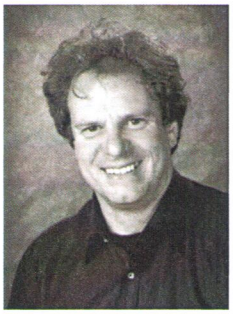
Umgang mit Wurzelkappungen und ihre Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit

Referent: Gernot Fischer

Stadt Marl

Inhalt des Beitrages

Zusammenfassung 55
1 Einleitung und Problemstellung 55
2 Material und Methoden 56
2.1 Versuchsdurchführung 56
2.2 Freilegen der Wurzeln 58
2.3 Zugversuche 59
2.4 Wurzelschnitt 59
2.5 Behandlung der Schnittflächen 61
3 Ergebnisse 61
3.1 Zugversuche 61
3.2 Wurzelschnittflächen 64
4 Diskussion 64
5 Ausblick 65
6 Quellen 65



Dipl.-Ing. Gernot Fischer

Technischer Angestellter

Stadt Marl
Liegnitzer Straße 5
45768 Marl

E-mail: gernot.fischer@marl.de

Kurzbiographie

1987 – 1992	Studium Landespflege UNI GH Essen
1992 – 1995	Studium Landschaftsplanung UNI GH Kassel
1995 – 2001	Betriebsleitung GaLaBau in Essen
2001 – 2002	Abteilungsleitung Baumpflege und Council Arborist in Auckland, New Zealand
2002 - 2003	Selbständiger Gutachter in Auckland, New Zealand
seit Ende 2003	Technischer Angestellter der Stadt Marl
seit 2009	Geprüfter und anerkannter Sachverständiger (DESAG)
seit 2012	Lehrauftrag für Baumpflege am Gartenbauzentrum Essen

Zusammenfassung

Vielfach sind in den Kommunen die Geh- und Radwege durch den Einwuchs von Wurzeln in Ausgleichs- und Tragschichten beschädigt. Aufgrund der Notwendigkeit, die Verkehrssicherheit wieder herzustellen und wegen der – im speziellen Fall alternativlosen, Kappung von Wurzeln – wurden in Marl, im Rahmen eines Feldversuches, an 28 Linden Zugversuche als Vorher-Nachher-Vergleich durchgeführt. Durch den Vergleich sollte die Auswirkung von Wurzelkappungen im oberflächennahen Bereich auf die Standsicherheit der Bäume festgestellt werden. Ein Nebenaspekt dieser Versuche war die Praxiserprobung der Behandlung der Wurzelschnittflächen mit antagonistischen Pilzen. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass am Standort des Feldversuches die Kappung der oberflächennahen Wurzeln keinen signifikanten Einfluss auf die Standfestigkeit der Bäume hatte. Die Besiedelung der Wurzelschnittflächen mit einem Antagonisten war mit wenig Aufwand durchzuführen und scheint gelungen, der molekularbiologische Nachweis hierfür steht jedoch noch aus.

1 Einleitung und Problemstellung

Nur wenige Stadtbäume und fast keine Straßenbäume bleiben ihr Baumleben lang unbeeinträchtigt von Bautätigkeiten. Insbesondere das Neuverlegen von Ver- und Entsorgungsleitungen bringt oftmals Wurzelkappungen mit sich, auch wenn man die einschlägigen Regelwerke wie DIN 18920 und RAS LP4 beachtet. Gelegentlich ist es zudem notwendig, in die Verkehrsflächen eindringende Baumwurzeln zu entfernen, wenn man die Ebenmäßigkeit dieser Flächen erhalten und damit die Verkehrssicherheit gewährleisten muss. Ein solches Vorgehen bleibt natürlich nicht ohne Konsequenzen für den Baum. Neben den Folgeerscheinungen von Wurzelverlusten, die vom Absterben von Kronenteilen bis hin zum Eindringen holzzerstörender Pilze in Starkwurzeln und Stammfuß reichen können, kann im Extremfall durch Wurzelverlust die Standsicherheit des geschädigten Baumes so erheblich beeinträchtigt werden, dass die Entfernung des Baumes als letzte Maßnahme zur Herstellung der Verkehrssicherheit verbleibt.

Für die Kommune ist der Verlust und Ersatz eines herangewachsenen Straßenbaumes immer ein schlechtes Geschäft. Der Verlust der Wohlfahrtswirkung eines Straßenbaumes, welche sich örtlich vor allem durch Luftbefeuchtung, Staubbindung und Beschattung bemerkbar macht und damit einen direkten Einfluss auf das Kleinklima hat, lässt sich in der Regel am Standort auch durch mehrfache Neupflanzungen jahrzehntelang nicht kompensieren. Auch die je nach Baumart und Standort sehr variable weitere ökologische und faunistische Bedeutung eines Baumes ist durch Jungbäume kaum zu ersetzen. Der Ersatz eines Straßenbaumes ist zudem mit Kosten verbunden, die zumindest aus der Entfernung des Baumes, der Wiederherstellung eines Standortes und der Neupflanzung eines Jungbaumes bestehen (wollte man den Wert des Baumes benennen, müsste zusätzlich der Aufwand für die weitere Entwicklungspflege bis zur Funktionserfüllung und das Ausfallrisiko der Neupflanzung berücksichtigt werden). Aus rein wirtschaftlicher Sicht ist es wegen der Kreditkosten in der Regel gerade für finanzschwache Kommunen häufig von Vorteil Neuinvestitionen hinauszuzögern und gegebenenfalls einen erhöhten Pflegeaufwand an geschädigten Bäumen zu akzeptieren.

Vor dem Hintergrund des zunehmend alten Baumbestandes und der teils überalterten Infrastruktur (z. B. Kanal-, Fernwärme-, Gas- und Wassernetze) sowie den Anforderungen an neuere Technologien wie Kabelfernsehen und Glasfaserkabel werden sich in Zukunft die Konflikte, die sich aus dem Zusammenspiel von Bäumen und Baumaßnahmen ergeben, nicht vermindern. Im Bereich der Geh-und Radwege ergibt sich dabei die Besonderheit, dass die Bäume nicht nur direkt durch Baumaßnahmen an den Wurzeln geschädigt werden, sondern das der Baum, zusätzlich angeregt durch den Wurzelverlust, vermehrt in die Bettung des Gehwegbelages (und in die Leitungsgräben) einwächst. Hinzu kommt eine ohnehin vorhandene Disposition der Wurzeln in die Bettung von gering belasteten Verkehrsflächen einzuwachsen. Das Phänomen ist hinreichend untersucht (Stützel et al. 2009, Streckenbach et al. 2010) findet jedoch noch wenig Berücksichtigung im Rahmen von Tiefbaumaßnahmen.

Für die Kommunen ergeben sich aus dem Vorhandensein von Wurzeln in der Bettung der Geh- und Radwegbeläge oftmals Probleme in Form von Verwerfungen und Anhebungen, die nicht selten einen Umfang erreichen, welcher die Nutzbarkeit der Flächen einschränkt. Im Bezug auf die Verkehrssicherheit ist die Rechtsprechung uneinheitlich, folgt aber ähnlich wie dem von Helge Breloer formulierten „Roten Faden" für die Verkehrssicherungspflicht bei Bäumen (Breloer, 2003) einer Linie die sich an Verkehrserwartung und Leistungsfähigkeit des Verkehrs, also der Nutzer, orientiert. Dementsprechend ergeben sich dort, wo Benutzer abgelenkt sind, etwa in Fußgängerzonen, oder wo die Benutzer wenig Leistungsfähig sind, etwa vor Krankenhäusern oder Altenheimen, hohe Anforderungen an die Ebenmäßigkeit der Beläge, hier gelten Unebenheiten von 2 cm bereits als verkehrsgefährdend (Rotermund et al. 2008) . Anders kann es sich an Erschließungsstraßen darstellen, wo auch schon 4 oder 5 cm Unebenheiten hinzunehmen sind (ebenda). Nicht nur die Rechtsprechung zur Verkehrssicherungspflicht ist bedeutend, auch die tatsächliche Nutzbarkeit von Gehweg- und Radwegflächen sollte gewährleistet werden. Der demographische Wandel führt vielerorts dazu, dass an die Ebenheit von Gehwegen erhöhte Anforderungen gestellt werden, so setzt z. B. die Nutzung von Gehhilfen wie Rollatoren oder Gehrädern dieses voraus. Die Lösung der daraus resultierenden Probleme kann dabei nicht allein in der Verantwortung des Tiefbaus belassen werden. Arbeiten im Wurzelbereich von Bäumen bedürfen stets einer fachlich kompetenten Begleitung.

Häufig lassen sich durch baumschonende bauliche Maßnahmen die Verwerfungen durch eingedrungene Wurzeln beheben, etwa durch einen Wechsel des Belages von Platten oder Pflasterbelag hin zu einer wasser- und luftdurchlässigen wassergebundenen Wegedecke. Gelegentlich sind Wurzelbrücken herstellbar, oft hilft eine Veränderung des Geländeniveaus, was jedoch meist sehr aufwändig und kostenintensiv ist. In der Praxis verbleiben viele Fälle in denen aus technischen oder Kostengründen eine Kappung oberflächennaher Wurzeln vorgenommen wird, wobei die Frage nach den Auswirkungen auf die Standsicherheit des Baumes nicht selten aufgrund des äußeren Anscheins beantwortet wird und in der Folge Bäume entfernt werden, die bei näherer Betrachtung durchaus noch viele Jahre am Standort verbleiben könnten. Im Rahmen eines Feldversuches wurden in der Stadt Marl (Ruhrgebiet, Kreis Recklinghausen) an sanierungsbedürftigen Standorten 29 Bäume untersucht, um zu klären, inwieweit der Verlust oberflächennaher Wurzeln einen Einfluss auf die Standsicherheit der Bäume hat.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsdurchführung

Auf einer ausgewählten Anliegerstraße mit beidseitigem Baumbestand bestanden erhebliche Verwerfungen der Gehwegoberflächen. An einunddreißig Standorten sind die Verwerfungen so stark, dass diese nicht mehr ausgeglichen werden können. Der gesamte Baumbestand an der 330 m langen Straße wird von etwa 80 Linden und 4 Platanen gebildet, die Bäume sind etwa 100 Jahre alt. Die Gehwege weisen Breiten von ca. 2 m auf, die Baumstandorte befinden sich straßennah innerhalb der Gehwegflächen und sind ursprünglich auf eine Größe von einem Meter der Gehwegbreite angelegt worden. An die Gehwege schließen sich niveaugleiche Vorgärten der privaten Häuser an. Zur Straße schließen die Gehwege mit einem Hochbordstein ab. Für die Reparatur der Gehwege ist die Entfernung oberflächennaher Wurzeln erforderlich, eine Veränderung der Höhenlage der Gehwege ist wegen fehlender alternativer Entwässerungsmöglichkeit der Hauszugänge nicht möglich, auch würde ein Anheben des Niveaus die Bordanlagen zu einer Barriere für Gehbehinderte verändern. In der ehemaligen Werkssiedlung leben viele ältere Menschen.

Für die Versuchsdurchführung wurde beschlossen an den ausgewählten Bäumen baumstatische Untersuchungen durchzuführen, um die aktuelle Standfestigkeit festzustellen. Die Untersuchungen umfassten Zugversuch, Windlastanalyse und Auswertung, d. h. rechnerische Analyse der gewonnenen Daten. Im darauf folgenden Schritt wurden die Oberflächenbeläge entfernt und die Wurzeln freigelegt. Danach wurden erneute Zugversuche an den ausgewählten Bäumen durchgeführt um die Veränderungen zu erfassen. Im Anschluss daran wurden die, in den Gehweg einwurzelnden, der Reparatur der Gehwege entgegenstehenden Wurzeln durchtrennt und entfernt, dann erneute Zugversuche durchgeführt. Letztlich wurden die Schnittflächen der Wurzeln mit einem Mittel, welches das Eindringen holzzerstörender Pilze unterdrücken soll, behandelt, die Gehwegflächen wiederhergestellt und die Baumstandorte nach einbringen einer oberflächennahen Wurzelsperre wieder verschlossen. Während der Versuchsdurchführung wurde 1 Baum (Nr. 33) aus der weiteren Wertung ausgenommen, da hier die Verwerfungen nicht wurzelbedingt waren. Die Zugversuche wurden im Rahmen einer Ausarbeitung zur Erlangung des Bachelorabschlusses im Fach Landschaftsbau und -management an der Hochschule Weihenstefan-Triesdorf durch Herrn Roland Strecker begleitet. Die Baumnummern sind dem Baumkataster der Stadt Marl entnommen, um ein zukünftiges Monitoring zu erleichtern.

Baumnummer	Höhe in m	Umfang in cm	Vitalität
7	18,6	161	2+
11	19,8	150	2-
12	21	160	2 bis 3
13	19,3	150	2-
14	19,4	161	2+
16	17,4	161	4
18	18,5	167	2
20	19	165	3
21	19,5	161	2 bis 3
25	18,3	157	2 -
26	19	146	2-
30	20,2	144	2-
31	19,1	152	2
33	19,5	143	2 bis 3
35	17	154	2-
36	19,2	172	3
37	16,8	150	3
44	18,9	147	2-
46	19,5	165	2 bis 3
47	20	175	2 bis 3
50	19,8	163	2
58	18,4	155	2 bis 3
59	19,5	162	2-
66	16,5	113	2-
67	17,9	155	2
71	18	145	2-
72	20,3	151	2
78	19	136	2+
80	13,3	127	2-

Tab. 1: Verbleibende untersuchte Bäume

2.2 Freilegen der Wurzeln

Nach dem Abräumen des Hartbelages (Gehwegplatten und Pflaster) wurden die im Gehwegbereich störenden Wurzeln bis in eine Tiefe von knapp 30 cm an 12 Bäumen in Handschachtung freigelegt, an 16 Bäumen wurden die Wurzeln jedoch freigespült. Für dieses sehr wurzelschonende Verfahren wurde ein stadteigener Spül-/Saugwagen aus der Kanalunterhaltung eingesetzt. Das Fahrzeug besitzt einen etwa 15.000 l fassenden Wassertank und kann mit einem regelbaren Druck bis 200 bar an der Spüllanze auch sehr feste Bodenpartikel und Steine lösen. Das eingesetzte Wasser wird mit den gelösten Feststoffen abgesaugt und im Fahrzeug recycelt, d. h., die Feststoffe werden in einen gesonderten Tank abgeschieden und das Wasser kann wieder verwendet werden. Durch dieses Verfahren wird die Notwendigkeit der Wiederbetankung des Fahrzeuges mit Wasser stark reduziert, zudem wird die Bodenvernässung gering gehalten. Dennoch wurden nach dem Freispülen der Wurzeln erneute Zugversuche durchgeführt, um festzustellen, ob sich durch Veränderung der Bodenfeuchte eine Veränderung der Standfestigkeit ergab.

Abb.1: Freispülen von Wurzeln

Abb. 2: Wurzeln im Gehweghorizont

Ein alternatives, wurzelschonendes Verfahren wäre das Absaugen der Erde mit einem Saugbagger, der rein durch den Volumenstrom mit der eingesaugten Luft Erde und Steinmaterial aufnimmt. Sehr harte Böden können hier mittels Ultraschalllanze gelockert werden.

2.3 Zugversuche

Mit der Bezeichnung Zugversuch wird eine in den 1980 Jahren entwickelte Methode zur eingehenden Untersuchung von Bäumen bezeichnet. Mittels Seilzug wird eine gemessene Last auf den Baumstamm und damit auch auf die Wurzeln ausgeübt und so die Lastreaktion des Baumes sowohl im Stamm – durch Messung der Dehnung der Randfasern mittels Elastometer – als auch an der Wurzelplatte – durch Messung der Neigung mittels Inklinometer – beobachtet und aufgezeichnet. Mittlerweile gibt es für Zugversuche unterschiedliche Verfahren, die sich sowohl hinsichtlich der Messtechnik und der Messpunkte als auch hinsichtlich der Dimensionierung der eingebrachten Lasten und der Datenverarbeitung unterscheiden. Zur weiteren Information sei hier auf einschlägige Veröffentlichungen verwiesen (z. B.: Sinn 1997, Wessoly et al. 1998, Detter et al. 2013, Rust et al.2007) Mit der Durchführung der Zugversuche wurde das Büro TreeConsult – Brudi & Partner aus Gauting beauftragt. Die Leitung oblag Andreas Detter. Die für die Messungen am Baum eingesetzte Technik (Picus Treeqinetic) stammte von der Firma argus electronic GmbH und umfasste neben den Messinstrumenten eine Kommunikationseinheit, die es erlaubte die gewonnen Daten per Bluetooth zu erfassen und per USB-Anschluss an ein handelsübliches Notebook zu übergeben. Die weitere Bearbeitung sowie die Windlastanalyse und die Auswertung erfolgte dann mit der Software Abostat der Firma arbosafe UG.

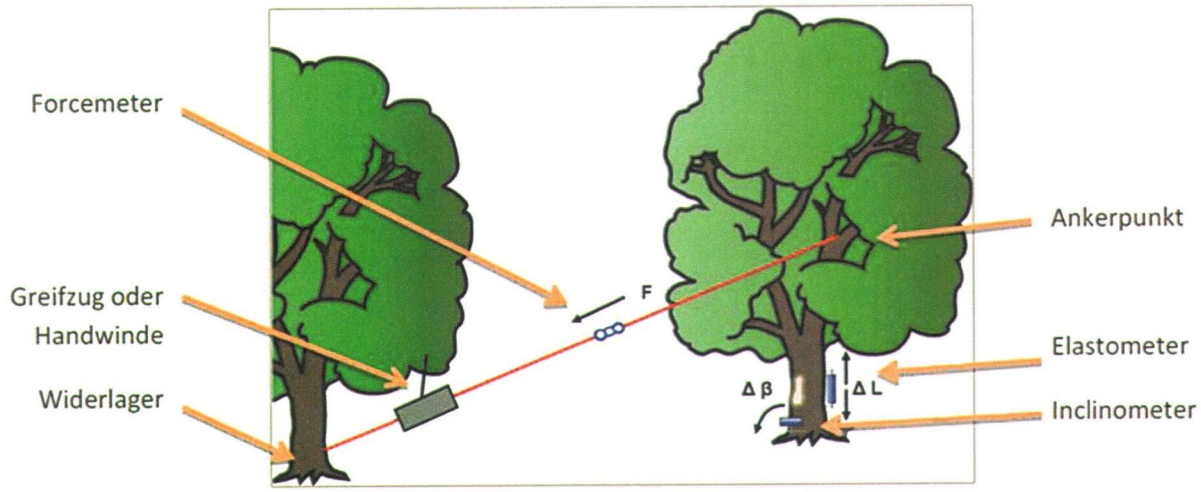


Abb. 3: Schema Zugversuch, Quelle: A. Detter 2014

Die im Rahmen der Messungen durchgeführten Zugversuche wurden jeweils wiederholt um Messungenauigkeiten auszugleichen. Für die weitere Berechnung wurde der Mittelwert gebildet. Bei extremen Abweichungen wurden auch zusätzliche Messungen durchgeführt. Insgesamt wurden so an jedem untersuchten Baum mindestens 4 Messungen (bei in Handschachtung freigelegten Bäumen) bzw. 6 Messungen (bei im Spülverfahren freigelegten Bäumen) durchgeführt.

2.4 Wurzelschnitt

Der zur Herstellung der Verkehrssicherheit auf den Gehwegen notwendige Wurzelschnitt wurde mit der Säge oder mit der Astschere vorgenommen. Im Rahmen der Untersuchungen wurden die Schnittflächen dort erfasst, wo diese Größen über 2 cm aufwiesen. Aufgenommen wurden die Anzahl und die Größe der Schnittflächen am jeweiligen Baum sowie die Entfernung der Schnittflächen zum Stamm.

Abb.4:
Schnittflächen

An einigen Bäumen wurden nur Wurzeln mit einem Durchmesser unter 2 cm entfernt, die nicht dokumentiert wurden. Die dargestellten Werte in der Tabelle sind in cm bzw. cm² zu bemessen.

Baumnr.	7	11	12	13	14	16	18
Anzahl Wurzeln	5	1	3	5	8	0	2
Abstand zu Stammachse (Durchschnitt)	87,07	77,82	74,51	102,11	111,44	x	121,09
Fläche der Kappstellen	153,66	16,34	32,58	37,10	121,30	0,00	196,16

Baumnr.	20	21	25	26	30	31	35
Anzahl Wurzeln	5	6	8	8	9	7	9
Abstand zu Stammachse (Durchschnitt)	167,27	104,62	75,64	126,16	97,61	70,21	190,58
Fläche der Kappstellen	83,50	584,27	380,89	389,68	185,56	1064,03	668,53

Baumnr.	36	37	44	46	47	50	58
Anzahl Wurzeln	7	3	5	5	0	5	4
Abstand zu Stammachse (Durchschnitt)	91,43	82,00	172,98	109,74	x	92,43	95,60
Fläche der Kappstellen	1316,78	1321,75	70,59	96,42	0,00	179,26	24,79

Baumnr.	59	66	67	71	72	78	80
Anzahl Wurzeln	9	3	2	5	4	4	2
Abstand zu Stammachse (Durchschnitt)	99,40	85,52	91,41	82,76	94,06	110,30	125,18
Fläche der Kappstellen	267,37	23,62	47,19	108,57	84,96	168,81	394,65

Tab.: 2: Dokumentation Wurzelschnitt,
Quelle: R. Strecker 2014

2.5 Behandlung der Schnittflächen

Verletzungen eines Baumes bergen stets das Risiko, dass sich Sporen holzzersetzender Pilze an den Wundflächen ansiedeln, keimen und in den Holzkörper des Baumes eindringen. Die Geschwindigkeit der dadurch verursachten Holzfäule hängt sehr wesentlich von der Pilz/Wirt Interaktion sowie von verschiedenen weiteren Faktoren, z. B. der Vitalität des Baumes, klimatischen Bedingungen, Wasserversorgung, ab. Im Hinblick auf Wurzelverletzungen besteht ein mit zunehmender Stammnähe höheres Risiko, dass sich Holzfäule in den Stammfuß entwickelt und den Baum bis zum Verlust der Bruchfestigkeit schädigt. Zudem kann Holzfäule in Starkwurzeln dazu führen, dass die Verankerung des Baumes im Boden und damit die Standsicherheit des Baumes reduziert werden. Um die Gefahr der Besiedlung der gekappten Wurzeln mit holzzersetzenden Pilzen zu reduzieren, wurden aufgrund der nachgewiesenen antagonistischen Wirkweise (Schubert, M. et al., 2007, Schubert, M. et al., 2008, Schwarze et al. 2012) Sporen eines bestimmten Stammes des Pilzes Trichoderma atroviride auf die Wundflächen aufgebracht. Die Pilzkulturen wurden von Prof. Dr. Francis W.M.R. Schwarze auf Nährsubstraten in Petrischalen zur Verfügung gestellt. Die sichtbar sporulierenden Pilzbeläge wurden in Wasser gelöst und die Lösung mit einer herkömmlichen Gartenspritze auf die Wundflächen aufgebracht.

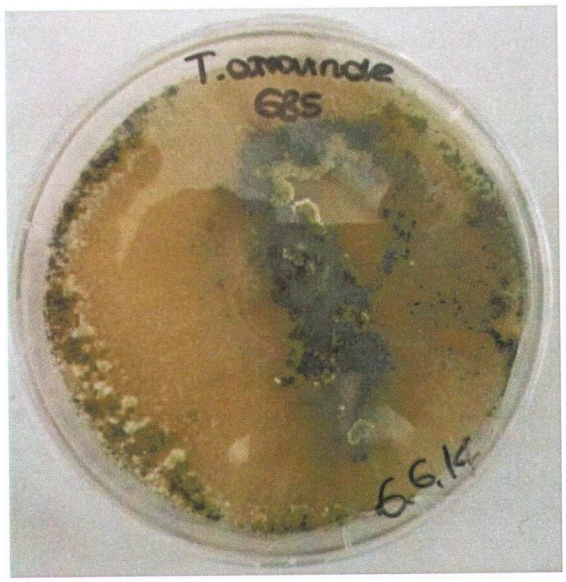


Abb. 5: Eingesetzte Trichoderma Kultur

Nach Abschluss dieser Arbeiten wurden gehwegseitig 25 cm hohe Stahlplatten als Wurzelsperre zu den Ausgleichs- und Tragschichten des Plattenbelages eingebaut und die Gehwege wieder hergestellt. Der Luftraum zu den Wurzeln wurde mit einem Kompost/Oberbodengemisch verfüllt.

3 Ergebnisse

3.1 Zugversuche

Im Rahmen der Zugversuche sollte festgestellt werden, inwieweit das Entfernen von Teilen der oberflächennahen Wurzeln einen Einfluss auf die Standfestigkeit der Bäume hat. Die Darstellung in den aufgeführten Tabellen unterscheidet nach der verschiedenen Methodik zur Freilegung der Wurzeln. Es war zu berücksichtigen, ob die Vernässung des Bodens durch das Freispülen einen Einfluss auf die ermittelte Standfestigkeit hat.

Tabelle 3 stellt das Verankerungsmoment, die Anzahl der gekappten Wurzeln und die Veränderung des Verankerungsmomentes für 12 Bäume dar, deren Wurzeln in Handschachtung freigelegt wurden.

Baum	1-VOR Verankerungs-moment in kNm	2-SPUL	3-NACH Verankerungs-moment in kNm	Durchtrennte Wurzeln über 20 mm Durchm.	Veränderung in Prozent
7	382		392	5	2,7
11	314		298	1	-5,2
12	350		343	3	-1,9
13	277		272	5	-1,8
14	363		352	5	-2,9
16	270		287	0	6,6
36	394		391	7	-0,9
46	320		324	5	1,4
47	317		355	0	12,1
50	296		306	5	3,2
72	258		250	4	-2,9
80	123		120	2	-2,0
				Veränderung in %	0,7

Tab. 3: Verankerungsmoment ungespülte Bäume, Quelle R. Strecker 2014

Es ist zu erkennen, dass an den Bäumen (Nr. 16 + Nr. 47), an denen keine Wurzeln größer als 2cm durchtrennt wurden, das Verankerungsmoment deutlich erhöht erscheint. Mögliche Ursache hierfür sind einerseits in verfahrensbedingten Messungenauigkeiten der Zugversuche, die regelmäßig Abweichungen von 5 – 10 % mit sich bringen (Detter et al. 2013), zu suchen. Eventuell entstehen auch Bodenverdichtungen durch die Zugversuche und führen daher zu veränderten Messwerten. Von einer tatsächlichen Verbesserung des Verankerungsmomentes ist nicht auszugehen. Drei Bäume mit erheblicherem Wurzelverlust (Nr. 7, Nr. 46, Nr. 50) zeigen geringfügig verbesserte Verankerungsmomente, während die restlichen 7 Bäume leichte Verschlechterungen der Verankerung zeigen. Tabelle 4 zeigt das Verankerungsmoment der 16 Bäume, deren Wurzeln im Spülverfahren freigelegt wurden, vor und nach dem Spülverfahren sowie nach der Durchtrennung der Wurzeln, die Anzahl der gekappten Wurzeln und die Veränderung des Verankerungsmomentes nach Wurzelkappung gegenüber dem Zustand den der Baum aufwies nachdem einige Wurzeln im Spülverfahren freigelegt worden waren.

Baum	1-VOR Verankerungs-moment in kNm	2-SPUL Verankerungs-moment in kNm	3-NACH Verankerungs-moment in kNm	Durchtrennte Wurzeln über 20 mm Durchm.	Veränderung in Prozent
18	303	280	293	2	4,8
20 NNW	222	233	237	5	1,9
20 ONO	293	288	285	5	-1,0
21	403	349	350	6	0,5
25	286	287	294	8	2,3
26	219	194	192	8	-1,0
30 NNO	150	142	143	9	0,5
30 OSO	150	122	125	9	2,4
31	295	279	268	7	-3,9
35	321	281	268	9	-4,5
37	265	243	245	3	0,7
44	264	261	264	5	1,1
58	261	254	251	3	-1,1
59	224	206	210	8	2,0
66	119	105	106	3	1,1
67	263	250	251	2	0,6
71 SSW	171	164	171	4	4,1
71 OSO	164	165	158	4	-4,5
78	151	164	158	4	-3,8
				Durchschnittliche Veränderung in %	0,1

Tab. 4: Verankerungsmoment gespülte Bäume, Quelle R. Strecker 2014

10 Bäume zeigen geringfügig verbesserte Verankerungsmomente, 4 Bäume eine Verschlechterung der Verankerung, 2 Bäume eine Verschlechterung oder Verbesserung je nach Belastungsrichtung (drei der Bäume wurden in mehr als eine Richtung belastet, da bei diesen die durchtrennten Wurzeln nicht nur einseitig verliefen).

Die Darstellung der Veränderung der Verankerungsmomente in einer zusammenfassenden Grafik zeigt, dass die Einzelergebnisse mit nur geringer Streuung dicht an der halbieren liegen, d. h. dass keine oder nur geringfügige Veränderungen eingetreten sind. Die größten Unterschiede ergaben sich aus dem Freilegen der Wurzeln durch Spülen.

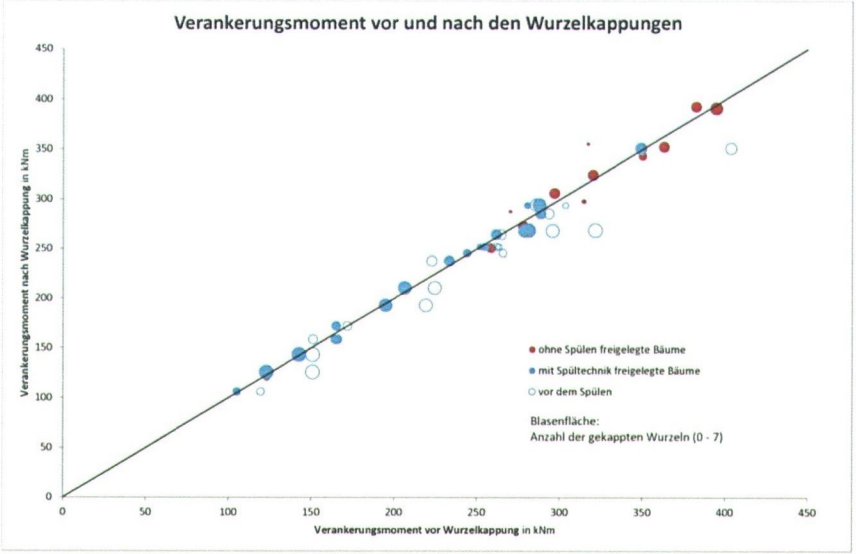


Abb. 6: Veränderung der Verankerungsmomente, Quelle: Detter, A. 2014

Eine Gegenüberstellung der Größe der gekappten Wurzeln mit der Veränderung des Verankerungsmomentes ergibt keine klare Aussage. Zwar ist eine Tendenz zu erkennen, dass mit zunehmender Größe des Wurzelverlustes das veränderte Verankerungsmoment zum Negativen tendiert, also die Verankerung sich verschlechtert, jedoch bewegt sich diese Tendenz in einem Bereich von 1 bis – 2 %.

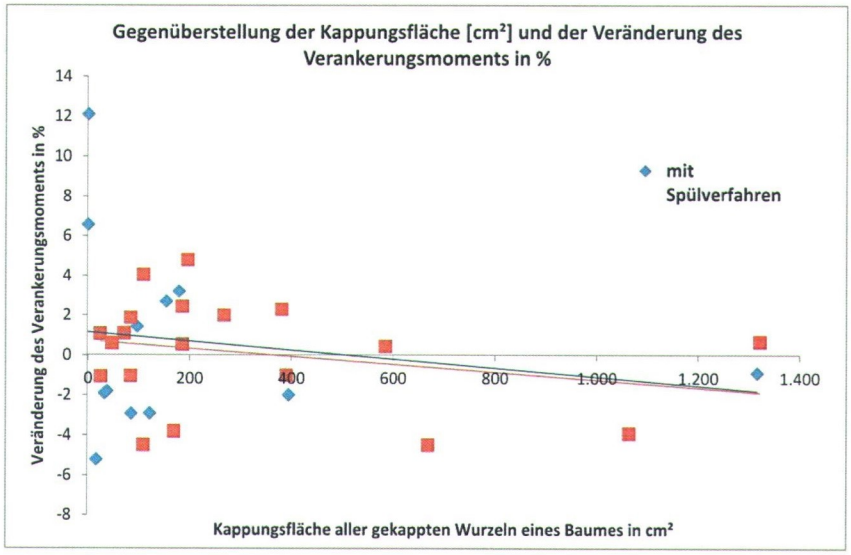


Abb. 7: Gegenüberstellung verändertes Verankerungsmoment/Wurzelverlust, Quelle: Strecker, R.; 2014

Insgesamt liegen alle Messwerte innerhalb der Streuung der bei diesem Verfahren üblicher Messtoleranzen.

3.2 Wurzelschnittflächen

Nach etwa 15 Monaten wurde an einigen Stellen der Gehweg erneut geöffnet, um die Entwicklung der Wurzelschnittflächen zu überprüfen. Hierbei wurde zum einen festgestellt, dass sich bereits eine erhebliche Anzahl neuer Wurzeln gebildet hatte, die den Zugang zu den Schnittflächen zum Teil erheblich störten. An den freigelegten Schnittflächen konnten für Wurzelschnittflächen untypische Holzverfärbungen festgestellt werden. Der direkte optische Vergleich mit den Trichoderma Kulturen legt nahe, dass die Ansiedlung des Antagonisten gelungen ist. Ein molekularbiologischer Nachweis der Trichodermaspezies ist zur Skriptlegung noch nicht erfolgt.

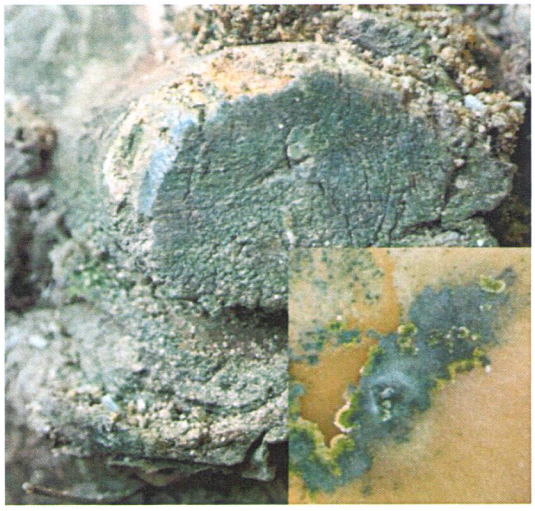


Abb. 8:
Vergleich Wurzelschnittfläche/gelieferte Antagonisten

4 Diskussion

Im Rahmen der Zugversuche konnte ein geringer Einfluss der Bodenfeuchte auf die Verankerungsqualität festgestellt werden und entspricht den Erwartungen, da dieses Phänomen bereits beobachtet und beschrieben wurde (Rust, S. et al. 2013). Dass darüber hinaus das Entfernen der oberflächennahen Wurzeln auf der Gehwegseite kaum Veränderungen der Standfestigkeit bewirkte überraschte alle Versuchsteilnehmer. Eine mögliche Erklärung liegt in den anstehenden sandigen Böden, die ein tiefreichendes Durchwurzeln ermöglichen. Anhand eines in den letzten Bearbeitungstagen erfolgten Aufschlusses durch einen Versorgungsträger wurde ersichtlich, dass in den unteren Bodenschichten zwischen 70 und 80 cm Tiefe, eine Humusanreicherung, die entweder auf eine fehlerhafte Verfüllung des Leitungsgrabens oder auf über 100 Jahre zurückliegende Bodenverlagerungen im Zuge des Siedlungsbau zurückgehen, zu einer verstärkten Wurzelbildung geführt hat.

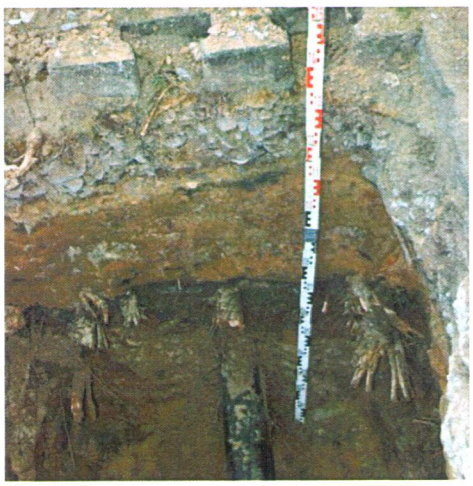


Abb. 9:
Wurzelhorizonte

Mit dem Erdbohrstock nach Dr. Pürkhauer wurden bereits im Vorfeld verschiedene Standorte überprüft, an einigen, aber nicht an allen Standorten lassen Bodenverfärbungen auf ähnliche Verhältnisse schließen. Eine weitere Erklärung ist, dass zurückliegende Bautätigkeiten für Versorgungsleitungen mit anschließender nur geringer Verdichtung der Leitungsgräben eine vermehrte Wurzelbildung auch in größeren Bodentiefen mit sich brachte. Grundsätzlich ist festzustellen, dass eine Durchwurzelung in Tiefen von weit über 1 m im Marler Stadtgebiet nicht selten ist, da als Bodentyp die Halterner Sande recht häufig vertreten sind. Für Marler Verhältnisse ist die Kombination aus zurück liegenden Aufschlüssen und sandigen Böden durchaus typisch, in fast jeder Straße sind in den letzten Jahrzehnten Versorgungsleitungen erneuert oder neu verlegt worden. Ob darüber hinaus eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Standorte möglich ist, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

Die Ansiedlung eines Antagonisten im Wurzelbereich der Bäume scheint auch unter realen, also Baustellenbedingungen, möglich zu sein und gestaltete sich überraschend simpel. Das hinterfüllen der Wurzelsperre mit Kompost/Oberboden Gemisch hat die Wurzelneubildung und vermutlich auch durch Speicherung und Abgabe von Feuchtigkeit die Ansiedlung des Trichoderma Pilzes begünstigt.

5 Ausblick

In Zukunft wird die Zahl der Bodenaufschlüsse im Bereich von Bäumen nicht abnehmen: Besonders der ältere Baumbestand führt zu Konflikten im Bereich der Geh- und Radwege. Nur im Falle fehlender Alternativen sind Kappungen oberflächennaher Wurzeln statthaft. Diese durch Zugversuche zu begleiten gebietet die Verkehrssicherungspflicht des Baumeigentümers. Die Verbesserung der Zugversuche bleibt dabei ein weites Aufgabenfeld. Derzeit wird daran gearbeitet, ein bestehendes technisches Prüfverfahren, welches den Vorteil hat nicht mit Seilen zu arbeiten und daher unabhängig von Ankerpunkten ist, an die Baumprüfung anzupassen. Erste Praxiserprobungen werden bereits durchgeführt und zeigen deutliche Vorteile, die vor allem bei größeren Bauvorhaben zum tragen kommen, da das aufwändige Einbauen von Seilen in die Bäume entfällt.

Die Effektivität von antagonistischen Pilzen zur Vermeidung von Wundinfektionen mit holzzersetzenden Pilzen ist im Labor, aber auch in verschiedenen Feldversuchen belegt. Für den unterirdischen Bereich sind die molekularbiologischen Nachweise zu erbringen. In der Schweiz wird im kommenden Jahr ein Start-Up an den Markt gehen und den kommerziellen Vertrieb von antagonistischen Pilzen sicherstellen. Damit stehen Wundbehandlungsmittel für Baumverletzungen zur Verfügung. Die langfristige Effektivität des Wundschutzes muss durch begleitende Untersuchungen noch nachgewiesen werden.

6 Quellen

Breloer, H., 2003: Verkehrssicherungspflicht bei Bäumen aus rechtlicher und fachlicher Sicht, 6. überarbeitete und erweiterte Auflage, Thalacker Medien, 11-12.

Detter, A.; Rust, Prof. Dr. S., 2013: Aktuelle Untersuchungsergebnisse zu Zugversuchen, Jahrbuch der Baumpflege 2013, Haymarket Media, Braunschweig, 87-100.

Detter, A.; 2014: Gutachten zu Zugversuchen an Bäumen Nr. 14 – 0166 im Auftrag der Stadt Marl, unveröffentlicht.

DIN 18920:2014-07 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen, Beuth Verlag, Berlin.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN, ARBEITSGRUPPE STRAßENENTWURF: Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil: Landschaftspflege, Abschnitt 4: Schutz von Bäumen, Vegetationsbeständen und Tieren bei Baummaßnahmen. (RAS LP-4) 1999, FGSV Verlag, Köln.

ROTERMUND, C.; KRAFT, DR. G., 2008: Die Haftung der Kommunen für die Verletzung der Verkehrssicherungspflicht, 5. Auflage, Erich Shmidt Verlag Gmbh&Co., Berlin, 51-52.

RUST, PROF. DR. S.; DETTER, A.; FUCHS; C. SCHIRUTSCHKE, B., 2013: Einfluss der Witterung auf die Ergebniss statischer Zugversuche, Jahrbuch der Baumpflege 2013, Haymarket Media, Braunschweig, 296-300.

RUST, PROF. DR. S.; WEIHS, PROF. DR. U., 2007: Geräte und Verfahren zur eingehenden Baumuntersuchung, Jahrbuch der Baumpflege 2007, Haymarket Media, Braunschweig, 215-229.

SCHUBERT, M.; FINK S.; SCHWARZE, PROF. DR. F.W.M.R., 2008: In Vitro Screening of an antagonistic Trichoderma strain against wood decay fungi, Aboricultural Journal 2008, Vol.31, 227-248.

SCHUBERT, M.; FINK S.; SCHWARZE, PROF. DR. F.W.M.R., 2008:Field experiments to evaluate the application of Trichoderma strain (T-15603.1) for biological control of wood decay fingi in Trees, Aboricultural Journal 2008, Vol.31, 249-268

SCHUBERT, M.; SCHWARZE, PROF. DR. F.W.M.R.; HELLER, T.; FINK, PROF. DR. S., 2007: Möglichkeiten und Grenzen der biologischen Hemmung holzabbauender Pilze an Bäumen, Jahrbuch der Baumpflege 2007, Haymarket Media, Braunschweig, 180-191

SCHWARZE F.W.M.R.; JAUSS, F.; SPENCER, C.; HALLAM, C.; SCHUBERT, M., 2012: Evaluation of an antagonistic Trichoderma strain for reducing the rate of wood decomposition by the white rot fungus Phellinius noxius. Biological Control (2012) doi: 10.1016/j.biocontrol.2012.01.016

SINN, G.; WESSOLLY, L., 1989: Baumstatik - Zwei neue zerstörungsfreie Meßverfahren. DAS GARTENAMT 38 (1989) Juli, S. 422-428 997

STRECKENBACH, DR. M.; STÜTZEL, PROF. DR. T., 2010: Phalwurzler, Flachwurzler, Herzwurzler - wie Substrate die Ausbreitung von Wurzeln beeinflussen, Jahrbuch der Baumpflege 2010, Haymarket Media, Braunschweig, 159-171

STRECKER, R.; 2014: Standsicherheitsuntersuchungen an Straßenbäumen, Bachelor Arbeit,

STÜTZEL, PROF. DR. T.; BENNERSCHEIDT, C.; STRECKENBACH M., 2009: Unterschiedliche Arten und Ursachen von Schäden durch Gehölzwurzeln in Verkehrswegen, Jahrbuch der Baumpflege 2009, Haymarket Media, Braunschweig, 33-40

WESSOLLY, L.; ERB M., 1998: Baumstatik und Baumkontrolle, Patzer Verlag, Berlin, 165-169