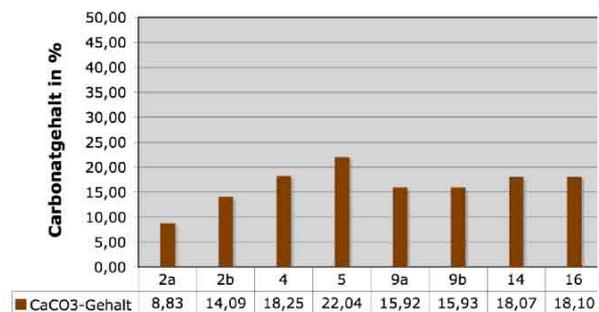


Abb. 49 Carbonatgehalt der Baum Nr. 2, 4, 5, 9, 14 und 16 am Hofferplatz

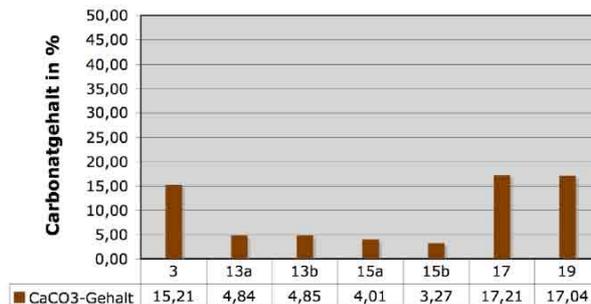


Abb. 50 Carbonatgehalte der Baum Nr. 3, 13, 15, 17 und 19 am Ludo-Hartmann-Platz

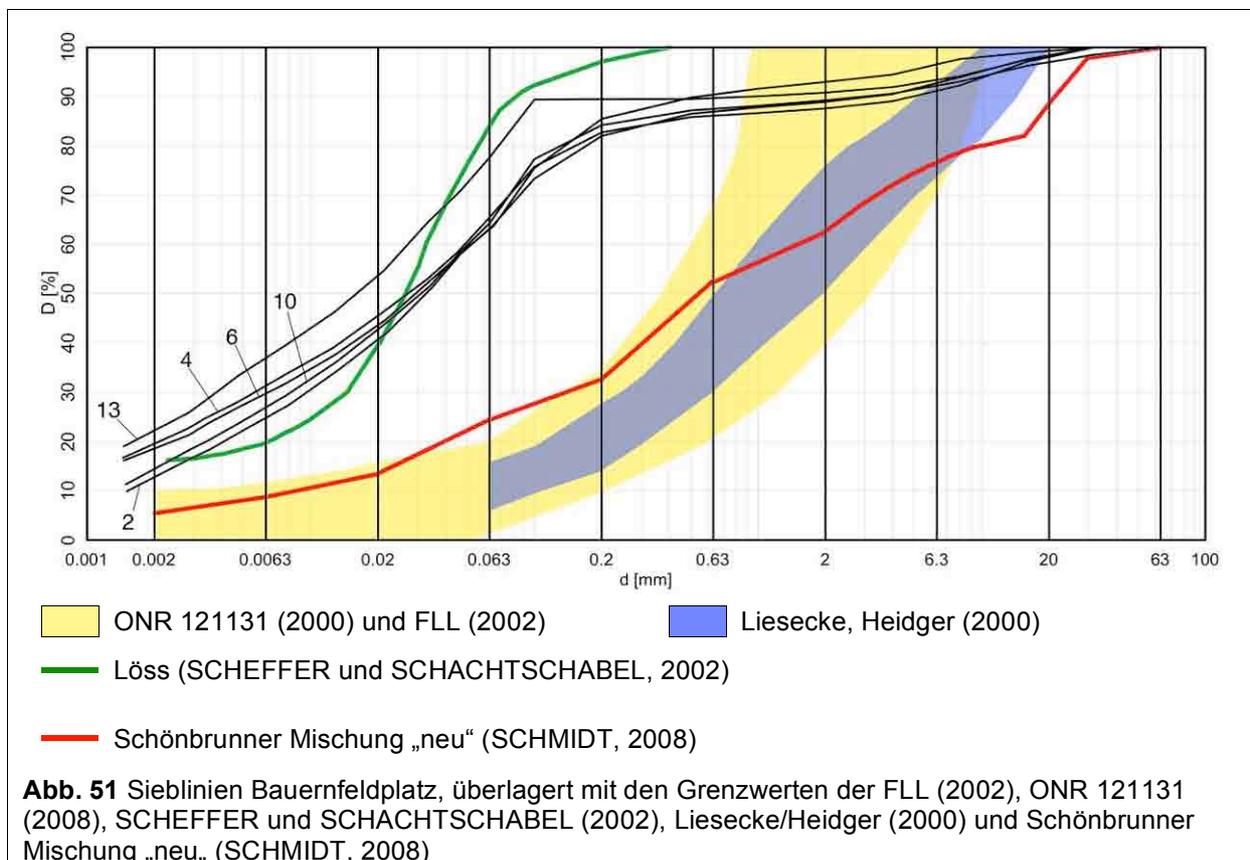
Die Mehrheit der entnommenen Bodenproben (13 von 16) sind stark carbonathaltig (10-20% CaCO₃). Die FLL und die Studie von LIESECKE/HEIDGER ziehen den Carbonatgehalt nicht als Beurteilungskriterium des Substrates heran. FLORINETH schlägt ein mäßig carbonathaltiges Substrat vor und die ONR 121131 einen CaCO₃-Gehalt von 25g/l, das entspricht 2,5%. Nach ONR 121131 sind die Carbonatgehalte der entnommenen Bodenproben zu hoch.

4.1.3 KORNGRÖßENVERTEILUNG

Werk	FLL (2002)	ONR 121131 (2008)	FLORINETH et. al. (2000)	LIESECKE und HEIDGER (2000)
Vergleichswert	d < 0,002mm 3-10 Massen-% d=0,002 bis < 0,063mm 10-17 Massen-% Ton und Schluff < 20 Massen-%	d ≤ 0,063mm 20 Masse-%	Gemisch aus Löss, Kompost und Grobsand im Verhältnis 50:30:20	d ≤ 0,063mm 5-15 Massen-% d ≥ 2mm 25-50 Massen-%

4.1.3.1 BAUERNFELDPLATZ

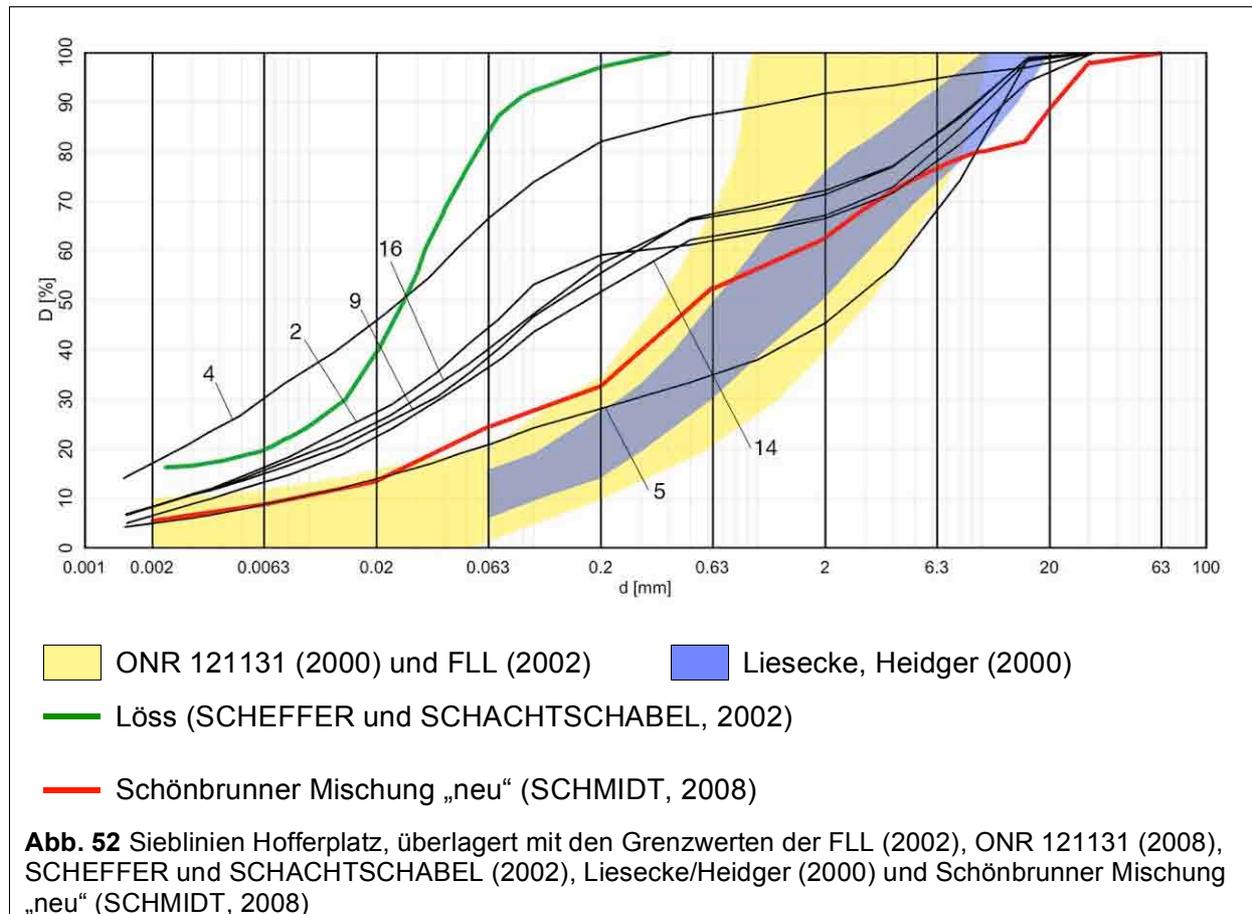
Für die Bodenproben Bauernfeldplatz 4, 6 und 13 wurde eine Teilprobe entnommen, angefeuchtet und durch ein 1 mm Sieb gespachtelt. Der Durchgang wurde für den Aräometersversuch vorbereitet. Diese Teilproben wurden gleich aus der Gesamtprobe entnommen, da beim Trocknen tonhaltiger Böden die Tonstruktur zerstört wird. Auf dem Trichtersieb des Aräometers blieb der Rückstand mit dem Durchmesser 1-0,1 mm liegen. Diese Proben werden trotzdem geschlämmt, da für die Feinsiebung eine Korngröße zwischen 0,5-0,1 mm notwendig ist und eine größere Menge repräsentativer ist.



Bodenproben Nr.	Steine > 63 mm	Kies 63-2,0 mm	Sand 2,0-0,063 mm	Schluff 0,063-0,002 mm	Ton < 0,002 mm
2	0%	7,0%	29,9%	50,3%	12,8%
4	0%	12,4%	22,1%	45,9%	19,6%
6	0%	11,1%	25,7%	44,6%	18,6%
10	0%	10,7%	24,9%	49,8%	14,5%
13	0%	9,2%	13,2%	55,4%	22,3%

Die entnommenen Bodenproben am Bauernfeldplatz liegen außerhalb der empfohlenen Korngrößenbereiche der FLL (2002), der ONR 121131 (2008), der Empfehlung nach LIESECKE und HEIDGER (2000) und sie liegen weit ab der Sieblinie des Schönbrunner Substrats. Die Sieblinien ähneln bis zur Korngröße $d=0,63\text{mm}$ der des Löss nach SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL (2002). Der Löss weist Korngrößen bis $d=0,063\text{mm}$ auf, die gröberen Anteile fehlen jedoch vollständig. Als Verwendung im Unterbau ist Löss geeignet, jedoch nur, wenn er nicht verdichtet wird, da eine Verdichtung eine Veränderung der Struktur hervorruft und daher die Wasserdurchlässigkeit vermindert wird. Im Oberbau eingebrachte Substrate jedoch sollten keinen hohen Gehalt an Ton und Schluff aufweisen, da dies zu Staunässe führt. Die Aufteilung in die einzelnen Korngrößen zeigt deutlich, dass der Schluffanteil mit 44,6-55,4% höher liegt als der nach FLL, ONR 121131 und LIESECKE/HEIDGER vorgeschlagene Wert von 10-17 Massen-%. Auch der Tongehalt liegt mit 12,8-22,3% höher als der empfohlene Wert von 3-10 Massen-% nach FLL (2002). Auch der nach FLL, ONR 121131 und LIESECKE/HEIDGER empfohlene Gesamtanteil von Ton und Schluff von 20 Massen-% wird hier deutlich überschritten.

4.1.3.2 HOFFERPLATZ

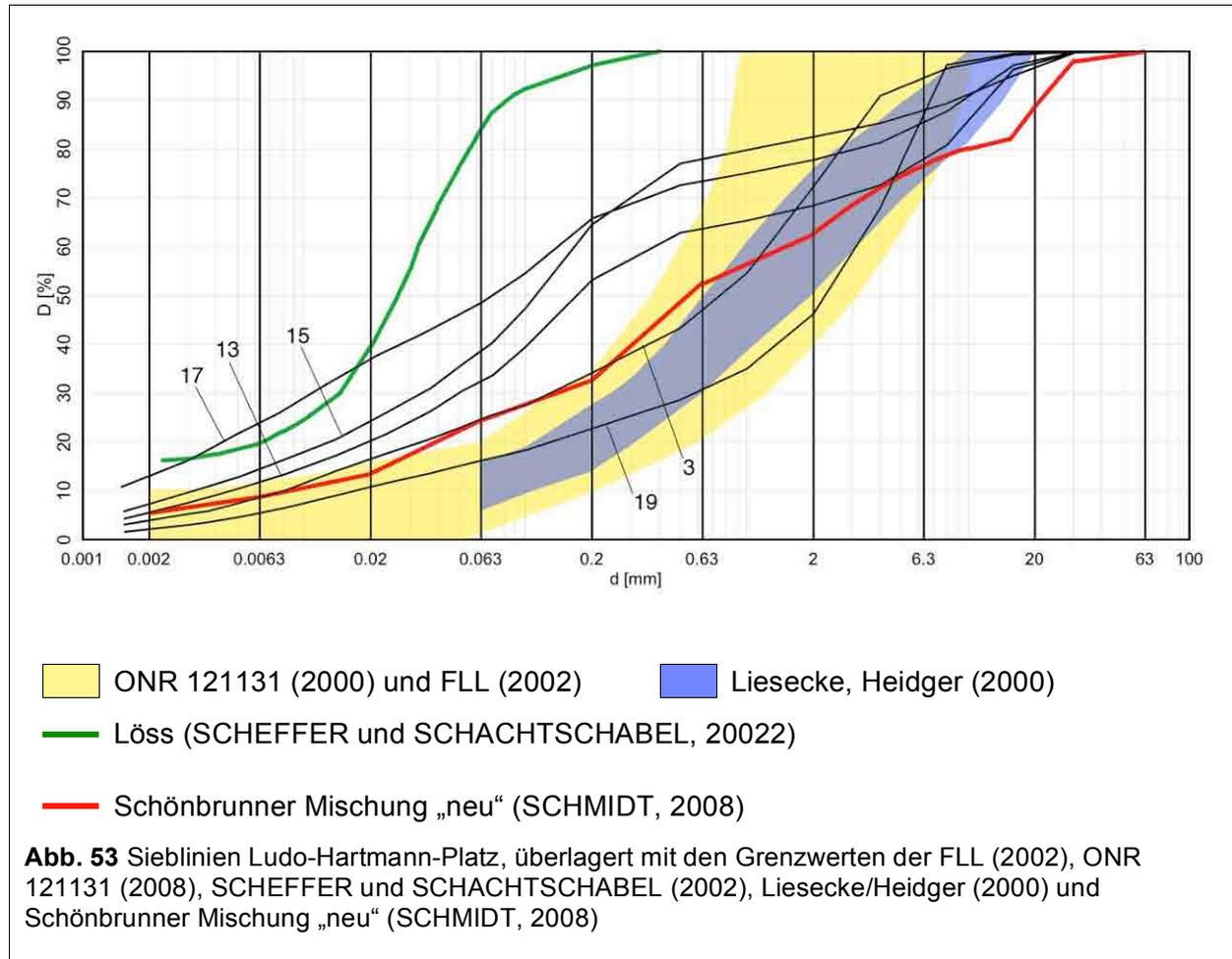


Bodenproben Nr.	Steine > 63 mm	Kies 63-2,0 mm	Sand 2,0-0,063 mm	Schluff 0,063-0,002 mm	Ton < 0,002 mm
2	0%	33,4%	22,1%	36,1%	8,3%
4	0%	8,2%	25,3%	49,4%	17,1%
5	0%	54,6%	24,6%	15,9%	4,9%
9	0%	27,8%	33,7%	30,3%	8,2%
14	0%	32,8%	30,7%	30,0%	6,5%
16	0%	28,6%	31,2%	31,8%	8,4%

Die entnommenen Bodenproben am Hofferplatz liegen bis zur Korngröße 0,63mm außerhalb der empfohlenen Bereiche. Ab Korngröße 0,63mm fallen sie in den Korngrößenbereich der FLL, ONR 121131 und der Studie von LIESECKE/HEIDGER. Die Aufteilung in die einzelnen Kornfraktionen zeigt, dass der Tongehalt, abgesehen von einem Ausreißer (Baum Nr. 4), in den empfohlenen Bereich von 3-10 Massen-% der FLL fallen. Sie weisen jedoch einen zu hohen Schluffgehalt auf. Auch die empfohlene Summe des Ton- und Schluffgehaltes von maximal 20 Massen-% wird deutlich überschritten. Die Sieblinien Nr. 4 und Nr. 5 weichen komplett von den

anderen Sieblinien ab. Die Bodenprobe Nr. 4 wurde aus einem Pflanzstreifen entnommen. Diese zeigt einen überaus hohen Anteil an Ton und Schluff (66,5%). Die Bodenprobe Nr. 5 wurde aus einer Baumscheibe entnommen. Diese passt noch am Besten in die vorgeschlagenen Korngrößenbereiche.

4.1.3.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ



Bodenproben Nr.	Steine > 63 mm	Kies 63-2,0 mm	Sand 2,0-0,063 mm	Schluff 0,063-0,002 mm	Ton < 0,002 mm
3	0%	27,7%	47,7%	20,7%	3,9%
13	0%	31,6%	36,0%	26,9%	5,6%
15	0%	17,5%	43,8%	31,3%	7,3%
17	0%	22,2%	29,3%	35,4%	13,1%
19	0%	53,8%	30,1%	14,0%	2,1%

Die entnommenen Bodenproben am Ludo-Hartmann-Platz weisen eine weite Streuung in der Korngrößenverteilung auf. Die Sieblinien Nr. 13, 15 und 17 liegen außerhalb der empfohlenen Bereiche und passen sich erst ab einer Korngröße von

2mm an den empfohlen Bereich von LIESECKE/HEIDGER an. Die Sieblinie der Bodenprobe Nr. 3 wurde aus einem Pflanzstreifen entnommen und fällt zum größten Teil in den Bereich der FLL und ONR 121131. Die Bodenprobe Nr. 19 wurde aus einer Baumscheibe entnommen und fällt ebenso in den Bereich der FLL und ONR 121131. Die Aufteilung in die einzelnen Kornfraktionen zeigt, dass vier der fünf Bodenproben den empfohlenen Tongehalt von 3-10 Massen-% laut FLL einhalten. Der nach FLL empfohlene Schluffgehalt von 10-17 Massen-% und die Summe aus Ton- und Schluffgehalt von maximal 20 Massen-% wird jedoch nur von einer Bodenprobe eingehalten.

4.1.4 WASSERDURCHLÄSSIGKEIT

Werk	FLL (2002)	ONR 121131 (2008)	FLORINETH (2009)	LIESECKE und HEIDGER (2000)
Vergleichswert	$\geq 0,0005 \text{ cm/s}$ $5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ bzw. $\leq 0,3 \text{ mm/min}$ $3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$	$\geq 0,0005 \text{ cm/s}$ $5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ bzw. $\leq 0,3 \text{ mm/min}$ $3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$	$1 \text{E-}10^4 \text{ m/s}$ bis $1 \text{E-}10^6 \text{ m/s}$	$\geq 0,001 \text{ cm/s}$ $1 \text{E-}10^5 \text{ m/s}$ bzw. $\leq 0,6 \text{ mm/min}$ $6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

Bezeichnung der Böden

k [m/s]	Bezeichnung
$k > 10^{-2}$	sehr stark durchlässig
$10^{-2} \geq k > 10^{-4}$	stark durchlässig
$10^{-4} \geq k > 10^{-6}$	mittel durchlässig
$10^{-6} \geq k > 10^{-8}$	gering durchlässig
$10^{-8} \geq k > 10^{-9}$	sehr gering durchlässig
$10^{-9} \geq k$	undurchlässig, technisch dicht

Tab. 16 Bezeichnung der Böden nach der Durchlässigkeit (PREGL, 1999b, 43)

4.1.4.1 BAUERNFELDPLATZ

Baum Nr.	1.Zeit	2.Zeit	3.Zeit	3.Zeit [sek] gerundet	k _f -Wert
2a	00:18:48	00:23:87	00:30:71	30	$1,09 \cdot 10^{-5}$
2b	00:33:82	00:53:87	01:13:15	73	$1,64 \cdot 10^{-6}$
4	00:35:01	00:47:21	00:57:75	58	$2,68 \cdot 10^{-6}$
6	00:34:90	00:43:43	00:47:45	48	$4,01 \cdot 10^{-6}$
10	00:34:78	00:36:75	00:39:40	40	$5,91 \cdot 10^{-6}$
13a	00:19:37	00:21:81	00:23:96	24	$1,76 \cdot 10^{-5}$
13b	00:59:34	01:23:15	01:37:92	98	$8,77 \cdot 10^{-7}$

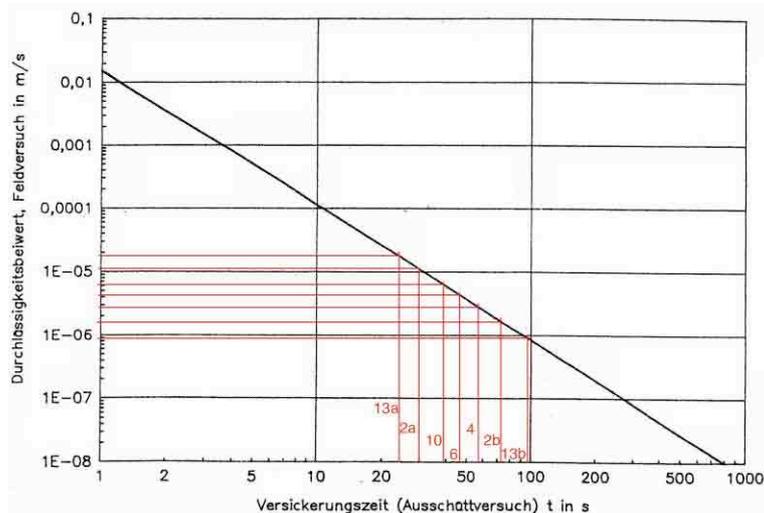


Abb. 54 Graphische Ermittlung der k_f-Werte am Bauernfeldplatz nach RVS 11.062 (1997)

Einer von fünf Werten liegt außerhalb der empfohlenen Wasserdurchlässigkeit nach FLL, ONR 121131, LIESECKE/HEIDGER und FLORINETH. Der Boden in diesem Bereich kann als gering durchlässig bezeichnet werden. Die anderen vier gemessenen Werte liegen in den empfohlenen Bereichen und können als mittel durchlässig bezeichnet werden.

4.1.4.2 HOFFERPLATZ

Baum Nr.	1. Zeit	2. Zeit	3. Zeit	3. Zeit [sek] gerundet	k _f -Wert
2	02:29:72	03:00:00	03:27:10	187	$2,21 \cdot 10^{-7}$
4	05:20:90	06:24:46	08:50:61	530	$2,40 \cdot 10^{-8}$
5	01:18:17	01:49:53	02:31:34	151	$3,49 \cdot 10^{-7}$
9	07:15:14	07:16:66	06:49:69	410	$4,20 \cdot 10^{-8}$
14a	02:46:17	05:04:18	06:59:27	420	$3,90 \cdot 10^{-8}$
14b	06:25:33	11:12:81	10:36:59	636	$1,60 \cdot 10^{-8}$
16	01:38:56	02:47:53	03:11:25	191	$2,12 \cdot 10^{-7}$

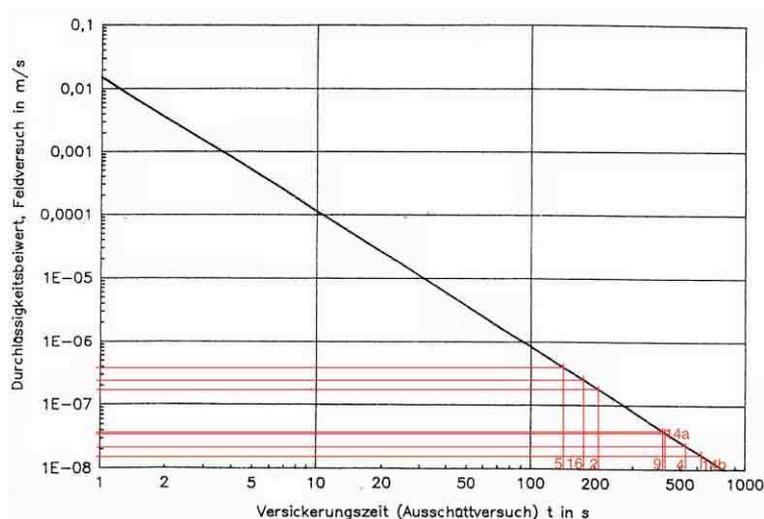


Abb. 55 Graphische Ermittlung der k_f-Werte am Hofferplatz nach RVS 11.062 (1997)

Alle gemessenen Werte liegen außerhalb des empfohlenen Bereichs der Wasserdurchlässigkeit nach FLL, ONR 121131, LIESECKE/HEIDGER und FLORINETH. Der Boden in diesem Bereich kann als gering durchlässig bezeichnet werden.

4.1.4.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ

Baum Nr.	1.Zeit	2.Zeit	3.Zeit	3.Zeit [sek] gerundet	kf-Wert
3	> 15:00:00	-	-	-	$< 10^{-9}$
13	-	03:45:43	03:49:40	230	$1,42 \cdot 10^{-7}$
15	01:58:99	02:27:43	02:44:71	165	$2,89 \cdot 10^{-7}$
17	04:02:76	04:36:89	04:34:71	275	$9,7 \cdot 10^{-8}$
19	> 15:00:00	-	-	-	$< 10^{-9}$
zw. 11 u. 12	-	-	2:56:20	176	$2,52 \cdot 10^{-7}$

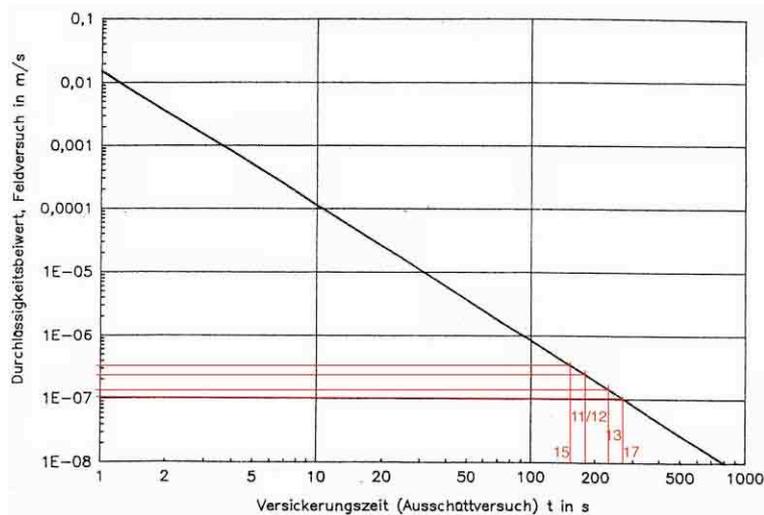


Abb. 56 Graphische Ermittlung der k_f -Werte am Ludo-Hartmann-Platz nach RVS 11.062 (1997)

Die gemessenen Werte liegen außerhalb des empfohlenen Bereichs der Wasserdurchlässigkeit nach FLL, ONR 121131, LIESECKE/HEIDGER und FLORINETH. Die Böden in diesem Bereich können als gering durchlässig bezeichnet werden. Im Bereich der Baumscheibe des Baumes Nr. 3 und 19 wurde der Versuch nach der ersten Ausschüttung abgebrochen, da bereits die erste Zeit außerhalb des graphisch zu ermittelnden Bereiches liegt, welches einem k_f -Wert von $< 10^{-9}$ entspricht.

4.1.5 LAGERUNGSDICHTE

Werk	FLORINETH et.al. (2000)	LIESECKE/HEIDGER (2000)	ONR 121131 (2008)
Vergleichswert	1,2 - 1,4g/cm ³	1,2 - 1,6 g/cm ³	1,0 - 1,6 g/cm ³

Bezeichnung der Böden nach Lagerungsdichte

Lagerungsdichte (g/cm ³)	Stufe
<0,80	sehr gering
0,80-1,25	gering
1,25-1,50	mittel
1,50-1,75	hoch
>1,75	sehr hoch

Tab. 17 Bezeichnungen laut PREGL (1999a)

4.1.5.1 BAUERNFELDPLATZ

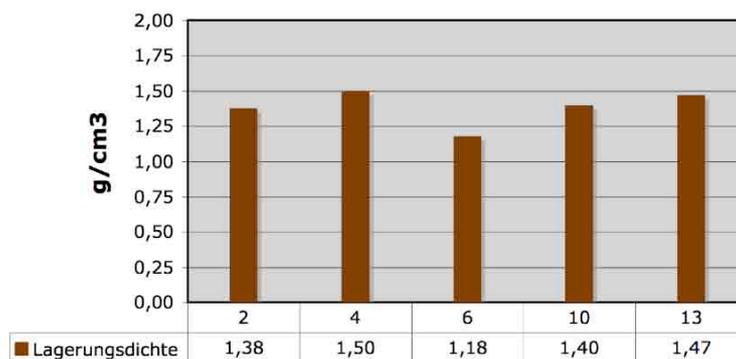


Abb. 57 Gemessene Lagerungsdichte der Baum Nr. 2, 4, 6, 10 und 13 am Bauernfeldplatz

Die gemessenen Werte fallen in den Bereich der Vergleichswerte nach LIESECKE/HEIDGER und ONR 121131. Nach FLORINETH et. al. fallen nur zwei von fünf Werten in den vorgegebenen Bereich, wobei die Grenzwerte nur minimal überschritten werden. Vier von sechs Werten fallen in die Stufe mittlere Lagerungsdichte und jeweils ein Wert ist mit geringer und mittel bis hoher Lagerungsdichte zu bezeichnen.

4.1.5.2 HOFFERPLATZ

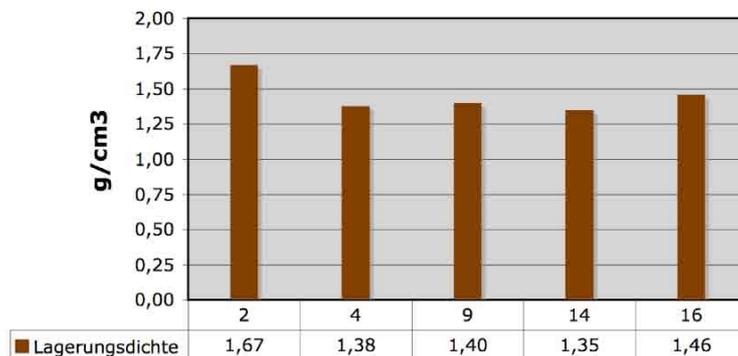


Abb. 58 Gemessene Lagerungsdichte der Baum Nr. 2, 4, 9, 14 und 16 am Hofferplatz

Vier von Fünf Werten fallen in den vorgegeben Bereich der Vergleichswerte nach LIESECKE/HEIDGER und ONR 121131. Nach FLORINETH et. al fallen drei von fünf Werten in den Bereich der Vergleichswerte. Ein Wert (Baum Nr. 2) ist um 20% höher als der zulässige Höchstwert.

4.1.5.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ

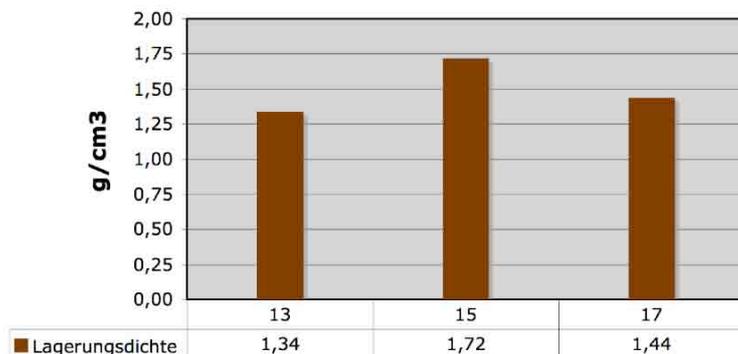


Abb. 59 Gemessene Lagerungsdichte der Baum Nr. 13, 15 und 17 am Ludo-Hartmann-Platz

Zwei von drei Werten fallen in den Bereich aller Vergleichswerte. Ein Wert ist um 20% höher als der zulässige Höchstwert.

4.1.6 DYNAMISCHER VERFORMUNGSMODUL

Werk	Vegetationstragschicht (FLORINETH, 2009)	Dachbegrünungsrichtlinien (FLL, 2004; ONR 121131, 2008)
Vergleichswert	$E_{vd}=45-60\text{MN/m}^2$ entspricht $E_{vd}=25-30\text{MN/m}^2$ *	Setzungen Substratstärke > 50cm < 5 cm

* Umrechnung nach PREGL (1999a)

4.1.6.1 BAUERNFELDPLATZ

Alle Bäume wurden in einer überhöhten Grünfläche gepflanzt, wobei es drei getrennte Grünflächen gibt, eine für Baum Nr. 1-4, eine zweite für Baum Nr. 5-7 und eine dritte für Baum Nr. 8-15.

Baum Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
E_{vd} (MN/m^2)	4,3	4,7	3,4	3,9	3,8	5,1	3,7	3,5	3,8	3,6	3,3	3,1	3,1	2,9	3,4
Setzung (mm)	5,2	4,8	6,6	5,8	5,9	4,4	6,1	6,4	5,9	6,3	6,8	7,3	7,3	7,8	6,6

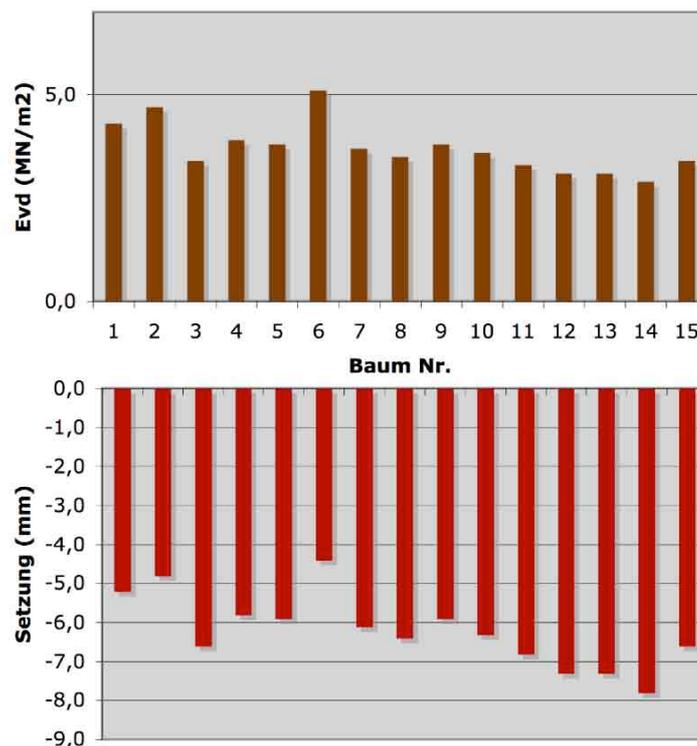


Abb. 60 Dynamischer Verformungsmodul und der Setzung am Bauernfeldplatz

Am Bauernfeldplatz wurden E_{vd} -Werte zwischen 2,9 und 5,1 MN/m^2 gemessen. Damit betragen sie 12-17% von den gewünschten Werten nach FLORINETH (2009).

Die Setzungen bewegen sich in einem Bereich von 4,4 bis 7,8 mm. Auch hier wird der maximale Wert von 50 mm nicht überschritten.

4.1.6.2 HOFFERPLATZ

Baumscheibe: Baum Nr. 5-7, 9, 12

Pflanzstreifen: Baum Nr. 1-4, 14-20

Ungebundene Umgebung (Rindenmulch): Baum Nr.: 8, 10-11, 13

Baum Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Evd ₂ (MN/m ²)	3,4	2,3		21	1,8	20,7	6,7	1,8	6,9	1,5
Setzung (mm)	6,6	9,9		1,1	12,5	1,1	3,4	12,5	3,3	15,0
Baum Nr.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Evd ₂ (MN/m ²)	3,4	3,4	3,4	6,6		4,4	10,3	7,9	7,2	7,2
Setzung (mm)	6,6	6,6	6,6	3,4		5,1	2,2	2,8	3,1	3,1

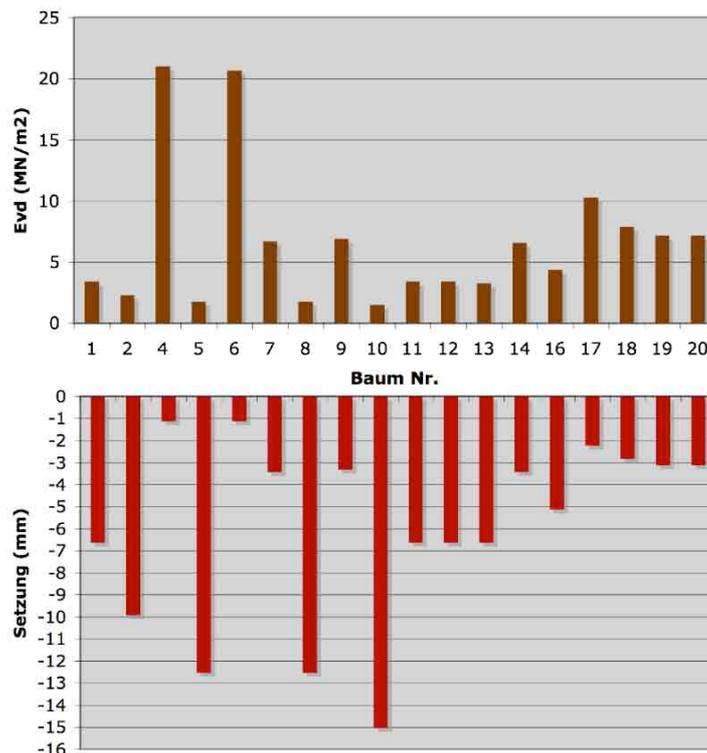


Abb. 61 Dynamischer Verformungsmodul und der Setzung am Hofferplatz

Die gemessenen E_{vd}-Werte bewegen sich zwischen 1,5 und 21,0 MN/m². Auch hier betragen die Werte 6-70% der höchst zulässigen Werte. Die Setzungen betragen

zwischen 1,1 und 15,0 mm. Auch diese Werte bleiben weit unter den von FLL (2002) und ONR 121131 (2008) empfohlenen maximalen Wert von 50 mm.

4.1.6.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ

Baumscheibe: Baum Nr. 1-8, 19-20

Pflanzstreifen: Baum Nr. 13-17

Wassergebundene Decke: 9-12

Baum Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Evd ₂ (MN/m ²)	11,9	11,3	12,7	20,7	15,6	8,8	10,9	10,9	58,3	
Setzung (mm)	1,9	2,0	1,8	1,1	1,4	2,6	2,1	2,1	0,4	
Baum Nr.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Evd ₂ (MN/m ²)	18,4	25,1	4,8	3,3	2,5	4,7	2,6	3,7	14,5	13,2
Setzung (mm)	1,2	0,9	4,7	6,8	9	4,8	8,7	6,1	1,6	1,7

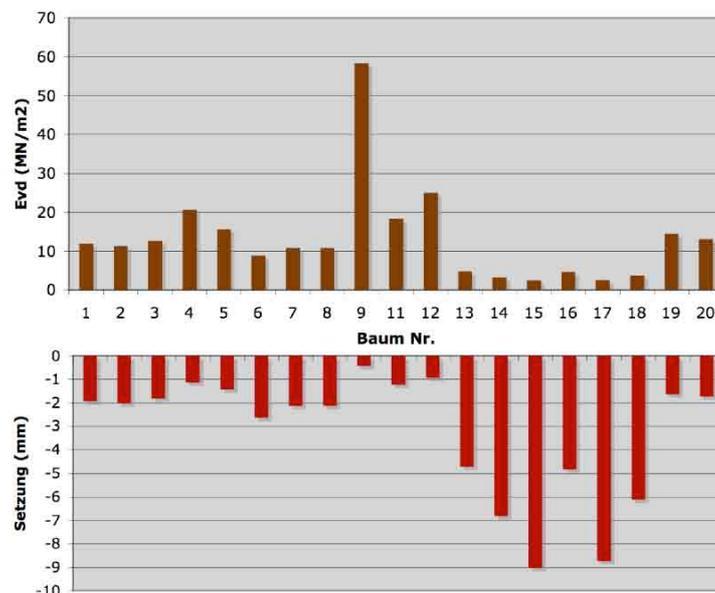


Abb. 62 Dynamischer Verformungsmodul und Setzungen am Ludo-Hartmann-Platz

Die gemessenen E_{vd}-Werte liegen zwischen 2,5 und 58,3 MN/m². Sechs der Neunzehn Werte betragen ca. 20% und neun ca. 50% des maximal empfohlenen Wertes nach FLORINETH (2009). Ein Wert fällt in den Bereich des Vergleichswertes und ein Wert ist doppelt so hoch wie der empfohlene Wert nach FLORINETH (2009). Die Setzungen betragen zwischen 0,4 und 8,7 mm und erreichen den maximal empfohlenen Wert von 50 mm nach FLL und ONR 121131 nicht annähernd.

4.1.7 EINDRINGWIDERSTAND

An jeder Stelle wurden vier Messungen durchgeführt. Die folgenden Graphiken zeigen jene Messung, die den Standort am besten repräsentiert, oder ein Mittel aller vier Messungen.

Folgende Werte werden als Vergleichswerte herangezogen:

Eindringwiderstand	Bodenverdichtung
bis 3 bar	locker
4-11 bar	günstig
12-18 bar	gut durchwurzelbar
4-18 bar	normale Festigkeit (HARTGE, 1986)
19-24 bar	schwer durchwurzelbar
über 25 bar	starke Verdichtungsschäden

Tab. 18 Eindringwiderstand und sich daraus ergebende Bodenverdichtung (LIEBHARD et. al., 1994)

Umrechnung der Ergebnisse

$$1 \text{ Mpa} = 10 \text{ bar} = 1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MN/m}^2$$

4.1.7.1 BAUERNFELDPLATZ

Am Bauernfeldplatz wurde die Untersuchung mit dem Penetrologger zweimal durchgeführt. Vor der ersten Untersuchung am 23. September 2009, gab es nur zwei wenig intensive Regenereignisse (4. und 14. September zwischen 8 und 10mm Niederschlag). Die zweite Untersuchung fand am 17. Oktober 2009 nachdem es zwischen 8. und 12. Oktober pro Tag zwischen 2 und 8mm Niederschlag gab. (ZAMG, <http://www.zamg.ac.at>, 05.12.2009)

Ergebnisse der Penetrologger Untersuchung vom 23. September 2009

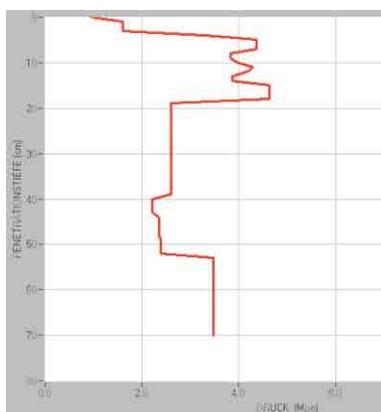


Abb. 63 Messung an Baum Nr. 2



Abb. 64 Messung an Baum Nr. 4

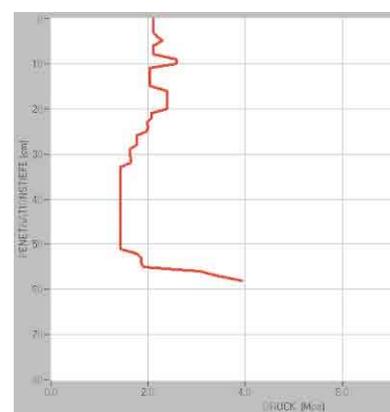


Abb. 65 Messung an Baum Nr. 6

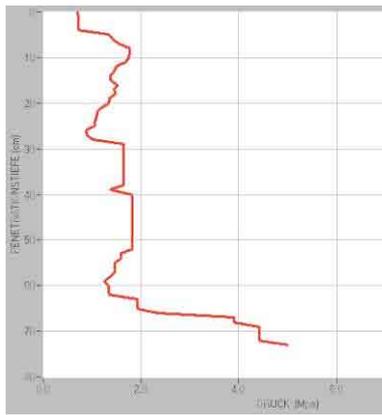


Abb. 66 Messung an Baum Nr. 10

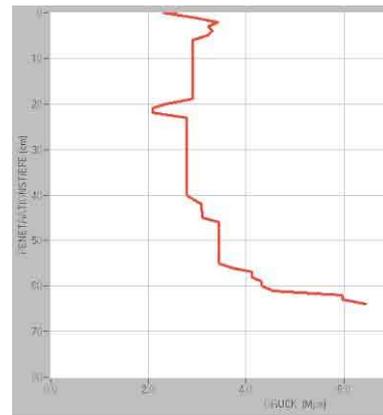


Abb. 67 Messung an Baum Nr. 13

Die Werte für eine normale Verdichtung an Vegetationssubstraten sollten zwischen 0,4 und 1,8 Mpa liegen. Die Messungen an Baum Nr. 2, 4 und 13 liegen deutlich darüber. Die Ausschläge der Messung an Baum Nr. 4 deuten auf kleine Steine im Substrat hin. Die Ergebnisse für Baum Nr. 6 und 10 liegen an der Grenze zur normalen Festigkeit. Generell kann man sagen, dass mit zunehmender Tiefe (ab ca. 50-60 cm) die Verdichtung zunimmt. Dies weist auf einen zweischichtigen Aufbau hin, bei dem die untere Schicht zu stark verdichtet worden ist.

Ergebnisse der Penetrologger Untersuchung vom 17. Oktober 2009

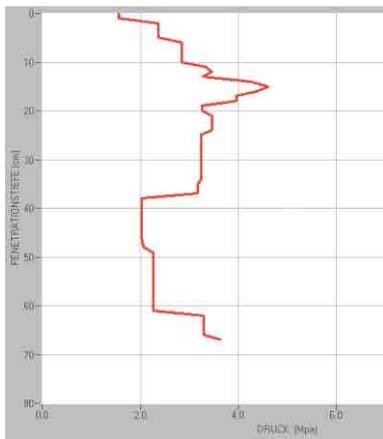


Abb. 68 Messung an Baum Nr. 2

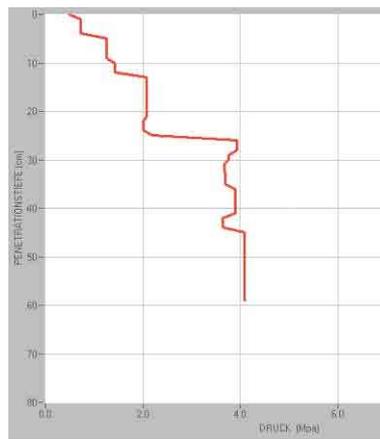


Abb. 69 Messung an Baum Nr. 4

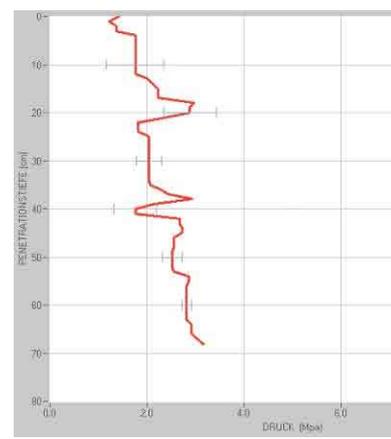


Abb. 70 Mittelwert der Messungen an Baum Nr. 6

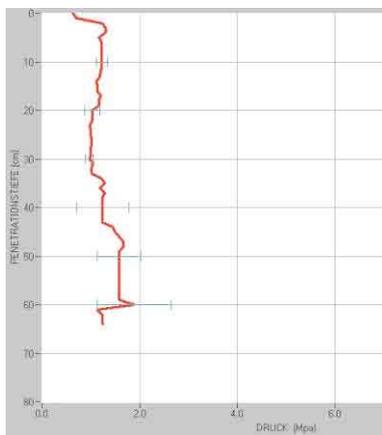


Abb. 71 Mittelwert der Messungen an Baum Nr. 10

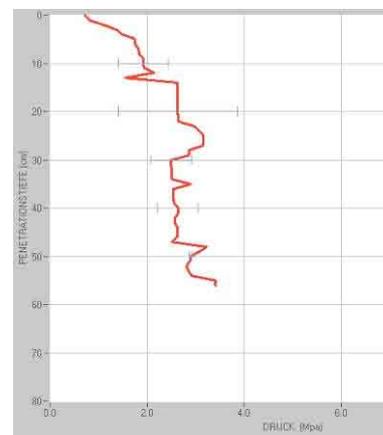


Abb. 72 Mittelwert der Messungen an Baum Nr. 13

Die Ergebnisse der Messungen nach den geringen Niederschlägen zeigen einen kontinuierlichen Anstieg des Eindringwiderstandes in den obersten 20-30 cm. Danach bleibt der Widerstand bei Baum Nr. 4, 6, 10 und 13 konstant. Bei der Messung an Baum Nr. 2 nimmt der Widerstand in den darauf folgenden 20 cm wieder ab und bleibt dann annähernd konstant.

4.1.7.2 HOFFERPLATZ

Am Hofferplatz wurde die Penetrologger Untersuchung nur einmal durchgeführt. Am 24. September 2009 war es nicht möglich mit dem Penetrologger in den Boden einzudringen, da der Boden zu trocken war. Bei der zweiten Messung am 17. Oktober 2009 war eine Messung möglich, jedoch wurde der Widerstand ab einer Tiefe von 20-40 cm so groß, dass das Gerät die Messung automatisch abbrach.

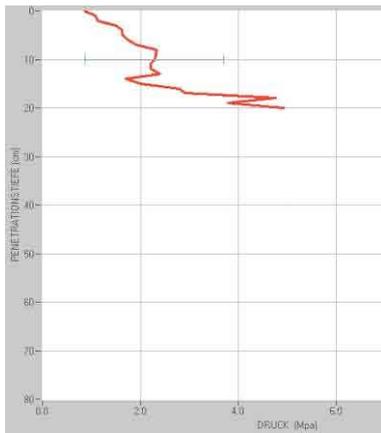


Abb. 73 Mittelwert der Messungen an Baum Nr. 2

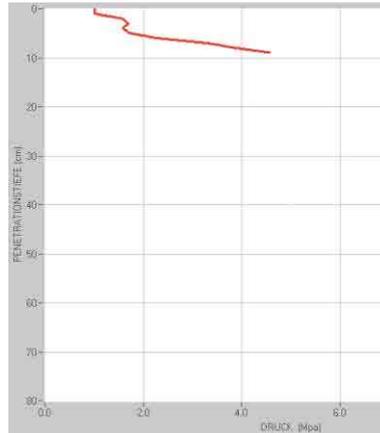


Abb. 74 Messung an Baum Nr. 4

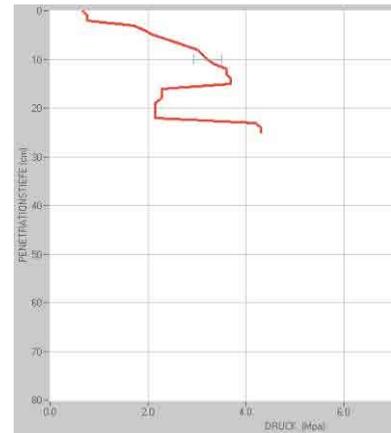


Abb. 75 Mittelwert der Messungen an Baum Nr. 5

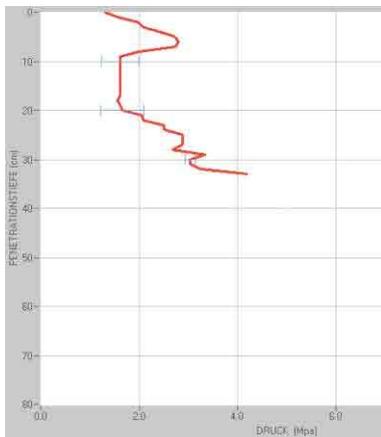


Abb. 76 Mittelwert der Messungen an Baum Nr. 9



Abb. 77 Mittelwert der Messungen an Baum Nr. 14

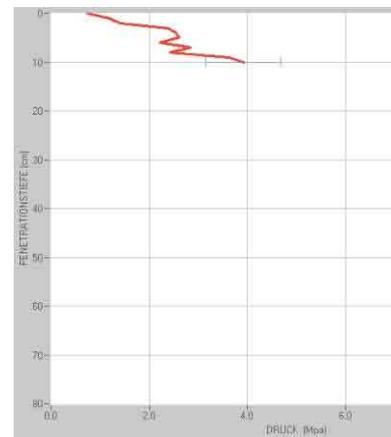


Abb. 78 Mittelwert der Messungen an Baum Nr. 16

Die Messungen reichen nur bis zu einer Tiefe von maximal 35 cm. In allen Diagrammen steigt der Widerstand konstant bis auf maximal 4,5 Mpa (welches dem 2,5-fachen des empfohlenen maximalen Wertes nach HARTGE (1986) entspricht). Dies bedeutet eine massive Verdichtung der obersten Vegetationstragschicht.

4.1.7.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ

Auch am Ludo-Hartmann-Platz war keine Untersuchung am 24. September möglich. Die untersuchte Tiefe ist hier abhängig vom Substrat und der Bepflanzung der Baumscheibe. Die Messungen im Pflanzstreifen (Baum Nr. 13, 15, 17) brach das Messgerät aufgrund des hohen Widerstandes bei 20-30 cm Tiefe ab. Die Messungen an den Baumscheiben (Baum Nr. 3 und 19) geben besseren Aufschluss über die Verdichtung des Bodens, da die Messung bis zu einer Tiefe von 60 cm möglich war.

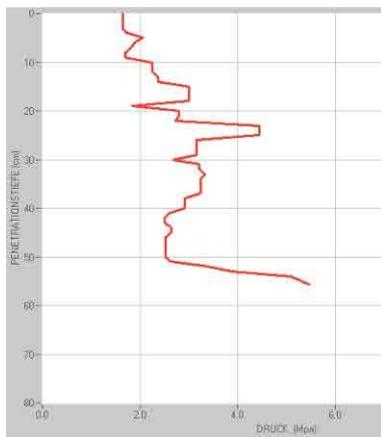


Abb. 79 Messung an Baum Nr. 3

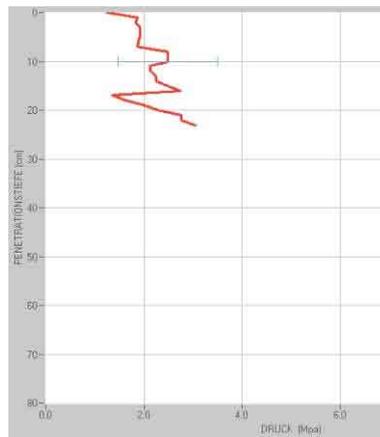


Abb. 80 Mittelwert der Messungen an Baum Nr. 13

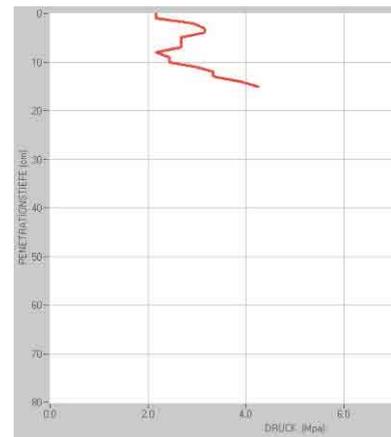


Abb. 81 Messung an Baum Nr. 15

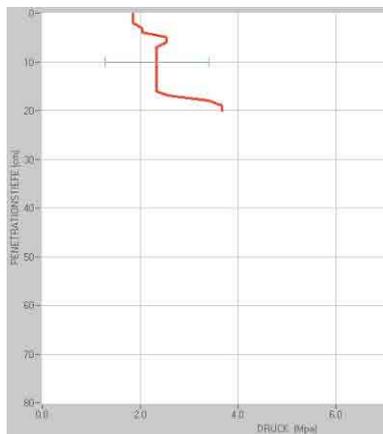


Abb. 82 Mittelwert der Messungen an Baum Nr. 17

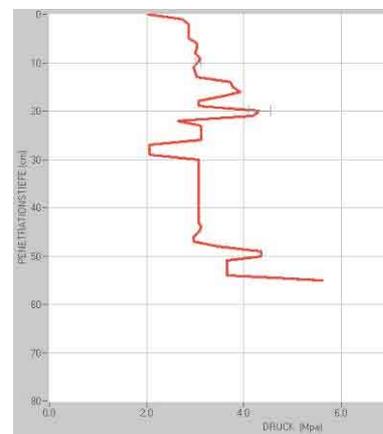


Abb. 83 Messung an Baum Nr. 19

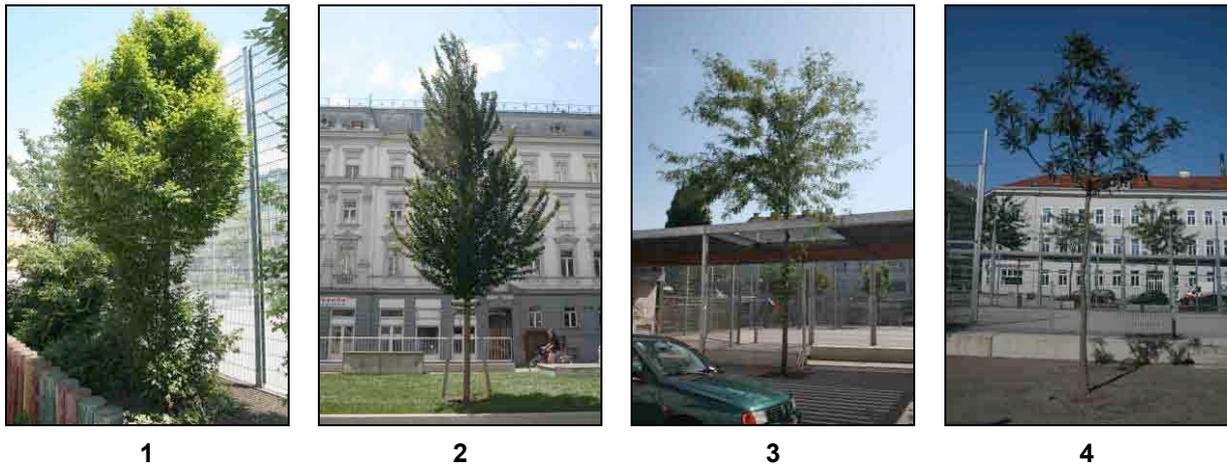
Besonders hier ist die Verwendung unterschiedlicher Substrate ersichtlich. Für den Pflanzstreifen der Bäume Nr. 13, 15 und 17 wurde die Standard Mischung der MA 42 verwendet. Aufgrund es Unterbewuchses und des hohen Wurzelanteils des Unterbewuchses war an den Bäumen 13, 15 und 17 nur ein Eindringen bis in eine Tiefe von 35cm möglich. Dabei stieg der Widerstand auf bis zu 4 Mpa (entspricht dem 2-fachen des empfohlenen maximalen Wertes nach HARTGE (1986)). Für die

Baumscheiben der Bäume Nr. 3 und 19 wurde eine Lava Mischung verwendet. Hier war eine Messung bis in eine Tiefe von 60 cm möglich. Auffallend ist der plötzliche Anstieg bei 50 cm auf einen Wert von fast 6 Mpa (welches dem 3,5 fachen des empfohlenen maximalen Wertes nach HARTGE (1986) entspricht). Dieser Sprung weist auf einen zweischichtigen Aufbau hin, wobei die untere Tragschicht (Löss) zu stark verdichtet worden ist.

4.2 ERGEBNISSE DER BAUMKONTROLLE

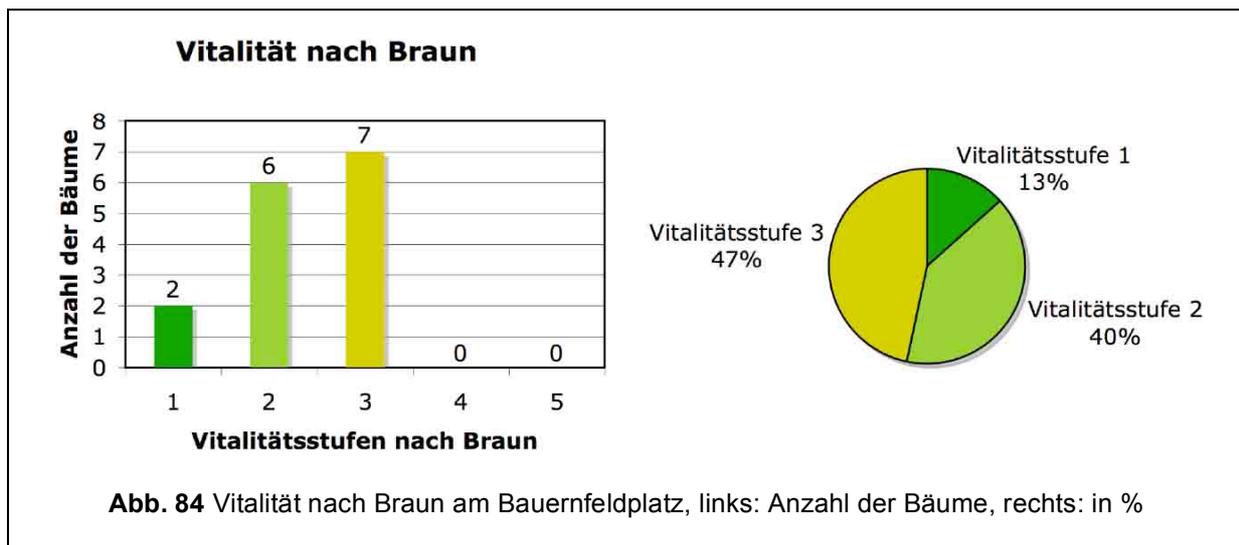
4.2.1 KRONENVITALITÄT

Aufgrund der Artenvielfalt in den einzelnen Parks konnte nicht für jede Baumart und jede Vitalitätsstufe ein Referenzobjekt gefunden werden. Die folgenden Referenzbilder sollen die Einordnung in die einzelnen Vitalitätsstufen nachvollziehbar machen.



Vitalitätsstufen nach Braun an Hand von Beispielen auf den 3 Tiefgaragen

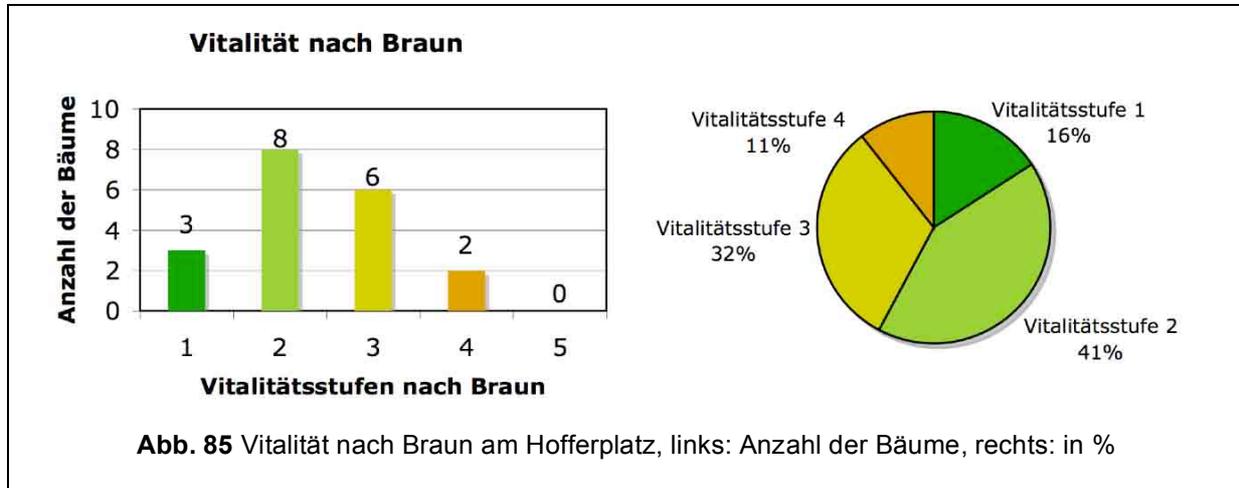
4.2.1.1 BAUERNFELDPLATZ



Die Hälfte der Bäume am Bauernfeldplatz sind in die Vitalitätsstufe 3 einzuordnen. Der Einstufung liegt eine schlechte Kronenentwicklung in Hinblick auf die Auslichtung

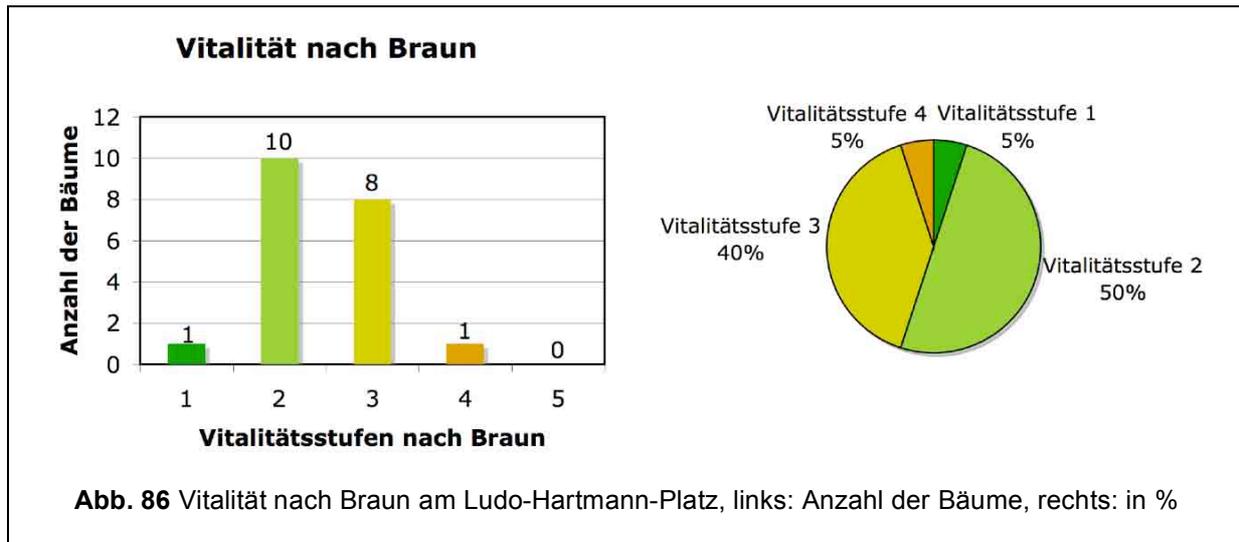
der Krone zu Grunde. Der Anteil an Dürrlingen und nekrotischen Blättern war nicht ausschlaggebend für die Einstufung.

4.2.1.2 HOFFERPLATZ



Mit 57% sind mehr als die Hälfte der Bäume in einem guten bis leicht geschwächten Zustand (Vitalitätsstufe 1 und 2). 32% entfallen auf die Vitalitätsstufe 3, wobei auch hier die schwache Dichte der Belaubung der ausschlaggebende Faktor für die Einstufung war. Der Anteil an Dürrlingen und nekrotischen Blättern ist gering. Zwei Bäume fallen in die Vitalitätsstufe 4. Ein Baum davon wurde im Frühjahr neu gepflanzt. Die schlechte Vitalität kann damit begründet werden, dass die Zeit zu geringen war um sich am neuen Standort zu etablieren.

4.2.1.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ



Auch am Ludo-Hartmann-Platz entfallen 55% auf die Vitalitätsstufen 1 und 2. Der Anteil der Bäume mit einer Vitalität von 3 ist mit 40% dennoch sehr hoch. Auch hier war die mäßige Dichte der Belaubung ausschlaggebend für die Beurteilung, zusätzlich wurde der Anteil an Dürrlingen in die Entscheidungsfindung miteinbezogen. Nekrotische Blätter waren wenig bis gar nicht vorhanden.

4.2.2 JAHRESTRIEBLÄNGE

Aufgrund der groß entwickelten Baumkronen war es nicht möglich die Jahrestriebblängen an den Ästen, die direkt am Stamm ansetzen, zu messen. Ersatzweise wurde die Jahrestriebblänge an den Seitentrieben der Äste gemessen. Daher kann es zu einer geringeren Länge als die der Vergleichswerte nach BRUNS (2004) kommen. Die grünen Balken in den folgenden Diagrammen stellen den Mittelwert der gemessenen Jahrestriebblängen dar. Die roten Balken sind Vergleichswerte nach BRUNS, die aufgrund der Standortbedingungen in Wirklichkeit variieren können.

4.2.2.1 BAUERNFELDPLATZ

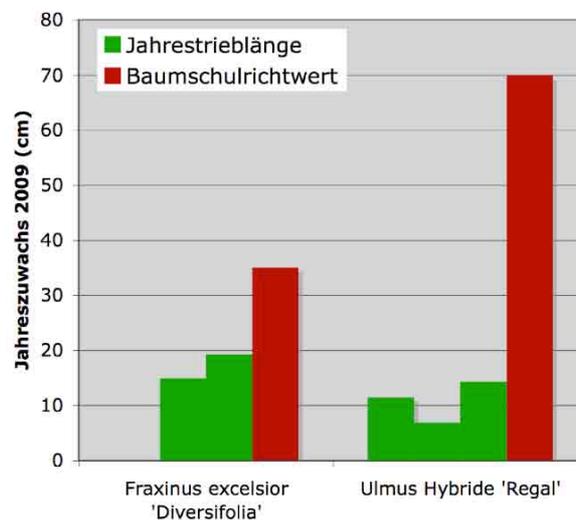


Abb. 87 Mittelwert des Jahreszuwachses 2009 nach Baumarten am Bauernfeldplatz im Vergleich zu Richtwerten nach BRUNS (2004)



Abb. 88 Jahreszuwachs an Ulmus Hybride 'Regal' (Aufnahme am 21.11.2009)



Abb. 89 Jahreszuwachs an Fraxinus excelsior 'Diversifolia' (Aufnahme am 21.11.2009)

Die gemessenen Werte an der Art Ulmus Hybride 'Regal' betragen nur rund ein Siebentel und die der Art Fraxinus excelsior 'Diversifolia' nur die Hälfte der Vergleichswerte nach BRUNS (2004).

4.2.2.2 HOFFERPLATZ

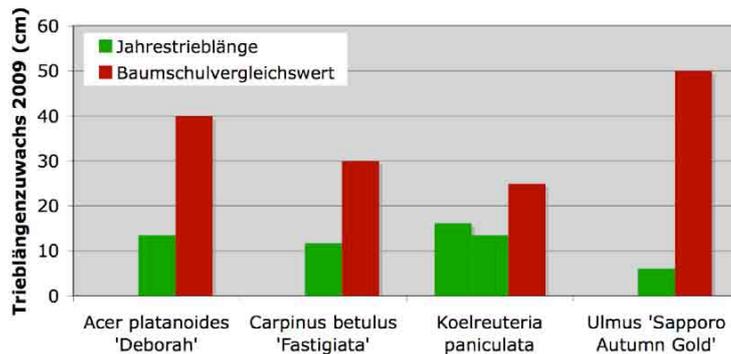


Abb. 90 Mittelwert des Jahreszuwachs 2009 nach Baumarten am Hofferplatz im Vergleich zu Richtwerten nach BRUNS (2004)



Abb. 91 Jahreszuwachs an *Acer platanoides* 'Deborah' (Aufnahme am 21.11.2009)

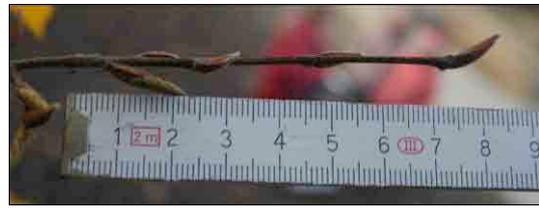


Abb. 92 Jahreszuwachs an *Carpinus betulus* 'Fastigiata' (Aufnahme am 21.11.2009)



Abb. 93 Jahreszuwachs an *Koelreuteria paniculata* (Aufnahme am 21.11.2009)



Abb. 94 Jahreszuwachs an *Ulmus* 'Sapporo Autumn Gold' (Aufnahme am 21.11.2009)

Auch am Hofferplatz sind die gemessenen Werte nur maximal halb so groß wie die Baumschulvergleichswerte, in einigen Fällen sogar niedriger.

4.2.2.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ

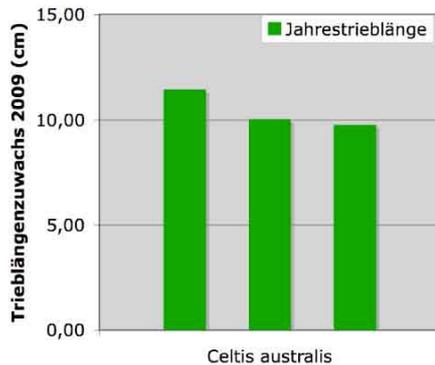


Abb. 95 Jahreszuwachs 2009 am Ludo-Hartmann-Platz

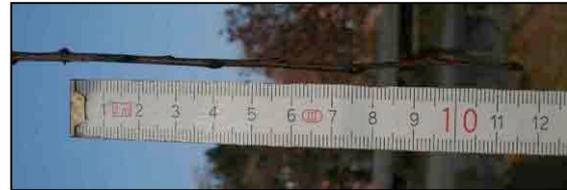


Abb. 96 Jahreszuwachs an Celtis australis (Aufnahme am 21.11.2009)

Für die Baumart *Celtis australis* konnten keine Vergleichswerte gefunden werden. Im Vergleich zu den Zuwächsen der anderen Baumarten am Bauernfeldplatz und Hofferplatz fallen die Zuwächse ähnlich schlecht aus.

4.2.3 ÜBERERDUNGSHÖHE

Zur Beurteilung der Übererdungshöhe werden die Messwerte in vier Kategorien eingeteilt. In der folgenden Tabelle sind die Kategorien und die Ergebnisse aller drei Untersuchungsergebnisse ersichtlich. Die mittlere Spalte gibt die Anzahl der Bäume und die rechte Spalte die prozentuale Verteilung an.

Bezeichnung der Pflanzausführung	Anzahl der Bäume insgesamt (alle 3 Parks - 54 Bäume)	Verteilung in %
bis 10 cm zu hoch	3	5
gut (± 2 cm)	11	22
bis 10 cm zu tief	10	18
> 10 cm zu tief	30	56

Die folgenden Bilder stellen die oben genannten Kategorien dar, wobei die zwei Kategorien bis 10 cm zu tief gepflanzt und > 10 cm zu tief gepflanzt mit einem Bild dargestellt werden.



Abb. 97 Gute Pflanzausführung, Baum Nr.8, Ludo-Hartmann-Platz (Aufnahme vom 04.04.2009)

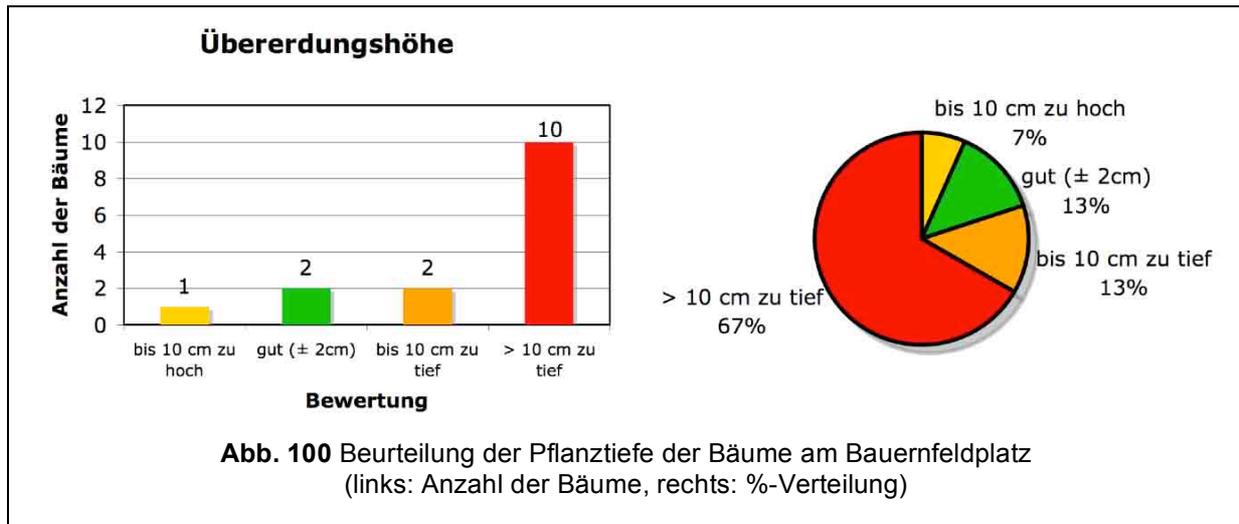


Abb. 98 Zu hohe Pflanzausführung, Baum Nr. 19, Hofferplatz (Aufnahme vom 04.04.2009)



Abb. 99 Zu tiefe Pflanzausführung, Baum Nr. 1, Ludo-Hartmann-Platz (Aufnahme vom 04.04.2009)

4.2.3.1 BAUERNFELDPLATZ



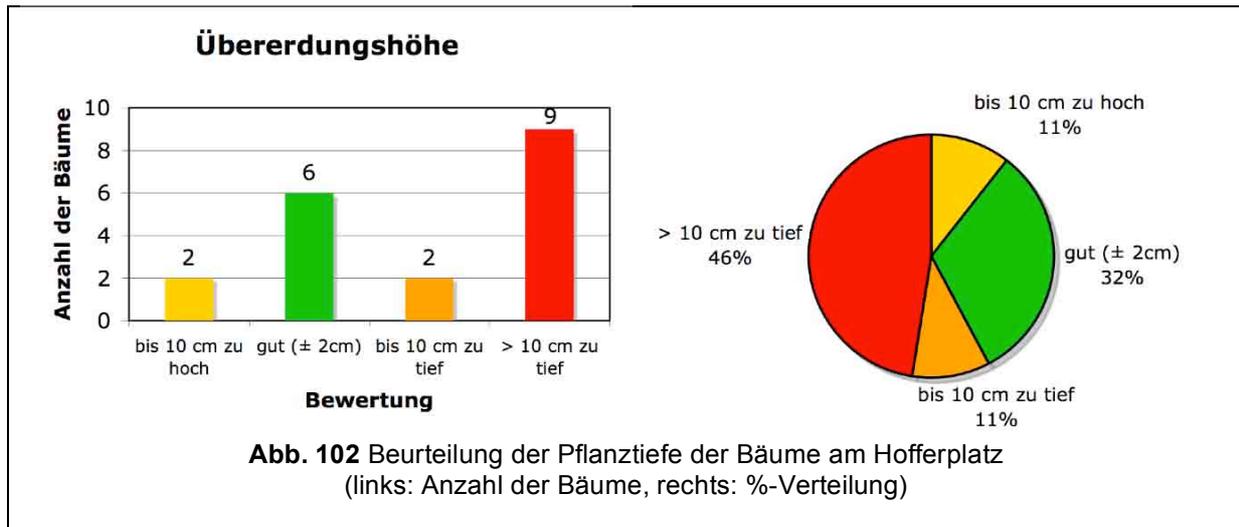
Mehr als die Hälfte der Bäume wurden zu tief gepflanzt. Nur 3 von 15 Bäumen entsprechen einer korrekten Pflanzung. Ein Grund für die hohe Anzahl an zu tief gepflanzten Bäumen könnte eine nachträgliche Substrataufschüttung sein. An Baum Nr. 13, welcher zu hoch gepflanzt wurde ist ein verändertes Rindenbild im Wurzelhalsbereich erkennbar. Es zeigt eine deutliche Grenze zwischen Tag- und Nacht-Bereichen der Rinde und lässt vermuten, dass sich im Laufe der Zeit das Substrat stark gesetzt hat. Dadurch kam es zur Ausbildung des unterschiedlichen Rindenbildes. Bei der Pflanzung am Bauernfeldplatz wurden die Bäume in der richtigen Höhe gepflanzt und dies machte den vorherigen Fehler sichtbar.



Abb. 101 Auffälliges Rindenbild an Baum Nr. 13: *Fraxinus excelsior* 'Diversifolia' (Bauernfeldplatz, Aufnahme vom 21.11.2009)

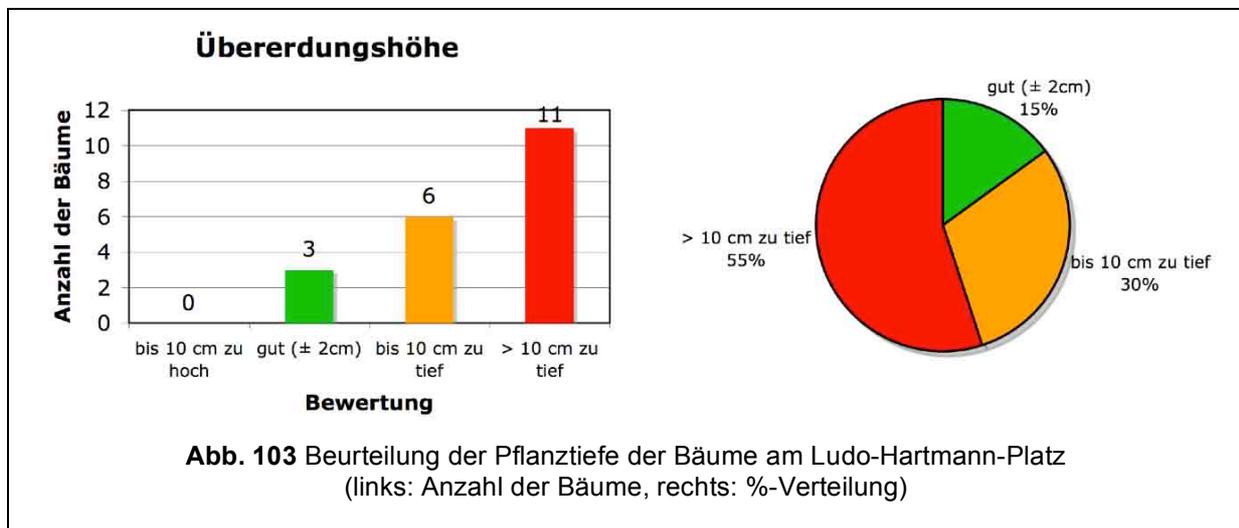
Auffällig ist auch, dass die Bäume, die in einer gemeinsamen überhöhten Grünfläche stehen (Baum Nr. 1-4 und 5-7) einheitlich zu tief gesetzt wurden. In der Grünfläche mit den Baum Nr. 8-15 sind nur einzelne Exemplare minimal zu tief gepflanzt.

4.2.3.2 HOFFERPLATZ



Auch am Hofferplatz überwiegt die falsche Pflanzausführung. Hier wurden vor allem im Spielbereich alle Exemplare der Art *Ulmus 'Sapporo Autumn Gold'* und alle *Acer platanoides* Sorten zu tief gepflanzt (Spielbereich mit Rindenmulch abgedeckt und Pflanzstreifen mit Unterbepflanzung). Möglicherweise wurde bei der Pflanzung in den Spielbereichen die Aufschüttung des Fallschutzes nicht bedacht.

4.2.3.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ



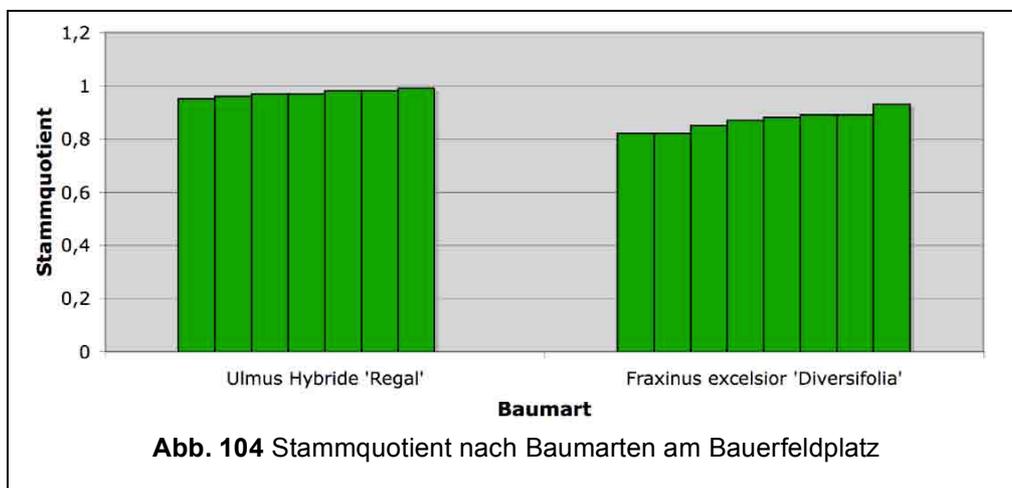
Am Ludo-Hartmann-Platz beschränkt sich der Anteil an korrekt gepflanzten Bäumen auf 15%, welches 3 von 20 Bäumen entspricht. Einer von den drei Bäumen wurde im Frühjahr gepflanzt, die beiden anderen Bäume stammen noch aus der ersten Bepflanzung des Parks. Hier fällt die Suche nach einer Begründung für die falsche Pflanzausführung schwer, da unabhängig vom Bodenbelag zu tief gepflanzt worden ist.

4.2.4 STAMMQUOTIENT

Die Vollholzigkeit eines Baumes ist ein Qualitätsmerkmal. Der Umfang des Baumes sollte mit der Höhe nur gering abnehmen, sodass ein Verhältnis von nahezu 1 erreicht wird. Nimmt der Umfang mit der Baumhöhe ab, bedeutet dies eine Schwächung des Baumes und kann bei starken Windlasten zu einem Bruch im Kronenbereich führen. Die Ergebnisse wurden nach Baumarten zusammengefasst um den Vergleich untereinander zu ermöglichen.

Bis zu einem Wert von $\geq 0,9$ spricht man von einem sehr guten Stammquotienten. Ab einem Wert von $\leq 0,7$ spricht man von einem schlechten Stammquotienten

4.2.4.1 BAUERNFELDPLATZ



Am Bauernfeldplatz liegen die Werte zwischen 0,81 und 0,99. Der Stammquotient der Bäume der Art *Ulmus Hybride 'Regal'* beträgt nahezu 1. Die Ergebnisse der Art *Fraxinus excelsior 'Diversifolia'* fallen mit 0,8-0,9 etwas schlechter aus. Alle Bäume besitzen dennoch einen sehr guten bis guten Stammquotienten.

4.2.4.2 HOFFERPLATZ

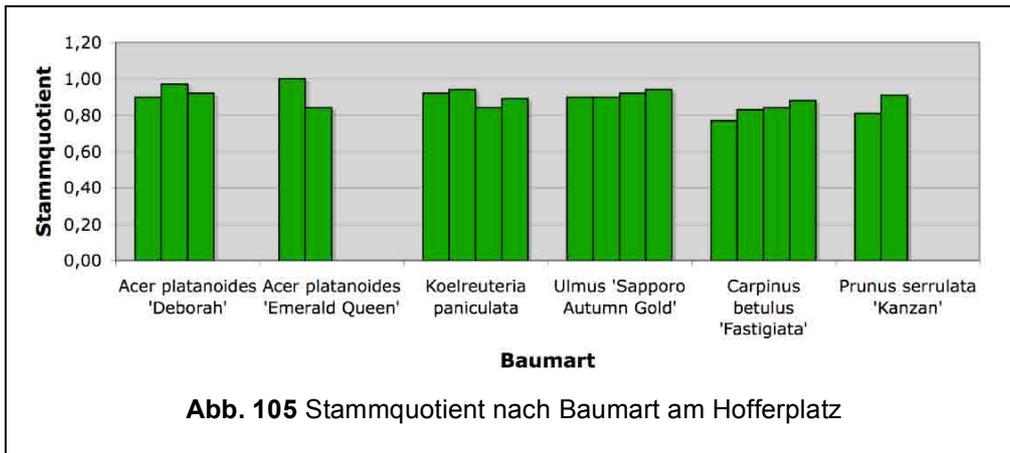


Abb. 105 Stammquotient nach Baumart am Hofferplatz

Am Hofferplatz liegen die Werte des Stammquotienten zwischen 0,77 und 1,0. Die Werte der Art *Carpinus betulus* 'Fastigiata' fallen mit Werten zwischen 0,77 und 0,88 am schlechtesten aus. Am Besten schneidet die Art *Acer platanoides* 'Deborah' mit Werten zwischen 0,90 und 0,97 ab. Alle Bäume besitzen dennoch einen sehr guten bis guten Stammquotienten.

4.2.4.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ

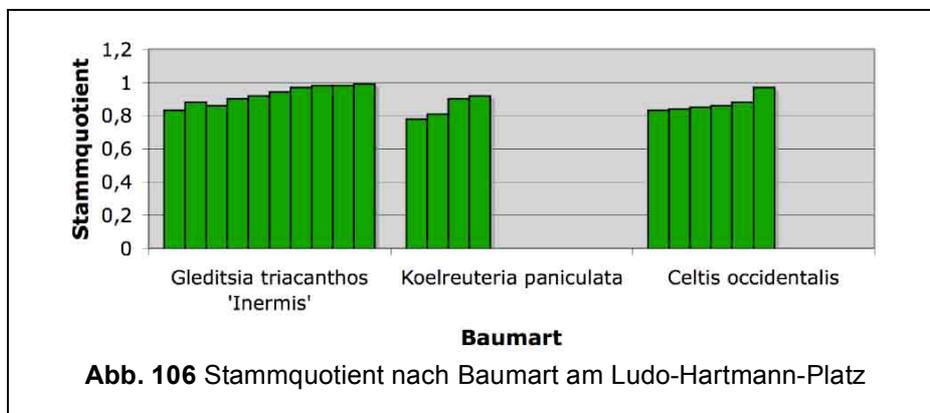


Abb. 106 Stammquotient nach Baumart am Ludo-Hartmann-Platz

Die gemessenen Werte liegen zwischen 0,78 und 0,98. Die Art *Gleditsia triacanthos* 'Inermis' schneidet mit Werten zwischen 0,83 und 0,98 am Besten ab. Am Schlechtesten sind die gemessenen Werte der Art *Koelreuteria paniculata* mit einem Stammquotient von 0,78 bis 0,92. Alle Bäume besitzen dennoch einen sehr guten bis guten Stammquotienten.

4.2.5 SCHÄDEN AN BÄUMEN, SCHÄDLINGE

Die am häufigsten auftretenden Schäden an den Bäumen der Untersuchungsgebiete sind durch den Menschen verursacht. Mutwilliger Beschädigung (Einritzen der Rinde mit dem Messer und Abziehen der Rinde) der Bäume kann einen weiteren Schädlingsbefall begünstigen.

4.2.5.1 BAUERNFELDPLATZ

An den Bäumen dieses Untersuchungsgebietes wurden keine Schäden festgestellt. Aufgrund der exponierten Lage neben der stark befahrenen Straße ist es nicht möglich Bäume ungesehen zu beschädigen. Weiters wurde der Stammschutz erst im Frühjahr 2009 entfernt und schützte bis dahin die Rinde der Jungbäume.

4.2.5.2 HOFFERPLATZ

In diesem Untersuchungsgebiet überwiegen die mechanischen Beschädigungen durch den Menschen. Die zwei am häufigsten auftretenden Beschädigungen sind durch Einritzen der Rinde mit einem Messer oder anderen spitzen und scharfen Gegenständen in Kombination mit dem Abziehen der Rinde und Abbrechen niedrig ansetzender Äste. Die verkehrsberuhigte Lage begünstigt ungesehene Beschädigungen an vor allem leicht zugänglichen Bäumen.

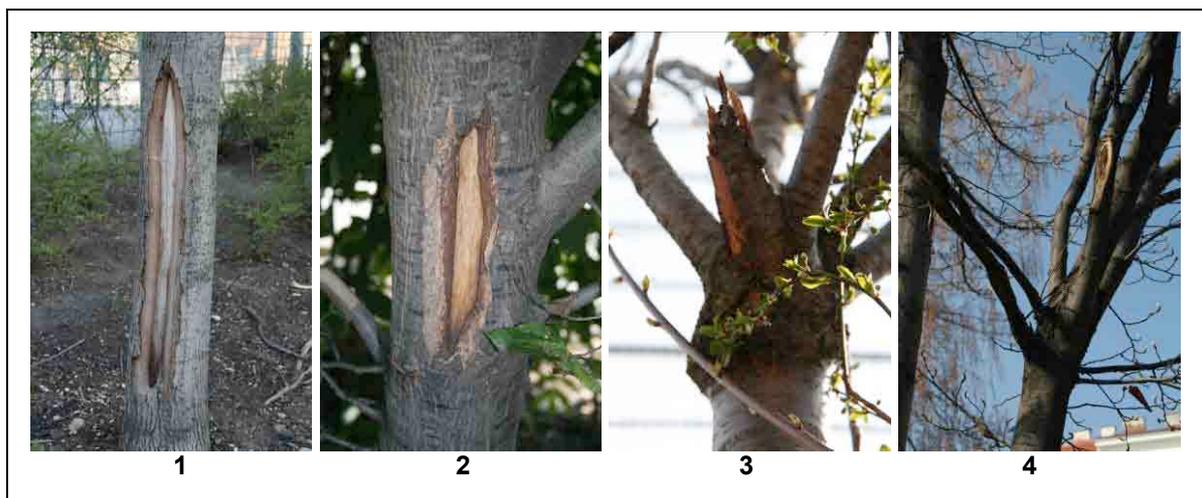


Abb. 107 1 und 2 Beginnende Überwallung von Rindenschäden durch Einritzen und Abziehen
3 und 4 Schäden durch Abbruch von niedrig ansetzenden Ästen, frische Wunden
(Hofferplatz, Aufnahmen vom 04.04.2009 und 19.07.2009)

Zwei Bäume (Nr. 12 und Nr. 14, *Acer platanoides* ‚Deborah‘) weisen einen Befall mit der Rotpustelkrankheit auf.

Rotpustelkrankheit

Erreger: *Nectria cinnabarina*

Die Rotpustelkrankheit ist eine typische Erscheinung an Laubgehölzen in Parkanlagen und an frisch gepflanzten Straßen- und Alleebäumen. Sie ist ein Wundparasit und tritt überwiegend an absterbenden oder abgeschnittenen Ästen auf. Ein Befall von geschädigten und geschwächten Bäumen durch Frost oder Wasserverlust ist jedoch auch möglich. Die Ausbreitung kann unterschiedlich weit ausfallen. Es kann zu einer grünlichen bis bräunlichen Verfärbung des Holzes und zu Welkeerscheinungen an Blättern (im Frühsommer) und Ästen kommen. Der Befall führt weiters zum Absterben von Rindenteilen und zum Zurücksterben von Zweigen und Ästen. Am Besten kann die Krankheit während der Wintermonate an den aus der Rinde hervorbrechenden Fruchtkörpern erkannt werden. Es bilden sich blassrötlich bis zinnoberrot (je nach Wetter, trocken bis feucht) gefärbte, stecknadelkopfgroße Wärschen.

Bevorzugt befallen werden Ahorn, Linde, Rosskastanie, Ulme und Hainbuche, wobei die Gattung *Acer* mit besonders empfindlichen Kulturformen extrem gefährdet ist.

Pflanzenschutzmaßnahmen können im Rahmen von vorbeugenden Maßnahmen geschehen, d.h. es sollte auf eine ausreichende Wasser- und Nährstoffversorgung geachtet und der Jungbaum in der ersten Anwachsphase vor Rindenschäden geschützt werden. Weiters sollte das Austrocknen der Wurzeln beim Umpflanzen verhindert werden. Befallene Pflanzen sind 20 bis 25 cm ins gesunde Holz zurück zu schneiden.



Abb. 108 Rotpustelkrankheit an *Acer platanoides* ‚Deborah‘ (Hofferplatz, Aufnahme vom 21.11.2009)



Abb. 109 Rotpustelkrankheit an *Acer platanoides* ‚Deborah‘ (Hofferplatz, Aufnahme vom 04.04.2009)

(BUTIN, 1996; TOMICZEK, 2005; HALMSCHLAGER u. SCHOPF, 2009)

4.2.5.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ

Ähnlich wie am Hofferplatz beschränken sich die Beschädigungen an den Bäumen auf mechanische Schäden durch den Menschen. Hierbei handelt es sich um eine Kombination von Einritzen mit einem Messer oder anderem spitzen und scharfen Gegenstand und Abziehen der Rinde. Der Platz liegt ein Stück weit ab vom stark befahrenen Gürtel in einer verkehrsberuhigten Zone. Auch hier sind vor allem die leicht zugänglichen Bäume beschädigt worden. Keine Schäden sind an den Bäumen im abgegrenzten Kleinkinderspielbereich (eingezäunt und Unterbepflanzung mit *Symphoricarpos albus*) zu vermerken.



Abb. 110 1-3 Schäden durch Einritzen und Abziehen der Rinde, tlw. überwallt
4 Schäden durch Einritzen, bereits überwallt
(Ludo-Hartmann-Platz, Aufnahmen vom 04.04.2009)

5 DISKUSSION UND VORSCHLÄGE FÜR DIE PRAXIS

Im Kapitel 4 Ergebnisse der Untersuchungen wurden bereits die Ergebnisse mit den empfohlenen Richtwerten verglichen. Zusammenfassend kann man sagen, dass der pH-Wert in allen Untersuchungsgebieten im Toleranzbereich liegt. Der Carbonatgehalt wird mehr oder weniger kaum als entscheidendes Kriterium herangezogen und kann somit vernachlässigt werden. Eine große Bedeutung hat jedoch die Korngrößenverteilung. Im folgenden Diagramm werden jeweils zwei Bodenproben eines Untersuchungsgebietes den Vergleichswerten aus Kapitel 1.3 gegenübergestellt.

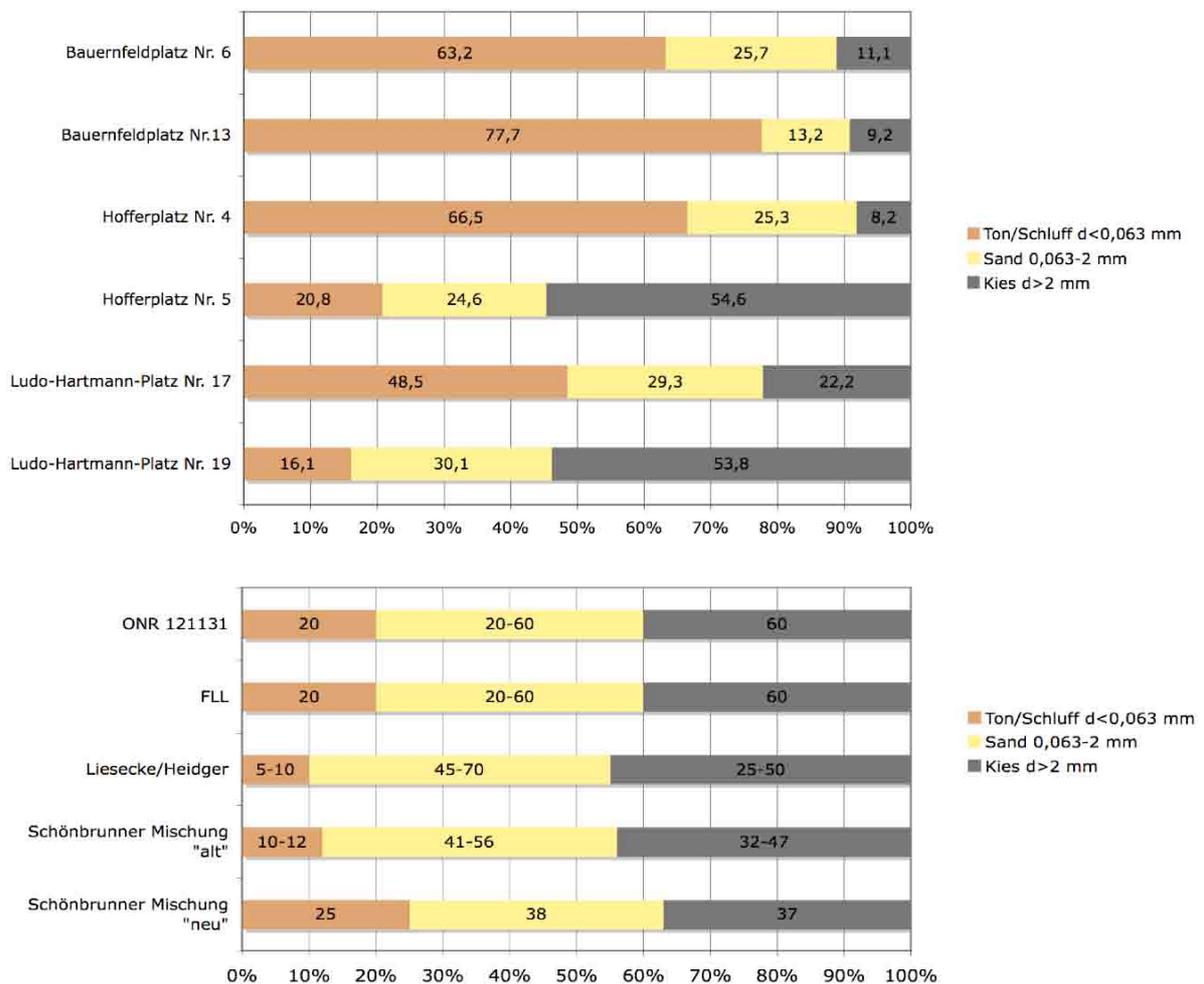


Abb. 111 Vergleich der untersuchten Bodenproben aller Untersuchungsgebiete mit den Vergleichswerten nach Kapitel 1.3 (eigene Erstellung)

In den Untersuchungsgebieten liegt der Anteil an Ton und Schluff weit über den empfohlenen Werten. Ein zu hoher Anteil im feinkörnigen Bereich trägt zur schnellen Verdichtung des Bodens bei.

In Abb. 112 ist jeweils eine Korngrößenverteilung mit einem extrem hohen und ein normalen Ton- und Schluffanteil aus dem Untersuchungsgebiet von Katharina SCHUECKER (2009) angeführt. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in ihrem Untersuchungsgebiet (Märzpark und Schubertpark) weisen eine ähnliche Verteilung auf.

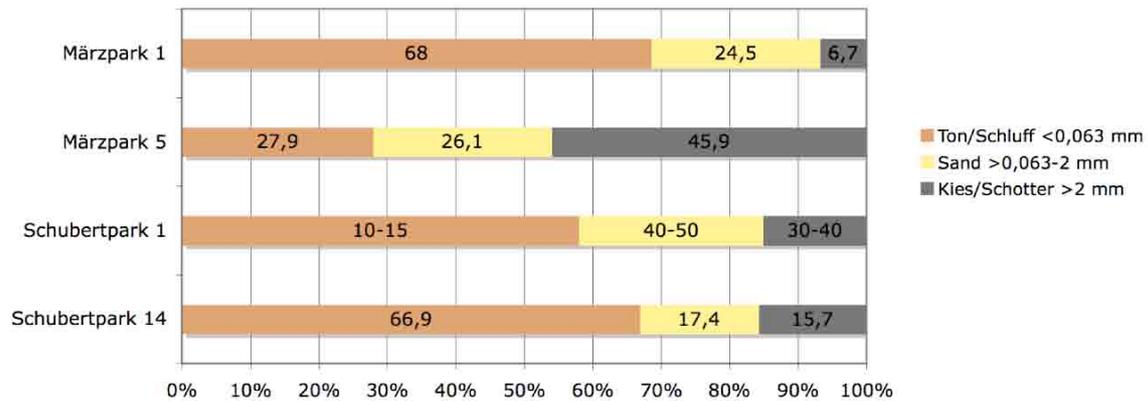


Abb. 112 Massenanteile von Ton/Schluff, Sand und Kies/Schotter des Oberbodens aus dem Märzpark und Schubertpark (SCHUECKER, 2009)

Der Ausschüttversuch zeigt eine Verbindung zwischen dem Feinanteil und der Wasserdurchlässigkeit. An jenen Standorten mit hohem Ton/Schluff-Anteil ist der Boden nur gering durchlässig. An den Standorten mit geringerem Ton/Schluff-Anteil ist der Boden mittel wasserdurchlässig.

Die Lagerungsdichte aller Standorte befindet sich im vorgegebenen Bereich, jedoch an der oberen Grenze. In den Bereichen, die begehbar sind, fallen die Ergebnisse schlechter aus als in den Bereichen, die nicht begangen werden. Der dynamische Verformungsmodul liegt großteils weit ab der Vergleichswerte. Die geringen gemessenen Werte bedeuten eine hohe Verformbarkeit der Böden. In Bereichen, die häufig begangen oder bespielt werden kann dies zu Bodenverdichtung führen.

Die Ergebnisse der Untersuchung des Eindringwiderstandes deuten auf eine bereits vorhandene Verdichtung vor allem im Unterboden hin. Generell kann man sagen, dass mit steigender Tiefe die Verdichtung zunimmt, in manchen Bereichen so rasch, dass eine Untersuchung nur bis eine Tiefe von maximal 35 cm möglich war. In den meisten Fällen nimmt der Widerstand ab einer Tiefe von 50-60 cm stark zu, welches auf einen zweischichtigen Einbau hinweist, wobei der Unterbau zu stark verdichtet

worden ist. Dies kann zu Staunässe einerseits und zur Verhinderung der Ausbreitung der Wurzeln führen.

Neben den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen brachten auch die Baumuntersuchungen aufschlussreiche Ergebnisse. Die Messung der Vitalität ist subjektiv und kann von Personen unterschiedlich festgestellt und interpretiert werden. Zusammengefasst fallen von 54 Bäumen 6 (11%) in die Vitalitätsstufe 1, 24 (45%) in die Vitalitätsstufe 2, 21 (39%) in die Vitalitätsstufe 3 und nur 3 (5%) Bäume wurden mit einer Vitalität von 4 bezeichnet. Der Baumvitalität ist somit als mittelmäßig zu beurteilen.

Folglich stellt sich die Frage nach den Gründen für den mittelmäßigen Zustand der Bäume. Die weiteren Untersuchungen geben mögliche Ursachen für den Zustand an. Von 54 Bäumen wurden 40 (74%) zu tief gesetzt. 3 (5%) Bäume wurden zu hoch eingepflanzt und nur 11 (22%) Bäume waren in der korrekten Höhe gepflanzt. Empfindliche Baumarten vertragen nur geringe (max. 2 cm) Aufschüttungen wenn überhaupt. Die Kombination mit der Verdichtung im Oberflächenbereich kann zu einem Sauerstoffmangel der Wurzeln führen und sich somit negativ auf die Wuchskraft des Baumes auswirken.

Ein weiterer schwächender Faktor sind die vorhandenen teilweise nicht unerheblichen Schäden im Stammbereich. Neben den schlechten Bodenverhältnissen muss der Baum sich auch um die Überwallung seiner Wunden kümmern. Geschieht dies nicht zeitgerecht, besteht die Gefahr eines Schädlingsbefalles und somit einer weiteren Schädigung bis zum totalen Absterben.

Zusammenfassend kann man sagen, dass nicht nur ein Faktor den Zustand eines Baumes hervorruft. Gerade in der Stadt ist die Summierung der einzelnen Faktoren ausschlaggebend. Daher sollte man da ansetzen, wo Änderungen möglich sind. Als Grundlage eines normalen und gesunden Baumwachstums wäre das optimale Baumsubstrat zu nennen. Nach der Auswertung der Untersuchungsergebnisse mache ich folgenden Vorschlag für das zu verwendende Ober- und Untersubstrat:

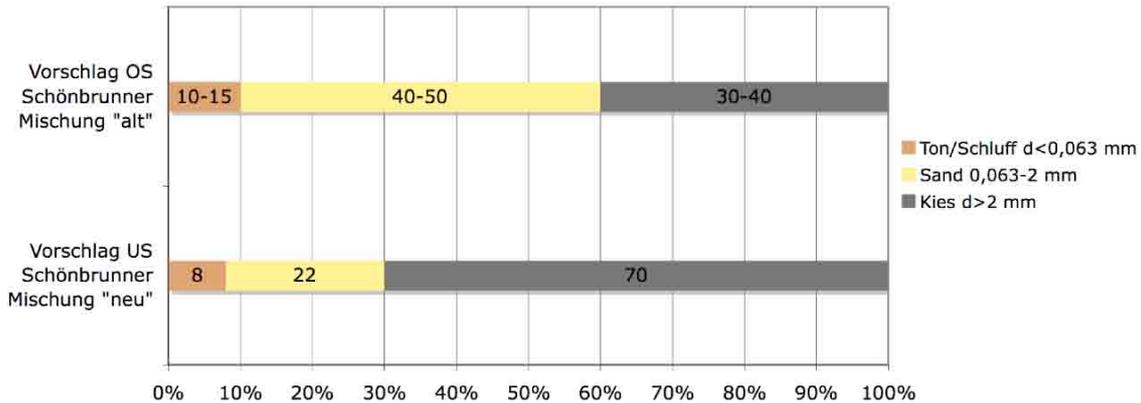


Abb. 113 Eigener Vorschlag für ein zukünftiges Ober- und Untersubstrat

Der Aufbau der künftigen Dachbegrünung und die Schichtstärken kann von der Studie nach FLORINETH et. al. (2000) übernommen werden und würde dann wie folgt aussehen:

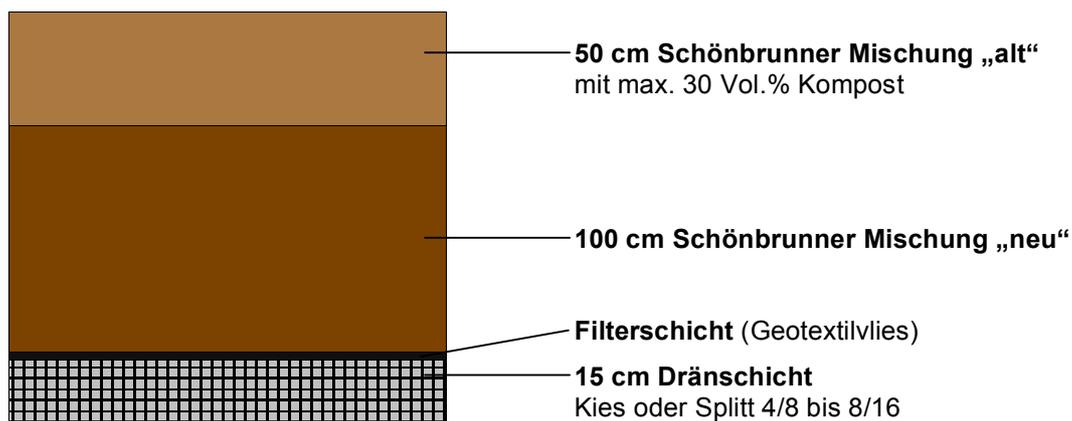


Abb. 114 Aufbau und Schichtstärken nach FLORINETH et. al. (2000) und eigener Vorschlag der Substrate der einzelnen Schichten für Tiefgaragen mit Baumpflanzungen

Das von mir vorgeschlagene Substrat entspricht in der Korngrößenverteilung der FLL Dachbegrünungsrichtlinie (2002) und der ONR 121131 (2008), weiters entspricht das auch den Empfehlungen nach LIESECKE/HEIDGER (2000).

Neben der Wahl des richtigen Substrates ist es für die Bäume weiters wichtig, die richtige Pflanzhöhe einzuhalten. Das heißt, dass im Vorfeld bekannt sein sollte, wie hoch der eigentliche Bodenaufbau ist, um nachträgliche Überschüttungen zu vermeiden.

Aufgrund der hohen Zahl der Stammschäden ist es sinnvoll einen Schutz gegen Vandalismus anzudenken. Eine Möglichkeit wäre in Bereichen mit großem

Platzangebot eine Unterbepflanzung bis auf einen Meter Höhe auszuführen um die Erreichbarkeit des Stammes einzuschränken.

Von Schädlingen befallene Bäume, in diesem Fall die am Hofferplatz befallenen Bäume mit der Rotpustelkrankheit, sind zu behandeln oder langfristig zu ersetzen, um das Übergreifen auf von dem Pilz bevorzugte Baumarten zu vermeiden (*Carpinus betulus*). Aufgrund des fortschreitenden Befalles bis hinunter an den Stamm, würde ein Rückschnitt nur einen Baumstummel hinterlassen und daher eine Neupflanzung notwendig sein. Weiters sollten Baumarten verwendet werden, die den Ansprüchen im Stadtgebiet gewachsen sind und auch laut GALK-Straßenbaumliste empfohlen werden.

Bäume in der Stadt leben in einem komplexen Umfeld, die von vielen Faktoren beeinflusst werden. Beseitigen lassen sich nur wenige davon, jedoch ist es möglich durch geeignete Maßnahmen ihre negative Wirkung deutlich zu verringern.

6 LITERATURVERZEICHNIS

ASCHAUER, F. (1996): Vergleichende Untersuchungen mit der statischen und dynamischen Lastplatte. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien.

BALDER, H. (1998): Die Wurzeln der Stadtbäume: ein Handbuch zum vorbeugenden und nachsorgenden Wurzelschutz. Berlin: Parey Buchverlag.

BLUM, W.E.H.; SPIEGEL H.; WENZEL W.W. (1996): Bodenzustandsinventur: Konzeption, Durchführung und Bewertung. 2.Auflage: Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.

BRAUN, C. (1990): Der Zustand der Wiener Stadtbäume: Interpretation des Kronenzustandes und vergleichbarer Untersuchung des Mineralstoffhaushaltes. Wien: Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen (ÖBIG).

BRUNS (2004): Sortimentskatalog 2004/05. W. Zertani Druckerei und Verlag, Bremen.

BUTIN, H. (1996): Krankheiten der Wald- und Parkbäume, Diagnose-Biologie-Bekämpfung. 3. neubearb. u. erw. Auflage, Stuttgart-New York: Georg Thieme Verlag Stuttgart.

DEUTSCHE GARTENAMTSLEITERKONFERENZ (2006): Die GALK Straßenbaumliste. http://www.galk.de/arbeitskreise/ak_stadtbaeume/down/li_strbaum_0607high.pdf (14.12.2009)

DUJESIEFKEN, D.; BAUMGARTNER H.; DOOBE, G.; JASULKA, P.; KOWOL, T.; WOHLERS, A. (2009): Kommunale Baumkontrolle zur Verkehrssicherheit: Der Leitfaden für den Baumkontrolleur auf der Basis der Hamburger Baumkontrolle. 2.durchgesehene Auflage, Braunschweig: Kessler Druck + Medien GmbH & Co.KG.

EIJKELKAMP (2007): Gebrauchsanweisung 06.15.SA Penetrologger-Set.

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG (1997): EN 933-1 Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Siebverfahren. Brüssel: Europäisches Komitee für Normung.

FLORINETH, F.; MÖCSÉNYI, M.; WIENER, S.; BLUM, W.; RAMPAZZO, N.; FITZKA, G. (2000): Bodenaufbauten über Tiefgaragen für einen ökologisch

wirksamen Baumbestand in öffentlichen Parkanlagen der Stadt Wien - Wiener Modell.

FLORINETH, F. (2004): Pflanzen statt Beton: Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik. Berlin: Patzer Verlag.

FLORINETH, F. (2008): Bäume auf Tiefgaragen. In: INSTITUT FÜR INGENIEURBIOLOGIE UND LANDSCHAFTSBAU, UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN (Hrsg.): Tagung FREIRAUM.GRÜNRAUM.Bauen.Erhalten. Wien: Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Department für Bautechnik und Naturgefahren, Universität für Bodenkultur Wien. 17-20.

FLORINETH, F. (2009): Vegetationstechnik: Studienblätter zur Vorlesung, Studienjahr 2009/2010. Wien: Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Department für Bautechnik und Naturgefahren, Universität für Bodenkultur Wien.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG

LANDSCHAFTSBAU (2002): Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL).

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG

LANDSCHAFTSBAU (2006): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege – ZTV-Baumpflege. 5.Auflage, Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL).

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR DAS VERKEHRS- UND STRASSENWESEN (1997): RVS 11.062 Grundlagen, Prüfverfahren, Steinmaterial: Blatt 15: Bestimmung der Durchlässigkeit mit dem Ausschüttversuch und dem Ausflussmessgerät. Ausgabe September 1997: Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV).

GILGE, R. (2004): Untersuchung verschiedener Bodensubstrate für die Eignung zur Gehölzpflanzung im Stadtgebiet. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien.

HARTGE, K.H. (1986): A concept of compaction. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 149: 361-370.

HARTGE, K.H.; HORN, R. (1999): Einführung in die Bodenphysik. 3.überarbeitete Auflage, Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag.

HARTGE, K.- H.; HORN, R. (2009): Die physikalische Untersuchung von Böden. 4. Auflage, Stuttgart: Schweizerbart'sche Vertragsbuchhandlung.

HALMSCHLAGER, E.; SCHOPF, A. (2009): Unterlagen zur Vorlesung Baumkrankheiten im urbanen Bereich und in der Kulturlandschaft WS 2009/2010.

IC PROJEKTENTWICKLUNG (o.J.): Garage Ludo-Hartmann-Platz
http://www.icprojektentwicklung.at/garagen/ludo_hartmann_platz_garage/
(30.08.2009)

LEH, H.-O. (1991): Innerstädtische Stressfaktoren und ihre Auswirkung auf Straßenbäume. In: BROD, HANS-GEORG (1991): Straßenbaumschäden: Ursachen und Wirkungen. 1. Auflage, Landsberg/Lech: ecomend verlagsgesellschaft mbh, 5-21.

LIEBHARD, P.; EITZINGER, J.; KLAGHOFER, E. (1994): Einfluss der Primärbodenbearbeitung auf Aggregatstabilität und Eindringwiderstand im oberösterreichischen Zentralraum (Teil 5). Die Bodenkultur, Journal for Land Management, Food and Environment. Band 46 (Jahrgang 1995). 1-18.

LIESECKE, H.-J.; HEIDGER, C. (2000): Substrate für Bäume in Stadtstraßen: Teil 2: Diskussion der Ergebnisse und Ableitung eines Anforderungsprofils. Stadt und Grün 49 (9): 620-624.

LÖSKEN, G. (2002): Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen. 1.Auflage, Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. –FLL.

MEYER, F.H. (Hrsg.) (1982): Bäume in der Stadt. 2. überarb. u. erg. Auflage, Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH&Co.

MÜCKENHAUSEN, E. (1993): Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralischen und petrologischen Grundlagen. 4.Auflage, Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

ON ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (1974): ÖNORM B 4412 Erd- und Grundbau, Untersuchungen von Bodenproben: Korngrößenverteilung. Wien: ON Österreichisches Normungsinstitut.

ON ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (1979): ÖNORM B 4417 Erd- und Grundbau, Untersuchungen von Bodenproben: Lastplattenversuch. Wien: ON Österreichisches Normungsinstitut.

ON ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (2008): ONR 121131 Qualität im Grünraum – Gründach: Richtlinien für die Planung Ausführung und Erhaltung. Wien: ON Österreichisches Normungsinstitut.

PREGL, O. (1999a): Handbuch der Geotechnik; Bd. 8: Verformbarkeit und Scherfestigkeit von Gesteinen. 4.Auflage, Wien: Eigenverlag des Instituts für Geotechnik, Universität für Bodenkultur Wien.

PREGL, O. (1999b): Handbuch der Geotechnik; Bd. 9: Wasser im Untergrund: Frost und Wärme im Untergrund. Aufl. 1999, Wien: Eigenverlag des Instituts für Geotechnik, Universität für Bodenkultur Wien.

ROLOFF, A. (2001): Baumkronen: Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer GmbH&Co.

ROLOFF, A.; BONN, S.; GILLNER, S. (2008): Baumartenwahl und Gehölzverwendung im urbanen Raum unter Aspekten des Klimawandels. In: Dresdner StadtBaumtage (Hrsg.): Aktuelle Fragen der Baumpflege und Stadtböden als Substrat für ein Baumleben. Dresden: Selbstverlag der Fachrichtung Forstwirtschaften der TU Dresden. 92-107.

ROWELL, D.L. (1997): Bodenkunde: Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag.

SCHEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P. (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. neu bearb. u. erw. Auflage, Stuttgart: Enke Verlag.

SCHEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. 15.Auflage, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

SCHMIDT, S. (2007): Die Schönbrunner Mischung: Ein einfach herstellbares Substrat für Baumstandorte im Straßenraum.

<http://www.hblgart.bmlfuw.gv.at/va/gg/baums substrat.pdf> (28.11.2009)

SCHMIDT, S. (2008): Stadtbaumpflanzung: Mit wenig Aufwand zum Pflanzsubstrat. DEGA Magazin für Entscheider 22/2008: 20-21.

SCHROEDER, D. (1992): Bodenkunde in Stichworten. 5.Auflage, Stuttgart: Gebrüder Borntraeger.

SCHUECKER, K. (2009): Bäume auf Tiefgaragen: Märzpark und Schubertpark, Wien. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien.

SPÖ OTTAKRING (2005): Ottakrings Projekte von A bis Z. <http://www.ottakring.spoe.at/pdf/Projektlexikon.pdf> (30.08.2009)

STADT WIEN (o.J.): Webservice der Stadt Wien. www.wien.gv.at (15.12.2009)

STÄNDIGE KONFERENZ DER GARTENAMTSLEITER BEIM DEUTSCHEN STÄDTETAG (GALK) (2006): Straßenbaumliste 2006: GALK-Arbeitskreis Stadtbäume. www.galk.de (28.07.2009)

TOMICZEK, C. (2005): Krankheiten und Schädlinge an Bäumen im Stadtbereich. 1.Auflage, Wien: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW).

TOMICZEK, C. (2009): Unterlagen zur Vorlesung Baumschulwesen SS 2009.

WEBLEXIKON DER WIENER SOZIALDEMOKRATEN (2005): Hartmann, Ludo Moritz. <http://www.wien.spoe.at/online/page.php?P=12033> (30.08.2009)

WIRTSCHAFTS BLATT (2000): Neue Volksgaragen für Wien. <https://www.wirtschaftsblatt.at/archiv/immobilien/155709/index.do> (30.08.2009)

ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK (ZAMG) (2009): Klimadaten von Österreich 1971-2000. <http://www.zamg.ac.at> (05.12.2009)

ZTV-VEGTRA-MÜ (2008): Zusätzliche technische Vorschriften zur Herstellung und Einbau verbesserter Vegetationstragschichten. LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN - BAUREFERAT - GARTENBAU (Hrsg.).

7 ANHANG

7.1 *ABBILDUNGEN DER UNTERSUCHTEN BÄUME*

Die Aufnahme der Bäume im unbelaubten Zustand fanden am 4. und 5. April 2009 statt. Im belaubten Zustand wurden die Bäume am 19. Juli 2009 aufgenommen.

7.1.1 BAUERNFELDPLATZ



Nr. 1 Ulmus Hybride ‚Regal‘



Nr. 2 Ulmus Hybride ‚Regal‘



Nr. 3 Ulmus Hybride ‚Regal‘



Nr. 4 Ulmus Hybride ‚Regal‘



Nr. 5 Ulmus Hybride ‚Regal‘



Nr. 6 Ulmus Hybride ‚Regal‘



Nr. 7 *Ulmus Hybride* ‚Regal‘



Nr. 8 *Fraxinus excelsior* ‚Diversifolia‘



Nr. 9 *Fraxinus excelsior* ‚Diversifolia‘



Nr. 10 *Fraxinus excelsior* ‚Diversifolia‘



Nr. 11 *Fraxinus excelsior* ‚Diversifolia‘



Nr. 12 *Fraxinus excelsior* ‚Diversifolia‘



Nr. 13 *Fraxinus excelsior* ‚Diversifolia‘



Nr. 14 *Fraxinus excelsior* ‚Diversifolia‘





Nr. 15 *Fraxinus excelsior* ‚Diversifolia‘

7.1.2 HOFFERPLATZ



Nr. 1 *Acer platanoides* ‚Deborah‘



Nr. 2 *Acer platanoides* ‚Deborah‘



Nr. 3 *Prunus serrulata* ‚Kanzan‘



Nr. 4 *Koelreuteria paniculata*





Nr. 5 *Koelreuteria paniculata*



Nr. 6 *Koelreuteria paniculata*



Nr. 7 *Koelreuteria paniculata*



Nr. 8 *Ulmus 'Sapporo Autumn Gold'*



Nr. 9 *Ulmus 'Sapporo Autumn Gold'*



Nr. 10 *Ulmus 'Sapporo Autumn Gold'*



Nr. 11 *Ulmus 'Sapporo Autumn Gold'*



Nr. 12 *Acer platanoides 'Emerald Queen'*





Nr. 13 *Acer platanoides* 'Emerald Queen'



Nr. 14 *Acer platanoides* 'Deborah'



Nr. 16 *Carpinus betulus* 'Fastigiata'



Nr. 17 *Carpinus betulus* 'Fastigiata'



Nr. 18 *Carpinus betulus* 'Fastigiata'



Nr. 19 *Carpinus betulus* 'Fastigiata'



Nr. 20 *Prunus serrulata* 'Kanzan'



7.1.3 LUDO-HARTMANN-PLATZ



Nr. 1 Gleditsia triacanthos 'Inermis'



Nr. 2 Gleditsia triacanthos 'Inermis'



Nr. 3 Gleditsia triacanthos 'Inermis'



Nr. 4 Gleditsia triacanthos 'Inermis'



Nr. 5 Gleditsia triacanthos 'Inermis'



Nr. 6 Gleditsia triacanthos 'Inermis'





Nr. 7 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis'



Nr. 8 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis'



Nr. 9 *Koelreuteria paniculata*



Nr. 10 *Koelreuteria paniculata*



Nr. 11 *Koelreuteria paniculata*



Nr. 12 *Koelreuteria paniculata*



Nr. 13 *Celtis occidentalis*



Nr. 14 *Celtis occidentalis*





Nr. 15 *Celtis occidentalis*



Nr. 16 *Celtis occidentalis*



Nr. 17 *Celtis occidentalis*



Nr. 18 *Celtis occidentalis*



Nr. 19 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis'



Nr. 20 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis'

