

Zustandsanalyse von Jungbäumen im Stadtgebiet Krefeld und Wien (16. Bezirk)

Masterarbeit

Verfasserin:

Kerstin Ahl

Betreuung:

O. Univ. Prof. Dr. Florin Florineth

Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Universität für Bodenkultur Wien

Wien, Juli 2009



Danksagung

Einen besonderen Dank aussprechen möchte ich ...

Univ. Prof. Dr. Florin Florineth

für die Betreuung meiner Masterarbeit und die vielen wertvollen Vorschläge sowie der zu jeder Zeit offenen Tür.

Franz Doppler

für die Unterschätzung bei der Auswertung der Bodenproben.

Der Magistratsabteilung 42 der Wiener Stadtgärten und dem Grünflächenamt Krefeld, insbesondere Günter Berger und Franz Filtmann

für die Bereitstellung der vielen Information und für die interessanten Gespräche.

Meinen Eltern und Freunden, die immer für mich da sind, mir Halt geben und in allem unterstützen. Ohne sie wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

1. Einleitung.....	7
2. Beschreibung der Untersuchungsgebiete.....	8
2.1. Krefeld.....	8
2.1.1. Geologie.....	8
2.1.2. Klima.....	9
2.2. Wien.....	10
2.2.1. Stichdaten.....	10
2.2.2. Klima.....	11
2.2.3. Geografie und Geologie von Wien.....	11
2.2.4. Ottakring 16. Bezirk.....	12
3. Beschreibung der Abteilungen für Baumpflege und Baumkontrolle in Krefeld und Wien (16. Bezirk).....	13
3.1. Grünflächenamt Krefeld.....	13
3.2. Die Stadtgärten Wien, MA 42.....	14
4. Aufnahmemethodik der Jungbäume in Krefeld und Wien 16. Bezirk.....	17
4.1. Auswahl des Baumbestandes.....	17
4.2. Karten der gewählten Straßenzüge.....	17
4.3. Aufnahmebogen.....	18
4.4. Methodik der Datenaufnahme.....	20
4.4.1. Standort und Umgebung.....	20
4.4.2. Angaben zum Baum.....	21
4.4.3. Pflegezustand des Baumes.....	21
4.5. Methodik der Bodenuntersuchungen.....	22
4.5.1. Aktueller und potentieller pH-Wert.....	22
4.5.2. Kalkgehalt.....	22
4.5.3. Dichtemessung des Bodens.....	23
4.6. Aufnahmezeitpunkt.....	24
5. Ergebnisse der Standortbedingungen.....	24
5.1. Straßentyp.....	24
5.2. Exposition.....	25
5.3. Niveau des Baumstandortes.....	26
5.4. Baumscheiben oder Baumstreifen.....	27
5.5. Baumscheibengröße.....	28

5.6. Baumstreifenbreite	29
5.7. Versiegelung der Standortumgebung.....	31
5.8. Bewuchs der Baumscheiben, -streifen	32
5.9. Visuelle Verdichtung der Baumscheiben, -streifen	34
5.10. Beengung der Krone	35
6. Ergebnisse des Allgemeinzustandes der Straßenbäume	36
6.1. Baumarten.....	36
6.2. Baumhöhe	37
6.3. Vollholzigkeit	39
6.4. Kronenstruktur	41
6.5. Kronenvitalität.....	42
6.6. Verletzungen im Stammbereich	44
7. Ergebnisse des Pflegezustandes der Straßenbäume.....	46
7.1. Dringlichkeit der Kronenpflege	46
7.2. Übererdungshöhe des Wurzelhalses.....	48
7.3. Pflegezustand der Baumstützung.....	49
7.4. Pflegezustand der Baumbindung.....	51
8. Ergebnisse der Bodenuntersuchungen	52
8.1. Aktuelle und potentielle pH – Wert Analyse.....	52
8.2. Kalkgehalt.....	54
8.3. Dichtemessung.....	55
9. Stand der Technik	60
9.1. Auswahl der Baumart	60
9.2. Pflanzgrube und Pflanzloch.....	60
9.3. Bodensubstrat	61
9.4. Baumstützung und Baumbindung.....	61
9.5. Baumscheibenbepflanzungen	63
9.6. Abdeckmaterialien	63
9.7. Baumscheibenschutz	64
9.8. Belüftung und Bewässerung.....	64
9.9. Stammschutz.....	65
9.10. Baumschutz an Baustellen	65
9.11. Schnitt	67
10. Diskussion und Ausblick	68

11. Quellen-, Abbildungs-, Tabellenverzeichnis.....	70
11.1. Literaturquellen.....	70
11.2. Internetquellen.....	72
11.3. Abbildungsverzeichnis.....	72
11.4. Tabellenverzeichnis.....	72
12. Anhang	73
12.1. Lagepläne der untersuchten Bäume.....	73
12.2. Abbildungen der untersuchten Straßenbäume Krefeld.....	79
12.3. Abbildungen der untersuchten Straßenbäume Wien (16. Bezirk).....	89
12.4. Aufnahmebögen	98

Zusammenfassung

Einen Baum kann man nicht reparieren. Sein Standort und seine Umgebung bestimmen in, wie weit er sich selbst heilen kann.

In Krefeld (Deutschland) und im 16. Bezirk von Wien (Österreich) wurde an 125 Straßenbäumen eine Jungbaumanalyse durchgeführt. Nach der Beschreibung der Städte und Arbeitsmethoden, beschäftigt sich der Hauptteil der Arbeit mit der Auswertung der Standortbedingungen, dem Allgemeinzustand der Bäume, dessen Pflegezustand sowie den Ergebnissen zur Bodenuntersuchung. Am Schluss wird der neuste Stand der Technik, mit verschiedenen Methoden zur Pflanzung und Pflege von Bäumen an Straßen, vorgestellt.

Durch längere Erfahrungen in der modernen Baumpflege zeigen die Jungbäume aus Krefeld bei der visuellen Betrachtung der Vitalität und Pflege in Vergleich zu Wien positivere Ergebnisse. Das Wachstum der Bäume ist in beiden Städten durch zu klein dimensionierte Baumscheiben und Baumstreifen stark beeinträchtigt. Die Wiener Stadtgärten arbeiten seit 2008 mit neuen Richtlinien, durch die sich die Qualität der Neupflanzungen deutlich gesteigert hat.

Zukünftige Analysen von Jungbäumen in Städten könnten sich verstärkt mit Bodenuntersuchungen beschäftigen oder versuchen Zusammenhänge einzelner Faktoren stärker in Beziehung zu setzen.

Abstract

A tree can not be repaired. Its location and its surroundings determine its healing progress. This master thesis analysed 125 young trees in Krefeld (Germany) and in the 16th district of Vienna (Austria). After describing the cities and working methods, the main part of the work deals with the evaluation of site conditions, the general condition of the trees, the care condition and the results for soil investigation. Finally, the latest state of art, describing different methods of planting and tree care in urban areas. Due more experience in the modern tree care, the young trees of Krefeld got better results, in the visual examination of the vitality and care, than Vienna. The growth of trees in both cities due to small-sized sites sorely afflicted. The Wiener Stadtgärten have been working since 2008 with new guidelines by which the quality of new plantings has increased. Future analysis could discuss further the relationship of the substrate in connection to the growth of young trees in urban areas.

1. Einleitung

Ein Baum ist kein geschlossenes System. Er ist ein Indikator für seine Umgebung und die Umgebung definiert gleichzeitig seine Gesundheit. Wie ist also die Gesundheit eines Straßenbaumes, der auf engstem Raum, in einem künstlich geschaffenen Standort wächst, zu definieren?

Diese Untersuchung zur Jungbaumanalyse dokumentiert Straßenbäume in Krefeld (Deutschland) sowie im 16. Bezirk in Wien (Österreich) und versucht dieser Frage auf den Grund zu gehen.

Nach der Beschreibung der Städte und Arbeitsmethoden beschäftigt sich der Hauptteil der Arbeit mit der Auswertung der Standortbedingungen, dem Allgemeinzustand der Bäume, dessen Pflegezustand sowie den Ergebnissen zur Bodenuntersuchung. Am Schluss wird der neuste Stand der Technik, mit verschiedenen Methoden zur Pflanzung und Pflege von Bäumen an Straßen, vorgestellt.

Die unterschiedlich langen Erfahrungen der zwei Städte in der Baumpflege flossen durch viele Gespräche mit den Verantwortlichen in die Arbeit mit ein.

Diese Diplomarbeit soll mit nachvollziehbaren Daten und Fakten, die Arbeit der städtischen Baumkontrolleure und Baumpfleger unterstützen. Damit ihre Position in zukünftigen Finanzdebatten und im Kampf um Platz für neue Bäume noch mehr Gewicht bekommt.

2. Beschreibung der Untersuchungsgebiete

2.1. Krefeld



Abb. 1
Wappen
Krefeld

Die Stadt Krefeld ist eine kreisfreie Stadt westlich vom Ufer des Rheins, nordwestlich von Düsseldorf, südwestlich von Duisburg in Nordrhein-Westfalen. Auf einer Fläche von 137,86 km² leben 236.516 Einwohner (2007). Das Stadtzentrum liegt etwa sieben Kilometer vom Rheinufer entfernt, doch reicht das Stadtgebiet seit der Eingemeindung Linns bis an den Fluss heran. Die größte Ausdehnung des Stadtgebiets beträgt in Nord-Süd Richtung 12 Kilometer und in West-Ost-Richtung 13,1 Kilometer. Die Höhenlage der Stadtmitte beträgt 39 m ü. NN. Die höchste natürliche Erhebung im gesamten Stadtgebiet ist mit 63 m ü. NN der Hülser Berg.

2.1.1. Geologie

Die Stadt Krefeld liegt im niederrheinischen Tiefland. Die oberflächennahen Schichten bestehen überwiegend aus Kies- und Sandablagerungen der Eiszeit. Die bis zu 30 m mächtigen Schichten wurden vom Rhein hier abgelagert. Vor 240.000 Jahren wurden die Schichten teilweise von den Rändern der Eisschildmassen zu Stauchmoränen aufgespreßt. Der Hülser Berg ist ein Beispiel hierfür. Unter den Kies- und Sandschichten befinden sich Meeressande, die sich dort im Tertiär (2,4 bis 65 Mio. Jahre vor heute) bis in eine Tiefe von 250 m ablagerten. Am nördlichen Stadtrand sind in größerer Tiefe auch Kohle führende Schichten aus dem Karbon zu finden, die Verbindung zu den Kohlegebieten in Belgien und an der Ruhr haben. Auf den höher gelegenen Flächen des Krefelder Stadtgebiets findet man überwiegend Parabraunerden und Braunerden. Die im westlichen Stadtgebiet, durch Bruchtektonik etwas herausgehobene Kempener Platte hat eine ca. 1 m dicke Deckschicht aus Löss. Diese ist während der letzten Eiszeit hier abgelagert worden und hat fruchtbare Lehmböden gebildet.

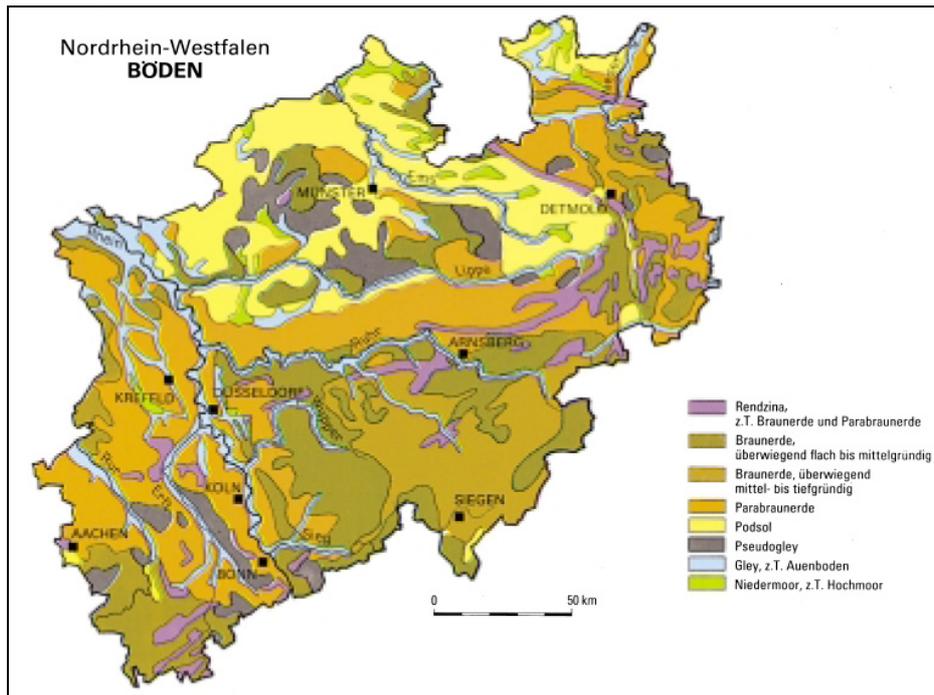


Abb. 2 Geologie Nordrhein Westfalen, Deutschland. (www.lanuv.nrw.de (7.6.2009), modifiziert)

2.1.2. Klima

Das Klima von Krefeld ist durch die reliefbedingte Öffnung in Richtung Nordsee ozeanisch geprägt. Überwiegend nördliche und westliche Windströmungen tragen feuchte Luftmassen heran. Die Folgen sind milde, schneearme Winter und mäßig warme und feuchte Sommer. Insgesamt ist die Witterung wechselhaft. So gibt es in der Stadt bei einer Jahresmitteltemperatur von 10,5 °C im Mittel rund 770 mm Niederschlag. Im Durchschnitt fällt lediglich an fünf Tagen im Jahr Schnee. Der Raum Krefeld gehört zu den Gebieten mit den mildesten Wintern in Deutschland. Die Stadt liegt in einer Zone stetiger Westwinde, und atlantische Tiefdruckgebiete sorgen häufig für eine starke Bewölkung, sodass im Jahresmittel der Himmel an 66 % der Tage bedeckt ist.

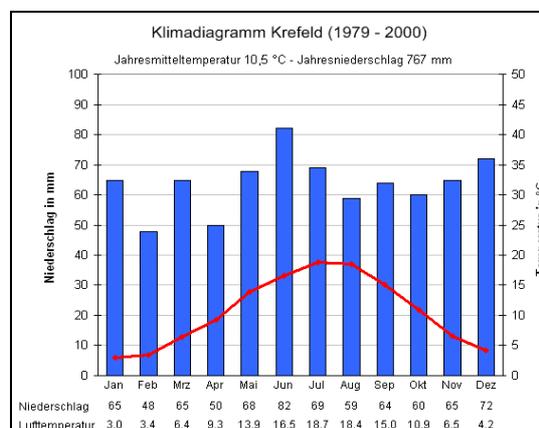


Abb. 3 Klimadiagramm Krefeld (www.dwd.de (7.6.2009), modifiziert)

2.2. Wien

Wien ist die Bundeshauptstadt und gleichzeitig eines der neun Bundesländer Österreichs. Die Stadt liegt zwischen den nordöstlichen Ausläufern der Alpen und im nordwestlichen Bereich des Wiener Beckens und wird von der Donau durchzogen.

Die Berge im Westen werden im Süden von den eiszeitlichen Terrassen (Wienerberg und Laaer Berg) fortgesetzt. Wien ist in 23. Bezirke unterteilt. Die Jungbaumanalyse wurde im 16. Bezirk durchgeführt.



Abb. 4 Wiener Bezirke (www.wien.gv.at, (7.6.2009))

2.2.1. Stichdaten

- Einwohner : 1.690.000
- Bevölkerungsdichte: 4.050 Einwohner/km²
- Stadtfläche: 414,89 km²
 - davon Land: 395,29 km² (95,33 %)
 - davon Wasser: 19,36 km² (4,67 %)



Abb. 5 Wiener Landesflagge
(www.wien.gv.at, (7.6.2009))

- Geografische Lage: 48° 12' N, 16° 22' O
- Ausdehnung: Nord – Süd: 22,4 km
West – Ost: 30,0 km
- Höchster Punkt: 542 m ü. A. (Hermannskogel)
- Tiefster Punkt: 151 m ü. A. (Lobau)

2.2.2. Klima

Das Wiener Klima bildet ein Übergangsklima mit ozeanischen Einflüssen aus dem Westen und kontinentalen Einflüssen aus dem Osten. Dies macht sich im Jahresvergleich durch meist stark schwankende Messergebnisse bemerkbar. Insgesamt hat Wien meist nur geringere Niederschlagsmengen und längere Trockenperioden zu verzeichnen, was typisch ist für den pannonischen Raum, in dessen Mitte die Stadt Wien liegt. Die Winter sind im Vergleich zu anderen Teilen Österreichs eher mild. Die mittlere Lufttemperatur beträgt im 30-jährigen Mittel im Stadtzentrum durchschnittlich 11,4 °C, in den Außenbezirken (ZAMG Wetterstation Hohe Warte) 10,2 °C. Die mittlere Niederschlagsmenge liegt bei rund 600 mm, wobei im Westen der Stadt im Durchschnitt 741,5 mm gemessen werden, hingegen in der inneren Stadt nur 547,9 mm und im Osten nur 514,5 mm. 60 Sommertagen stehen rund 70 Frosttage gegenüber.

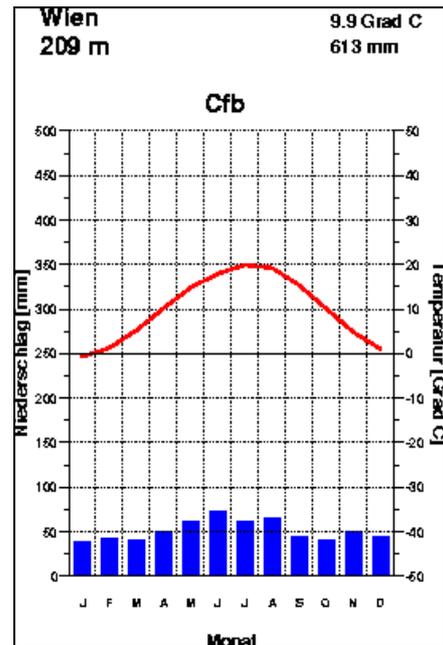


Abb. 6 Klimadiagramm Wien
(www.klimadiagramme.de (7.6.2009),
modifiziert)

2.2.3. Geografie und Geologie von Wien

Wien liegt am östlichen Ausläufer der Alpen, am Westrand des tertiären Wiener Beckens sowie an der vom Pleistozän bis heute im Wiener Raum landschaftsbildenden Donau. Aufgrund dessen lässt sich die geologische Gliederung des natürlichen Untergrundes vornehmen. Der Untergrund der Stadt wird von verschiedenen geologischen Landschaften gebildet:

Schotter und Sande der eiszeitlichen und der jetzigen Donau – quartäre Lockersedimente, Lockergesteine - tertiäre Lockersedimente des Wiener Beckens, Festgesteine der Flyschzone und der Kalkalpen im westlichen Wienerwaldgebiet.

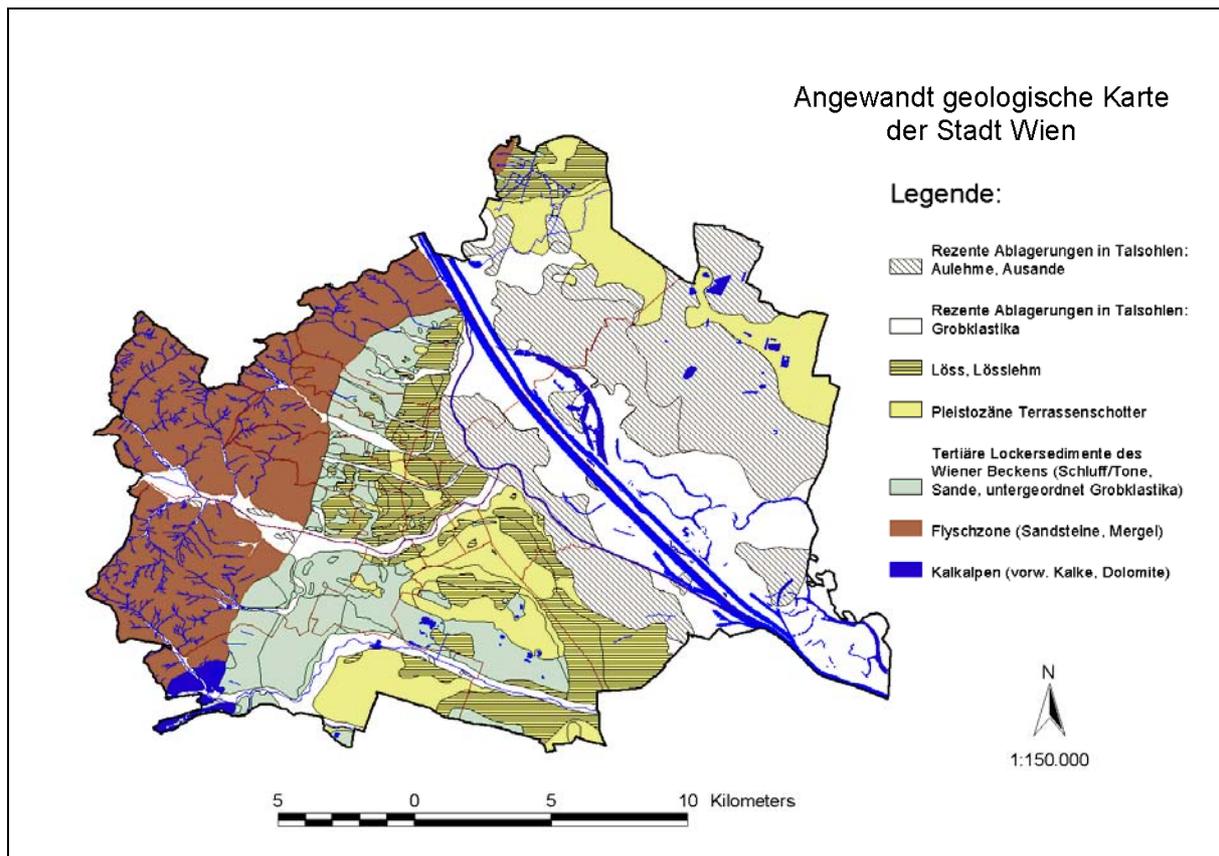


Abb. 7 Geologie von Wien. (www.wien.gv.at (7.6.2009))

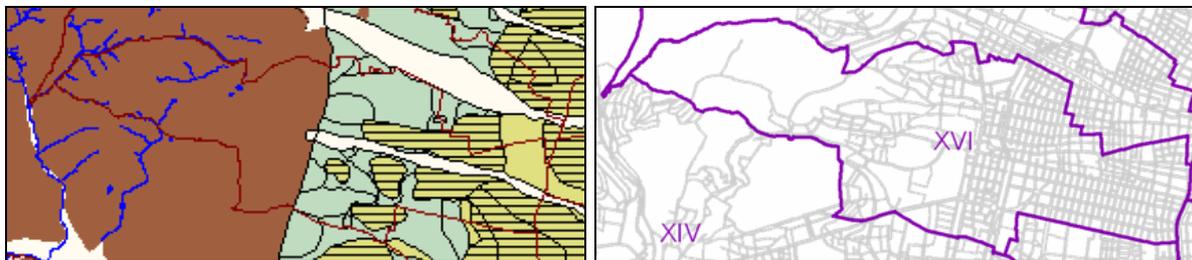


Abb. 8 und 9 Vergrößerung der Geologie und Kartierung der Straßen im 16. Bezirk in Wien.
(www.wien.gv.at(7.6.2009), modifiziert)

2.2.4. Ottakring 16. Bezirk



Abb. 10
Wappen
Ottakring

Zurzeit leben 94.200 Einwohner/innen auf 8,65 Quadratkilometer im 16. Bezirk Ottakring. Die Bevölkerungszahlen sind nach statistischen Angaben rückläufig.

63 % der Fläche ist durch Gebäude und Verkehrsflächen versiegelt. Pro 1.000 Einwohner/-innen fahren 326 Pkw auf den Straßen. Dazu kommen die Pendler aus den umliegenden Bezirken.

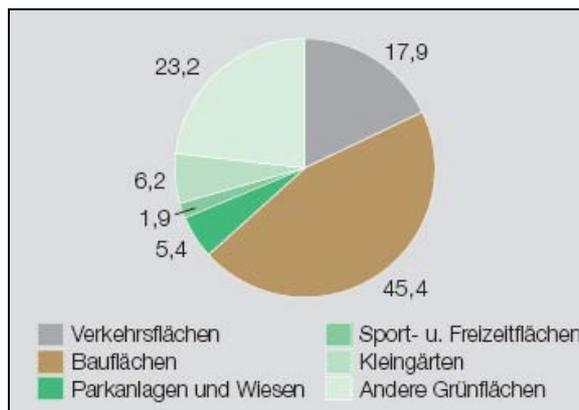


Abb. 11 Bezirksfläche nach Nutzungsarten, 16. Bezirk Wien, 2009. (www.wien.gv.at (7.6.2009))

Gemeindestraßen		
Gemeindestraßen (Nebenstraßen, Hauptstraßen)	in m	100.233
Unbefestigte Flächen bzw. Grünflächen	in m ²	100.063
Fahrbahnen	in m ²	836.355
Gehsteige und Fahrbahnteiler	in m ²	455.947
Länge der Radverkehrsanlagen	in m	20.860
Baulich getrennt ausgebildete Radwege	in m ²	4.820

Abb. 12 Verteilung der Gemeindeflächen in m² im 16. Bezirk, Wien. (www.wien.gv.at(7.6.2009))

3. Beschreibung der Abteilungen für Baumpflege und Baumkontrolle in Krefeld und Wien (16. Bezirk)

3.1. Grünflächenamt Krefeld

Die Krefelder Grünflächenamtsabteilung „Baumüberwachung und Baumpflege“ betreut in Krefeld 25.000 Bäume. Zur besseren Organisation und Beweisführung in Schadensfällen wird seit 1989 ein Baumkataster gepflegt.

Zur Straßenbaumpflege stehen bei der Stadt Krefeld 15 MitarbeiterInnen, ein Sachgebietsleiter, drei Gärtnermeister für die jeweiligen Baumpflegebezirke, ein Gärtnermeister für die Bearbeitung der Baumschutzsatzung, zwei Gärtnerhandwerker, vier Gärtnerbaumpfleger, vier Kraftfahrer / Gartenarbeiter und verschiedene MitarbeiterInnen in Qualifizierungsmaßnahmen zur Verfügung.

Die MitarbeiterInnen nutzen eine 13-m-Hubarbeitsbühne, eine 22-m-Hubarbeitsbühne, eine 26-m-Hubarbeitsbühne, zwei Containerfahrzeuge und einen

15-t-Lastkraftwagen für ihre Arbeit. An besonders schwierig erreichbaren Baumstandorten verwenden sie die Seilklettertechnik.

Die Baumpfleger arbeiten auf Grundlage der Zusätzlichen Technischen Vereinbarungen für Baumpflege (ZTV), Zusätzliche Technische Vereinbarung für Straßenbäume 04, der Richtlinien zum Ausbau von Straßen LP 4, der DIN 18920 und den Baumkontrollrichtlinien der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL). Richtlinien für die Verwendung und Zusammensetzung des Pflanzsubstrates gibt es nicht. In Krefeld wird bei Neupflanzungen mit Humus angereicherte Muttererde verwendet.

Die Pflegekontrolle an Jungbäumen wird einmal jährlich durchgeführt. Die Baumkontrolle zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit zwei Mal pro Jahr.

3.2. Die Stadtgärten Wien, MA 42

Die Magistratsabteilung 42 ist unter anderem für die Planung, Errichtung, Erhaltung und Pflege der Grünanlagen sowie des Baumbestandes im Bereich öffentlicher Verkehrsflächen in Wien zuständig. Seit 2008 wird zur besseren Organisation ein Baumkataster verwaltet. Unterteilt in Straßen- und Anlagenbäume sind rd. 238.400 Bäume in der zentralen Baumdatei erfasst. Davon sind rund 87.100 Straßenbäume.

Tab. 1 Aufteilung der Pflegezuständigkeit aller Straßen- und Anlagenbäume auf die sieben Gartenbezirke (GB) und das Referat Neues Grün, 2007. (Kontrollamt der Stadt Wien)

Organisationseinheit	Wiener Gemeindebezirke	Straßenbäume	Anlagenbäume	Gesamt
GB 1	1,3 - 9	8.000	9.300	17.300
GB 2	2,20	10.200	15.500	25.700
GB 3	10,11	10.500	35.500	46.000
GB 4	12,23	13.000	23.000	36.000
GB 5	13,14,15,16	11.600	9.600	21.200
GB 6	17,18,19	8.600	10.800	19.400
GB 7	21,22	11.200	19.200	30.400
Neues Grün	1 - 23	14.000	28.400	42.400
Summe		87.100	151.300	238.400

Bäume für Neupflanzungen werden entweder von den internen Baumschulen Eßling, Spargelfeld und Mauerbach bezogen oder von Fremdfirmen zugekauft.

Tab. 2 Herkunft und Betrachtung der Kosten, der von der MA 42 gepflanzten Bäume in Wien von 2004 bis 2006. (Kontrollamt der Stadt Wien)

Jahr	aus eigener Produktion		Zukauf		Gesamt	
	in Stück	in EUR	in Stück	in EUR	in Stück	in EUR
2004	1.160	195.460,00	2.743	574.117,00	3.903	769.577,00
2005	950	230.536,75	2.017	725.040,00	2.967	955.576,75
2006	1.118	291.754,00	2.328	736.695,00	3.446	1.028.449,00
Summe	3.228	717.750,75	7.088	2.035.852,00	10.316	2.753.602,75

Die technischen Rahmenbedingungen setzt die „Richtlinie für die Pflanzung & Jungbaumpflege von Straßenbäumen für Wien“ der Wiener Stadtgärten. Sie beschreibt nicht nur die Pflanzung von Jungbäumen, sondern gibt auch eine Anleitung für den Substrateinsatz bei Neupflanzungen und die Jungbaumpflege.

Die Bodensubstrate für Neupflanzungen werden von beauftragten Fremdfirmen nach den neuen Richtlinien gemischt und geliefert. Das zweischichtig eingebaute Substrat ist wie folgt zusammengesetzt:

- Oberbodensubstrat
 - 50% Sand
 - 25% Mineralboden
 - 25% Splitt

- Unterboden
 - 30% Sand
 - 70% Splitt

Gleichzeitig wird in die alten Bestände das neue Substrat mit eingearbeitet. Man rechnet mit einer Umstellungsdauer von 2 Jahren.

Aufgrund des bekannten Raummangels in den Straßen von Wien ist keine Mindestgröße für die Errichtung einer Baumscheibe oder – streifens vorgegeben. Je nach „Möglichkeit“ soll die Breite und Länge angelegt werden.

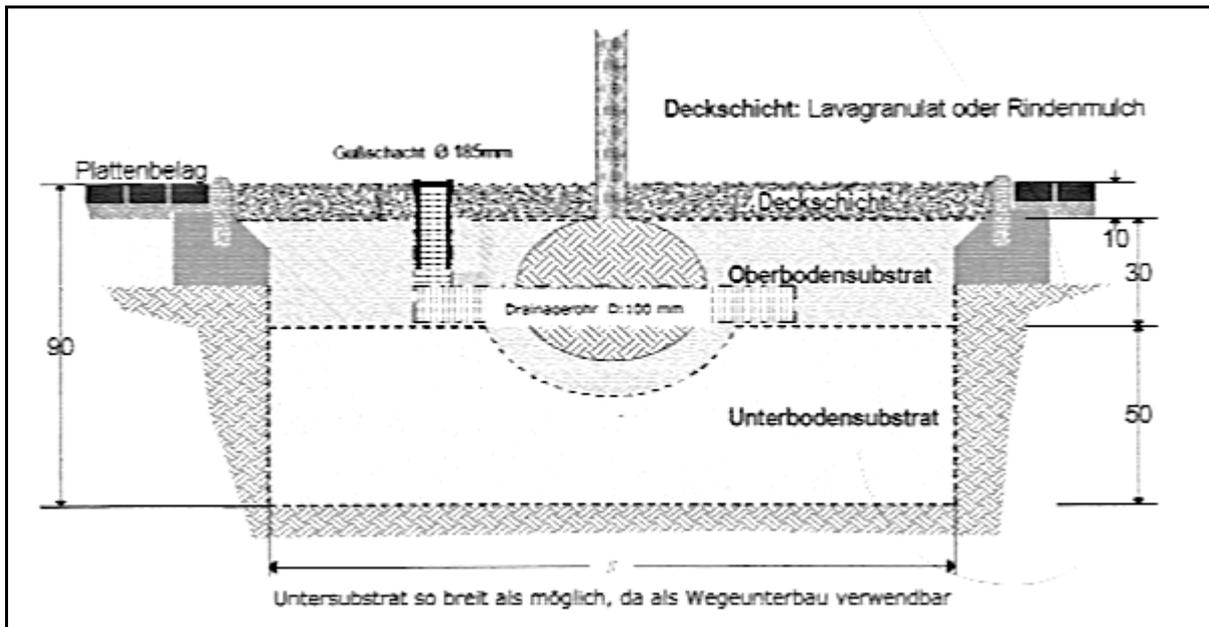


Abb. 13 Richtlinie der Wiener Stadtgärten für eine Baumscheibe mit Gulsschacht und Ringdrain
(WIENER STADTGÄRTEN, 2008)

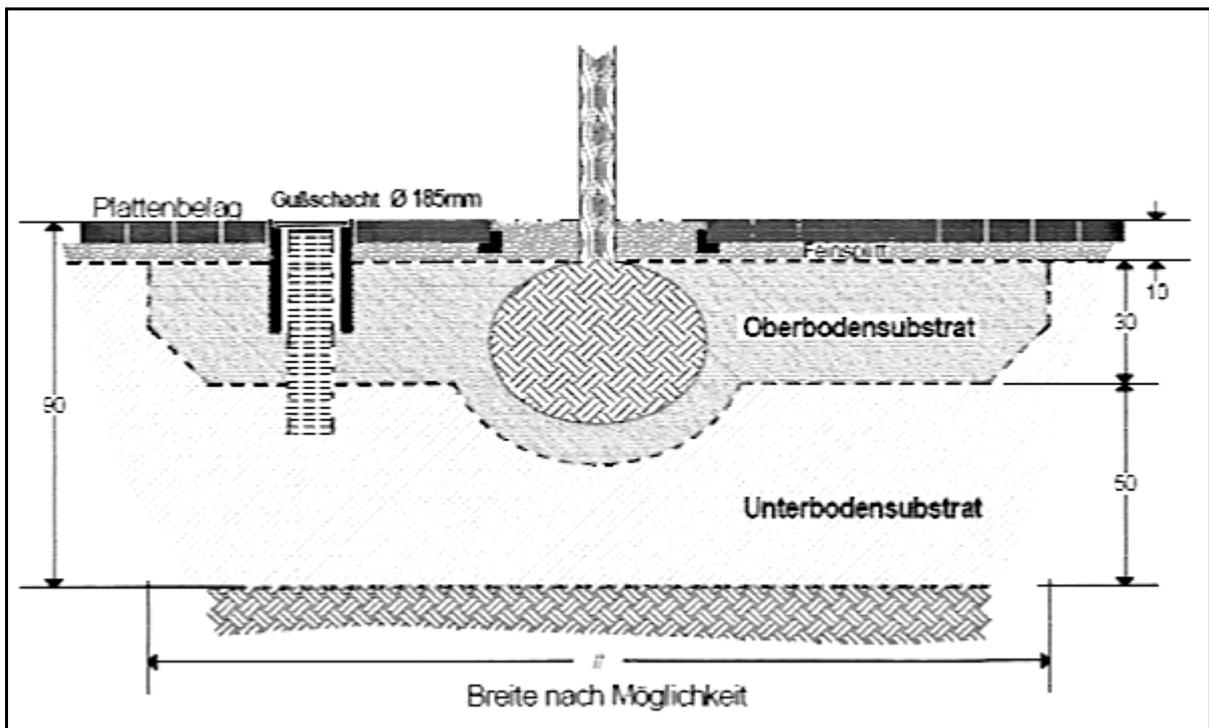


Abb. 14 Richtlinie der Wiener Stadtgärten für eine Baumscheibe mit Pflasterdecke und Gulsschacht
(WIENER STADTGÄRTEN, 2008)

Eine Baumkontrolle der Jungbäume wird ein bis zweimal im Jahr durchgeführt. Die Jungbaumpflege nur nach Bedarf.

In der Kronenpflege sollen Astabschnittstellen bei Aufastungen zum überwiegenden Teil unter 3 cm liegen.

4. Aufnahmemethodik der Jungbäume in Krefeld und Wien

16. Bezirk

4.1. Auswahl des Baumbestandes

Es wurden Bäume ausgewählt, die innerhalb der letzten 10 Jahre an Straßen gepflanzt worden sind. Die Baumarten sollen für das Stadtgebiet charakteristisch sein. Es wurde versucht eine ausgeglichene Verteilung der Standorte, bei Exposition, Baumscheibe oder –streifen und Standortniveau zu erreichen.

Das Grünflächenamt Krefeld und das Referat Baumsicherheit und –pflege in Wien, stellten Daten zu Standort, Pflanzjahr und Baumart der Jungbäume aus den Baumkatastern zur Verfügung.

4.2. Karten der gewählten Straßenzüge



Abb. 15 Karte der gewählten Straßenzüge in Krefeld, 2009. (www.google.maps.de (8.6.2009), modifiziert)



Abb. 16 Karte der gewählten Straßenzüge in Wien (16. Bezirk), 2009. (www.google.maps.de (8.6.2009), modifiziert)

4.3. Aufnahmebogen

Um die Bäume genau kartieren zu können wurde ein Aufnahmebogen erstellt, in dem alle wichtigen Daten genau aufgelistet wurden. Er gliedert sich in einen Teil, der den Standort beschreibt, einen Teil mit Angaben zum Baum und in einen dritten Teil mit genauen Angaben zur Baumpflege. Zusätzlich wurden von den Bäumen Fotos im belaubten und unbelaubten Zustand gemacht, die im Anhang dieser Arbeit zu finden sind.

4.4. Methodik der Datenaufnahme

4.4.1. Standort und Umgebung

Baumnummer	Jeder Baum wurde von 1 bis 125 nummeriert und die Nummer in die Straßenpläne zur genauen Lokalisierung eingetragen.
Baumnummer der Stadt	Die Bäume sind von der Stadt mit Nummern gekennzeichnet. Diese wurde zur besseren Orientierung mit in den Plan genommen.
Baumart	Die Baumart wird in lateinischer Sprache angegeben.
Straße	Hier wird der Straßenname festgehalten.
Pflanzjahr	Aus den Baumkatastern der Städte wurden die Pflanzjahre entnommen.
Exposition	Die Exposition gibt die geografische Ausrichtung der Straße in Bezug zu den Himmelsrichtungen an.
Straßentyp	Unterteilt wird in Durchzugsstraße, Nebenstraße, Wohnstraße oder Parkplatz.
Niveau	Es wird beschrieben, auf welcher Höhe die Baumscheibe oder –streifen liegt. Auf gleichem Niveau, wie die Straße, dem Fußweg oder auf einem Hochbord.
Umfeld	Wurde der Baum in eine Baumscheibe oder in einen Baumstreifen gepflanzt? Die Maße wurden in Metern angegeben. Ist der Boden außerhalb der Baumscheibe versiegelt oder teilversiegelt?
Verdichtung	Visuell wurde die Bodenverdichtung in fünf Stufen gewertet. VG 1: keine Verdichtung, VG 2: leichte Verdichtung, VG 3: mittlere Verdichtung, VG 4: starke Verdichtung und VG 5: sehr starke Verdichtung.
Bewuchs	Mit welcher Vegetation (Ziergehölze, Stauden/ Sommerblumen, Gräser/Kräuter) oder Ziegelkies und mit welchem Deckungsgrad (0 – 3) die jeweilige Baumscheibe bedeckt ist.

4.4.2. Angaben zum Baum

Baumhöhe, Stammumfang, Kronendurchmesser, Kronenansatz

Die Höhenangabe, Kronendurchmesser und –ansatz der Bäume wurden mit einer Messlatte bestimmt und in Metern angegeben. Der Stammumfang wurde mit einem Maßband jeweils in 1 m sowie in 2 m Höhe gemessen und in cm angegeben.

Stammwunden Äußere Stammwunden wurden visuell bestimmt und in 5 Kategorien eingeteilt. StW1: keine sichtbare Stammverletzungen bis, StW5: sehr schwere Stammverletzungen.

Kronenstruktur und Kronenvitalität

Die Kronenstruktur wurde in 5 Stufen bonitiert. Bei der Kronenvitalität wurden 5 Vitalitätsstufen festgelegt.

Beengung der Krone Einschränkungen des Kronenwachstums durch Gebäude, Oberleitungen usw. sind hier dargelegt.

4.4.3. Pflegezustand des Baumes

Baumstützung und Baumbindung

Die Art, das Material und deren Zustand wird beurteilt. Der Zustand ist entweder als vorhanden und in sehr guter Ausführung zu bewerten oder als defekt bzw. sogar schädigend.

Baumscheibenschutz Ebenfalls wurde der Einsatz von Bügeln, Rosten, Pfählen, Bewässerungs- und Belüftungsrohren in den Bogen eingetragen.

Schnittmaßnahmen Die unterschiedlichen Schnittmaßnahmen werden in Dringlichkeitsstufen von 1 – 3 angegeben. Man unterscheidet zwischen Aufasten, Seitentriebschnitt und Konkurrenztriebschnitt.

Übererdung Die Ausführung der Pflanzung in Bezug auf die Höhe des Wurzelhalses wurde bewertet. ÜH1: fachgerechte Pflanzausführung, ÜH2: mäßig tief eingeschüttet, ÜH3: tief eingeschüttet, ÜH4: zu hoch freistehend.

4.5. Methodik der Bodenuntersuchungen

Je Stadt wurden 10 Bodenproben mittels Bodenbohrer aus einer Tiefe von 20 bis 40 cm gezogen und bis zur Untersuchung im Labor im Kühlschrank gelagert.

4.5.1. Aktueller und potentieller pH-Wert

Bei der pH-Wert Messung der Bodenproben wurde 1 Teil Feinboden (10 g) mit 2,5 Teilen (25 ml) destilliertem Wasser (aktueller pH-Wert) oder mit 2,5 Teilen (25 ml) 0,01 M CaCl₂ (potentieller pH-Wert) in einem Fläschchen vermengt, geschüttelt und 2 Stunden verschlossen stehen gelassen. Vor der Messung wurde das Gemenge nochmals geschüttelt und kurz beiseite gestellt. Nachdem sich der Boden gesetzt hatte, erfolgte die Messung mittels einer Elektrode.



Abb. 18 Gerät zur Messung des pH-Wertes, Institut für Ingenieurbiologie BOKU - Wien, 2009

4.5.2. Kalkgehalt

Die Messung des Kalkgehaltes der Bodenproben erfolgte mit dem Scheibler - Apparat. Dabei wurden 2 bis 3 g Boden mit 10 % -iger Salzsäure in Kontakt vermisch. Durch die Zerstörung der Karbonate mit der Salzsäure bildet sich CO₂, welches gasvolumetrisch bestimmt wird. Mittels nachfolgender Formel kann aus dem Volumen des entwichenen CO₂-Gehaltes der Kalkgehalt (CaCO₃) in % berechnet werden. Mithilfe des Tabellenwertes wird das in ml gemessene CO₂-Volumen unter Berücksichtigung der Raumtemperatur und des Atmosphärendrucks in mg umgerechnet.

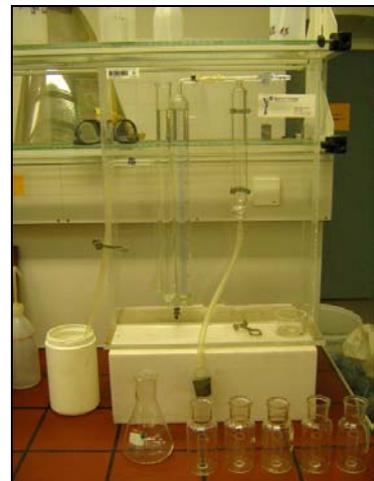


Abb. 19 Scheibler – Apparat, Institut für Ingenieurbiologie BOKU - Wien, 2009

$$\% \text{ Ca CO}_3 = \frac{\text{ml CO}_2 \times \text{Tabellenwert} \times 2,274 \times 100}{\text{Einwaage in mg}}$$

Einwaage in mg

4.5.3. Dichtemessung des Bodens

Der Verdichtungsgrad des Bodens wurde mit dem Penetrologger bestimmt. Bei der Messung wird der Widerstand gegen das Eindringen einer Metallsonde gemessen, die langsam in den Boden gedrückt wird. Diese Messungen des Eindringwiderstandes liefern Druckwerte, die mit steigender Bodendichte zunehmen. Gleichzeitig werden die Messwerte gespeichert und in einem Kraft – Weg – Diagramm grafisch dargestellt. Die Ergebnisse sind von der Bodendichte, dem Feuchtigkeitsgehalt sowie von der Bodenstruktur und –textur oder dem Gehalt an organischen Inhaltsstoffen und Steinen, abhängig.

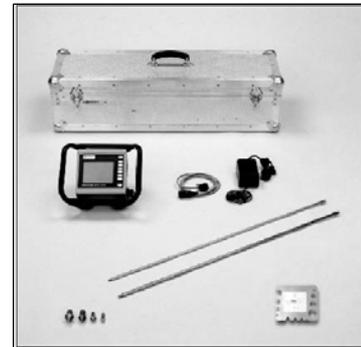


Abb. 20 Penetrologgerset

(www.upgmbh.com, (20.06.2009))

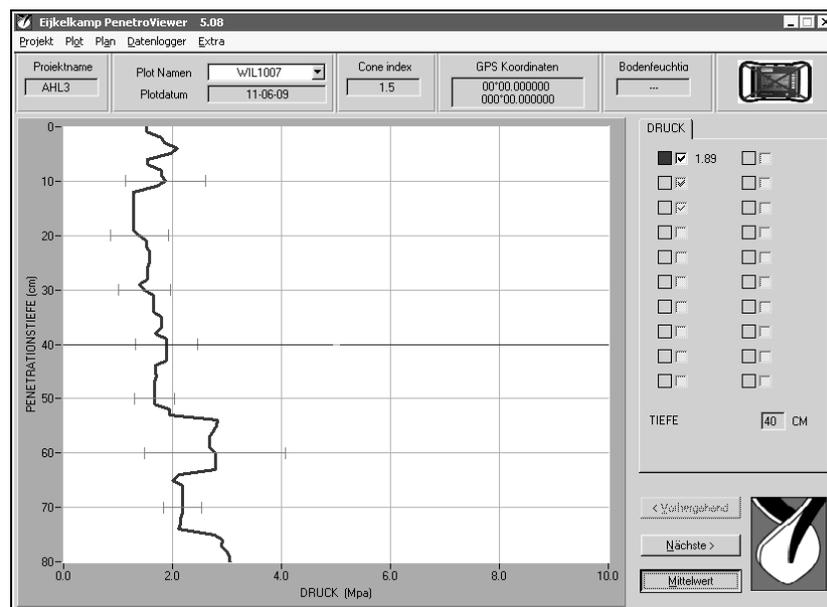


Abb. 21 Grafische Darstellung der Ergebnisse (Mittelwert) des Penetrologgers, (Messung 05.06.09, Wilhelminengasse, Wien)

Die wachsenden Wurzelspitzen unterscheiden sich in vielen Aspekten vom Eindringen einer Metallsonde: Wurzelspitzen dringen nur sehr langsam in den Boden ein, sondern Schleimstoffe ab, verdicken sich und sind in der Lage um Hindernisse, wie zum Beispiel Steine, herumzuwachsen. Rückschlüsse von direkten Beziehungen zwischen den Drücken, die wachsende Wurzeln ausüben, und den

Widerstandswerten des Penetrometers sind aufgrund der angeführten Einflüsse nicht voll und ganz zu rechtfertigen.

4.6. Aufnahmezeitpunkt

Die Daten wurden von Februar 2009 bis Juni 2009 bei mehreren Begehungen erhoben. Die Baumaufnahmen und die Erhebung zum Standort, Pflege sowie Kronenstruktur fanden zu Beginn statt. Im belaubten Zustand wurde die Kronenvitalität bestimmt. Die Bodenuntersuchungen wurden in den Sommermonaten durchgeführt.

5. Ergebnisse der Standortbedingungen

5.1. Straßentyp

In Krefeld befinden sich 41 % (25 Stück) der aufgenommenen Bäume in **Durchzugsstraßen**. Sie stehen in der Ritterstraße, am deutschen Ring oder am Hauptbahnhof. Die Belastung durch Straßenverkehrsemissionen und Streusalze sind hier am höchsten.

In Wien wurden 33 % (21 Bäume) in Durchzugsstraßen untersucht. Die Bäume am Hofferplatz im Fußgängerbereich wurden in diese Kategorie eingeordnet. Der Standort der Bäume grenzt direkt an die stark befahrende Thaliastraße.

Nebenstraßen sind weit weniger stark befahren. Streusalzbelastung und Emissionen durch den Straßenverkehr sind geringer. 10 Bäume in der Seyffardstraße in Krefeld und 27 Bäume in der Wiener Hasnerstraße, Wilhelminengasse und Gallitzinstraße wurden in die Kategorie der Nebenstraßen aufgenommen.

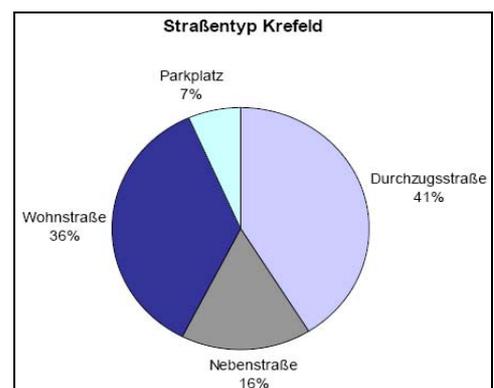


Abb. 22 Verteilung der untersuchten Straßentypen in Krefeld, 2009



Abb. 23 Verteilung der untersuchten Straßentypen in Wien (16. Bezirk), 2009

Wohnstraßen, wie die Spinnereistraße und der Reinersweg in Krefeld oder das ruhige Teilstück der Gallitzinstraße in Wien, werden nur von Anwohnern genutzt. Dieser Straßentyp weist die geringsten Belastungen durch Streusalze und Verkehrsemissionen auf. Hier befinden sich 36 % der in Krefeld sowie 11 % der in Wien untersuchten Bäume.

Neun Bäume aus der Gallitzinstraße in Wien wurden in die Kategorie **Parkplatz** eingestuft. Zwar wird die Gallitzinstraße in diesem Bereich als Wohnstraße gewertet, doch der Seitenstreifen, auf dem die Baumscheiben sich befinden, ist als Parkfläche für Autos freigegeben. In Krefeld wurden nur 11 % (4 Bäume) auf Parkplätzen untersucht.

5.2. Exposition

Die Exposition gibt die geografische Ausrichtung der Straße an. In der Stadt, wo hohe Häuser eng beieinander, oft dicht an der Straße stehen, wirken sich Sonneneinstrahlung, Wind und Wärme unterschiedlich auf die Bäume aus, als im freien Raum.

Je nach Ausrichtung der Straße entstehen Schatten, windgeschützte Bereiche oder Zonen mit starker Wind- bzw. Wärmeentwicklung.

Die Straßen 16. Bezirk in Wien erstrecken sich größtenteils in Ost – West Richtung. Somit liegen auch 78 % der untersuchten Bäume in Straßen mit Ost – West Exposition. In Krefeld sind es 63 %.

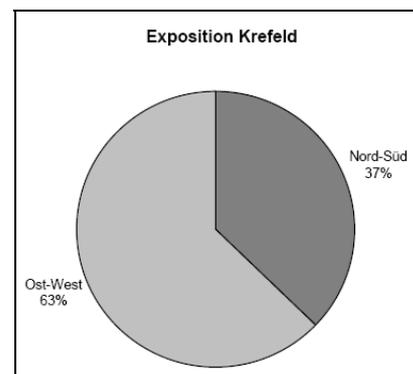


Abb. 24 Verteilung der Exposition der untersuchten Straßen in Krefeld, 2009

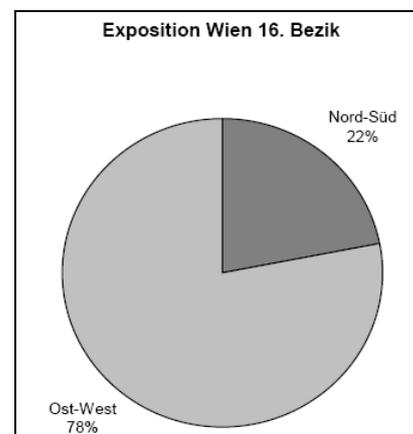


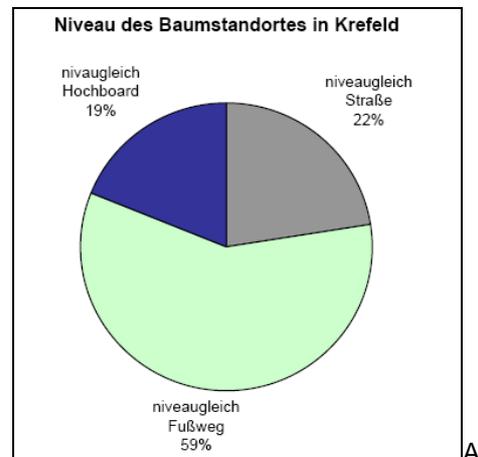
Abb. 25 Verteilung der Exposition der untersuchten Straßen in Wien (16. Bezirk), 2009

5.3. Niveau des Baumstandortes

Baumscheibe oder –streifen, die sich auf dem Niveau der **Straßen** befinden, sind ungeschützt vor Schäden durch Befahren und Betreten. Die Folge sind Verdichtungen des Bodens, Verletzungen des Baumes an Wurzel oder Stamm und Eintrag von Pflanzen schädigenden Stoffen ins Erdreich. Die Hälfte der untersuchten Bäume in Wien und 9 % in Krefeld wachsen unter diesen Bedingungen.

Alle Bäume, die **niveaugleich zum Fußweg** liegen, sind vor dem Straßenverkehr geschützt. Bodenverdichtungen und Baumverletzungen treten aber auch hier verstärkt auf. Menschen treten ungehindert auf die Baumscheiben oder –streifen, es werden Fahrräder an den Baumstamm gelehnt oder Hunde ausgeführt. Fast sechzig Prozent (34 Bäume), der in Abbildung 26 dargestellten Baumscheibenin, -streifen in Krefeld befinden sich auf Gehsteighöhe. In Wien sind es 28 % (18 Bäume).

Die Bäume in der Spinnerei- und Seyffardstraße in Krefeld und in der Possingergasse stehen auf **Hochborden**. In Krefeld sind die Hochborde auf der Straße angelegt und so auch vor Fußgängern abgegrenzt.



bb. 26 Verteilung des Standortniveaus der Bäume in Krefeld, 2009



Abb. 27 Baumpflanzung niveaugleich zur Straße, Wien (16. Bezirk), 2009

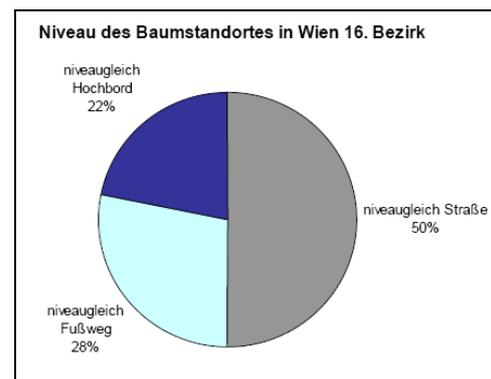


Abb. 28 Verteilung des Standortniveaus der Bäume in Wien (16. Bezirk), 2009

In Wien, trennt der Hochbordstreifen in der Possingergasse, die Durchzugsstraße von einem Parkplatz. Hochborde wirken wie eine Barriere für Menschen, Fahrzeuge oder Streusalze. Der Baum hat in einem Hochbord deutlich bessere Wachstumsbedingungen.



Abb. 29 Hochbord in der Spinnereistraße in Krefeld, 2009

5.4. Baumscheiben oder Baumstreifen

Bei der Auswahl der Bäume wurde auf eine gleichmäßige Verteilung der Standorte bezüglich Baumscheibe oder Baumstreifen geachtet.

Baumstreifen bieten dem Baum mehr Platz als Baumscheiben, da sich die Wurzeln wenigstens in eine Richtung vollständig ausbilden können. Für eine ausreichende Luft und Wasserversorgung der Wurzeln sollte die Größe einer Baumscheibe, -streifens fachgerecht dimensioniert sein.

Gallitzinstraße, Wien, 2009

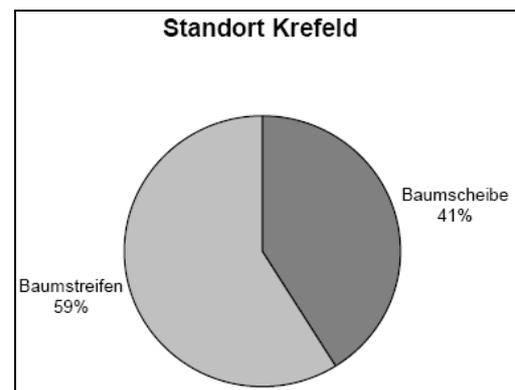


Abb. 31 Verteilung Baumstreifen oder Baumscheibe, Krefeld, 2009



Abb. 30 Baumscheiben und -streifen,

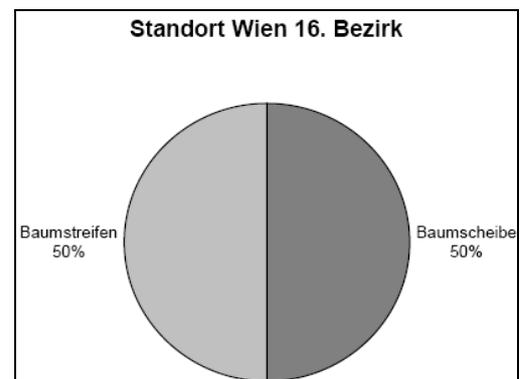


Abb. 32 Verteilung Baumscheibe oder Baumstreifen, Wien (16. Bezirk), 2009

5.5. Baumscheibengröße

Je nach Fachliteratur oder Richtlinien der einzelnen Städte unterscheiden sich die Angaben zur optimalen Ausdehnung der Baumscheibe. Die Stadt Wien legt in ihren Arbeitsunterlagen zur Pflanzung und Jungbaumpflege keine Größe fest. Lediglich eine Pflanztiefe von neunzig Zentimetern ist angegeben. In Krefeld richtet man sich nach eigenen Angaben an die „Empfehlungen für Baumpflanzungen“ (2004) der FLL. Die Pflanzgrube soll so überbaut werden, „dass die offene Baumscheibe möglichst groß ist“ mit einem dauerhaften 50 cm Abstand vom Stamm.

MAYER's (1982) Empfehlungen sind in Tab. 3 dargestellt.

Tab. 3 Empfohlene Mindestgröße von Baumscheiben nach MAYER (1982)

Mindestgröße für Baumscheiben nach MAYER (1982)	
Baumscheibengröße für klein- und schmalkronige Bäume	6 m ²
Baumscheibengröße für mittelkronige Bäume	8 m ²
Baumscheibengröße für großkronige Bäume	12 m ²

FLORINETH, KLOIDT und LEITNER (2008) befürworten je nach Größe des Baumes eine Baumscheibengröße von 6 – 16 m². Die Mindest Pflanztiefe soll 1,5 m betragen. In der folgenden Auswertung der Baumscheibengrößen in Krefeld und Wien (16. Bezirk) gelten die Empfehlungen von FLORINETH, KLOIDT und LEITNER (2008) als Maßstab.

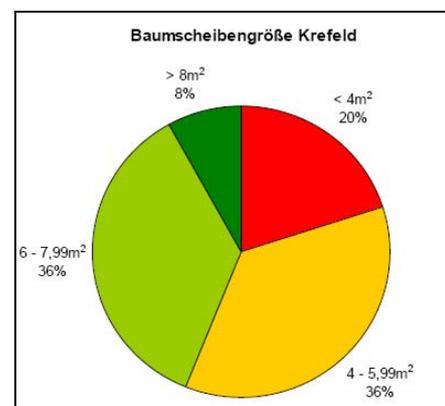
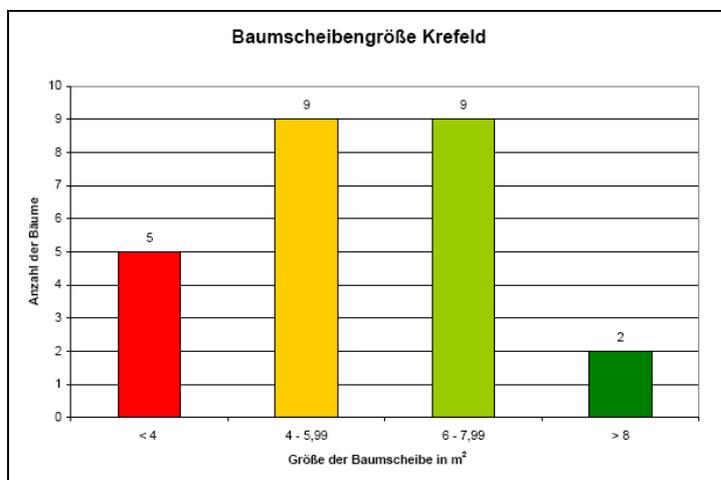


Abb. 33 und 34 Verteilung der Größe (m²) der untersuchten Baumscheiben in Krefeld, 2009

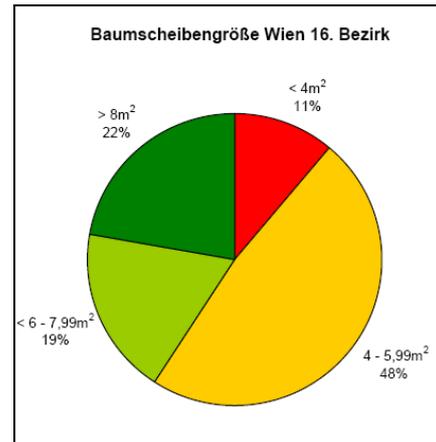
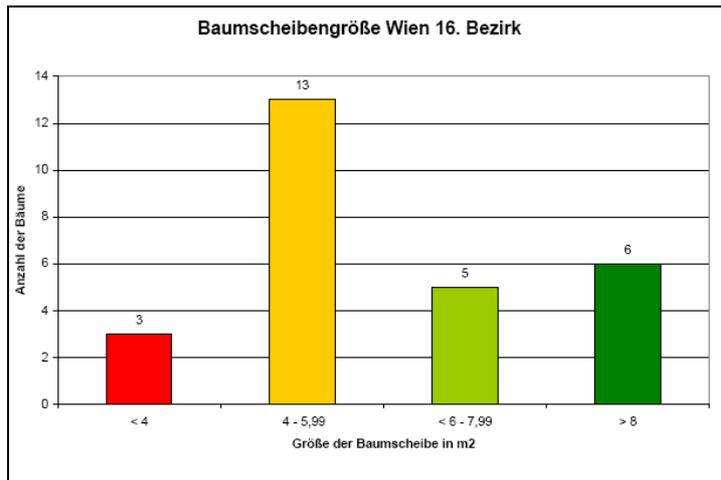


Abb. 35 und 36 Größe (m²) der untersuchten Baumscheiben in Wien (16. Bezirk), 2009

In beiden Städten sind über die Hälfte (Krefeld, 56%; Wien, 16. Bezirk, 59%) der untersuchten Baumscheiben kleiner als 6 m². In Krefeld am Hauptbahnhof sind die Baumscheiben sogar kleiner als 4 m².

Beispiele für ausreichende Dimensionierung von Baumscheiben finden sich in der Spinnereistraße in Krefeld oder in der Gallitzinstraße in Wien.



Abb. 37 und 38 Beispiele für zu klein dimensionierte Baumscheiben, Gallitzinstraße in Wien und Hauptbahnhof in Krefeld, 2009

5.6. Baumstreifenbreite

FLORINETH, KLOIDT und LEITNER (2008) empfehlen je nach Baumgröße eine Baumstreifenbreite von 2,5 bis 4,5 m.

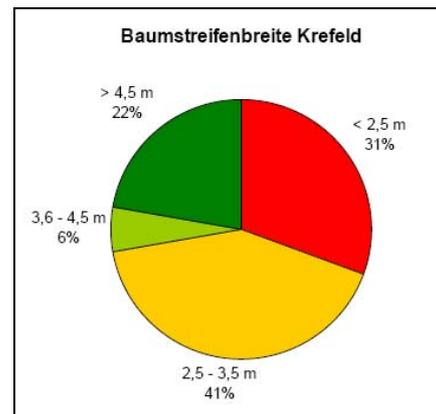
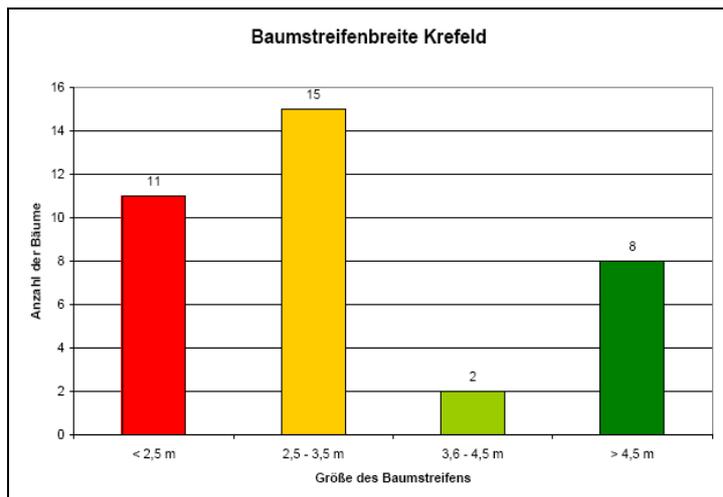


Abb. 39 und 40 Breite (m) der untersuchten Baumstreifen in Krefeld, 2009

In Krefeld sind 31 % der Baumstreifen zu schmal. Dazu gehören die Bäume in der Ritterstraße. Jungbäume in breiten Baumstreifen, findet man in am deutschen Ring oder teilweise im Reinersweg.

Wie schon bei den Baumscheiben, geben die Wiener „Richtlinien zur Pflanzung & Jungbaumpflege von Straßenbäumen“ (2008) nur den Hinweis, die Baumstreifen, „je nach Möglichkeit“ auszuheben. Dass das in den meisten Fällen zu wenig ist, zeigen die Abb. 41 und 42 sehr deutlich. Bis auf den Bäumen in der Gallitzinstraße wachsen alle anderen in Baumstreifen kleiner als 2,5 m. In der Possingergasse stehen alle aufgenommenen Bäume, des *Carpinus betulus* in einem 1,4 m breiten Erdstreifen.

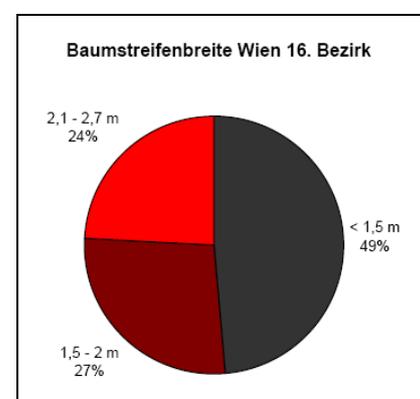
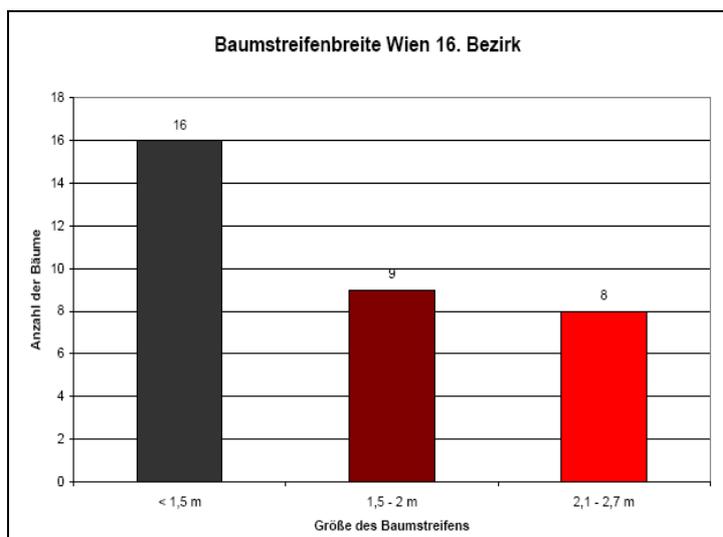


Abb. 41 und 42 Breite (m) der untersuchten Baumstreifen in Wien (16. Bezirk), 2009



Abb. 43 und 44 Beispiele für zu klein dimensionierte Baumstreifen, Possingergasse in Wien und Ritterstraße in Krefeld, 2009

5.7. Versiegelung der Standortumgebung

Die Beschaffenheit des unmittelbaren Standortumfeldes ist für den Baum von großer Bedeutung. Diese Bedeutung steigt, wenn die freie Fläche der Baumscheibe oder des Baumstreifens bereits für die Luft- und Wasserkapazität zu klein ist. Versiegelte Flächen aus Asphalt oder Beton verhindern die Luft- und Wasseraufnahme zusätzlich. Alle Standortumgebungen mit Großpflastersteinen oder weitfugigen Pflasterungen sowie alle Pflanzstreifen zählen zu den teils versiegelten Flächen. Die Verteilung der untersuchten Standorte in versiegelt und teils versiegelt ist in Abb. 45 und 46 dargestellt.

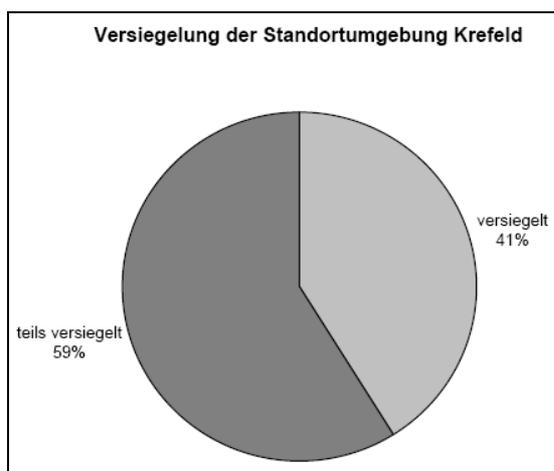


Abb. 45 und 46 Verteilung der Standortumgebung der untersuchten Standorte in Krefeld und Wien (16. Bezirk)

5.8. Bewuchs der Baumscheiben, -streifen

Spontane Vegetation und Gräser/Kräuter

bilden die größte Gruppe und finden sich auf 47% der Standorte im Aufnahmegebiet Wien (16. Bezirk) und auf 44 % in Krefeld. Meist werden sie als Unkraut gesehen, weil sie zwischen den Ziergehölzen und Boden deckenden Gehölzen wachsen. Man findet auch viele Standorte, die ausschließlich mit Gras bewachsen sind. Hier könnte ein Problem entstehen, wenn die Rasendecke den Großteil des Niederschlags bereits aufnimmt und die Sauerstoffaufnahme der Baumwurzeln gehemmt wird. Zusätzlich können durch das ständig notwendige Mähen, bei Unaufmerksamkeiten tödliche Schäden am Kambium entstehen. Daher ist vor allem im Stammbereich eine Abdeckung mit Rindenmulch, einer Gräser/ Kräuter Vegetation vorzuziehen.

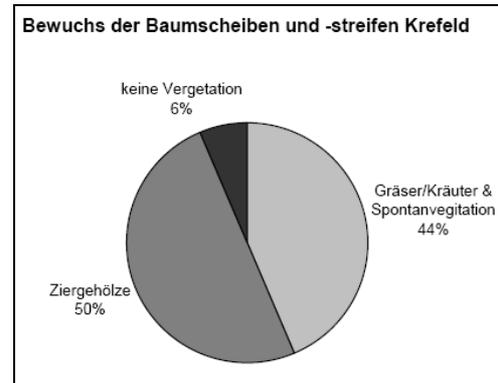


Abb. 47 Verteilung des Bewuchses auf den untersuchten Baumscheiben, -streifen, Krefeld, 2009

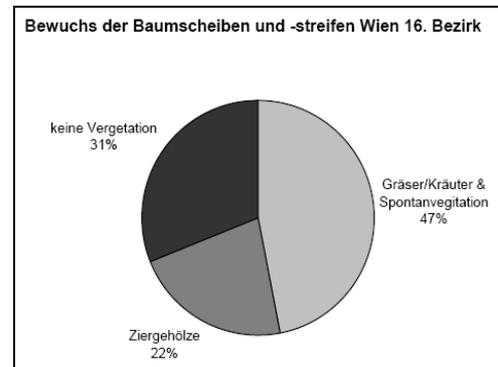


Abb. 48 Verteilung des Bewuchses auf den untersuchten Baumscheiben, -streifen, Wien 16. Bezirk, 2009

Auf der Hälfte aller aufgenommenen Standorte in Krefeld befinden sich **Ziergehölze** als Baumunterpflanzungen. Die Unterpflanzung sollte wenn möglich erst nach zwei Jahren erfolgen.

Als Baumstandorte **ohne Vegetation** wurden Baumscheiben oder -streifen bezeichnet, die mit Rindenmulch, Kieseln oder Steinen abgedeckt waren und so den Unkrautwuchs unterdrücken oder auf der sich durch Bodenverdichtung keine Spontanvegetation bildet, was zu 31 % in Wien der Fall war.

Für den **Deckungsgrad (DG)** der Baumscheiben, -streifen mit Unterbewuchs wurde folgende Einteilung vorgenommen:

Tab. 4 Definition der Deckungsgrade für den Bewuchs der Baumscheibenstandorte

Deckungsgrad
DG 0 : 0-10% Bodenbedeckung durch Bewuchs bzw. Steine
DG 1: 11-50% Bodenbedeckung durch Bewuchs bzw. Steine
DG 2: 51-90% Bodenbedeckung durch Bewuchs bzw. Steine
DG 3: 91-100% Bodenbedeckung durch Bewuchs bzw. Steine

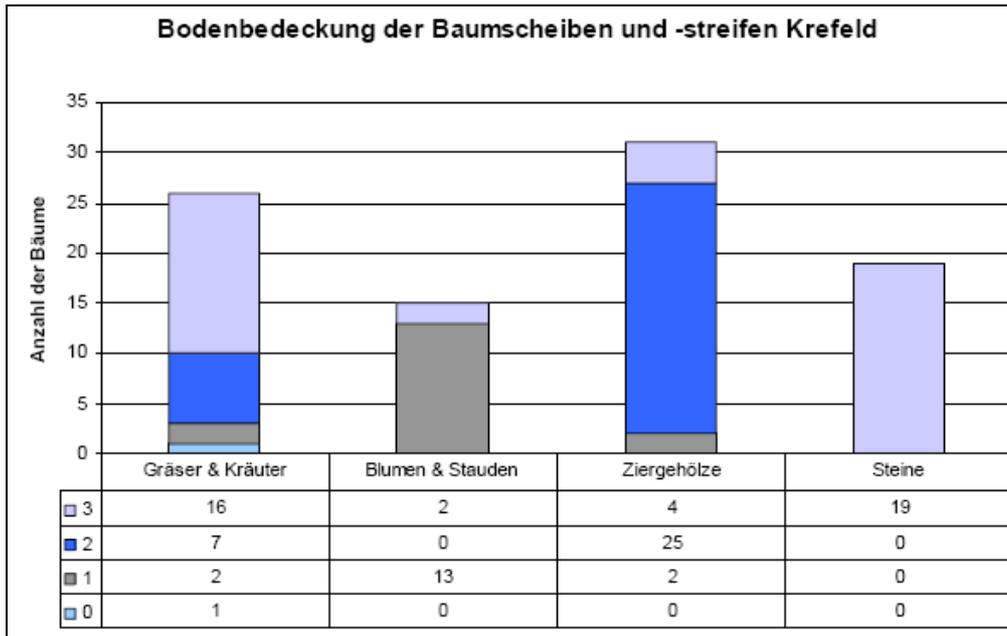


Abb. 49 Deckungsgrade des Bewuchses der untersuchten Baumstandorte, Krefeld, 2009

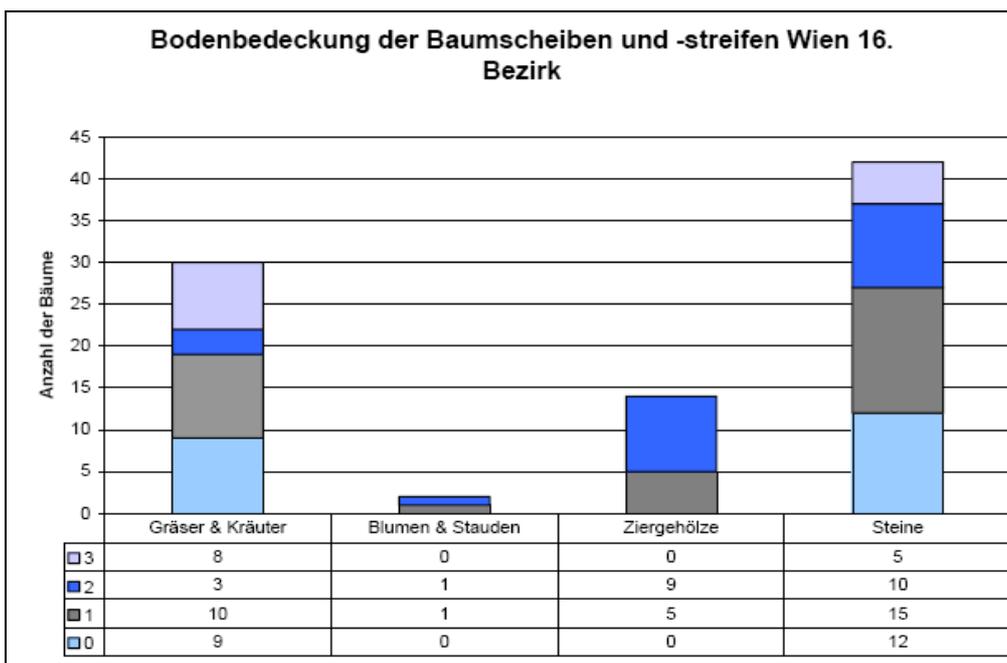


Abb. 50 Deckungsgrade des Bewuchses der untersuchten Baumstandorte, Wien 16. Bezirk, 2009

5.9. Visuelle Verdichtung der Baumscheiben, -streifen

Verdichtungen im Boden entstehen im städtischen Raum vor allem durch den Menschen, dessen Autos und durch Tiere. Durch die Bodenverdichtung kommt es zu Einschränkungen im Wurzelbereich und die Wurzelaktivität wird durch mangelnde Luftzufuhr beeinträchtigt. Der Baum ist reagiert auf Verletzungen langsam, aber mit nachhaltigen Schäden. Dazu gehört das Absterben von Wurzeln, eine Verminderung der Vitalität, eingeschränkte Reaktionsfähigkeit bei Wunden. Von außen sichtbare Zeichen sind Kronenauslichtung, kleinere Blätter und Vergilbungen, Totholz in der Krone, Absterben von Feinästen, kümmerwuchs, Pilzbefall. Das kann bis zum Absterben des gesamten Baumes führen (MALEK et al., 1999).

Der Grad der Bodenverdichtung wurde optisch bestimmt und nach einem Schulnotensystem von 1 bis 5 unterteilt.

Tab. 5 Einteilung der visuellen Verdichtung

Visuelle Verdichtung
VG 1 keine Verdichtung
VG 2 leichte Verdichtung
VG 3 mittlere Verdichtung
VG 4 starke Verdichtung
VG 5 sehr starke Verdichtung

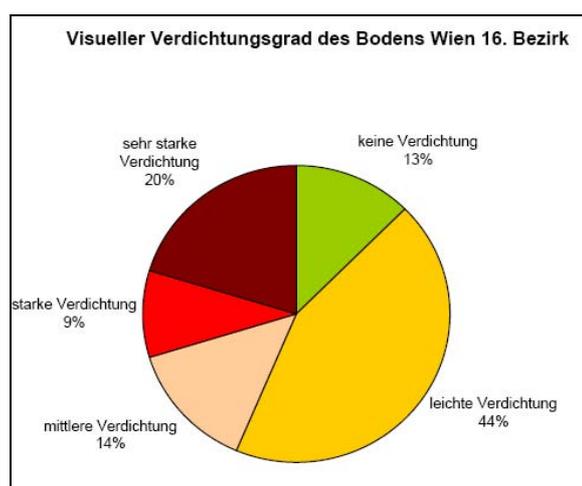
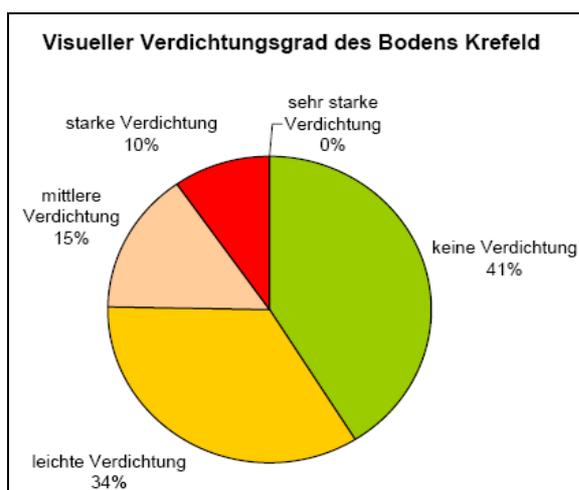


Abb. 51 und 51a Verteilung der visuellen Bodenverdichtung in Krefeld und Wien (16. Bezirk), 2009

In Krefeld sind die Baumstandorte weniger verdichtet (75% keine und leichte Verdichtung) als in Wien mit 57%. Sehr starke visuelle Verdichtungen weisen in

Wien im 16. Bezirk 20% der Baumscheiben, -streifen auf. Besonders in der Hasnerstraße und am Hofferplatz in Wien. Wie wirkungsvoll ein Baumscheibenschutz ist, zeigt in der Hasnerstraße die Rotblühende Roßkastanie Nummer 65. Sie ist umzäunt und der Boden zeigt nur leichte Verdichtungen.



Abb. 52 umzäunte Baumscheibe und Abb. 53 verdichtete Baumscheibe in der Hasnerstraße, Wien (16. Bezirk), 2009

5.10. Beengung der Krone

Ist die Krone durch zu nahe Objekte, wie Gebäude oder Oberleitungen, eingeschränkt, werden oft Schnittmaßnahmen durchgeführt. Um Verletzungen durch zu große Schnittwunden zu vermeiden sollte bei der Pflanzung je nach Standortbeschaffenheit die entsprechende Baumart gewählt werden.

Der Großteil der kontrollierten Bäume ist im Kronenwachstum nicht eingeschränkt.

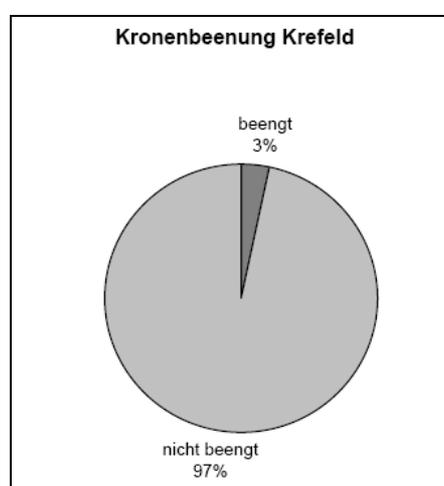


Abb. 54 und 55 Verteilung der Kronenbeengung in Krefeld und Wien (16. Bezirk), 2009

6. Ergebnisse des Allgemeinzustandes der Straßenbäume

6.1. Baumarten

Insgesamt wurden 125 Bäume in Krefeld und Wien im 16. Bezirk in die Auswertung mit einbezogen. Die Aufnahme verteilt sich auf 16 verschiedene Baumarten, die für die Stadtgebiete charakteristisch sind.

Tab. 6 Aufzählung der untersuchten Baumarten in Krefeld und Wien 16. Bezirk, 2009

Lateinische Bezeichnung	Deutsche Bezeichnung
<i>Aesculus hippocastanum</i> 'Laciniatum'	Rosskastanie
<i>Aesculus x carnea</i>	Rotblühende Rosskastanie
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Rosskastanie
<i>Aesculus hippocastanum</i> 'Baumannii'	Nicht fruchtende Rosskastanie
<i>Carpinus betulus</i>	Gemeine Hainbuche
<i>Celtis australis</i>	Südlicher Zürgelbaum
<i>Fraxinus angustifolia</i> 'Raywood'	Schmalblättrige Esche
<i>Fraxinus excelsior</i>	Gemeine Esche
<i>Gleditsia triacanthos</i> 'Skyline'	Schmalkronige Gleditschie
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Tulpenbaum
<i>Pyrus calleriana</i> 'Chanticleer'	Chinesische Wildbirne
<i>Quercus palustris</i>	Sumpf - Eiche
<i>Sorbus intermedia</i>	Schwedische Mehlbeere
<i>Sophora japonica</i>	Schnurbaum
<i>Sophora japonica</i> 'Regent'	Schnurbaum
<i>Tilia cordata</i>	Winterlinde

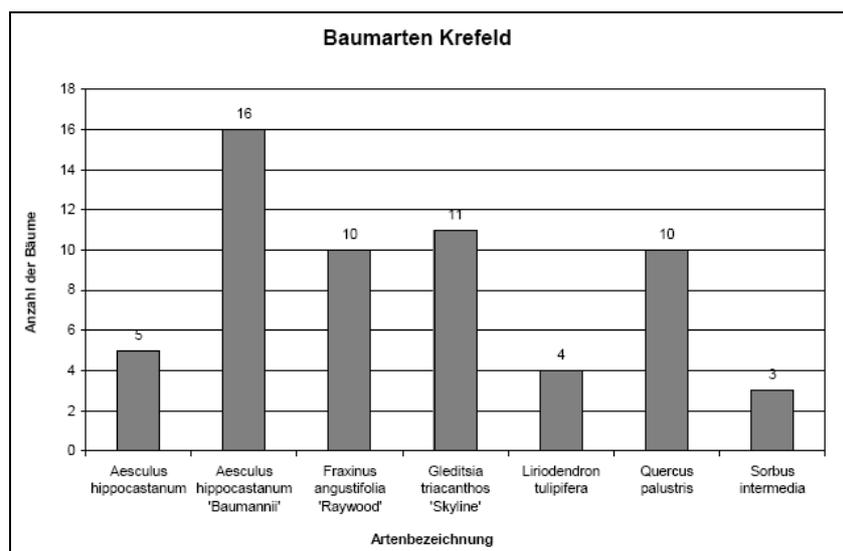


Abb. 56 Verteilung der untersuchten Baumarten in Krefeld, 2009

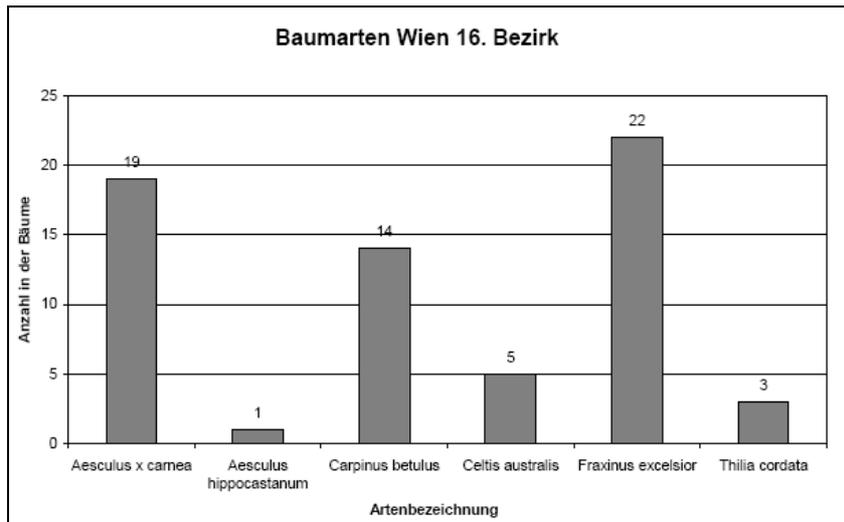


Abb. 57 Verteilung der untersuchten Baumarten in Wien (16. Bezirk), 2009

6.2. Baumhöhe

Die Höhe der Bäume wurde mit einer Messlatte gemessen und mit Bezug auf das Pflanzjahr in den folgenden Abbildungen grafisch dargestellt. Die Bäume der Rotblühende Roßkastanie aus der Hasnerstraße und der Wilhelminengasse in Wien, hatten bei der Pflanzung einen Stammdurchmesser von 15 bis 25 cm und waren 4 bis 5 m groß. Über den Zeitraum der letzten 10 Jahre ist ein gleichmäßiges Wachstum beim Großteil der Bäume zu erkennen. Nur die Rotblühende Roskastanie in Wien (Baum Nr. 121, Pflanzjahr 2000) hat Entwicklungsprobleme.

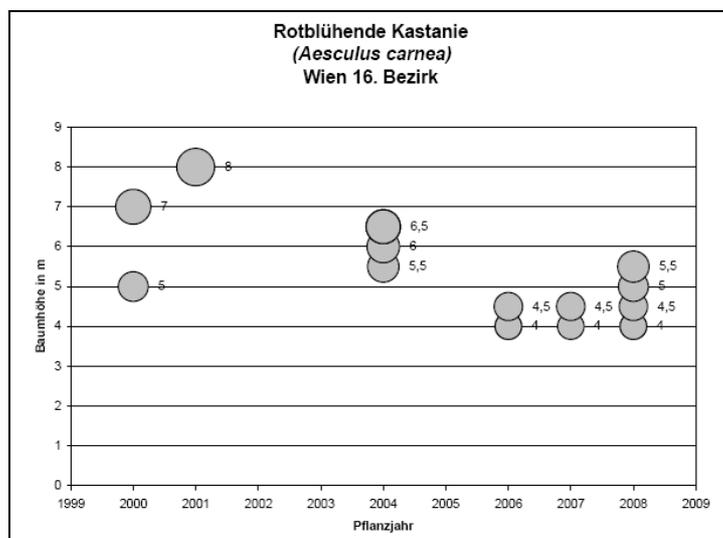


Abb. 58 Verteilung der Baumhöhe nach Pflanzjahr von *Aesculus x carnea*, Wien (16. Bezirk), 2009

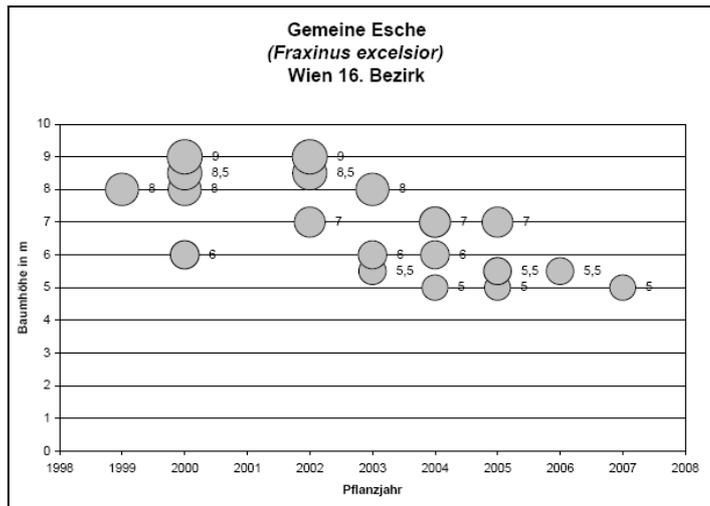


Abb. 59 Verteilung der Baumhöhe nach Pflanzjahr von *Fraxinus excelsior* Wien (16. Bezirk), 2009

Die gemeinen Eschen in der Gallitzinstraße in Wien wurden mit einem Stammumfang von 25cm und einer Höhe von 4 bis 5 m gepflanzt. Die Abbildung 59 zeigt eine große Streuung. Bei gleichen Pflanzjahren gibt es Unterschiede bis zu drei Meter Höhe. Dies könnte auf Vitalitätsprobleme hindeuten.

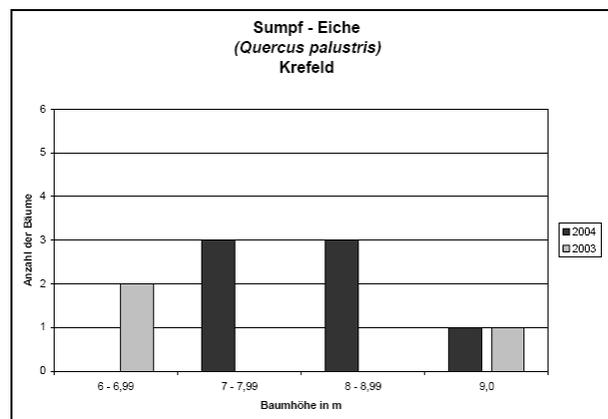
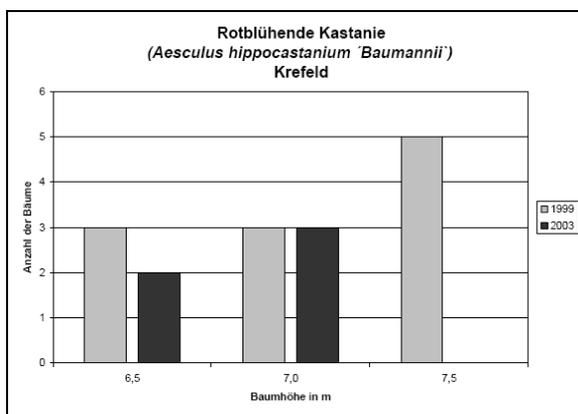


Abb. 60 und 61 Verteilung der Baumhöhe nach Pflanzjahr von *Aesculus hippocastanum* 'Baumannii' und *Quercus palustris*, Krefeld, 2009

Die rotblühende Kastanie am deutschen Ring und in der Ritterstraße in Krefeld unterscheiden sich in ihrer Wuchshöhe kaum, obwohl sie vier Jahre im Pflanztermin auseinander liegen. Am Reinersweg in Krefeld pflanzte man die Jungbäume in den Jahren 2003/4. Ihre Höhen unterscheiden sich bis zu drei Metern.

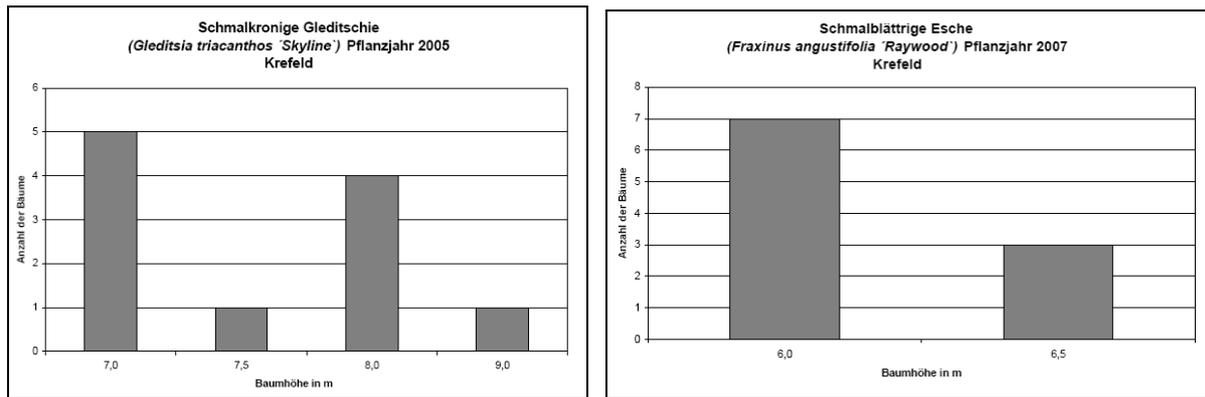


Abb. 62 und 63 Verteilung der Baumhöhe nach Pflanzjahr von *Gleditsia triacanthos* 'Skyline' und *Fraxinus angustifolia* 'Raywood', Krefeld, 2009

Die schmalkronigen Gleditschien in der Spinnereistraße in Krefeld pflanzte man alle zum gleichen Zeitpunkt in, von außen ähnliche, Standortbedingungen. Trotzdem unterscheiden sie sich in ihren Höhen bis zu zwei Metern. Die schmalblättrigen Eschen in der Seyffardstraße sind in ihrer Baumhöhe fast homogen.

6.3. Vollholzigkeit

Ein Qualitätsmerkmal für Straßenbäume ist die Vollholzigkeit. So wird eine möglichst durchgehende Stammstärke bis zum Kronenansatz bezeichnet. Durch den in 1 und 4 m Höhe gemessenen Stammumfang wird mittels der Quotientenermittlung die Voll- bzw. Abholzigkeit eines Baumes berechnet. Dabei wird der obere durch den unteren Stammdurchmesser dividiert.

Ein bis zum Kronenansatz gleichmäßiger Stammdurchmesser bewirkt eine bessere Statik sowie eine stärkere, stabilere Endkrone. Dadurch werden Kosten für die Folgepflege gespart.

In der vorliegenden Untersuchung wurde der Stammumfang in 1 und 2 m Höhe gemessen, da aufgrund der geringen Baumhöhen der Kronenansatz oft bei 2 m liegt.

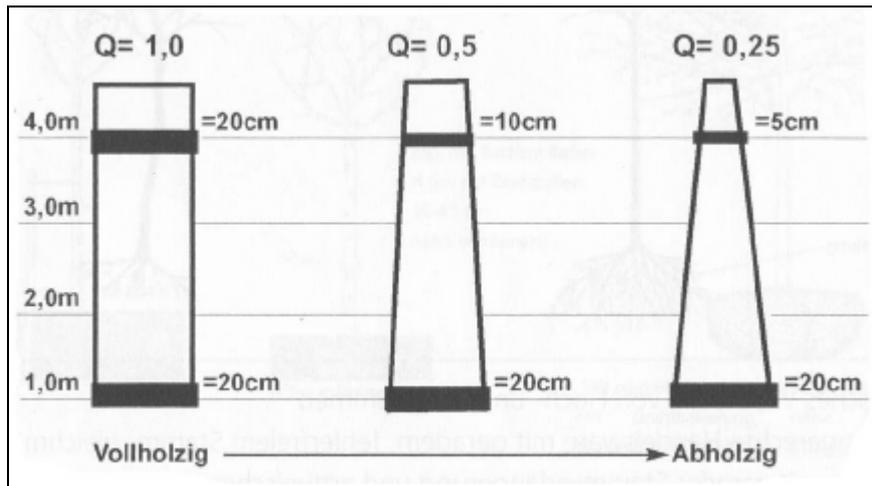


Abb. 64 Stammbeurteilung durch Quotientenermittlung (FLORINETH et al., 2008)

Bei allen Baumarten sind die Ergebnisse positiv zu werten. Eine ausgeprägte Abholzigkeit ist nicht zu erkennen. Zwei Ergebnisse in Abb. 65 werden als nicht signifikant betrachtet. Der niedrige Wert von *Carpinus betulus* ist dadurch zu erklären, dass die maximale Baumhöhe bei vielen Pflanzen oft nur 2 m betrug und somit die Baumspitze gemessen wurde. Der Stammquotient über 1, bei *Fraxinus angustifolia* 'Raywood', entstand durch Verdickungen von alten Verastungen in 2 m Höhe.

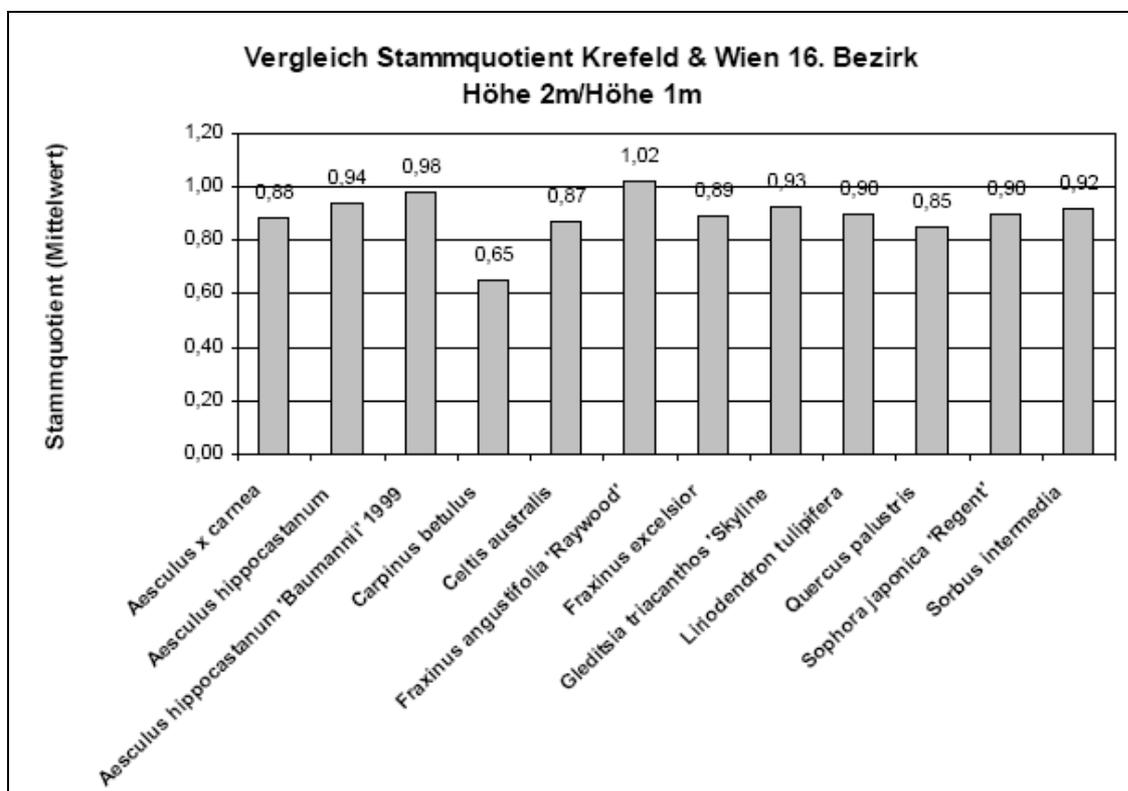


Abb. 65 Vergleich der mittleren Stammquotienten der untersuchten Bäume in Krefeld und Wien (16. Bezirk), 2009

6.4. Kronenstruktur

Die Beurteilung der Kronenstruktur wurde im Februar 2009 nach folgenden Kriterien durchgeführt:

KSt 1: Ein ausgeprägter Leittrieb, regelmäßige Verteilung der Kronenäste, keine Konkurrenztriebe oder Zwieselbildungen. Seitenäste sind weder dominant, noch stehen sie zu dicht oder sind nach innen orientiert.

KSt 2: ein ausgeprägter Leittrieb, regelmäßige Verteilung der Kronenäste, einige Konkurrenztriebe oder dominante Seitenäste.

KSt 3: kein ausgeprägter und durchgehender Leittrieb. Die Verteilung der Kronenäste ist mangelhaft. Die Seitenäste stehen zu dicht und kreuzen einander, es besteht die Gefahr einer Zwieselbildung.

KSt 4: der Leittrieb fehlt, keine Ausbildung einer ausreichenden Krone. Unzureichende Ausprägung und Aufteilung der Seitenäste.

KSt 5: kein Leittrieb und keine ausreichende Krone. Deutliche Zwieselbildung zu erkennen. Es ist kein Aufasten ohne große Schäden möglich.

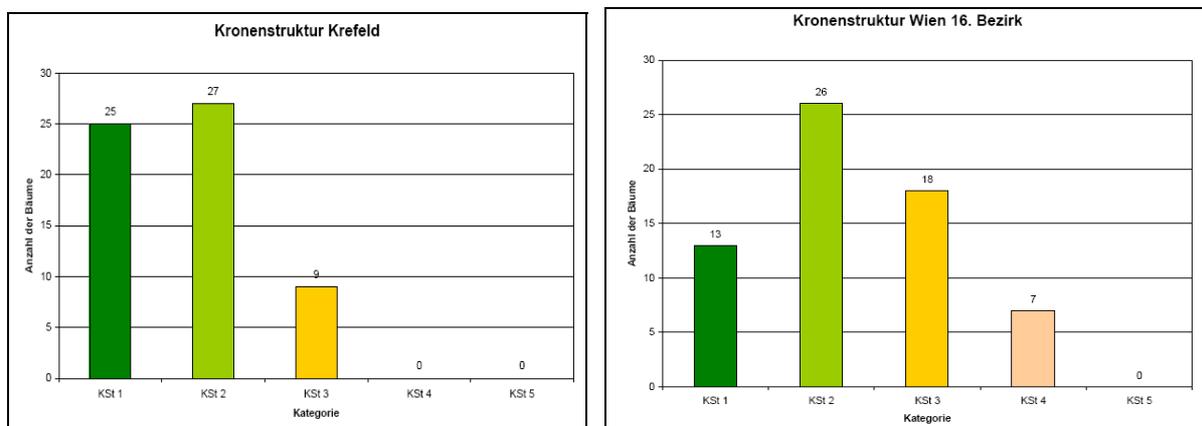


Abb. 66 und 67 Verteilung der Kronenstruktur in Krefeld und Wien (16. Bezirk), 2009

Das wichtigste an der Kronenstruktur eines Jungbaumes ist ein durchgehender Leittrieb, damit auf die vorgeschriebene Höhe von 4,5 m (für das Lichtraumprofil an Straßen) aufgeastet werden kann. Ein durchgehender, ausgeprägter Leittrieb ist bei den meisten Jungbäumen in Krefeld und Wien vorhanden. In Wien sind 18 Bäume mit der Kategorie KSt 3 und 7 Bäume mit KSt 4 bewertet. Diese Bäume verfügen über eine unzureichende Kronenstruktur und werden in Zukunft bei der Erstellung des Lichtraumprofils Probleme bereiten.

Beobachtete Kronenstrukturen in Wien

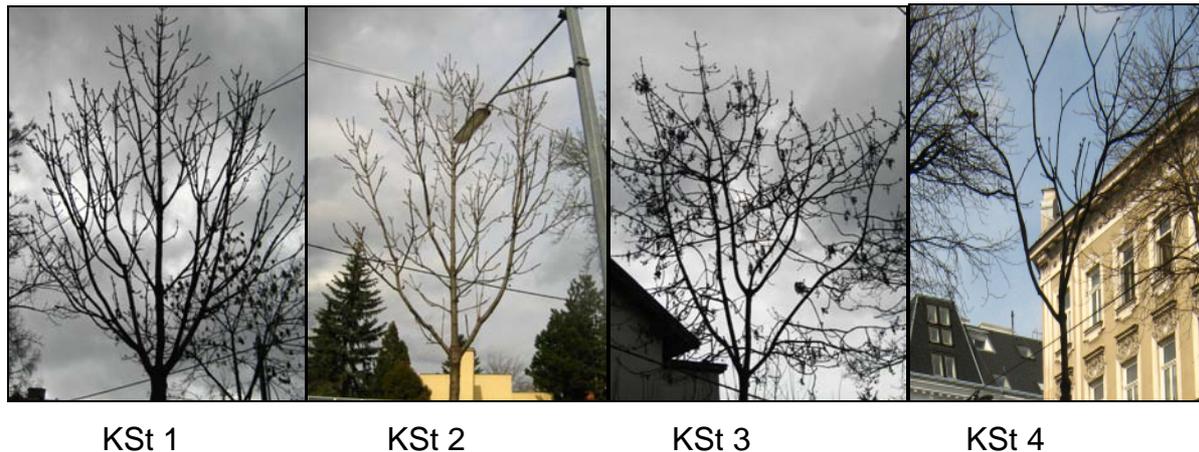


Abb. 68, 69, 70, 71 Verschiedene Kronenqualitäten der untersuchten Bäume, Wien (16. Bezirk), 2009

6.5. Kronenvitalität

Die Vitalität bezeichnet die „Lebenstüchtigkeit“ und hängt von der genetischen Ausstattung und den Umweltbedingungen ab. Sie wird an der Belaubung, dem Wachstum oder der Kronenstruktur gemessen und deutet zugleich auf die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge hin. Die Vitalität charakterisiert nur das äußere Erscheinungsbild und sagt nichts über z.B. den Holzzustand aus. Die Einschätzung der Vitalität vergleicht Bäume der gleichen Art und eines ähnlichen Standortes.

Tab. 7 Einteilung der Vitalitätsstufen nach Belaubungsdichte, Dujesiefken, 2009

Kronenvitalität
KV 1: sehr gute Kronenvitalität, 0-10% Laubverlust
KV 2: gute Kronenvitalität, 11-25% Laubverlust
KV 3: mittlere Kronenvitalität, 26-60% Laubverlust
KV 4: schlechte Kronenvitalität, > 60% Laubverlust
KV 5: abgestorben

In Krefeld wachsen viele Bäume mit einer sehr guten Kronenvitalität. Nur vereinzelt finden sich Bäume mit minderer Kronenvitalität. In der Wiener Gallitzin- und Hasnerstraße stehen auffallend viele Bäume, die in KV 3 und 4 eingestuft wurden. Die drei abgestorbenen Bäume wurden bereits wieder entfernt.

Jungbäume besitzen eine sehr starke Regenerationskraft. Aus diesem Grunde stellt sich die Frage: Was muss passieren, dass ein Jungbaum unter eine Kronenvitalitätsstufe 3 fällt?

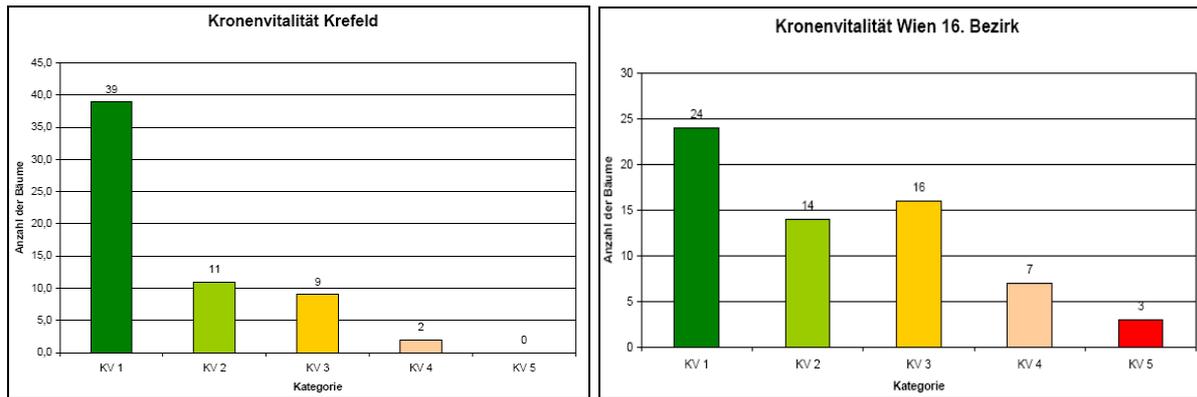


Abb. 72 und 73 Verteilung der Kronenvitalität in Krefeld und Wien (16. Bezirk), 2009

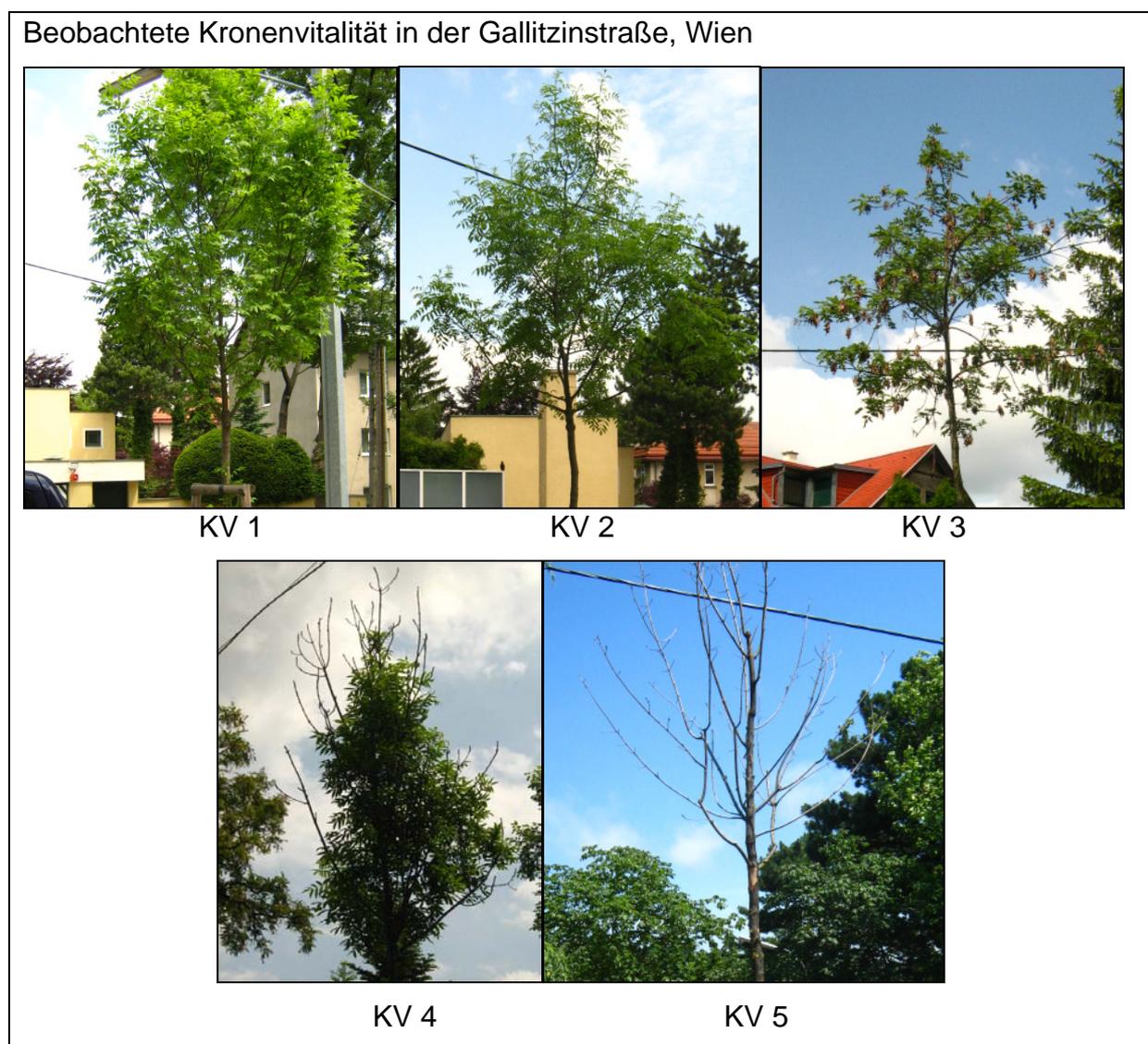


Abb. 74, 75, 76, 77, 78 Verschiedene Kronenvitalitäten bei *Fraxinus excelsior*, Gallitzinstraße, Wien (16. Bezirk), 2009

6.6. Verletzungen im Stammbereich

Die äußeren Stammwunden wurden visuell beurteilt und je nach Größe und Schwere in fünf Kategorien eingeordnet. Die meisten Verletzungen sind mechanischer Art, entstanden durch Mähschäden, eng anliegende Baumstützen oder Baumbindungen, Unfälle mit Fahrzeugen oder durch Insekten. Weitere Ursachen für Verletzungen am Stamm sind Hundeurin oder Sonnennekrosen.

In Wien sind 2/3 der untersuchten Bäume mittelschwer bis sehr schwer am Stamm verletzt. Nur 20 Bäume weisen keine bis leichte Verletzungen auf. In Krefeld ist die Auswertung der Daten umgekehrt. Der Großteil der Bäume weist keine oder nur leichte Stammschäden auf. Am deutschen Ring in Krefeld wurden aufgrund der Bambusmatten, als Stammschutz, keine Verletzungen im Stammbereich kartiert.

Tab. 8 Einteilung der Stammwunden von 1 – 5

Stammwunden (StW)
StW1 keine sichtbare Stammverletzungen
StW2 leichte Stammverletzungen
StW3 mittelschwere Stammverletzungen
StW4 schwere Stammverletzungen
StW5 sehr schwere Stammverletzungen

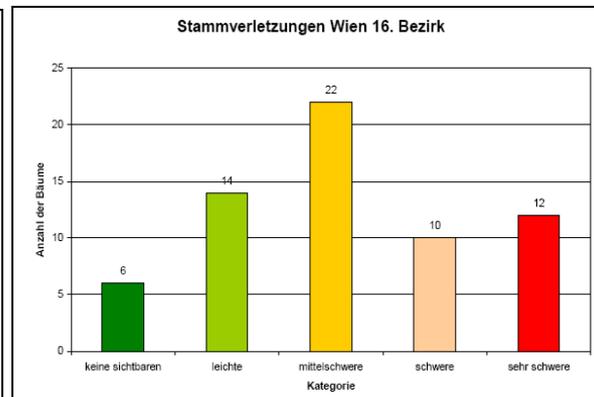
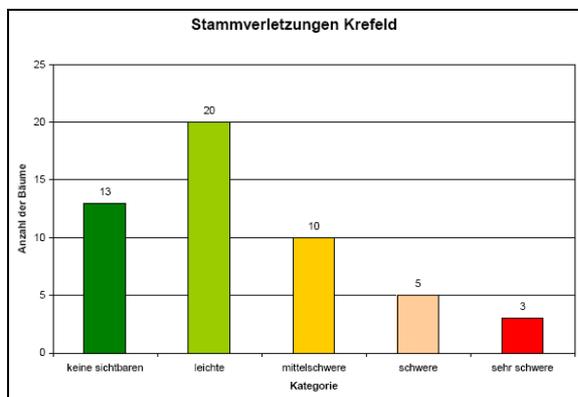


Abb. 79 und 80 Verteilung der Schwere der Stammverletzungen in Krefeld und Wien (16. Bezirk), 2009



Abb. 81, 82, 83, 84 Verschiedene mechanische Verletzungen an Baumstämmen, Krefeld und Wien (16. Bezirk), 2009



Abb. 85 und 86 Stammverletzungen durch Hundeurin, Wien (16. Bezirk), 2009



Abb. 87 und 88 Stammverletzungen durch Insektenbohrungen (links) oder großen Astungswunden (rechts), Wien, 2009

7. Ergebnisse des Pflegezustandes der Straßenbäume

Aus Gründen der Verkehrssicherheit ist es nicht nötig einen jungen oder frisch gepflanzten Baum in die regelmäßige Baum- und Pflegekontrolle mit ein zu beziehen. Doch „ein in der Jugend schlecht gepflegter Baum, schafft Probleme für morgen und übermorgen.“ (FILTMANN, Leiter der Straßenbaumpflege Krefeld, 2009). Und so wird in Fachkreisen empfohlen eine Pflegekontrolle einmal pro Jahr durchzuführen. Sie sollte neben der Kontrolle der Stützen oder Bindungen, das Bewässern und Mulchen sowie je nach Bedarf die Aufastung für das Lichtraumprofil enthalten.

7.1. Dringlichkeit der Kronenpflege

Die Kronenpflege ist für die Erziehung eines gesunden Baumes mit entsprechendem Lichtraumprofil an Straßen von wichtiger Bedeutung. Der Baum muss sich der Verkehrssicherheit unterordnen und hat sich in seiner Entwicklung daran anzupassen. Da das oft nicht seinem natürlichen Wuchs entspricht, muss er erzogen werden. Die Erziehung und der Schnitt sind Maßnahmen mit kleinen Wunden, die größere in der Zukunft verhindern. Bei regelmäßigem Schnitt „gewöhnt“ sich der Baum an die Eingriffe und treibt auch keine starken Neutriebe aus, was beim plötzlichen Schnitt an Altbäumen geschieht.

Die Schnittmaßnahmen sollten alle zwei bis drei Jahre am besten im Mai/Juni durchgeführt werden (DUJESIEFKEN, 2009). In dieser Vegetationsperiode verarbeitet der Baum die Wundheilung am besten. Bei einer Maßnahme ist nach DUJESIEFKEN (2009) nicht mehr als 10 – 15 % der Krone zu entfernen.

Die meisten der in dieser Zustandsanalyse untersuchten Bäume sind 4 bis 7 m groß. Unter dem Aspekt, dass ein Lichtraumprofil an Straßen von 4,5 m vorgeschrieben ist, wird nur die aktuelle Spitze der Jungbäume Teil der zukünftigen Krone sein. Die Hauptaufgabe liegt also darin einen Leittrieb zu schaffen und zu erhalten (**Aufastungsschnitt**). Der Konkurrenztriebschnitt sowie der Seitentriebschnitt nehmen eine untergeordnete Rolle ein. Sich reibende oder kreuzende Äste werden beim **Seitentriebschnitt** entfernt. Der **Konkurrenztriebschnitt** kürzt zum Leittrieb dominante Äste und wirkt der Zwieselbildung entgegen.

Die Schnittmaßnahmen wurden nach folgenden Dringlichkeitsstufen eingeteilt:

Tab. 9 Einteilung der Schnittdringlichkeiten bei der Kronenpflege

Schnittdringlichkeiten	
Dringend	Maßnahmen sollten innerhalb eines Jahres erfolgen
Mäßig dringend	Maßnahmen sollten in den nächsten 3 Jahren durchgeführt werden
Nicht dringend	Für die nächsten 2 bis 3 Jahre besteht kein Schnittbedarf

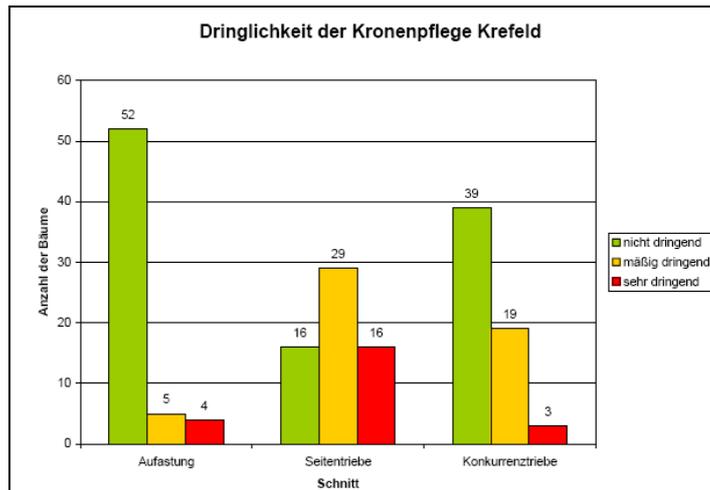


Abb. 89 Verteilung der Dringlichkeit der unterschiedlichen Schnittmaßnahmen in Krefeld

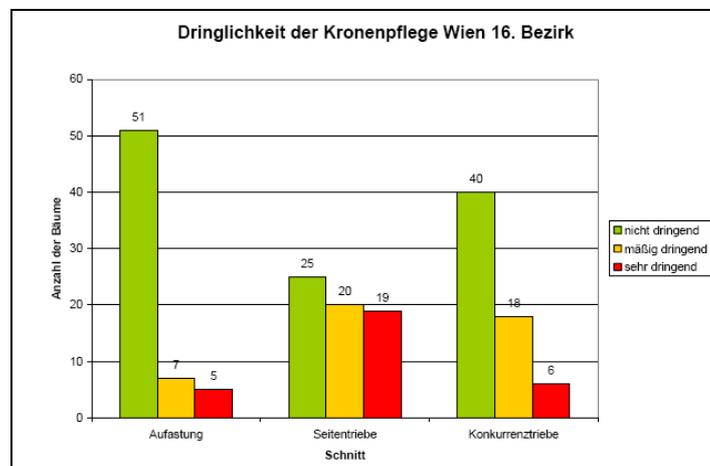


Abb. 90 Verteilung der Dringlichkeit der unterschiedlichen Schnittmaßnahmen in Wien (16. Bezirk), 2009

In Krefeld und in Wien besteht für die nächsten zwei bis drei Jahre kein Schnittbedarf zur Aufastung bei den meisten Jungbäumen. Ähnlich auch die Situation bei Konkurrenztriebschnitt, obwohl bei einigen Bäume Schnittmaßnahmen in den nächsten drei Jahren erfolgen sollten. Auffällig viele mäßig dringende und dringende Arbeiten sollten beim Seitentriebschnitt durchgeführt werden.



Abb. 91 und 92 Dringende Aufastung an *Fraxinus excelsior* erforderlich.
 Stammaustrieb März 09 (links) und Juni 09 (rechts), Gallitzinstraße, Wien, 2009



Abb. 93 und 94 Dringender Seitentriebschnitt erforderlich. Reibende Äste (links), fehlender Leittrieb
 und Zwieselbildung (rechts), Krefeld, 2009

7.2. Übererdungshöhe des Wurzelhalses

Bei der Pflanzung von Bäumen ist darauf zu achten, dass der Wurzelhals in der gleichen Höhe wie in der Anzuchtphase gepflanzt wird. Erfolgt die Pflanzung zu tief, ist der Gasaustausch der Wurzeln erschwert. Schon ein kurzfristiger O₂ Mangel kann nach BALDER (1998) zum Absterben der Wurzelspitzen führen. Liegen die Wurzeln frei, sind sie ungeschützt gegenüber Witterung und Verletzungen.

Die Aufnahme der Pflanzausführung wurde in folgende Kategorien eingeteilt:

Tab. 10 Einteilung der Übererdungskategorien von 1 - 4

Übererdungshöhe

ÜH1: fachgerechte Pflanzausführung

ÜH2: mäßig tief eingeschüttet

ÜH3: tief eingeschüttet

ÜH4: zu hoch freistehend

Die meisten Bäume in Wien (16. Bezirk) und Krefeld wurden fachgerecht gepflanzt. In Wien jedoch stehen 22 % der Wurzelhalse frei. Besonders in der Wiener Hasnerstraße. In Krefeld sind 15 % mäßig tief eingeschüttet. Es ist anzumerken, dass ein frei stehender Wurzelhals besser zu erkennen ist, als ein zu tief eingeschütteter und dies die Aufnahme beeinträchtigen kann.

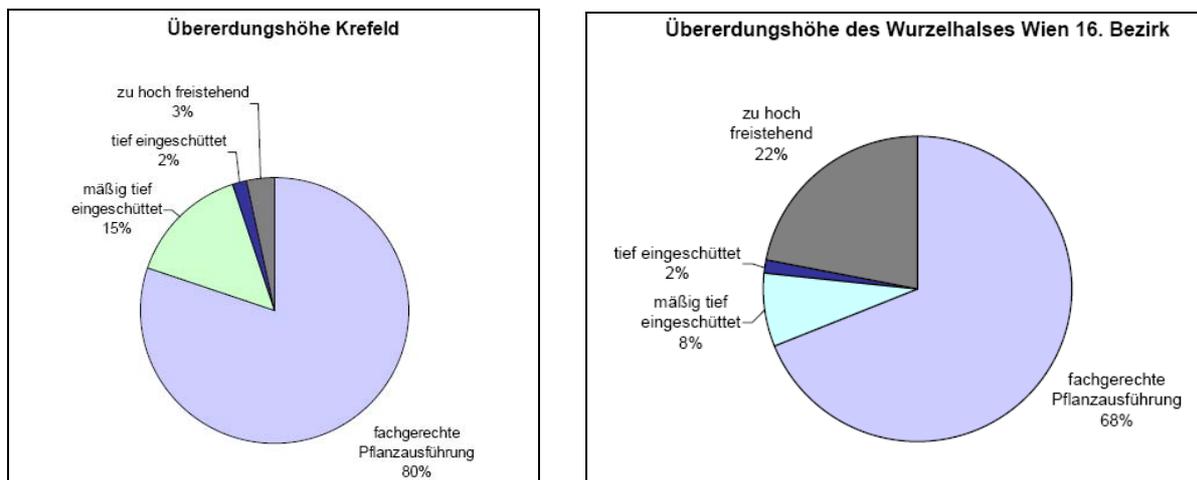


Abb. 95 und 96 Verteilung der Pflanzausführung in Krefeld und in Wien (16. Bezirk), 2009



Abb. 97 und 98 Bäume mit freistehenden Wurzelhälsen, Krefeld, Wien (16. Bezirk), 2009

7.3. Pflegezustand der Baumstützung

Die Baumstützung dient beim neu gepflanzten Baum als Schutz gegen Wurzelbewegungen sowie als Ausgleich für verlorene Wurzelmasse, gewährleistet Standsicherheit und fördert die Ausbildung neuer Feinwurzeln. Nach drei Jahren sollte sie entfernt werden.

22% der untersuchten Bäume in Krefeld sind mit einer Baumstützung, meistens 3 Pfahlstützung ausgestattet. In Wien (16. Bezirk) sind es 34%. Hervorzuheben ist die

Einfahlstützung in der Possingergasse in Wien. Sie liegt eng am Stamm und führt bei allen Bäumen zu großen Schäden.

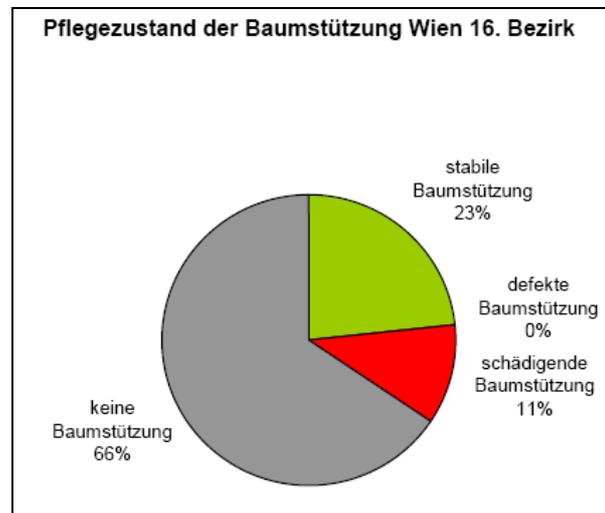
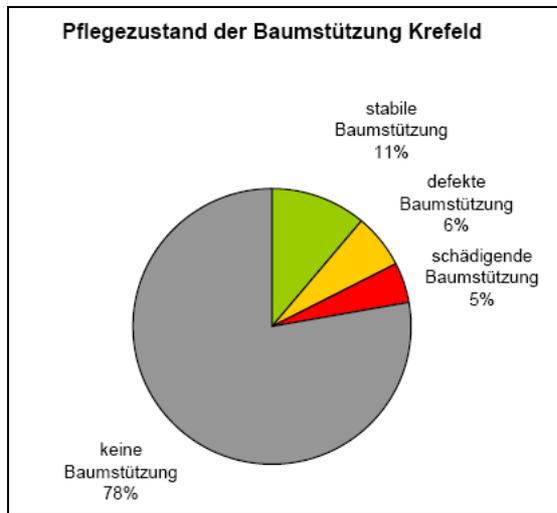


Abb. 99 und 100 Pflegezustand der Baumstützung in Krefeld und Wien (16. Bezirk), 2009



Abb. 101 und 102 Defekte (links) und schädigende (rechts) Baumstützung, Krefeld, Wien, 2009



Abb. 103 und 104 Fachgerechte 3-Pfahlstützung (links) in Düsseldorf und Wurzelballenstützung (rechts), Wien, 2009

7.4. Pflegezustand der Baumbindung

Als Baumbindung soll breites und elastisches Bindematerial verwendet werden. Die Bindung muss 10 – 20 cm unter dem Kronenansatz erfolgen und ist regelmäßig zu kontrollieren.

In Krefeld sind 18% der untersuchten Bäume mit einer Baumbindung ausgestattet. Fast die Hälfte davon ist defekt bis schädigend. 29% der untersuchten Jungbäume im 16. Wiener Bezirk werden durch eine Bindung gestützt. Davon haben 9% eine schädigende Wirkung.

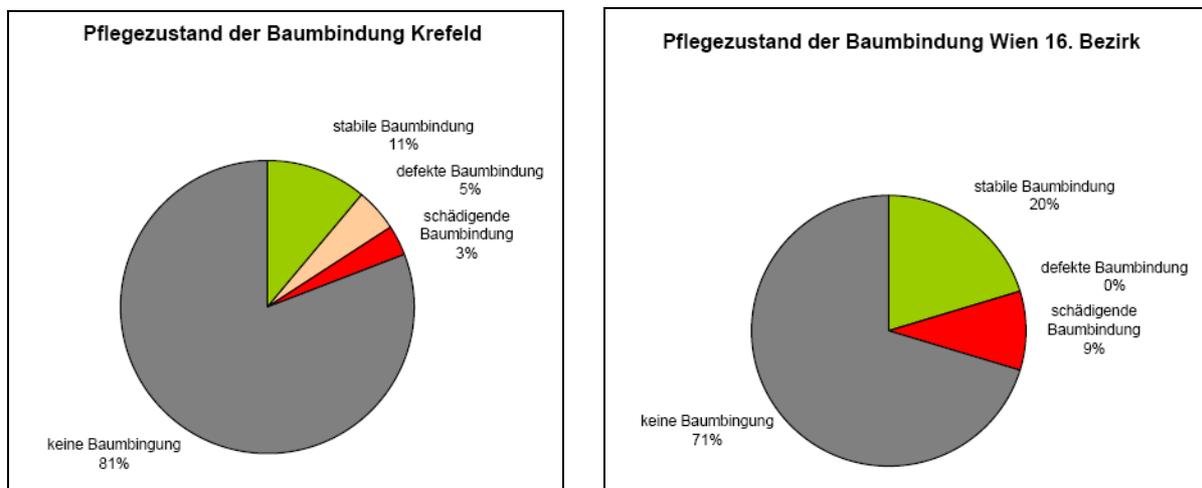


Abb. 105 und 106 Verteilung des Pflegezustandes der Baumbindung in Krefeld und Wien (16. Bezirk), 2009



Abb. 107 und 108 Schädigende, defekte Baumbindung in Krefeld (links) und zu straffe Bindung aus Kunststoff in Wien, 2009

8. Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

8.1. Aktuelle und potentielle pH – Wert Analyse

Der optimale pH-Wert ist von etlichen ökologisch wirksamen Bodeneigenschaften abhängig, die auf eine Veränderung des pH-Wertes unterschiedlich reagieren. Zum Beispiel die toxische Wirkung von Mn und Al, die Mobilität von toxischen Schwermetallen, der Humusabbau, das Bodengefüge und die Verfügbarkeit von Makro- und Mikronährstoffen.

Entscheidend ist aber, dass der pH-Wert nicht zu niedrig ist und keine toxisch und antagonistisch wirkenden Konzentrationen von Mn und Al auftreten. Je höher der pH-Wert steigt, desto geringer ist die Pflanzenverfügbarkeit einiger Mikronährstoffe, wie Cu, Zn, Mn und B. Dagegen wird die Aktivität der Mikroorganismen mit steigendem pH-Wert angeregt.

Die freien Protonen der Bodenlösung verbinden sich mit Wasser zu H_3O^+ -Ionen und bilden den **aktuellen Boden pH - Wert**. Der **potentielle pH - Wert** wird dagegen durch adsorbierte H^+ -Ionen und austauschbare, dreifach positive Aluminiumionen verursacht.

Tab. 11 Einteilung des pH – Wertes nach seinem Reaktionsbereich

Reaktionsbereich	pH-Wert
Stark sauer	pH 4,0 bis 4,9
Mäßig sauer	pH 5,0 bis 5,9
Schwach sauer	pH 6,0 bis 6,9
Neutral	pH 7,0
Mäßig alkalisch	pH 7,1 bis 8,0
Stark alkalisch	pH 8,1 bis 9,0

Die aktuellen und potentiellen pH – Werte in den Krefelder Bodenproben liegen alle im mäßig alkalischen Bereich. Nur bei der *Gleditsia triacanthos* 'Skyline' (Nr. 58) in Krefeld ist der potentielle Wert mit 7,02 neutral. In Wien wurden ähnliche Ergebnisse gemessen. Potentielle und aktuelle pH – Werte im mäßig alkalischen Reaktionsbereich liegen in fast allen Proben vor. An drei Standorten (Nr. 70, 116, 117) wurden stark alkalische Werte gefunden.

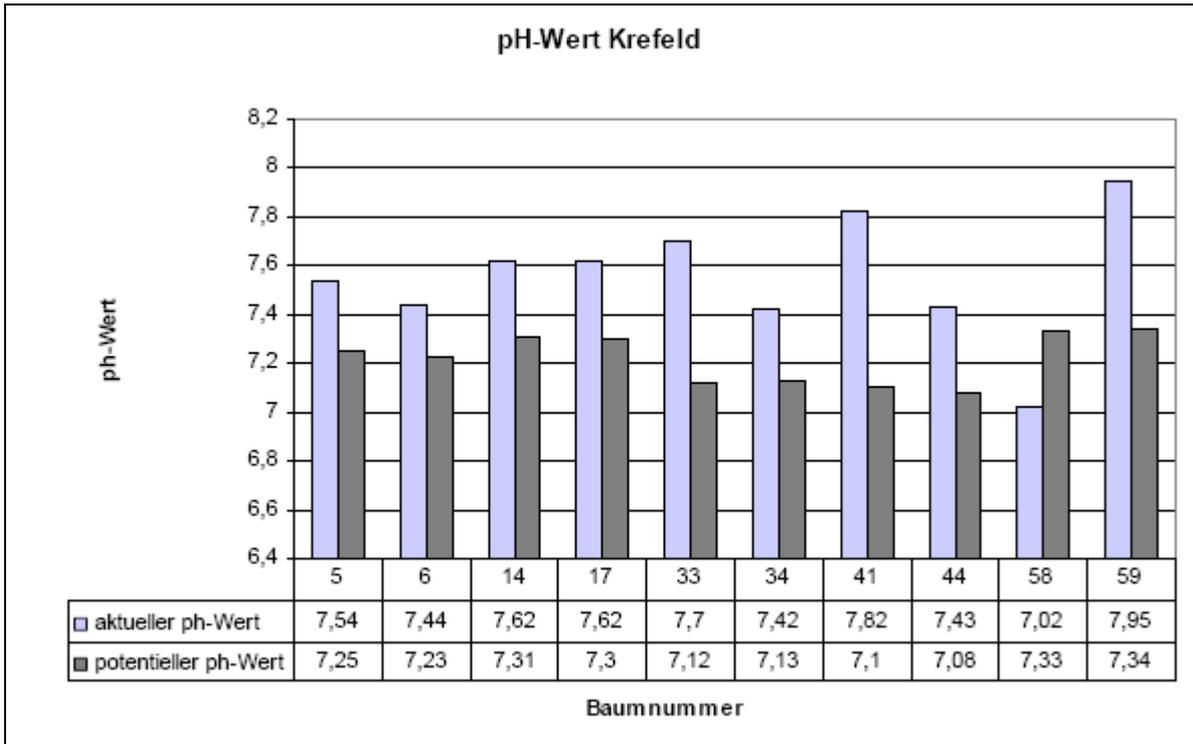


Abb. 109 pH – Werte der Bodenproben aus Krefeld, 2009

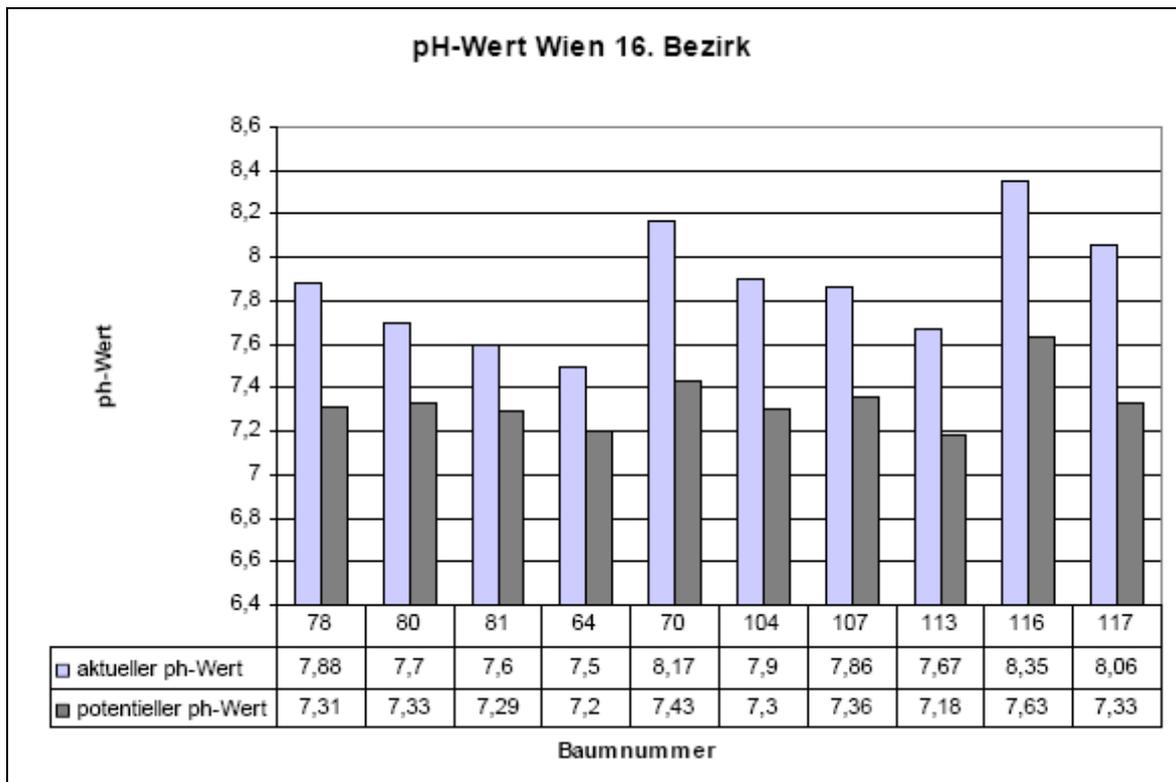


Abb. 110 pH – Werte der Bodenproben aus Wien (16. Bezirk), 2009

8.2. Kalkgehalt

Kalziumkarbonat hat in Böden einen dominanten Einfluss auf viele Bodeneigenschaften. Das Kalziumion bewirkt eine Verkittung der Tonteilchen und führt so zu einer Kornvergrößerung durch Aggregatbildung. Das Porenvolumen wird vergrößert und die Durchwurzelbarkeit des Bodens für Pflanzen erhöht.

Viele kalkhaltige Böden fallen in den pH- Bereich von 7.3 bis 8.5 und nur in Böden mit hohem Natriumgehalt steigt der pH über 8.5. Böden mit Kalkgehalten größer als 5% sind stark kalkhaltig.

Der Kalkgehalt der Krefelder Proben liegt zwischen 4,7 und 13,3 % CaCO_3 . In Wien liegen die Werte zwischen 65 und 90% CaCO_3 . Zwischen den Ergebnissen der beiden Städte liegt eine deutliche Differenz, die sich in der pH – Wert Analyse nicht widerspiegelt. Wahrscheinlich tritt ab einer bestimmten Menge Kalkgehalt eine Sättigung im Boden ein, die den pH – Wert nicht mehr beeinflusst.

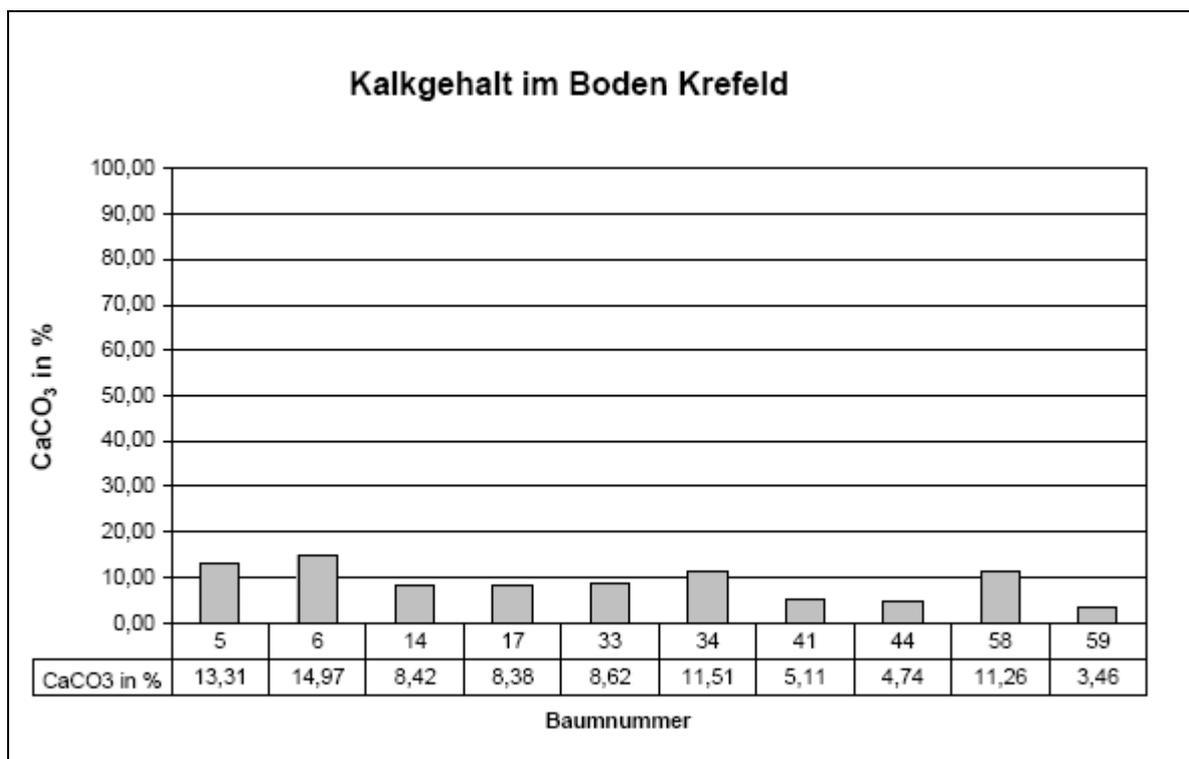


Abb. 111 Messergebnisse des Kalkgehaltes der Krefelder Bodenproben, 2009

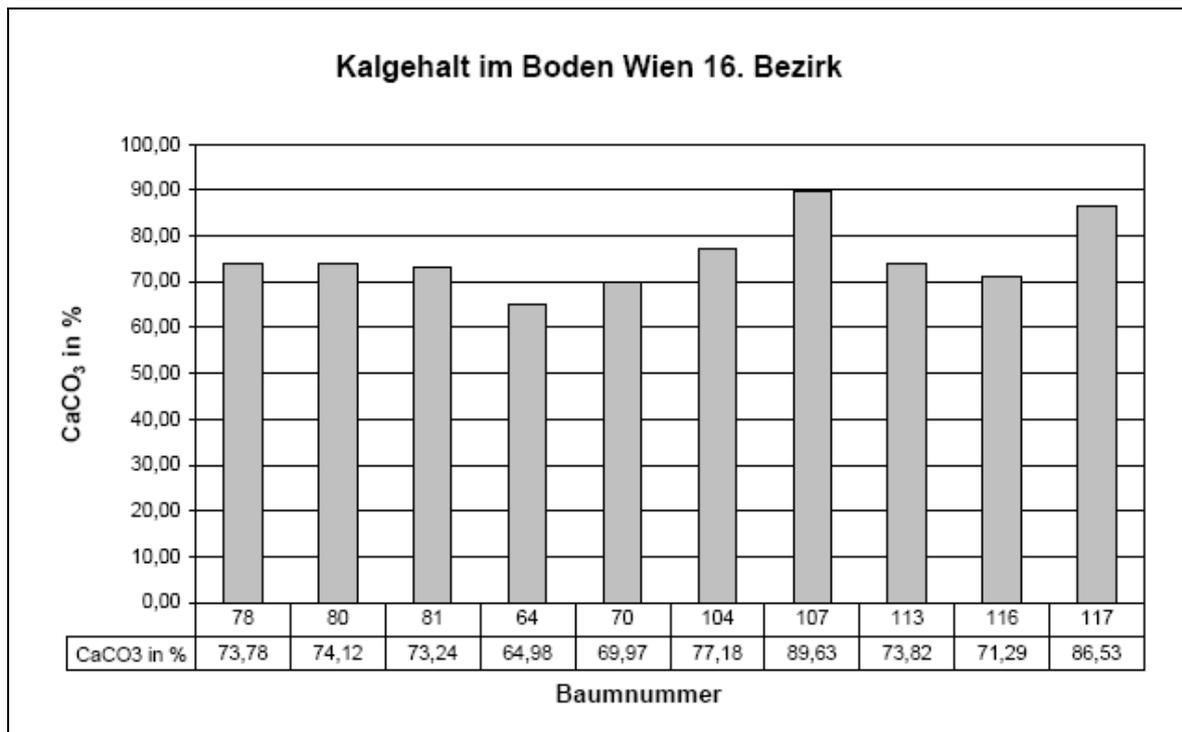


Abb. 112 Messergebnisse zum Kalkgehalt der Bodenproben aus Wien (16. Bezirk), 2009

8.3. Dichtemessung

Der Eindringwiderstand (MPa) ist die Kraft, die eine Pflanzenwurzel aufbringen muss, um den Widerstand einer Bodenoberfläche zu überwinden. Sie wird in N/m^2 angegeben. Da in der Literatur oft verschiedene Einheiten für den Druck benutzt werden, folgt zunächst eine kleine Umrechnungshilfe.

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

LIEBHARD et al. (2007) bezeichnet einen Boden mit einem Eindringwiderstand von 3 bar (0,3 MPa) als ungünstig. Der Gefügestand sei zu locker, die Bindigkeit des Bodens und die Wasserleitfähigkeit dadurch zu niedrig. Die Pflanzen werden so besonders in trockenen Zeiten nur schlecht mit Wasser versorgt.

Böden mit Werten zwischen 4 und 18 bar (0,4 – 1,8 MPa) werden gut von Pflanzen durchwurzelt. Während Pflanzenwurzeln einen Boden ab 25 bar (2,5 MPa) nicht mehr durchdringen können.

Tab. 12 Eindringwiderstände des Bodens in Bezug auf die Durchwurzelbarkeit
nach LIEBHARD et al. (2007)

3 bar	lockerer Boden
4 – 11 bar	günstiger Boden
12 – 18 bar	noch gut durchwurzelbarer Boden
19 – 24 bar	schwer durchwurzelbarer Boden
> 25 bar	starke Verdichtungsschäden

Die folgende Auswertung zur Dichtemessung bezieht sich nur auf Untersuchungen, die in Wien durchgeführt wurden. In Krefeld stand für diesen Versuch der Penetrologger nicht zur Verfügung und konnte aufgrund von heutigen Sicherheitsbestimmungen der Fluggesellschaften auch nicht nach Deutschland transportiert werden konnte.

In Wien wurden Baumscheiben und Baumstreifen der Gallitzinstraße, der Wilhelminengasse, der Possingergasse und in der Hasnerstraße untersucht. Die Baumscheiben am Hofferplatz sind durch Bepflasterung unzugänglich.

Der Baumstreifen in der Possingergasse wurde an zwei Stellen, je dreimal geprüft und daraus die folgenden Grafiken angefertigt.

Der Boden in der unmittelbaren Umgebung von Jungbaum Nummer 102 erreicht schon unmittelbar unter der Bodenoberfläche Dichten, die Pflanzen nur sehr schwer durchwurzeln können. Von 40 bis 80 cm schwankt der Eindringwiderstand um 2 MPa. Die Dichtemessung bei Baum Nummer 115 am anderen Ende des Baumstreifens zeigt ein ähnliches Bild. Der Penetrologger konnte, auch bei mehrmaligen Versuchen, ab zirka 35 cm die Erde nicht mehr durchdringen.

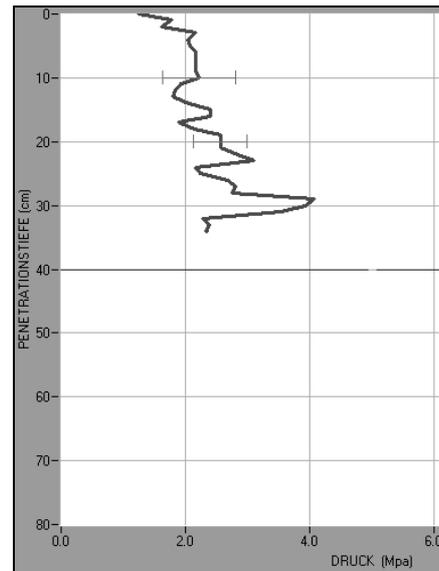
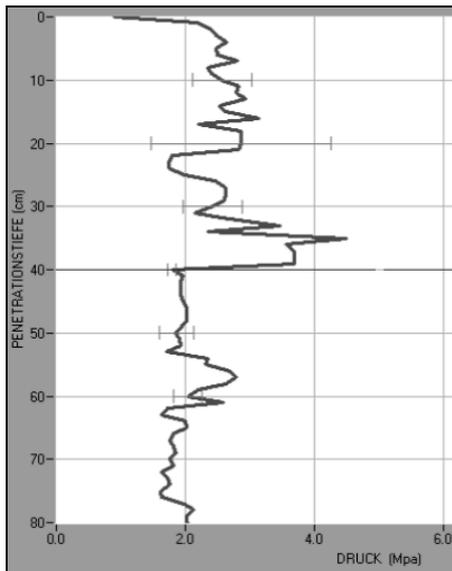


Abb. 113 *Carpinus betulus* (Baum Nr. 102) und Abb. 114 *Carpinus betulus* (Baum Nr. 115).
Ergebnisse zur Messung des Eindringwiderstandes in den Boden, Possingergasse, Wien, 2009

In der Gallitzinstraße stehen die Jungbäume auf der einen Straßenseite in Baumscheiben und auf der gegenüberliegenden wachsen sie in Baumstreifen. Die Darstellung zum Eindringwiderstand in der Baumscheibe Nummer 100, zeigen erschwerte Wachstumsbedingungen in den ersten 20 cm. In 25 cm Tiefe beginnt eine Schicht, die sich von neuen Baumwurzeln nicht mehr durchwachsen lässt. Die Aufnahme endet ab einem halben Meter. Im Baumstreifen bei Baumnummer 81 wachsen die Wurzeln unter günstigen Bodenbedingungen bis in eine Tiefe von fast 70 cm. Die Schicht darunter bis 80 cm ist stark verdichtet.

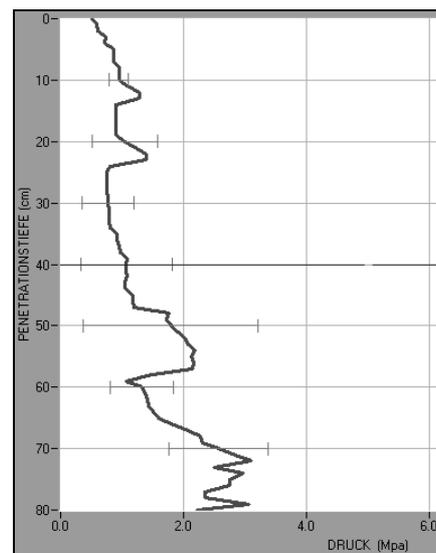
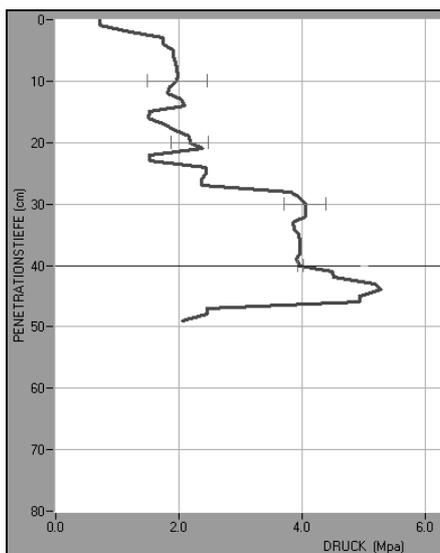


Abb. 115 *Fraxinus excelsior* (Baum Nr. 100) und Abb. 116 *Fraxinus excelsior* (Baum Nr. 81).
Ergebnis zur Messung des Eindringwiderstandes in den Boden, Gallitzinstraße, Wien, 2009

In der Hasnerstraße konnten aufgrund der starken Oberbodenverdichtungen der Baumscheiben nur sehr wenige Böden geprüft werden. Die Baumscheibe Nummer 65 ist umzäunt und so vor Betreten durch Menschen und Hunde weitgehend geschützt. Trotzdem steigt der Eindringwiderstand ab 15 cm auf Werte größer als 2,5 MPa. Wieder sind ab einem halben Meter aufgrund von zu hoher Bodendichte keine Messungen mehr möglich. Zum Vergleich eine Bodenaufnahme einer Neupflanzung in der Hasnerstraße. Die Erde ist bis 80 cm durchwurzelbar. Starke Spitzen in den grafischen Darstellungen sind wahrscheinlich durch Steine oder Löcher im Boden zu erklären.

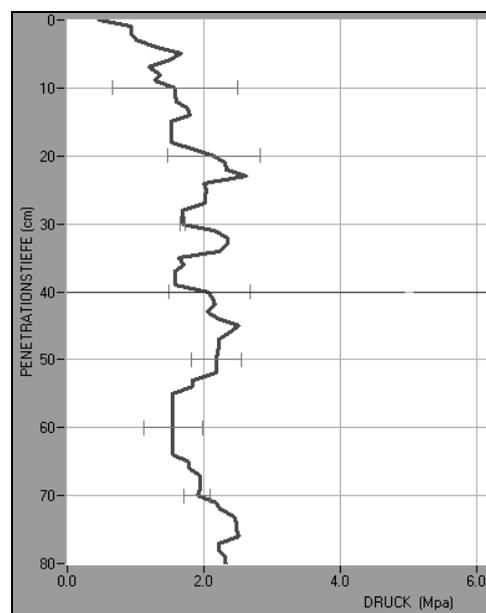
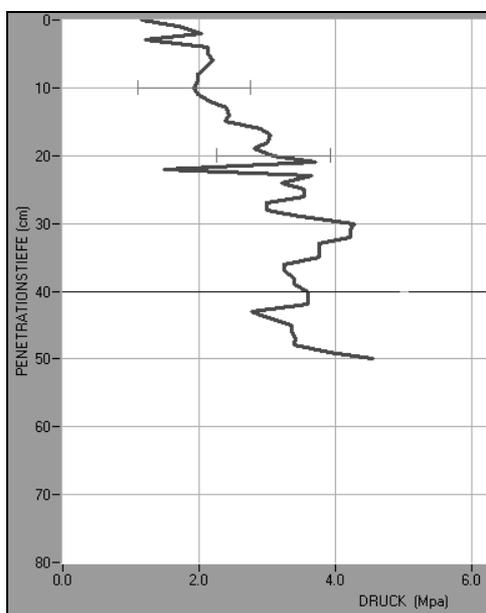


Abb. 117 *Aesculus x carnea* (Baum Nr. 65) und Abb. 118 *Aesculus x carnea* Neupflanzung.
Ergebnisse zur Messung des Eindringwiderstandes in den Böden, Hasnerstraße, Wien, 2009

In der Wilhelminengasse Baumnummer 124 liegen die Druckwerte größtenteils zwischen 1,8 MPa und 2,3 MPa. Baum 117, der bereits abgestorben ist, hätte keine Probleme gehabt in den ersten 50 cm frei zu wurzeln. Bodenverdichtung kann als Todesursache ausgeschlossen werden.

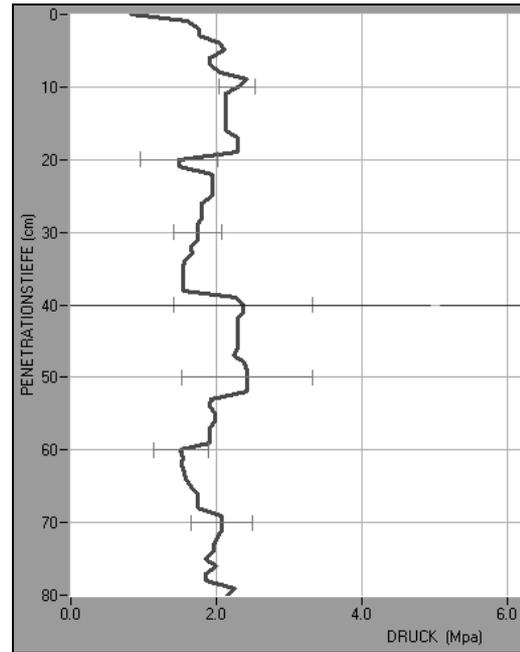
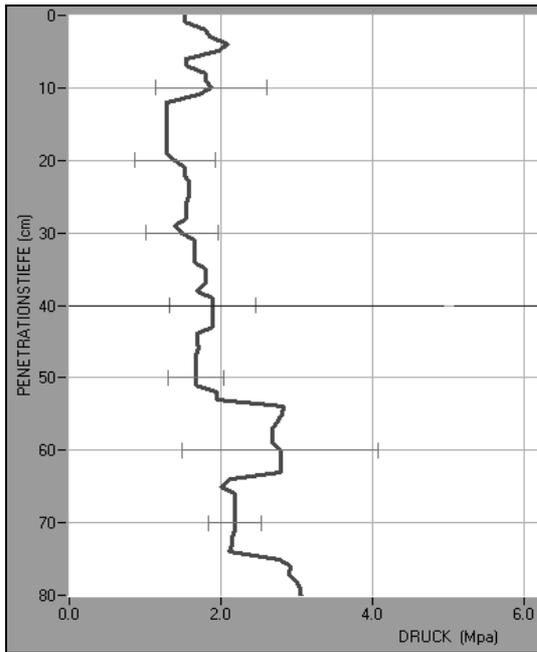


Abb. 119 *Aesculus x carnea* (Baum Nr. 117) und Abb. 120 *Aesculus x carnea* (Baum Nr 124).
 Ergebnis der Messungen des Eindringwiderstandes in den Boden, Wilhelminengasse, Wien, 2009

Anmerkung zur Bodenverdichtung in Krefeld

Auch ohne Penetrologger war mit dem Bohrstock bei vielen Standorten in Krefeld eine starke Verdichtung ab 30 cm Tiefe zu erkennen. Der Boden war stark verlehmt und zeigte in z.B. in der Seyffardstraße Anzeichen für Vergleyung durch Staunässe. Auch war, trotz kräftiger Hammerschläge, eine Probenentnahme tiefer als 40 cm bei allen Standorten, abgesehen vom deutschen Ring, nicht möglich. Dies lässt auf starke Verdichtungen auch in tieferen Schichten schließen.

9. Stand der Technik

9.1. Auswahl der Baumart

Bei der geeigneten Auswahl der Bäume hilft die aktuelle GALK-Straßenbaumliste. Sie beruht auf langjährige Erfahrungen aus der Praxis sowie wissenschaftlichen Erkenntnissen aus dem In- und Ausland. Sie ist verfügbar unter: www.galk.de.

9.2. Pflanzgrube und Pflanzloch

Neben der Aushebung einer genügend großen Pflanzgrube mit Pflanzloch ist die Übererdungshöhe des Wurzelhalses zu beachten.

- Siehe Kapitel 7.2: Übererdungshöhe des Wurzelhalses

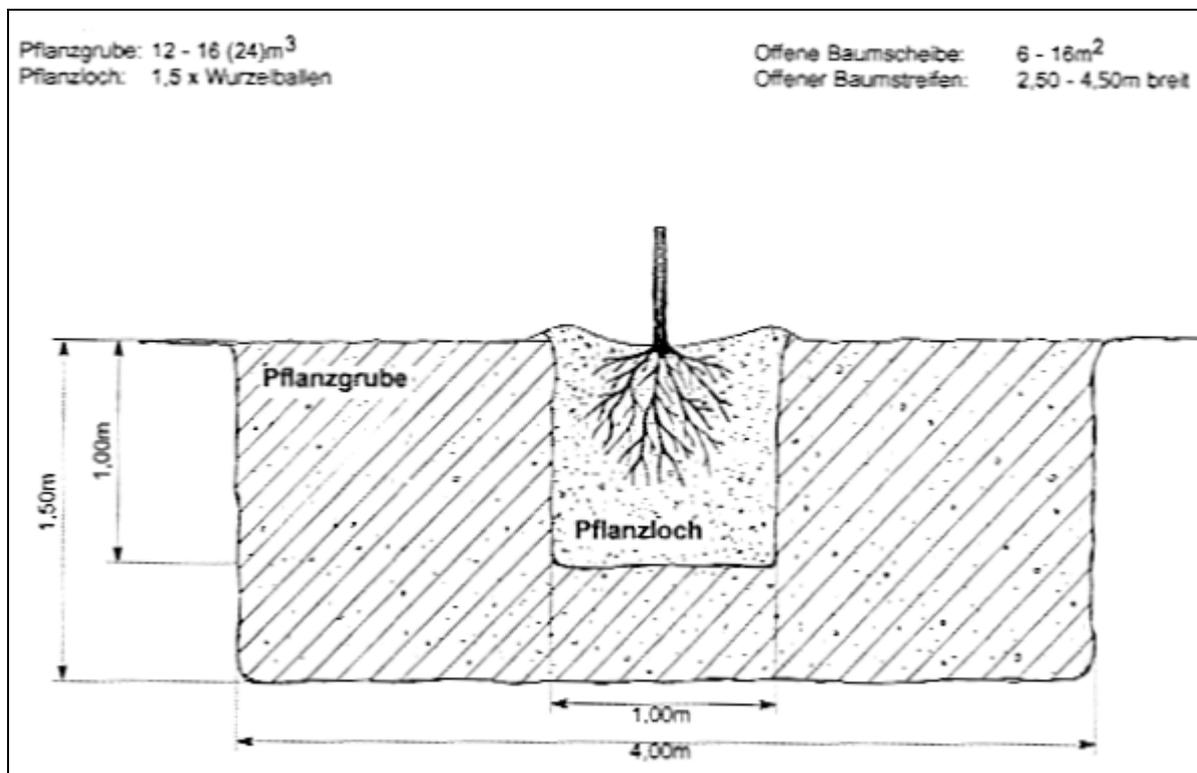


Abb. 121 Empfehlungen für die Anlage einer Pflanzgrube mit Pflanzloch nach FLORINETH et al., 2008

9.3. Bodensubstrat

Der Boden ist der wichtigste Faktor bei der Pflanzung von Jungbäumen. Sein Aufbau bestimmt, wie Verdichtungen durch direkte Belastung oder Erschütterungen sich auf das Pflanzenwachstum auswirken. Ton und Schluff sind wichtig für die Verkittung des Bodengefüges. Ein großer Anteil von Mittelporen (0.2-10 µm) und engen Grobporen (10-50 µm) ist für die nutzbare Pflanzenkapazität wichtig. Sand und Kies bilden weite Grobporen, die als Wurzelkanäle dienen und bedeutend für die Wurzelatmung und den Wassertausch sind. Bei Gefahr durch Verdichtung muss der Anteil der Ton und Schlufffraktion verringert werden. FLORINETH (04/05) empfiehlt den Sandanteil im Boden stärker zu erhöhen, als es bisher der Fall gewesen ist. Ziel ist ein verdichtungsstabiles, wasserleitfähiges Rohstoffsubstrat aus Baustoff – Recyclingmaterialien mit einem hohen Ziegelanteil (bis 80%).

Tab. 13 Empfohlene Korngrößenverteilung des Bodens durch die FLL (2004) und FLORINETH (04/05)

Korngrößenverteilung	FLL (2004)	Florineth (2004/05)
Ton - Schlufffraktion	21 %	10 – 15 %
Sandfraktion	36 %	40 – 60 %
Kiesfraktion	43%	30 – 40 %

9.4. Baumstützung und Baumbindung

Die Wurzelballenstützung ermöglicht es dem Jungbaum über den gesamten Stamm Zug- und Druckholz auszubilden. Der Stützschwerpunkt liegt am Wurzelhals und der Stamm wird durch falsch ausgeführte Bindetechniken nicht verletzt. Jedoch bietet die Wurzelballenstützung nicht denselben Schutz vor mechanischen Verletzungen wie eine 3 oder 4 Pfahlstützung, besonders auf Parkplätzen. Jene werden visuell besser erkannt und animieren zur Vorsicht. Bei der Wurzelballenstützung ist daher eine zusätzlicher Schutz wie Holzpfähle, Bügel oder Steine notwendig.

Der 7 – 9 fach geflochtene Kokosstrick (Abb. 124) lässt durch seine Dehnbarkeit Stammbewegungen zu und verrottet nach drei Jahren.

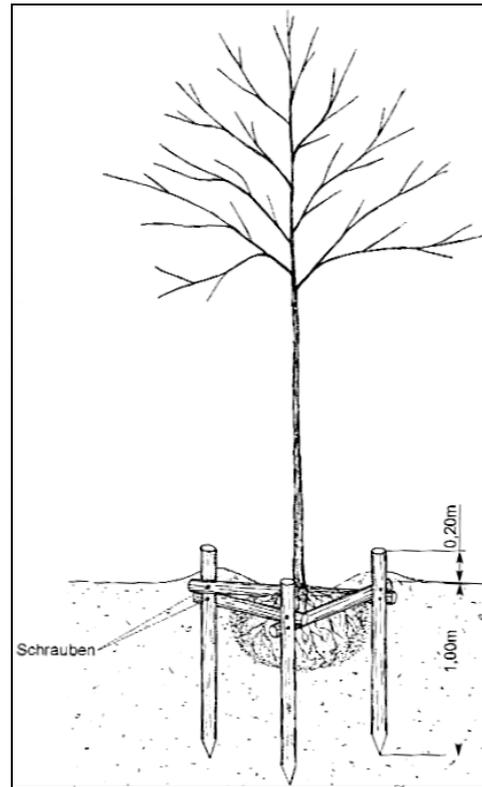
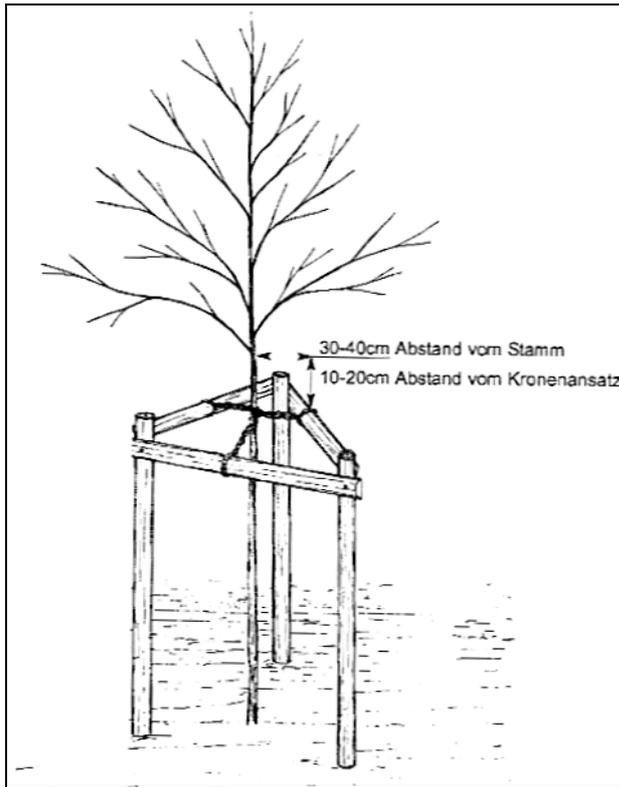


Abb. 122 und 123 Baumstützung nach der Stuttgarter Methode (links) und die Wurzelballenstützung (rechts), FLORINETH et al., 2008



Abb. 124 und 125 Fachgerechte Baumstützung mit 3 Pfahlsystem und mehrfach geflochtenen Kokosstrick in Düsseldorf (links) oder Ballenstützung (rechts), Wien, 2009

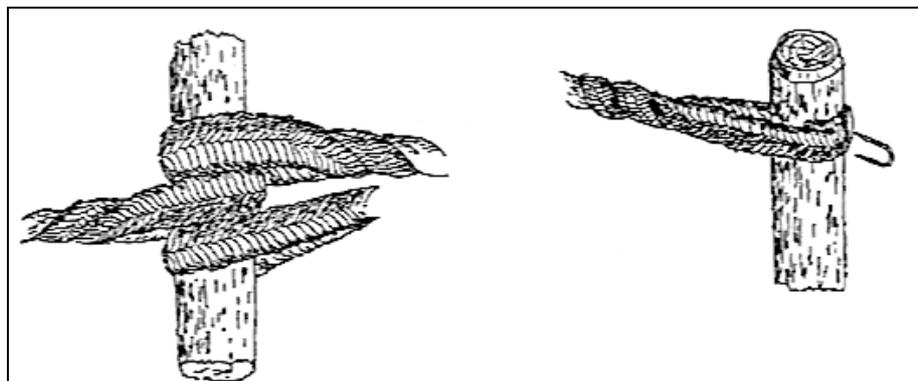


Abb. 126 Eine gute Bindetechnik ist die 7 – 8 geflochtene Kokoschnur, FLORINETH et al., 2008

9.5. Baumscheibenbepflanzungen

Eine Baumscheibenbepflanzung sollte frühestens nach den ersten zwei Standjahren erfolgen, um eine Konkurrenz in Wasser und Nährstoffe in der Anwuchsphase des Baumes auszuschließen. Generell stellt jedoch jeder Bewuchs eine Konkurrenz dar. Die Unterbepflanzung sollte Trockenstress, Bodenverdichtung, volle Sonne oder Schatten vertragen und extensiv in ihrer Pflege sein. Spontane oder gezielte Bedeckungen durch mähfähige Gräser müssen vermieden werden. Sie bilden eine enorme Wasserkonkurrenz und sehr oft entstehen Verletzungen am Stamm durch unachtsame Mähungen.

9.6. Abdeckmaterialien

Für Abdeckungen mittels Steinen, Kies oder auch Rindenmulch, empfehlen FLORINETH et al. (2008), als Schutz vor Austrocknung und Aufkommen von Unkräutern eine Schichtstärke von 10 cm. Tabelle 14 gibt Auskunft über verschiedene Materialien und deren Eigenschaften.

Tab. 14 Materialien zur Abdeckung und ihre Eigenschaften (BALDER et al., 1997)

Einstufung	Bezeichnung	Eigenschaften
Organisch	Rindenmulch	<ul style="list-style-type: none"> → langsame Zersetzung, je nach C/N-Verhältnis, bindet Stickstoff → erhöht den pH-Wert des Unterbodens → z. T. phenolhaltig → z. T. mit Schaderregern behaftet → stetige Bodenverbesserung → langsame Temperaturanpassung des Bodens → dekorativ
	Rasenschnitt	<ul style="list-style-type: none"> → häufig verfügbar → Mehrfachgabe möglich → schnell verfügbare Nährstoffe → beinhaltet z. T. keimfähige Samen → verfilzt → behindert Wasserinfiltration → nicht frisch verwendbar → langsame Temperaturanpassung des Bodens
	Heu / Stroh	<ul style="list-style-type: none"> → ermöglicht gute Wasserinfiltration → beinhaltet meist keimfähige Samen → bindet Stickstoff → langsame Temperaturanpassung des Bodens → verfilzt → dekorativ
	Kompost	<ul style="list-style-type: none"> → häufig verfügbar oder herstellbar → hohe Salzgehalte → schnell verfügbare Nährstoffe → beinhaltet z. T. keimfähige Samen → beinhaltet z. T. Schadstoffe → z. T. mit Schaderregern durchsetzt → dekorativ
Nichtorganisch	Schwarze Folie (Polyethylen)	<ul style="list-style-type: none"> → sehr effektiv → leicht handhabbar → undurchdringlich für Wasser und Luft → künstliche Bewässerung erforderlich → erwärmt den Boden → wird nach wenigen Monaten brüchig → Wildkrautwachstum aus Löchern und Rissen → wenig dekorativ
	Gewebtes Polypropylen	<ul style="list-style-type: none"> → sehr effektiv → (Vlies) langlebig → durchdringlich für Wasser und Luft → wenig dekorativ
	Steine, Kies	<ul style="list-style-type: none"> → mit der Zeit Wildkrautwachstum → stark aufheizend → kostenintensiv → dekorativ

9.7. Baumscheibenschutz

Schutzeinrichtungen wie Poller, Baumschutzbügel, -gitter, Natursteine, Baumroste, helfen Beschädigungen des Baumes oder der Baumscheibe zu verhindern. Es ist auf eine stabile und ausreichende Verankerung zu achten.



Abb. 127, 128 und 129 Maßnahmen zum Schutz der Baumscheibe. Baumrost (links), Bügel aus Metall (mitte), niedrige Umzäunung (rechts), Krefeld und Wien, 2009

9.8. Belüftung und Bewässerung

Zur Unterstützung der Wurzelversorgung kann ein durchlässiges Rohrsystem installiert werden. Es sollte nicht zu klein geplant werden, da sich hier aufgrund der guten Sauerstoffversorgung der Großteil der Wurzeln bilden wird. Und ein zu kleiner Wurzelteller keine Stabilität gewährleistet.

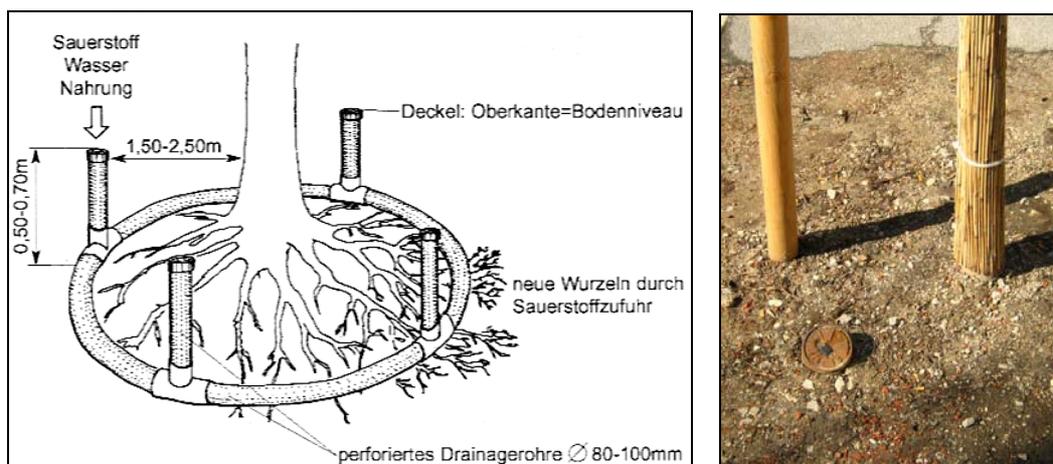


Abb. 130 und 131 Ringsystem zur Belüftung der Wurzelzone (links) (FLORINETH et al., 2008) mit Deckel (rechts) gegen Verstopfung, Wien, 2009

9.9. Stammschutz

Die Rinde von Jungbäumen ist noch dünn und gegenüber Sonneneinstrahlung zu schützen. Ansonsten entstehen Sonnennekrosen und Frostrisse. Schilfrohrmatten oder der neuerdings in Wien angewendete weiße Stammanstrich mit ARBO-FLEX wirken Verletzungen entgegen. Sie sollten den ganzen Stamm bedecken und nicht in 2 m Höhe enden, was in der Praxis oft der Fall ist. Die Schilfrohrmatten werden locker, einlagig um den Stamm angebracht.

Pfahlstützungen sind ebenfalls ein optisch wirksamer Stammschutz, besonders gegenüber mechanischen Verletzungen durch Anfahrtschäden.



Abb. 132, 133 und 134 Stammschutz durch Schilfrohrmatte (links) in Krefeld, Stammanstrich (mitte), Wahlwerbung (rechts) in Wien, 2009

9.10. Baumschutz an Baustellen

Beim Ausheben von Baugruben im unmittelbaren Umfeld von Bäumen, werden wesentliche Teile des Feinwurzelsystems entfernt. Durch die Lagerung von Baumaterial oder Befahren von Baugeräten auf Baumscheibe entstehen zusätzliche Schäden an Stamm und Wurzeln. Schutzzäune wie in Abb. 133 dargestellt und Wurzelvorhänge, in mindestens 2,5 m Entfernung vom Stamm, sind wirksame Schutzmaßnahmen.

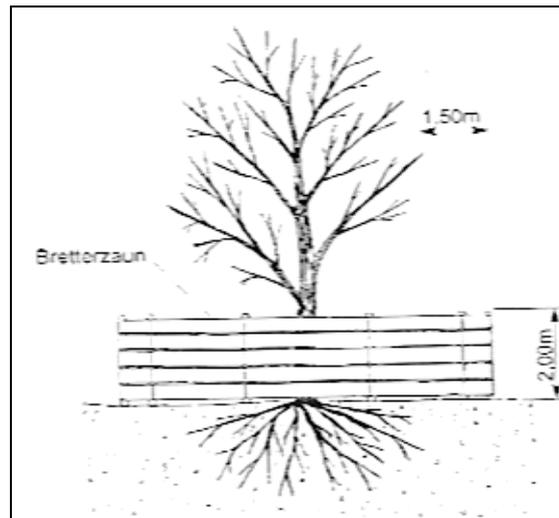


Abb. 135 Bretterschutzzaun gegen Verdichtung und mechanische Schäden FLORINETH et al. (2008)

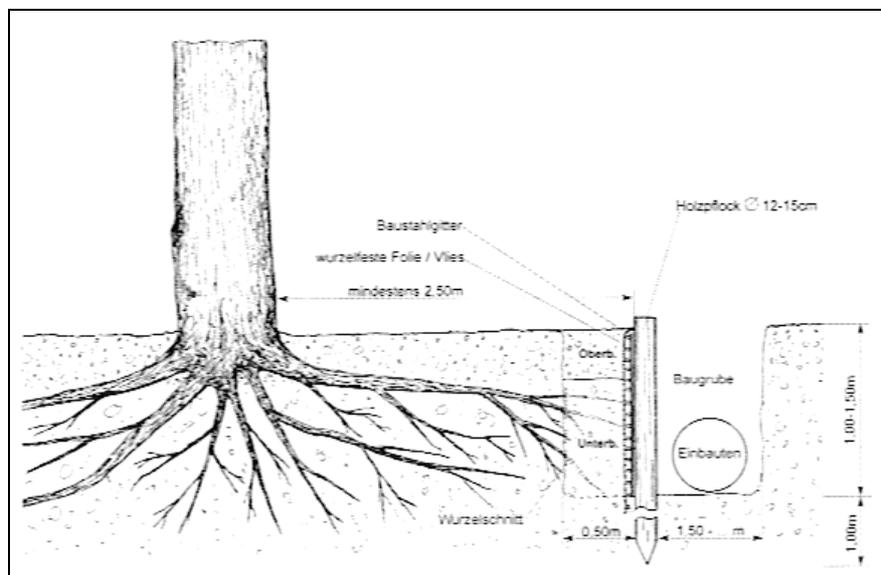


Abb. 136 Wurzelvorhang nach FLORINETH et al. (2008)

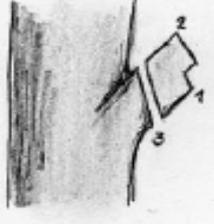
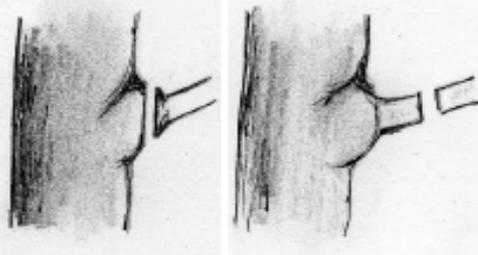
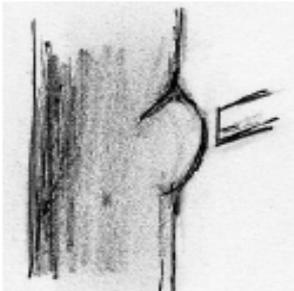
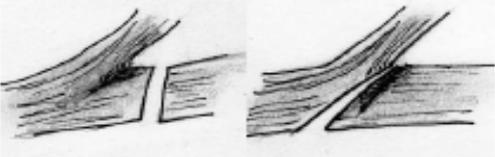
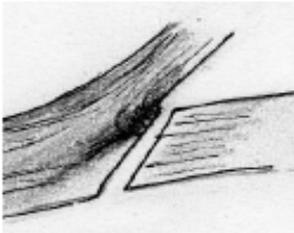


Abb. 137 und 138 Der ungenügende Schutzzaun verhindert nicht die Beeinträchtigung der Wurzeln, Krefeld, 2009

9.11. Schnitt

Durch unsachgemäßen Schnitt oder zur falschen Zeit können weitreichende Schäden entstehen. Zwar schotten Bäume Wunden in der Vegetationsperiode (April bis August) sofort ab. Ist die Verletzung jedoch zu groß, um sie auch effektiv zu überwallen, können Holz zerstörende Pilze bis in das Kernholz vordringen und so die Standsicherheit stark beeinträchtigen.

Die Eschen und die Rosskastanie gehören zu den schwach abschottenden Bäumen. Schnitte an Ästen größer als 5 cm Durchmesser sollten bei diesen Baumarten vermieden werden. Stark abschottenden Arten wie Winterlinde oder Hainbuche vertragen Eingriffe an Ästen bis zu 10 cm Durchmesser. Aber wie immer gilt: je kleiner die Wunde, desto schneller die Heilung.

Schnittführung	
falsch	optimal
 <p>„Tapetenriss“: Wird der gesamte Ast auf einmal abgetrennt, reißt die Rinde durch das Eigengewicht unterhalb der Astanbindestelle den Stamm herab.</p>	 <p>Entfernung von Ästen in 3 Schritten verhindert Verletzungen durch „Tapetenrisse“</p>
 <p>Schnitt durch den Astring verletzt Stammgewebe und verursacht eine unnötig starke Verletzung. Verbleibende Stummel können nur langsam überwallen.</p>	 <p>Schnitt am Astring.</p>
 <p>Verbleibende Stummel können nur langsam überwallen. Durchtrennung der Rindengratleiste: Gewebe des verbleibenden Astes wird verletzt.</p>	 <p>Schnitt außerhalb der Rindengratleiste</p>

10. Diskussion und Ausblick

Krefeld und Wien trotz ihrer unterschiedlichen Bedingungen in der Stadtbaumpflege ausführlich zu vergleichen ist nicht möglich und wäre zudem sinnfrei. Jedoch zusammenfassend betrachtet erzielen die Jungbäume aus Krefeld bei der visuellen Untersuchung der Gesundheit und Pflege in Vergleich zu Wien bessere Ergebnisse. Zwanzig Jahre Erfahrung in der modernen Baumpflege und Baumkontrolle sowie mit dem Baumkataster machen sich bemerkbar.

Wien ist mit seinen neuen Richtlinien von 2008 auf einem sehr guten Weg. Sie entsprechen dem neusten Stand der Technik und sind für die praktische Umsetzung präzise beschrieben. Die heuer beobachteten Neupflanzungen in Wien unterscheiden sich in ihrer Qualität deutlich positiv zu älteren Jahrgängen.

Fortschrittlich sind die Wiener Stadtgärten (MA 42) zur Thematik Boden und Bodensubstrate. In Krefeld konnte keine zufrieden stellende Antwort auf die Zusammensetzung der verwendeten Muttererde gegeben werden.

Die Stadtgärten Wien betreuen 10-mal mehr Bäume, als das Grünflächenamt Krefeld. Der organisatorische Aufwand ist automatisch verschieden. Mehr Bäume bedeuten mehr Mitarbeiter mit aufgeteilten Verantwortungsbereichen und untereinander längeren Kommunikationsleitungen.

In die Weiterbildung des ausführenden Personals und in schnellere Kommunikationswege, zwischen den Hierarchieebenen (in beide Richtungen), muss investiert werden. Eine Vernachlässigung schlägt sich sofort in der Pflanzausführung nieder. So wurde zum Beispiel in der Wiener Gallitzinstrasse in einem Pflanzenstreifen ein Pflanzloch ausgehoben, gerade so groß wie der Wurzelballen. Die Umgebungserde wurde nicht, wie in den Richtlinien bestimmt, aufgelockert und blieb stark verdichtet. Als Folge wird sich die Wurzel wie in einem Blumentopf entwickeln.

Allgemein, ob nun bei Straßen- oder Parkbäumen, ob Alt- oder Jungbaum, liegt die Ursache für gesunde Vitalität, Krankheiten oder Absterben des Baumes fast immer

im Boden bei den Wurzeln. Eine Investition von Zeit und Geld würde sich hier am meisten auszahlen.

Zukünftige Analysen von Jungbäumen in Städten sollen sich verstärkt mit Bodenuntersuchungen beschäftigen oder versuchen Zusammenhänge einzelner Faktoren stärker in Beziehung zu setzen.

Die Dichtemessung mit dem Penetrologger zeigt sehr anschaulich, wo und wie stark ein Boden verdichtet ist. Doch lässt sich die Methode nur schwer mit dem Wurzelwachstum einer Pflanze vergleichen. Auch gibt es bisher wenige Erkenntnisse darüber wie viel Druck, unter welchen Bedingungen eine Wurzelspitze ausüben kann. Wahrscheinlich gibt es auch Unterschiede zwischen den Baumarten. Die Esche gilt zum Beispiel als sehr empfindlich gegenüber Bodenverdichtungen.

Wenn eine Zusammenfassung alter und zukünftiger Daten zur Jungbaumanalyse in Städten geplant ist (Österreich/Wien), sollte verstärkt auf die Vergleichbarkeit der Arbeitsmethoden und Kategorieeinteilungen geachtet werden.

11. Quellen-, Abbildungs-, Tabellenverzeichnis

11.1. Literaturquellen

- BALDER H., 1998: Die Wurzeln der Stadtbäume: Ein Handbuch zum vorbeugenden und nachsorgenden Wurzelschutz. Berlin: Parey Buchverlag.
- BART U., 2005: Zustandsanalyse von Jungbäumen im Stadtgebiet Enns Oberösterreich. Diplomarbeit eingereicht an der Universität für Bodenkultur, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Wien
- BRAUNISCH F., 2008: Untersuchungen zum Aufbau einer funktional optimierten Rekultivierungsschicht auf einer hochbasischen Aschendeponie, kassel university press GmbH, Kassel.
- DUJESIEFKEN D., 2009: Baumpflege und Baumkontrolle. Studienblätter zur Vorlesung. Universität für Bodenkultur. Wien.
- DUJESIEFKEN D., JASKULA P., KOWOL T., WOHLERS A., 2005: Baumkontrolle unter Berücksichtigung der Baumart. Fachamt für Stadtgrün und Erholung, Hamburg
- DUJESIEFKEN D., LIESE W., 2008: Das CODIT – Prinzip. Von Bäumen lernen für eine fachgerechte Baumpflege. Haymarket Media GmbH & Co. KG, Braunschweig.
- FLORINETH F., 1999: Falsch gestützt ist halb gestorben. Neue Landschaft 4/1999: S. 231-235.
- FLORINETH F., 2004: Pflanzen statt Beton – Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik, Patzer Verlag, Berlin – Hannover.
- FLORINETH F.; KLOIDT F. und LEITNER, 2008/2009: Vegetationstechnik. Studienblätter zur Vorlesung. Hrsg: Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau. Universität für Bodenkultur. Wien.
- FLORINETH F.; KLOIDT F., 2005/2006: Vegetationstechnik. Studienblätter zur Vorlesung. Hrsg. Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau. Universität für Bodenkultur. Wien.

- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG
LANDSCHAFTSBAU e. V. (FLL) (Hrsg.), 2005: Empfehlungen
für Baumpflanzungen, Teil 1. Bonn
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG
LANDSCHAFTSBAU e. V. (FLL) (Hrsg.), 2004: Empfehlungen
für Baumpflanzungen, Teil 2. Bonn.
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG
LANDSCHAFTSBAU e. V. (FLL) (Hrsg.), 2006: ZTV-
Baumpflege. Bonn
- KONTROLLAMT DER STADT WIEN, 2007: MA 42, Verwendung von Bodensubstrat
bei Baumpflanzungen. KAIII – 42 – 1/07. Wien.
- KRAFT M., 2006: Zustandsanalyse von Jungbäumen im Stadtgebiet Wolkersdorf.
Dipl.- Arb. Universität für Bodenkultur, Wien.
- LIEBHARD E., EITZINGER J. und KLAGHOFER E., 2007. Einfluss der
Primärbodenbearbeitung auf Aggregatstabilität und
Eindringwiderstand im oberösterreichischen Zentralraum (Teil5).
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität für
Bodenkultur, Wien.
- MALEK J. et al., 1999: Der Baumpfleger. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- MALEK J., MOLITOR W., PEßLER K., WAWRIK H., 1999: Der Baumpfleger, Eugen
Ulmer GmbH & Co, Stuttgart
- MALEK J.; WAWRIK H., 1985: Baumpflege: Pflanzung und Pflege von
Straßenbäumen. Stuttgart: Ulmer Verlag.
- MEYER F. (Hrsg.), 1982: Bäume in der Stadt. 2. Auflage. Eugen Ulmer Verlag,
Stuttgart.
- OSWALD M., 2009: Zustandsanalyse von Jungbäumen im Stadtgebiet Graz.
Masterarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien.
- ROHR C., 2006/2007: Baumpflege und Baumkontrolle. Studienblätter zur
Vorlesung. Universität für Bodenkultur. Wien.
- ROLOFF A. (Hrsg.), 2008: Baumpflege. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

SHIGO A., 1991: Baumschnitt: Leitfaden für richtige Baumpflege. Braunschweig: Thalacker.

STEINER, G. J., 2004: Zustandsanalyse von Jungbäumen im Stadtgebiet St. Veit an der Glan. Diplomarbeit eingereicht an der Universität für Bodenkultur, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Wien.

WIENER STADTGÄRTEN – MA 42, 2008: Richtlinien für die Pflanzung & Jungbaumpflege von Straßenbäumen für Wien. Arbeitsunterlagen, Wien.

11.2. Internetquellen

<http://www.boku.ac.at>, (17.06.2009)
<http://www.dwd.de>, (07.06.2009)
<http://www.eijkelkamp.com>, (20.06.2009)
<http://www.galk.de>, (07.06.2009)
<http://www.google.maps.de>, (15.06.2009)
<http://www.klimadiagramme.de>, (07.06.2009)
<http://www.lanuv.nrw.de>, (11.06.2009)
<http://www.stadtbaum.at>, (04.05.2009)
<http://www.upgmbh.com>, (20.06.2009)
<http://www.wikipedia.org>, (11.06.2009)

11.3. Abbildungsverzeichnis

Alle nicht im Verzeichnis aufgeführten Abbildungen oder Tabellen wurden von der Verfasserin selbst erstellt.

Abb. 1: www.wikipedia.de, (7.6.2009), modifiziert
Abb. 2: www.lanuv.nrw.de(7.6.2009), modifiziert
Abb. 3: www.dwd.de, (7.6.2009), modifiziert
Abb. 4 und 5: www.wien.gv.at, (7.6.2009), modifiziert
Abb. 6: www.klimadiagramme.de, (7.6.2009), modifiziert
Abb. 7 bis 12: www.wien.gv.at, (7.6.2009), modifiziert
Abb. 13 und 14: WIENER STADTGÄRTEN, 2008.
Abb. 15 und 16: www.google.maps.de (8.6.2009)
Abb. 20: www.upgmbh.com, (20.6.2009), modifiziert
Abb. 64, 121 bis 123, 126, 130, 135 und 136:
FLORINETH, KLOIDT und LEITNER (2008)
Abb. 137: ROHR, 2006/07

11.4. Tabellenverzeichnis

Tab. 1 und 2: Kontrollamt der Stadt Wien, KA III - 42-1/07
Tab. 3: Mayer, 1982
Tab. 7: Dujesiefken, 2009
Tab. 12: Liebhard et al, 2007
Tab. 13: FLL, 2004 und Florineth, 2004/05
Tab. 14: Balder et al, 1997

12. Anhang

12.1. Lagepläne der untersuchten Bäume

Reinersweg, Krefeld, Baum 1- 13



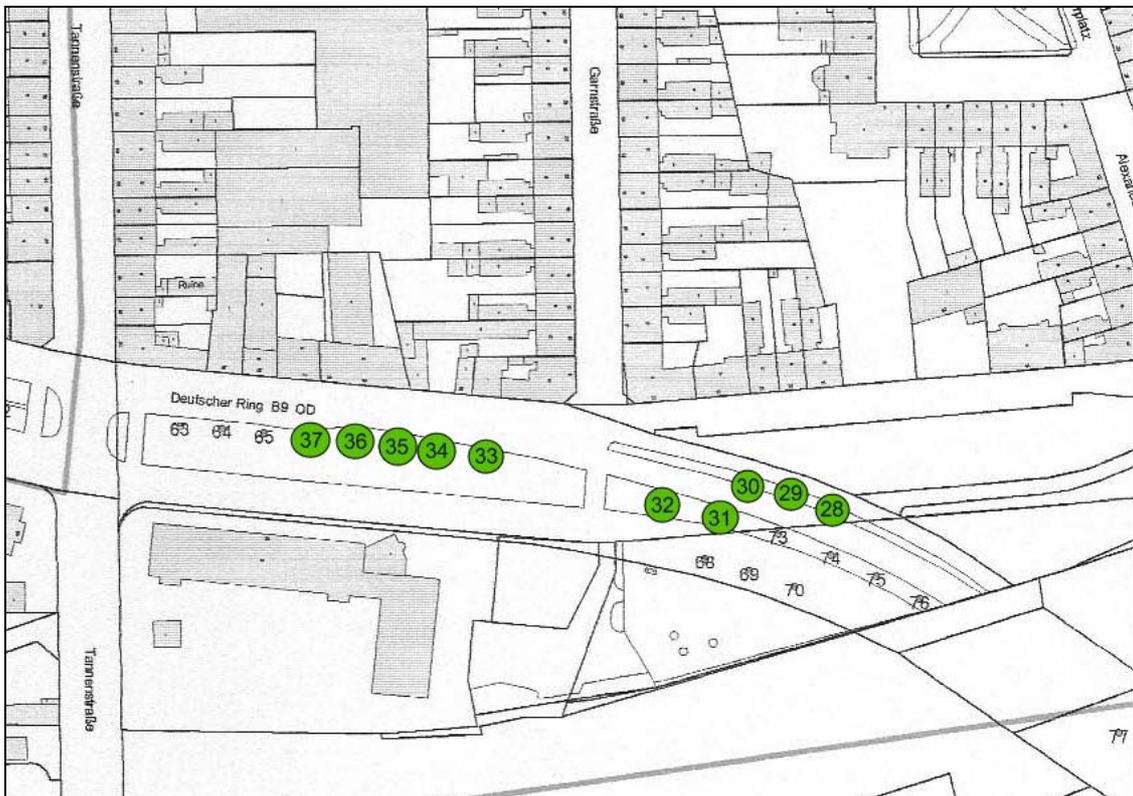
Seyffardstraße, Krefeld, Baum 14 - 23



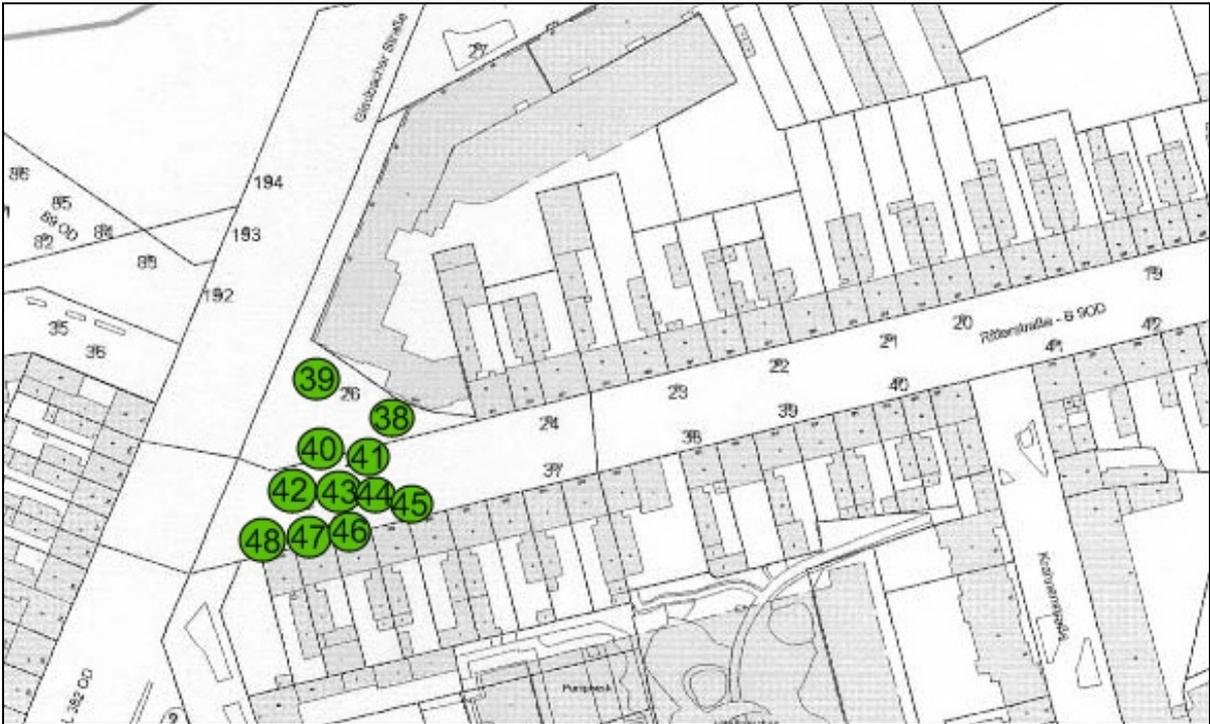
Am Hauptbahnhof, Krefeld, Baum 24 – 27



Deutscher Ring, Krefeld, Baum 28 - 37



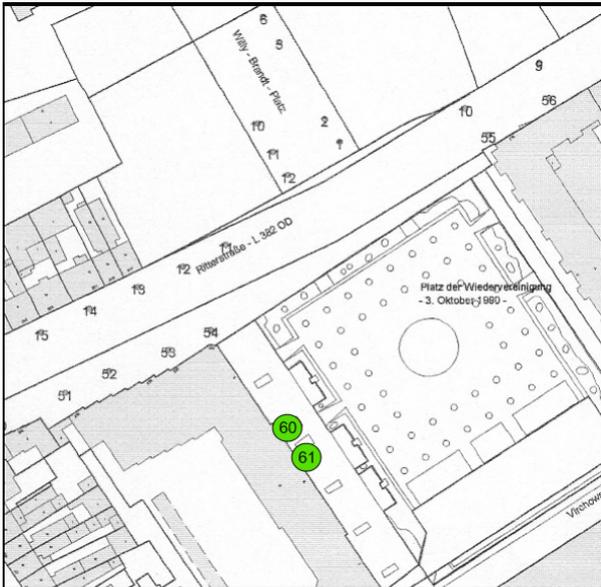
Ritterstraße, Krefeld, Baum 38 - 48



Spinnereistraße, Krefeld, Baum 49-58



Platz der Wiedervereinigung, Krefeld, Baum 60 und 61



Hasnerstraße, Wien, Baum 62 - 71



Hofferplatz, Wien, Baum 72 - 76



Gallitzinstraße, Wien, Baum 80 – 91



Gallitzinstraße, Wien, Baum 92 - 101



Possingergasse, Wien, Baum 102 – 115



Wilhelminenstraße, Wien, Baum 116 - 122



Wilhelminenstraße, Wien Baum 123 – 125



12.2. Abbildungen der untersuchten Straßenbäume Krefeld

Reinersweg, Krefeld



Nr. 1. Quercus palustris, 2009



Nr. 2. Quercus palustris, 2009



Nr.3. Quercus palustris, 2009



Nr.4. Quercus palustris, 2009





Nr.5. *Quercus palustris*, 2009



Nr.6. *Quercus palustris*, 2009



Nr.7. *Quercus palustris*, 2009



Nr.8. *Quercus palustris*, 2009



Nr.9. *Aesculus hippocastanum*
'Baumannii', 2009



Nr.10. *Aesculus hippocastanum*
'Baumannii', 2009





Nr.11. *Sorbus intermedia*, 2009



Nr.12. *Sorbus intermedia*, 2009



Nr.13. *Sorbus intermedia*, 2009



Seyffardstraße, Krefeld



Nr.14. *Fraxinus angustifolia*
'Raywood', 2009



Nr.15. *Fraxinus angustifolia*
'Raywood', 2009





Nr.16. *Fraxinus angustifolia*
'Raywood', 2009



Nr.17. *Fraxinus angustifolia*
'Raywood', 2009



Nr.18. *Fraxinus angustifolia*
'Raywood', 2009



Nr.19. *Fraxinus angustifolia*
'Raywood', 2009



Nr.20. *Fraxinus angustifolia*
'Raywood', 2009



Nr.21. *Fraxinus angustifolia*
'Raywood', 2009





Nr.22. *Fraxinus angustifolia*
'Raywood', 2009



Nr.23. *Fraxinus angustifolia*
'Raywood', 2009



Am Hauptbahnhof, Krefeld



Nr. 24. *Liriodendron tulipifera*, 2009



Nr. 25. *Liriodendron tulipifera*, 2009



Nr. 26. *Liriodendron tulipifera*, 2009



Nr. 27. *Liriodendron tulipifera*, 2009



Deutscher Ring, Krefeld



Nr.28. Aesculus hippocastanum
'Baumannii', 2009



Nr.29. Aesculus hippocastanum
'Baumannii', 2009



Nr.30. Aesculus hippocastanum
'Baumannii', 2009



Nr.31. Aesculus hippocastanum
'Baumannii', 2009



Nr.32. Aesculus hippocastanum
'Baumannii', 2009



Nr.33. Aesculus hippocastanum , 2009



Nr.34. Aesculus hippocastanum , 2009



Nr.35. Aesculus hippocastanum , 2009



Nr.36. Aesculus hippocastanum , 2009



Nr.37. Aesculus hippocastanum , 2009

Ritterstraße, Krefeld



Nr.38. Aesculus hippocastanum
'Baumannii', 2009



Nr.39. Aesculus hippocastanum
'Baumannii', 2009



Nr.40. Aesculus hippocastanum
'Baumannii', 2009



Nr.41. Aesculus hippocastanum
'Baumannii', 2009



Nr.42. *Aesculus hippocastanum*
'Baumannii', 2009



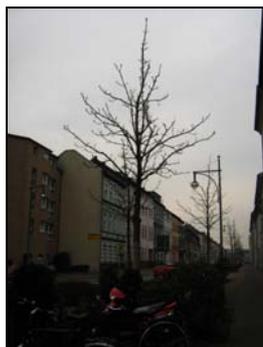
Nr.43. *Aesculus hippocastanum*
'Baumannii', 2009



Nr.44. *Aesculus hippocastanum*
'Baumannii', 2009



Nr.45. *Aesculus hippocastanum*
'Baumannii', 2009



Nr.46. *Aesculus hippocastanum*
'Baumannii', 2009



Nr.47. *Aesculus hippocastanum*
'Baumannii', 2009



Nr.48. *Aesculus hippocastanum*
'Baumannii', 2009

Spinnereistraße, Krefeld



Nr.49, *Gleditsia triacanthos*
'Skyline', 2009



Nr.50, *Gleditsia triacanthos*
'Skyline', 2009



Nr.51, *Gleditsia triacanthos*
'Skyline', 2009



Nr.52, *Gleditsia triacanthos*
'Skyline', 2009



Nr.53, *Gleditsia triacanthos*
'Skyline', 2009



Nr.54, *Gleditsia triacanthos*
'Skyline', 2009



Nr.55, *Gleditsia triacanthos*
'Skyline', 2009



Nr.56, *Gleditsia triacanthos*
'Skyline', 2009



Nr.57, *Gleditsia triacanthos*
'Skyline', 2009



Nr.58, *Gleditsia triacanthos*
'Skyline', 2009



Nr.59, *Gleditsia triacanthos* 'Skyline', 2009

Platz der Wiedervereinigung, Krefeld



Nr.60. *Sophora japonica*
'Regent', 2009



Nr.60. *Sophora japonica*
'Regent', 2009

12.3. Abbildungen der untersuchten Straßenbäume Wien (16. Bezirk)

Hasnerstraße, Wien



Nr. 62, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr.63, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr. 64, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr.65, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr. 66, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr.67, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr. 68, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr.69, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr. 70, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr.71, *Aesculus x carnea*, 2009

Hofferplatz, Wien



Nr. 72, *Celtis australis*, 2009



Nr. 73, *Celtis australis*, 2009



Nr. 74, *Celtis australis*, 2009



Nr. 75, *Celtis australis*, 2009



Nr. 76, *Celtis australis*, 2009



Gallitzinstraße, Wien



Nr.77, *Tilia cordata*, 2009



Nr.78, *Tilia cordata*, 2009





Nr.79, *Tilia cordata*, 2009



Nr. 80, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 81, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 82, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 83, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 84, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 85, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 86, *Fraxinus excelsior*, 2009

kein Bild



Nr. 87, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 88, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 89, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 90, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 91, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 92, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 93, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 94, *Fraxinus excelsior*, 2009





Nr. 95, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 96, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 97, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 98, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 99, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 100, *Fraxinus excelsior*, 2009



Nr. 101, *Fraxinus excelsior*, 2009



Possingergasse, Wien



Nr. 102, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 103, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 104, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 105, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 106, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 107, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 108, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 109, *Carpinus betulus*, 2009





Nr. 110, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 111, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 112, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 113, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 114, *Carpinus betulus*, 2009



Nr. 115, *Carpinus betulus*, 2009



Wilhelminengasse, Wien



Nr. 116, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr.117, *Aesculus x carnea*, 2009





Nr. 118, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr.119, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr. 120, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr.121, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr. 122, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr.123, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr. 124, *Aesculus x carnea*, 2009



Nr.125, *Aesculus x carnea*, 2009



