

HBLVA für Gartenbau

Grünbergstrasse 24

An das

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Abteilung II A 1

Stubenring 1

1012 Wien

Abschlussbericht

Nummer und Titel des Forschungsprojekts: BGB 2437

Verbesserung der Standortbedingungen von Straßenbäumen im innerstädtischen Bereich

Projektleiter: SCHMIDT Stefan

Projektmitarbeiter: BRAUN Franz

Telefonnummer 01 813 59 50/313 email: gestaltung@gartenbau.bmlf.gv.at

Kooperationspartner: HBLVA Gartenbau Abt. Gehölkunde, Dr. Helmut Pirc

Gemeinde Wien, Magistratsabteilung 42, Stadtgartenamt

Bundesamt für Wasserwirtschaft Institut für Kulturtechnik und

Bodenwasserhaushalt Dipl. Ing. Erwin Muhrer

Laufzeit: 1997 - 2001

Problem- und Aufgabenstellung

Die extremen Standortbedingungen der Bäume an städtischen Straßen sorgen seit Jahrzehnten für intensive Diskussionen über langfristig brauchbare Substrate für Baumstandorte. Das Umfeld des Baumes wird durch Überfahung, parkende KFZ, zumindest oberflächlich verdichtet. Die Vibrationen des benachbarten Fahrverkehrs führen ebenfalls zu Verdichtungen. Die Tragschichten der angrenzenden Flächen weisen häufig einen geringen Anteil an Mittel- und Grobporen auf. Die Tragschichtmaterialien und die spezifischen Stadtböden haben meist einen hohen Kalkanteil: Praxiserfahrungen mit den bisher eingesetzten Substraten, insbesondere in Wien ergeben folgenden Befund:

- Gärtnerische, traditionelle Substrate sind zu einer nachhaltigen Standortsicherung nur bedingt brauchbar. Oberboden neigt zu Verdichtung und fördert durch den hohen Nährstoffgehalt die Ausbildung eines stammnahen Feinwurzelsystems, das sich ungünstig auf die Standfestigkeit des Baumes auswirkt.
- Substrate auf Lavagranulatbasis, sind aus wirtschaftlichen Gründen nur in begrenztem Umfang einsetzbar und weisen bei Überfahung genau wie traditionelle Substrate keine ausreichende Strukturstabilität auf.
- Substrate auf der Basis von Ziegelsplitt – Recyclingmaterial gewährleisten ebenfalls keine gesicherte Kornstabilität.

Veröffentlichungen von LIESECKE u. HEIDGER im Rahmen des seit 1989 laufenden Forschungsvorhabens „Entwicklung und Erprobung von vegetationstechnischen und bautechnischen Maßnahmen zur Optimierung des Wurzel- und Standraumes von Bäumen in Stadtstraßen“ des deutschen Bundesministers für Verkehr definieren die grundsätzlichen Anforderungen an den Baumstandort. Diese Anforderungen bildeten den Rahmen für das Projekt (LIESECKE u. HEIDGER 2000, S.623)

Tabelle 1: Anforderungsprofil (Entwurf nach: LIESECKE/HEIDGER in Stadt und Grün 9/2000, S. 623)

Bezeichnung	Kennwert
Korngrößenverteilung	
- Anteil abschlämmbarer Teile (d > 0,06 mm)	5 - 15 Masse-%
- Anteil an Sand (d = 0,06 - 2,0 mm)	—
- Anteil an Fein- und Mittelkies (d > 2 mm)	25 - 50 Masse%
Rohdichte	
- In trockenem Zustand	1,2 - 1,6 g/cm ³
- Proctordichte DPr	> 85 %
Wasser-/Luft-Haushalt	
- Gesamtporenvolumen	> 40 Vol%
- Max. Wasserkapazität	> 30 Vol%
- Nutzbare Feldkap. bei pF 1,8 - 4,2	> 10 Vol%
- Nutzbare max. Wasserkapazität	> 20 Vol%
- Luftgehalt bei max. Wasserkapazität	> 10 Vol%
- Luftgehalt bei pF 1,8	> 15 Vol%
- Wasserdurchlässigkeit mod. kf	> 0,6 mm/min
PH-Wert, Kalk- und Salzgehalt	
- PH-Wert (in CaCl ₂)	6,5 - 8,0
- Carbonatgehalt (nach Scheibler)	-- g/l
- Salzgehalt (Wasserextrakt)	3,0 g/l
- - anzustreben	1,0 g/l
- Salzgehalt (Gipsextrakt)	1,5 g/l
Organische Substanz	
- Gehalt an organischer Substanz	
- Obersubstrat	2,0-4,0 Masse%
- Untersubstrat	≤ 2,0 Masse%

Das gegenständliche Forschungsprojekt sollte auf zwei Ebenen eine für den Wiener Raum gültige Aussage zu geeigneten Substraten bringen:

1. Untersuchung von bestehenden Baumpflanzungen hinsichtlich Zuwächsen, Erscheinungsbild, Vitalität in Zusammenschau mit der Bodenstruktur.
2. Erprobung einer zu ermittelnden Substratmischung für Neupflanzungen am Standort. Dokumentation der Bodenverhältnisse, des eingebauten Substrates etc.. Beobachtung der Bäume über einen Zeitraum von zunächst 5 Jahren.

Ziel sollte die Eingrenzung eines, für die Wiener Verhältnisse geeigneten, stützkornreichen Substrates und der entsprechenden Pflanzweise als Grundlage für die Arbeit der öffentlichen Verwaltung sein.

Anordnung / Vorbereitung

Als Standort für das Projekt wurde die Fendigasse, in Wien 5 ausgewählt, eine kurze Verbindungsstraße zwischen den Wohngebieten des Bezirks und dem stark befahrenen Margaretengürtel. Dort bot sich die Möglichkeit einer Neubepflanzung beider Straßenseiten, nachdem der Altbestand nach einem Windbruch vollständig gerodet werden musste. Die Baumscheiben waren deshalb bereits baulich hergestellt, auf ihre Größe konnte kein Einfluss genommen werden. Mit einer Durchschnittsfläche von ca. 5m² entsprechen sie dem in Wien üblichen und stellen somit durchaus eine „Praxissituation“ dar.

Die Pflanzung der südlichen Straßenseite (Bäume 10 - 17) sowie die Bäume 8 und 9 auf der nördlichen Straßenseite erfolgte bereits im Herbst 1995 durch das Stadtgartenamt in herkömmliches, stark humoses Substrat. Als Baumart wurde die in Wien häufige Selektion „Rathaus“ von *Tilia platyphyllos* verwendet (Vgl. Lageplan im Anhang).

Am 06.12.1996 die Baumscheiben am nördlichen Fahrbahnrand mit 7 *Tilia platyphyllos* „Rathaus“ nach den Vorgaben der Versuchsanstalt in ein abgemagertes Substrat gepflanzt (Bäume 1-7).

Das Substrat wurde zweischichtig eingebaut. Die Herstellung des Substrats wurde in Anlehnung an KRIETER in SIEWNIAK u. KUSCHE 1988 mit vereinfachter Zusammensetzung durchgeführt.

Tabelle 2 Zusammensetzung des Substrats der Unterschicht

57 Gew %	Kies	Splitt 32/45 .
43 Gew %	Sand	Gewaschener Sand 1 / 4

Tabelle 3 Zusammensetzung des Substrats der Oberschicht

37 Gew %	Kies	Splitt 32/45 .
27 Gew %	Sand	Gewaschener Sand 1 / 4
18 Gew %	Schluff	Anstehender Unterboden
18 Gew %	Org	Gemeindekompost

Das Material wurde am Lagerplatz des Stadtgartenamts mit dem Radlader gemischt.

Dimension der Baumgrube: l=5,50 b=1,50 t=1,00m. Die Baumgrubenwände und der Baumgrubenboden wurden vor dem Substrateinbau aufgeraut (Foto siehe Anhang).

Tabelle 4: Bodenuntersuchung Baumgrubenwand:

Baum	1	2	3	4	5	6	7
Baumgrubenwand	Probe 1W 17.12.96	Probe 2W 17.12.96	Probe 3W 17.12.96	Probe 4W 17.12.96	Probe 5W 17.12.96	Probe 6W 17.12.96	Probe 7W 17.12.96
pH-Wert	7,8	7,6	7,7	7,7	7,8	7,8	7,7
Kalk %Klk	26,4	14,9	16,6	11,7	21,9	25,5	20
Salzgehalt µS	156	201	187	175	445	160	161
Nmin/P205/K20/Mg	1,2/24/14/8	1,8/36/16/15	1,2/70/24/18	0,3/48/16/16	0,5/59/14/22	0,6/30/10/14	0,5/24/16/15
Besonderheiten	--	--	--	--	--	--	--

Tabelle 5: Bodenuntersuchung Substrat

Baum	1-7
Eingebautes Substrat	Probe 8UB
pH-Wert	8
Kalk %Klk	12,3
Salzgehalt µS	126
Nmin/P205/K20/Mg	0,1/7/4/6
Besonderheiten	--

Die Bäume wurden in der Qualität 20/25 gesetzt. Als Windwurfsicherung wurde eine Dreipfahlverankerung verwendet. Das Obersubstrat wurde bis in eine Tiefe von 40 cm eingebaut. Die Baumscheiben auf beiden Straßenseiten wurden mit Rindengranulat abgedeckt und teilweise mit bodendeckenden Sträuchern bepflanzt.

Im Oktober 1997 wurde bei allen Baumstandorten eine zusätzliche Bodenuntersuchung durchgeführt. Die Nährstoffversorgung der neugepflanzten Bäume bewegte sich im normalen Bereich, bei den Bäumen im humosen Substrat war eine deutliche Überversorgung festzustellen.

Tabelle 6 Bodenanalyse Baum Nr. 1-7 (Alternativsubstrat)

Baum	1	2	3	4	5	6	7
Bodenuntersuchung 20.10.97	Probe F1	Probe F2	Probe F3	Probe F4	Probe F5	Probe F6	Probe F7
pH-Wert	7,1	7,1	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
Kalk %Klk	12,8	10,9	10,2	10	10,6	10,4	11,1
Salzgehalt μ S	182	200	132	138	137	151	151
Nmin/P205/K20/Mg	0,7/82/39/20	1,4/55/29/15	0,2/21/14/6	0,3/37/28/8	0,3/32/21/9	0,4/34/27/9	0,6/50/26/10
Besonderheiten							

Tabelle 7 Bodenanalyse Baum Nr. 11 (Konventionelle Pflanzung)

Bodenuntersuchung 20.10.97	Probe F11
pH-Wert	7,2
Kalk %Klk	15,3
Salzgehalt μ S	317
Nmin/P205/K20/Mg	5,0/200/154/31
Besonderheiten	

Ergebnisse

Entwicklung der Bäume

Die Bonitierung aller Bäume erfolgte jährlich im Sommer. Eine verlässliche Bewertung der Auswirkungen des Standorts auf die Entwicklung der Bäume war erst ab dem 3. Standjahr also in dieser Vegetationsperiode möglich. Zusammenfassend kann bis jetzt bei den Bäumen im abgemagerten Substrat (mit Ausnahme eines Exemplars) eine gute Entwicklung festgestellt werden, die sich in einem ausgeglichenen Triebwachstum und einer harmonischen Kronenentwicklung zeigte. Schwächungen, die bei der Bonitierung 1998 teilweise festgestellt wurden, konnten ausgeglichen werden. Der 1999 bei allen Bäumen durchgeführte Korrekturschnitt unterstützte die Entwicklung. Die Bonitierungen die ab 2001 bis 2003 regelmäßig erfolgten bestätigten die gute Kronenentwicklung der letzten Jahre.

Tabelle 8 Beispiel: Baum 4, Pflanzung in abgemagertes Substrat

Baum	4
Baumart	Tilia platyphyllos "Rathaus"
Pflanztermin	96.06.12.
Unterpflanzung/Baumscheibe	Keine; Baumschutzbügel
Bonitierung Dez.96	4
StU [cm]	27
Kronenvolumen / Kronenansatz	Foto
Triebzuwachs	Nicht erhoben
Bemerkungen	Stammansatz 15cm unter FOK
Bonitierung 7 Okt 97:	4
StU [cm]	27
Kronenvolumen / Kronenansatz	Foto
Triebzuwachs	Nicht erhoben
Bemerkungen	Kronenentwicklung arttypisch , Erziehungsschnitt fehlt
Bonitierung: 09.09.98	4
StU [cm]	28
Kronenvolumen / Kronenansatz	Foto
Zuwachs	Normal (10-15cm)
Kronenentwicklung	Mitteltrieb fehlt (Hohlkrone), unregelmäßige Verzweigung,
Bemerkungen	Blattläuse und Spinnmilbenbefall
Empfohlene Maßname	
Bonitierung: 5.7.99	4
StU [cm]	33
Kronenvolumen / Kronenansatz	Foto
Zuwachs	Gut (>15cm)
Kronenentwicklung	Stammverlängerung vorhanden
Bemerkungen	--
Empfohlene Maßnahme	Leittrieb freistellen
Bonitierung: 12.07.00	4
StU [cm]	37
Kronenvolumen / Kronenansatz	Foto
Zuwachs	gut > 50cm*
Kronenentwicklung	Sehr gut, gleichmäßig
Bemerkungen	Wurde aufgeastet, jetzt vollständig eingewurzelt, Messungen durch IKB in der Baumscheibe (5. Und 6.07.)
Empfohlene Maßnahme	Vorsichtig auslichten von Innen
Bonitierung: 12.07.01	4
StU [cm]	43
Kronenvolumen / Kronenansatz	Foto
Zuwachs	gut > 50cm
Kronenentwicklung	Kronenaufbau gut. Leittrieb stagniert, aber
Bemerkungen	Gesamtzustand gut
Empfohlene Maßnahme	--

*neue Zuwachszahlen für eingewurzelte Bäume: Gering < 30cm, Normal = 30-50 cm, Gut > 5

Bei den Pflanzungen in humosem Substrat wurde bei der Bonitierung 2001 wie auch in den Jahren zuvor ein schlechter Kronenaufbau festgestellt. Die Bildung von Wasserreisern im Kroneninneren ist als Symptom als frühzeitig eintretende Vergreisung zu werten, darüber hinaus wurde ein starker Spinnmilbenbefall festgestellt. Zwei in Baumschutzgittern gepflanzte Bäume wiesen Trockenschäden, Vergreisungserscheinungen und starken Schädlingsbefall auf. Der 1999 durchgeführte Korrekturschnitt konnte die generelle Entwicklung nicht aufhalten.

Tabelle 9 Beispiel: Baum 13 Pflanzung in konventionelles Substrat

Baum	13
Baumart Pflanztermin Unterpflanzung /Baumscheibe	Tilia platyphyllos "Rathaus" Winter 1995 Pyracantha, Baumschutz-bügel
Bonitierung Dez.96	13
StU [cm] Kronenvolumen / Kronenansatz Triebzuwachs Bemerkungen	28 Foto Nicht erhoben Rinde 15 cm, Dicke Veredlung
Bonitierung 7 Okt 97:	13
StU [cm] Kronenvolumen / Kronenansatz Triebzuwachs Bemerkungen	Foto Foto Nicht erhoben vital, schlechter Kronenaufbau, Rückschnitt an relativ dicken Ästen, Rindenmulch im Stammbereich entfernen
Bonitierung: 09.09.98	13
StU [cm] Kronenvolumen / Kronenansatz Zuwachs Kronenentwicklung Bemerkungen Empfohlene Maßname	30 Foto Normal (10-15cm) Schlechter Kronenaufbau, Juvenile Triebe im Kroneninneren Auslichten
Bonitierung: 5.7.99	13
StU [cm] Kronenvolumen / Kronenansatz Zuwachs Kronenentwicklung Bemerkungen Empfohlene Maßnahme	37 Foto Gering(<10cm) Schlechter Kronenaufbau, keine Leittriebverlängerung Austrieb an der Basis der Hauptäste. --
Bonitierung: 12.07.00	13
StU [cm] Kronenvolumen / Kronenansatz Zuwachs Kronenentwicklung Bemerkungen Empfohlene Maßnahme	40 Foto Gering < 30cm. Unausgewogen Kein ausreichender Leittrieb. Wirteliger Kronenansatz. Triebe aus dem Kroneninneren weniger stark ausgeprägt als bei den vorigen Exemplaren. Ungleichgewicht zwischen Stamm und Krone (Stamm zu dick, Krone zu klein) Jetzt vollständig eingewurzelt. Auslichten. Leichter Korrekturschnitt
Bonitierung: 30.07.01	13
StU [cm] Kronenvolumen / Kronenansatz Zuwachs Kronenentwicklung Bemerkungen Empfohlene Maßnahme	42 Foto Mittel 30-50cm Leittrieb nicht vorhanden.(obwohl Ast freigestellt wurde). Kronenaufbau mittelmässig. Gesamtzustand mittelmässig. Extrem dichte Belaubung durch kurze Internodien

*neue Zuwachszahlen für eingewurzelte Bäume: Gering < 30cm, Normal = 30-50 cm, Gut > 50cm)

Bewertung des abgemagerten Substrats

Bereits weiter oben wurde festgestellt, dass trotz des geringen Humusanteils im abgemagerten Substrat eine ausreichende Nährstoffversorgung vorliegt. (vgl. Tabelle 4)

Im Sommer 2000 wurde das abgemagerte Substrat durch das Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt auch bodenphysikalisch untersucht. Das Ziel der Untersuchung war es, den Anteil der Wasser und Luftporen im Zusammenhang mit der Verdichtung zu überprüfen. Gleichzeitig sollte ein Vergleich mit den aktuellen Anforderungen an Baumsubstrate, wie sie LIESECKE und HEIDGER (in Stadt und Grün 7/2000, S.463ff und 9/2000, S. 620ff) formulieren hergestellt werden.

Die Untersuchung ergab zusammenfassend folgendes Ergebnis:

Das verwendete Substrat wies trotz der hohen Lagerungsdichte den für das Wurzelwachstum entscheidenden Anteil an Grob- und Feinporen auf (vor allem ein ausreichender Anteil an Grobporen ist für die Sauerstoffversorgung der Wurzeln, und damit die Entwicklung der Vegetation entscheidend) Gleichzeitig scheint, erkennbar an der guten Entwicklung der Bäume auch eine ausreichende kapillare Wasserversorgung gegeben zu sein.

Tabelle 10

Anforderungsprofil (Entwurf nach: LIESECKE/HEIDGER in Stadt und Grün 9/2000)		Untersuchung Inst. für Kulturtechnik und Bodenwasser- haushalt (03/11/2000)	
Bezeichnung	Kennwert	Kennwert	Äquivalentbezeichnung
Korngrößenverteilung			
Anteil abschlämmbarer Teile (d > 0,06 mm)	5 - 15 Masse-%	12,5 / 10,2 Masse%	
Anteil an Sand (d = 0,06 - 2,0 mm)	—	32,3 / 41,1 Masse%	
Anteil an Fein- und Mittelkies (d > 2 mm)	25 - 50 Masse%	55,2 / 48,7 Masse%	incl. Grobkorn
Rohdichte			
In trockenem Zustand	1,2 - 1,6 g/cm ³	1,5 / 1,9 g/cm ³	
Proctordichte DPr	> 85 %	95 %	vorhandene Proctordichte
		2,072 g/cm ³	100% Proctordichte DPr (korrigierter Wert)
Wasser-/Luft-Haushalt			
Gesamtporenvolumen	> 40 Vol%	29 / (35 Vol%	
Max. Wasserkapazität	> 30 Vol%	29 / 35 Vol%	Wassergehalt bei Sättigung (Vol. Fein- und Mittelporen = Feldkapazität)
Nutzbare Feldkap. bei pF 1,8 - 4,2	> 10 Vol%	12,6 Vol%	nutzbare Feldkapazität (Angabe in mm/dm)
Nutzbare max. Wasserkapazität	>20 Vol%		kein Wert
Luftgehalt bei max. Wasserkapazität	>10 Vol%	0 Vol%	Umrechnung: (Gesamtporenvolumen)- (Wassergehalt bei Sättigung)
Luftgehalt bei pF 1,8	> 15 Vol%	11/27 Vol%	Umrechnung: (Wassergehalt bei Sättigung) - (Wassergehalt bei pF 1,8)
		18 Vol%	Wassergehalt bei pF 1,8
Wasserdurchlässigkeit mod. kf	>0,6 mm/min	5,6 / 11,60 mm/min	Versickerungsintensität
PH-Wert, Kalk- und Salzgehalt			
PH-Wert (in CaCl ₂)	6,5 - 8,0	n.b.	
Carbonatgehalt (nach Scheibler)	-- g/l	n.b.	
Salzgehalt (Wasserextrakt)	3,0 g/l	n.b.	
- anzustreben	1,0 g/l	n.b.	
Salzgehalt (Gipsextrakt)	1,5 g/l	n.b.	
Organische Substanz			
Gehalt an organischer Substanz	2,0-4,0 Mas- se%	2,0-3,0 Masse%	

n.b. = nicht bewertet

Ausblick

Das Stadtgartenamt Wien als Kooperationspartner hat großes Interesse an einer Erweiterung der Untersuchungen und hat seine weitere Unterstützung zugesagt. Für die weitere Entwicklung dieses abgemagerten Substrates scheinen folgende Forschungstätigkeiten sinnvoll zu sein:

1. Durchführung eines Vergleichs mit anderen im ostösterreichischen (Wiener) Raum üblichen Baumsubstraten für Straßenstandorte hinsichtlich Baumentwicklung, Nährstoffverhältnissen, bodenphysikalischen Eigenschaften und Herstellungstechniken / Herstellungskosten. In diesem Bereich kommen neben traditionellen gärtnerischen Pflanzungen in humosem Oberboden auch Substrate aus Blähton, Lavagranulat, Ziegelsplitt und verschiedenen Recyclingmaterialien in unterschiedlichen Mischungen zur Anwendung.
2. Erprobung des Substrates auf Parkstreifen, um die Porenstabilität bei Verdichtung in Praxisituationen ermitteln zu können

Beide Fragestellungen werden voraussichtlich ab 2002 im Rahmen einer wissenschaftlichen Tätigkeit behandelt werden.

Zusammenfassung des Forschungsprojekts:

Das Forschungsprojekt BGB 2437 "Verbesserung der Standortbedingungen von Straßenbäumen im innerstädtischen Bereich", Laufzeit 1997 – 2001 hatte das Ziel, ein abgemagertes, skelettreiches Substrat für Baumpflanzungen an innerstädtischen Verkehrsflächen zu entwickeln. Das Substrat sollte auf der Basis konventioneller, im städtischen Straßenbau üblicher Materialien entwickelt werden und mit einfachen Geräten zu mischen sein.

In der Fendigasse, 1050 Wien, bot das Stadtgartenamt Wien als Kooperationspartner die Möglichkeit das zu entwickelnde Substrat in einer Praxissituation zu untersuchen.

Eine Straßenseite wurde mit *Tilia platyphyllos* in konventionellem, in Wien und vielen anderen Städten üblichem, stark humosem Substrat gepflanzt. Die andere Straßenseite wurde mit einem von der HBLVA vorgegebenen abgemagerten, skelettreichen Alternativsubstrat auf der Basis von im Straßenbau üblichem Splitt in der Körnung 32/45 und gewaschenem Sand 0/4, durchmischt mit schluffigem Unterboden versehen und ebenfalls mit diesem *Tilia* – Typ bepflanzt. Nur die obersten 40cm wurden mit 20% Kompost abgemischt.

Nach einer Beobachtungsphase von 4 Jahren, kann festgestellt werden, dass der Zuwachs und die Kronenentwicklung der in diesem Substrat wurzelnden Bäume deutlich günstiger sind, als bei den Bäumen im konventionellen Substrat.

Bodenuntersuchungen zeigten ein ausreichendes Nährstoffangebot. Auch eine im Herbst 2000 durchgeführte Bodenanalyse bestätigte den Ansatz des Projektes: Trotz einer Proktordichte von $95D_{pr}$ war der erforderliche Anteil an Grob- und Feinporen gegeben.

Summary

The research project BGB 2437 'Improvement of site conditions for alley trees in inner city areas', trial period 1997-2001, had the development of a skeletal substrate for trees near inner city traffic areas as its aim. The substrate should be developed on a basis of materials commonly used in road construction in inner cities and should be easily mixable with ordinary tools.

In Fendigasse, 1050 Wien, the Stadtgartenamt (municipal administration of gardens) offered as co-operation partner the opportunity to test the substrate that should be developed.

On one side of the street *Tilia platyphyllos* was planted in an ordinary, humus-rich substrate, which is commonly used in Vienna and in other cities. On the other side of the street an alternative, a skeletal substrate developed at the HBLVA für Gartenbau (college for horticulture and landscape design) was used. This substrate consisted of gravel of a grain size of 32/45 and of washed sand 0/4 mixed with silty subsoil. Only the top 40 cm were mixed with 20% compost.

After a 4 years' period of observation it can be detected that the growth and crown development of the trees rooting in the alternative substrate have been remarkably better than with the trees rooting in the commonly used substrate.

The soil analysis showed a sufficient nutrients supply. An analysis carried out in autumn 2000 confirmed the approach of the project: despite a proctor density of $95D_{pr}$ the necessary distribution of macro and micro pores is given.

Anhang

Fotodokumentation

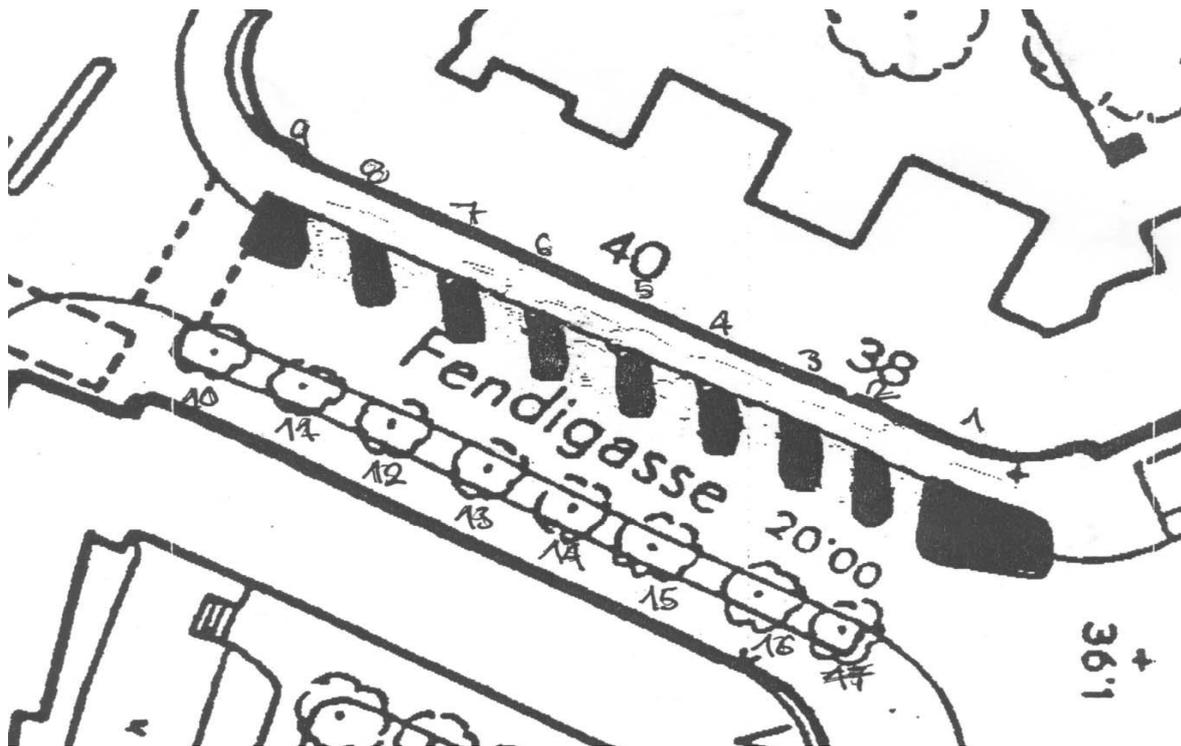


Abbildung 1: Lageplan Fendigasse (Ausschnitt aus der Stadtkarte)



Abbildung 2: Bausubstrat Mischung



Abbildung 3: Substrateinbau, Baum auf Untersubstrat



Abbildung 4: Baum im fertigen Substrat



Abbildung 5: Entwicklungsreihe Baum 4, 1998 und 1999 in abgemagertem Substrat



Abbildung 6: Entwicklungsreihe Baum 4, 2000 und 2001 in abgemagertem Substrat



Abbildung 7: Entwicklungsreihe Baum 13, 1998 und 1999 in konventionellem Substrat



Abbildung 8: Entwicklungsreihe Baum 13, 2000 und 2001 in konventionellem Substrat

Literatur

FLL (Hg.): Empfehlungen für das Pflanzen von Bäumen. Bonn 1999

FLL (Hg.): Standortoptimierung von Straßenbäumen. Endbericht. Bonn 1996

FLL (Hg.): Standortoptimierung von Straßenbäumen. Zwischenbericht. Bonn 1989

BEFELDT, Peter: Wie beeinflussen Substrate die Wurzelbildung?. Deutscher Gartenbau 46/ 989.

HEIDGER, Clemens und Liesecke Hans-Joachim: „Substrate für Bäume in Stadtstraßen“ Teil 1 und 2. In Stadt und Grün 7 und 9 / 2000

KRIETER, Manfred: Untersuchungen von Bodeneigenschaften und Wurzelverteilungen an Strassenbaumstandorten (Linde). Das gartenamt 35 / 1986

MEYER, Franz H.: Bäume in der Stadt. Ulmer Fachbuch 1982, Verlag E. Ulmer, Stuttgart. 380 Seiten

SCHOLZ, Norbert: Über den Umgang mit Bäumen – oder praktisch –handwerkliche Erfahrungen zur Technik des Bäumeplantzens. AG Freiraum und Vegetation (Hg.) Kassel 1985