

Zum Umgang mit Baumwurzeln unter Wegebelägen aus bau- und vegetationstechnischer Sicht

Referentin: Dr. Sabine Reichwein

Dipl.-Ing. Landschafts- und Freiraumplanung, Hannover

1 Einleitung

Alleebäume sind Bäume an Verkehrsflächen. Das Wachstum ihrer Wurzeln beschränkt sich nicht nur auf Pflanzstreifen und Pflanzgruben, sondern erstreckt sich auch unter die angrenzenden Wegebeläge. Insbesondere bei Geh- und Radwegen verursacht das Wurzelwachstum Schäden. Kantig hoch stehende Gehwegplatten und Pflastersteine in sonst ebenen Flächen werden vor allem für Fußgänger zu Stolperfallen. Aufwölbungen in asphaltierten Radwegen veranlassen Radfahrer zum Ausweichen auf die Straße. Die verkehrssicherungspflichtigen Instanzen sorgen für die Behebung gefährlicher Unebenheiten, was häufig zu Wurzelverlusten und -verletzungen führt. Die Problematik wurde im Rahmen einer Dissertation an der Leibniz Universität Hannover untersucht (Reichwein 2002). Eine quantitative Erhebung und die Dokumentation des Wurzelwachstums an Fallbeispielen geben Aufschluss über Schadbilder und Schadensursachen. Aus den Ergebnissen werden Hinweise für den Umgang mit Altstandorten sowie für die Schadensprävention bei der Neupflanzung von Bäumen abgeleitet.



Abb. 1: Eine Frage der Verkehrssicherheit: Anhebungen im Gehwegbereich durch Baumwurzeln.

2 Quantitative Betrachtung der Schadensproblematik

Schäden an Wegedecken und Randeinfassungen wurden an 2881 Baumstandorten innerhalb von Verkehrsflächen durch Inaugenscheinnahme untersucht. Mit einer Häufigkeit von 52 % weisen über die Hälfte der Standorte die untersuchten Merkmale auf. Als „Schaden“ wurde dabei jede wurzelbedingte Veränderung an Wegebelägen und Randeinfassungen definiert. Da einige der schadfreien Standorte bereits reguliert waren und auch Jungbäume einbezogen wurden, liegt die Quote der Standorte, an denen im Laufe der Zeit Schäden auftreten, noch höher. Über die Schadensquote bei Wegen an ländlichen Alleen ist nichts bekannt.

2.1 Baumgröße

Als entscheidender Faktor für das Auftreten von Belagschäden erweist sich die Baumgröße, gemessen als Stammdurchmesser. Die Schadensquote steigt mit zunehmendem Stammdurchmesser und erreicht maximal 84 % bei Bäumen ab 50 cm Stammdurchmesser. Allerdings dürfte sich der Schadensverlauf bei Altbäumen verlangsamen, da die Zuwachsraten nachlassen. Bei Altbäumen sind daher oftmals trotz großem Stammdurchmessers nur geringe Anhebungen zu verzeichnen. Hier ist es häufig der Stammanlauf, der Probleme bereitet, wenn der Abstand zwischen Baum und Verkehrsfläche nicht mehr ausreicht.

2.2 Gattungen

Um Aufschluss über die Schadensträchtigkeit einzelner Baumgattungen zu erhalten, wurden die Schadensquoten nach diesem Merkmal aufgeschlüsselt. Untersucht wurden die Gattungen *Acer*, *Aesculus*, *Corylus*, *Crataegus*, *Platanus*, *Quercus*, *Robinia*, *Sorbus* und *Tilia*. Tatsächlich zeigen sich Unterschiede in der Schadensquote. Diese allein erlaubt jedoch keine Rückschlüsse auf die generelle Schadensträchtigkeit einzelner Gattungen: Betrachtet man zugleich den durchschnittlichen Stammdurchmesser, so ergibt sich mit wenigen Ausnahmen eine Reihung, wie sie nach der Baumgröße zu erwarten wäre. Offenbar überwiegt der Einfluss der Baumgröße die gattungsspezifischen Wurzeleigenschaften. Demnach besteht kein Anlass auf bewährte Straßenbaumarten zu verzichten. Zu sehr starkwüchsigen Baumarten wie Pappel, Götterbaum oder Silberahorn konnten im Rahmen dieser Untersuchung keine Aussagen getroffen werden.

2.3 Wegebeläge

Asphaltbeläge weisen seltener die untersuchten Schadensmerkmale auf als Pflaster- und Plattenbeläge. Die Aufgrabungen geben jedoch keinen Hinweis auf Unterschiede in der Wurzelentwicklung. Möglicherweise werden die Veränderungen an Asphaltbelägen aufgrund der Schadensform (Wölbung) auch nur später sichtbar. Eindeutige Aussagen werden durch die Variationsbreite der Asphaltbauweisen erschwert.

2.4 Randeinfassungen

Standorte mit Randeinfassung zwischen Baumscheibe und Wegebelag, wie z. B. Bord- und Kantensteine, zeigen weniger und geringere Schäden als solche ohne. Höhere und somit möglicherweise tiefer fundamentierte Bauweisen zeigen dabei die geringeren Schadensquoten. Dies ist ein Hinweis darauf, wie durch bautechnische Mittel Schäden reduziert werden können. Gerade bei Radwegen entlang ländlicher Alleen wird häufig auf eine Randeinfassung verzichtet, was der Entstehung von Belagsanhebungen Vorschub leistet.

2.5 Baumscheibengröße

Alle untersuchten Bäume befanden sich innerhalb versiegelter Flächen. Hinsichtlich der Baumscheibengröße treten bei großen Baumscheiben weniger und schwächere Schäden auf. Dieser Effekt dürfte in erster Linie auf eine zeitliche Verzögerung zurückzuführen sein. Angrenzende Wegebeläge werden wegen der größeren Distanz erst später unterwurzelt. Außerdem bieten große Baumscheiben mehr Platz für die sich entwickelnden stammnahen Starkwurzeln.

Bäume in durchgehenden Pflanzstreifen, wie sie bei Alleen außerhalb von Ortslagen üblich sind, waren nicht Gegenstand der Untersuchung. Diese Bauweise ist im Hinblick auf die Größe des Wurzelraums grundsätzlich vorteilhaft. Es hängt jedoch maßgeblich von der Bauausführung ab, ob der durch die große unversiegelte Oberfläche suggerierte unterirdische Wurzelraum tatsächlich gute Wachstumsbedingungen bietet. Nicht selten ist der Boden durch die Bautätigkeit verdichtet oder aufgrund seiner Zusammensetzung für langfristiges Wurzelwachstum ungeeignet. Daher können auch Bäume in Pflanzstreifen Vitalitätsmängel aufzeigen.

3 Wurzelwachstum unter Wegebelägen

Die exemplarische Freilegung von Schäden verursachenden Wurzelpartien sollte zeigen, wie Baumwurzeln unter Wegebelägen wachsen und welche Ursachen dem zugrunde liegen. Hierzu wurden unter schadhafte Belägen die Wurzeln von neun Straßenbäumen partiell frei gelegt.

3.1 Wuchsrichtung

Die Wuchsrichtung von Baumwurzeln verläuft auch unter Wegebelägen in der Tendenz radial vom Stamm bzw. von der Verzweigungsstelle weg. Das Wachstum der einzelnen Wurzel jedoch ist weitgehend ungerichtet und folgt kleinräumigen Reizen. In den sonst nährstoffarmen Wegebaustoffen wird organische Substanz z. B. aus Bauschutt oder aus der Anreicherung in Fugen als Nährstoffquelle erschlossen. Auf diese Weise können die gegebenen Standortvoraussetzungen optimal ausgenutzt werden



Abb. 2: *Acer platanoides* - Die Wurzeln wachsen radial vom Stamm weg. Obwohl zu einer Seite ein Hausgarten angrenzt, wird die Sandbettung von Pflaster- und Plattenbelag intensiv durchwurzelt.

3.2 Ausdehnung

Auch Straßenbäume können großflächige Wurzelpartien entwickeln, die oftmals weit über die Kronentraufe hinausreichen. Kleine Pflanzgruben und Baumscheiben reichen nicht aus, um einem größeren Straßenbaum eine auch nur mittelfristige Entwicklung zu ermöglichen.



Abb. 3: *Platanus acerifolia* – In der Pflasterbettung hat sich ein ausgedehntes Wurzelsystem bis über die Kronentraufe hinaus entwickelt. An einem Ablauf streichen die Wurzeln in tiefere Bodenschichten.



Abb. 4: *Robinia pseudoacacia* – Durch eine Fuge im Bordstein gelangen die Wurzeln in die Plasterbettung des Parkstreifens. An den Auflagepunkten des Pflasters haben sich starke Verdickungen gebildet.

3.3 Wurzelwachstum an Barrieren

Barrieren wie Bord- und Kantensteine werden um- bzw. unterwachsen. Oftmals streben die Wurzeln hinter dem Hindernis wieder nach oben, um den ursprünglichen Verlauf fortzusetzen. Fugen werden besonders häufig in den Ecken durchwachsen. Bei der Suche nach wirkungsvollen Schutzmaßnahmen ist der Fugenproblematik besondere Aufmerksamkeit zu schenken.



Abb. 5: Barrieren werden an den Fugen durchwachsen oder wie hier unterwachsen (*Quercus robur*). Danach verläuft das Wachstum der Wurzeln in völlig verschiedene Richtungen. Während einige in der Tiefe bleiben, wächst eine Wurzel an die Oberfläche bis unter das Pflaster.

3.4 Bodendichte und Grenzzonen

Baumwurzeln wachsen auch dann unter Wegebela­gen, wenn sie Wurzelraum in tieferen Schichten oder in benachbarten Bereichen vorfinden. Wegebau­schichten bieten oftmals hinreichend gute Voraussetzungen für Wurzelwachstum. Baumwurzeln wachsen also nicht aus purer Not unter Wegebela­gen, sondern werden durch die üblichen Wegebauweisen nahezu eingeladen. Die Bodendichte bzw. das Vorhandensein von Grobporen und sind entscheidende Kriterien für die Durchwurzelbarkeit von Substraten. Viele Wegebau­schichten weisen bei Verkehrsflächen für geringe Belastungen auch nach der Verdichtung ein ausreichendes Porenvolumen auf. Typische Orte des Wurzelwachstums sind Pflasterbettungen, hohlraumreiche Trag­schichten, Fugen in Baukörpern und Grenzzonen mit geringem Eindringwiderstand, z. B. zwischen starren Baukörpern und Schüttstoffen. Wegedecken bieten außerdem Schutz vor Verdichtung, Verdunstung und starken Temperaturschwankungen. Selbst unter Asphaltbelägen können sich so ausgedehnte Wurzelpartien entwickeln, zumal hier Kondenswasser auftritt (Kopinga 1992).



Abb. 6: Wurzelwachstum, wo man es eigentlich nicht vermutet: Wurzelpartie von *Robinia pseudoacacia* in der Grenzzone zwischen Tragschicht und Asphaltdeckschicht.

3.5 Wurzeltiefe

Je dichter Wurzeln unter dem Belag oder unter einem Bauteil wachsen und je dicker sie sind, desto größer ist der Schaden. Knollenartige Wurzelverdickungen, die häufig



Abb. 7: Starkwurzeln von *Sophora japonica* in der Tragschicht. Der Schaden ist in dieser Tiefe trotz großer Wurzeldicken gering.

als Reaktion auf die Druckbelastung entstehen, können die Anhebungen noch verstärken. Im Hinblick auf die Schadensvermeidung sollten Baumwurzeln aus den oberen Schichten des Wegeaufbaus fern gehalten und stattdessen in tiefere Schichten geleitet werden.

4 Möglichkeiten der Standortsanierung

Eine Sanierung schadhafter Wegedecken ist zur Wahrung der Verkehrssicherheit unvermeidbar. Sie ist zugleich ein Eingriff in das Wurzelsystem der Bäume. In der Praxis müssen Kompromisse gefunden werden zwischen den Belangen des Baumes und funktionalen und bautechnischen Anforderungen. Dabei gilt, dass der Wurzelbereich von Bäumen grundsätzlich vor Eingriffen zu schützen ist (DIN 18920; RAS-LP4; ZTV Baumpflege). Geeignete Maßnahmen sind im Einzelfall festzulegen.

4.1 Entfernen von Wurzeln

Bei relativ dünnen Wurzeln in geringen Mengen wird im Regelfall der Belag aufgenommen und nach Entfernen der Wurzeln wieder hergestellt. Diese Regulierungsmethode birgt jedoch Nachteile: Der Eingriff ins Wurzelsystem kann den Baum empfindlich beeinträchtigen, zumal die baumpflegerisch fachgerechte Durchführung nicht immer gewährleistet ist. Die Arbeiten fallen in den Verantwortungsbereich des Tiefbaus und werden im Regelfall durch Tiefbauunternehmen ausgeführt. In Ermangelung spezieller Vorgaben können hier die Bestimmungen der RAS-LP 4 heran gezogen werden, wonach in Leitungsgräben Wurzeln von mehr als 2 cm Durchmesser nicht abgeschnitten werden dürfen (FGSV 1999). Außerdem muss das Entfernen der Wurzeln mit glattem Schnitt und kleiner Schnittfläche erfolgen. Insbesondere in Pflasterbettungen entwickeln sich rasch neue Wurzeln. An den Kappungsstellen ist zudem eine vermehrte Verzweigung festzustellen. Bisweilen wird daher von einer Beseitigung der Wurzeln abgeraten (FGSV 2006). Mangels realisierbarer Alternativen dürfte die Methode jedoch auch in naher Zukunft der Regelfall sein. Im Hinblick auf baumpflegerische Aspekte ist eine Schulung der Ausführenden anzustreben.

4.2 Entsiegelung

Bei dickeren, zu erhaltenden Wurzeln sollte zunächst eine Baumscheibenerweiterung bzw. eine Verlegung von Geh- und Radwegen erwogen werden, bei Anhebungen durch stammnahe Wurzeln ist sie unumgänglich. Erweiterte Baumscheiben in Ortslagen müssen gegebenenfalls vor Belastungen geschützt werden, da sonst eine Verschlechterung der Standortbedingungen eintritt. Die angrenzenden Bereiche können weiterhin unterwurzelt werden.

4.3 Wegedecke anheben

Lassen die räumlichen Verhältnisse eine Entsiegelung nicht zu, so kann eine Überpflasterung nach Auftrag einer ausgleichenden Sandschicht vorgenommen werden. Dabei sind kleinteilige Pflasterbeläge besser an Unebenheiten anzupassen, als großformatige Gehwegplatten. Bei der Reparatur von Asphaltbelägen ist eine neue Asphaltdecke (i. d. R. auf der alten) aufzubringen. Durch das fortgesetzte Dickenwachstum der Wurzeln ist bei allen Belagsarten mit erneuten Anhebungen zu rechnen. Die Methode ist daher insbesondere bei jüngeren Bäumen mit starkem Zuwachs häufig nur eine Übergangslösung. Bei asphaltierten Radwegen entlang ländli-

cher Alleen könnte diese Methode durchaus praktikabel sein, da eine Niveauerhöhung durch aufgetragene Schichten in der Regel unproblematisch ist.

4.4 Flexible Wegebaustoffe

Flexible Wegebaustoffe wie wassergebundene Wegedecken oder Asphalt können den ursprünglichen Belag stellenweise ersetzen. Niveaueinstellungen sind auf diese Weise relativ problemlos möglich. Allerdings sind ästhetische und im Falle wassergebundener Wegedecken auch funktionale Mängel hinzunehmen. Flexible Wegedecken eignen sich daher hauptsächlich für schwach frequentierte Nebenflächen mit geringen ästhetischen Anforderungen oder als Übergangslösung. Mit erneuten Anhebungen ist zu rechnen. Die Flexibilität des Baustoffs verspricht jedoch längere Reparaturintervalle. Heiß eingebauter Asphalt schädigt das Wurzelgewebe, so dass ausreichender Abstand zur Wurzel gewährleistet sein oder kalt eingebauter Asphalt verwendet werden muss. Bei wassergebundenen Wegedecken ist zu bedenken, dass die erforderliche Verdichtung des Materials ebenfalls eine Beeinträchtigung der Wurzeln mit sich bringt. Bei Anhebungen im stammnahen Bereich von Altbäumen kann die wassergebundene Wegedecke durchaus eine endgültige Lösung darstellen, wenn ein Verzicht auf eine Befestigung nicht möglich ist.

4.5 Wurzelumbettung, Wurzelüberbauung

Folgende wurzel erhaltende Methode ist in Erprobung und bezweckt langfristige Abhilfe: Bei vitalen Bäumen kann eine Umbettung noch elastischer Wurzeln (bis ca. 5 cm, Angabe Heidger) in tiefere Schichten des Bodens unterhalb des Wegeaufbaus erfolgen. Hierzu werden die den Schaden verursachenden Wurzelpartien in belüftete Wurzelgräben umgebettet und der Wegeaufbau wieder hergestellt. Nicht mehr biegsame Wurzeln bzw. Wurzelabschnitte können frei gelegt, mit geeigneten Baustoffen unterfüttert und anschließend überdeckt werden (FGSV 2006, Heidger 2004). Die Durchführung der Maßnahmen erfordert hinreichenden Sachverstand, da ein nicht unerheblicher Eingriff ins Wurzelsystem erfolgt.

4.6 Wurzelbrücken

Frei tragende Wurzelbrücken ermöglichen eine belastungsfreie Nutzung von Wurzelbereichen. Sie erfordern jedoch zumeist eine Niveaueinstellung, die wegen der daraus resultierenden Anschlussprobleme häufig nicht umgesetzt werden kann. Wegen der hohen Kosten ist diese Maßnahme auf wertvolle Altbäume beschränkt. Bei frei tragenden Systemen ist nicht mit erneuten Anhebungen zu rechnen, die Lösung ist also langfristig wirksam.

5 Präventive Maßnahmen bei der Neupflanzung von Bäumen

Ziel präventiver Maßnahmen ist, Schäden zu reduzieren und Reparaturintervalle zu verlängern. Hierzu sind Wegeoberbau und Wurzelraum genauer als bisher zu definieren und durch bau- und vegetationstechnische Maßnahmen strikter zu trennen. Drei wesentliche Planungsgrundsätze sind zu beachten:

5.1 Abstimmung von Baumgröße und Platzverhältnissen

Die Baumgröße ist ein wesentlicher Einflussfaktor für die Entstehung von Belagsanhebungen. Eine sachgerechte Abstimmung von zu erwartender Größe einer Baumart

und unterirdischen Standortbedingungen kann zur Schadensreduzierung beitragen. Die Praxis zeigt, dass die unterirdische Entwicklung von Straßenbäumen in der Planung zu wenig bedacht wird. Im Entwurf sind durchgehende Pflanzstreifen mit angemessener Weite zu bevorzugen, wobei auch langfristig ein hinreichender Abstand von Geh- und Radwegen zum Stammfuß des Baumes gewährleistet sein muss. Wichtig ist bei der Bauausführung, dass der vorgesehene Wurzelraum tatsächlich gute Bodeneigenschaften aufweist und nicht durch Bautätigkeit beeinträchtigt ist.

5.2 Wurzelraum unter Wegebelägen schaffen

Wurzeln sind aus den empfindlichen oberen Schichten von Verkehrsflächen fern zu halten. Sind im Siedlungsbereich hinreichend große offene Baumscheiben und Pflanzgruben nicht realisierbar, so kann Wurzelraum unterhalb der oberen Wegebau-schichten angelegt werden. Hierzu können tragfähig verdichtbare Baumsubstrate oder durchwurzelbare Wegebaustoffe, die allgemein als „unterbaufähige Substrate“ bezeichnet werden, unter der obersten Tragschicht eingebaut werden. Die Regelwerke stellen dar, wie die Forderung nach angemessenen Wurzelräumen in der Praxis umgesetzt werden kann (FLL 2004). Gleichzeitig muss die Baumscheibe groß genug sein, um die sich entwickelnden stamm- und oberflächennahen Horizontalwurzeln aufzunehmen. Die Baumscheibe ist vor Belastungen durch Betreten, Befahren etc. zu schützen.

Bei Alleen außerhalb von Ortschaften ist sicher zu stellen, dass die Baumwurzeln unter dem Wegeoberbau von auf der Flurseite geführten Geh- und Radwegen hindurch wachsen können. Ist dies aufgrund der Beschaffenheit des natürlich anstehenden Bodens oder aufgrund von Bodenveränderungen durch Bautätigkeit nicht der Fall, so kann durch den Einbau einer Vegetationstragschicht aus unterbaufähigem Substrat unterhalb der Tragschicht ein Wurzelkorridor eingerichtet werden.

5.3 Wegebeläge schützen

Durch die Schaffung definierter Wurzelräume ist eine Konzentration der Wurzeln im Bereich der für sie günstigen Standortbedingungen ist zu erwarten. Zusätzlich müssen jedoch geeignete Schutzmaßnahmen für die oberen Wegebau-schichten getroffen werden. Die Deckschichten selbst bieten, abgesehen von frei tragenden Bauelementen, wenig Möglichkeit zur durchwurzelungssicheren Ausbildung. Um den seitlichen Zutritt zu erschweren, ist zwischen Baumscheibe und Wegebelag eine Randeinfassung einzubauen. Sie bietet zwar keinen absoluten Schutz vor Belagsanhebungen, kann aber zumindest eine Schadensreduzierung bewirken. Ein optimale Schutzwirkung wird durch fugenlose und zugleich tief reichende Bauweisen erzielt. Einer Durchwurzelung der obersten Tragschicht kann durch eine starke Verdichtung entsprechend korngestufte Mineralstoffe begegnet werden. Auf diese Weise wird zugleich der Zugang zur Deckschicht von unten gesperrt. Ein anderer Ansatz ist der Einbau hohlraumreicher, luftführender Tragschichten, bei dem ein Verbleib der Wurzeln in tieferen Schichten erwartet wird. Im Hinblick auf wirksame Schutzmaßnahmen besteht Forschungsbedarf.

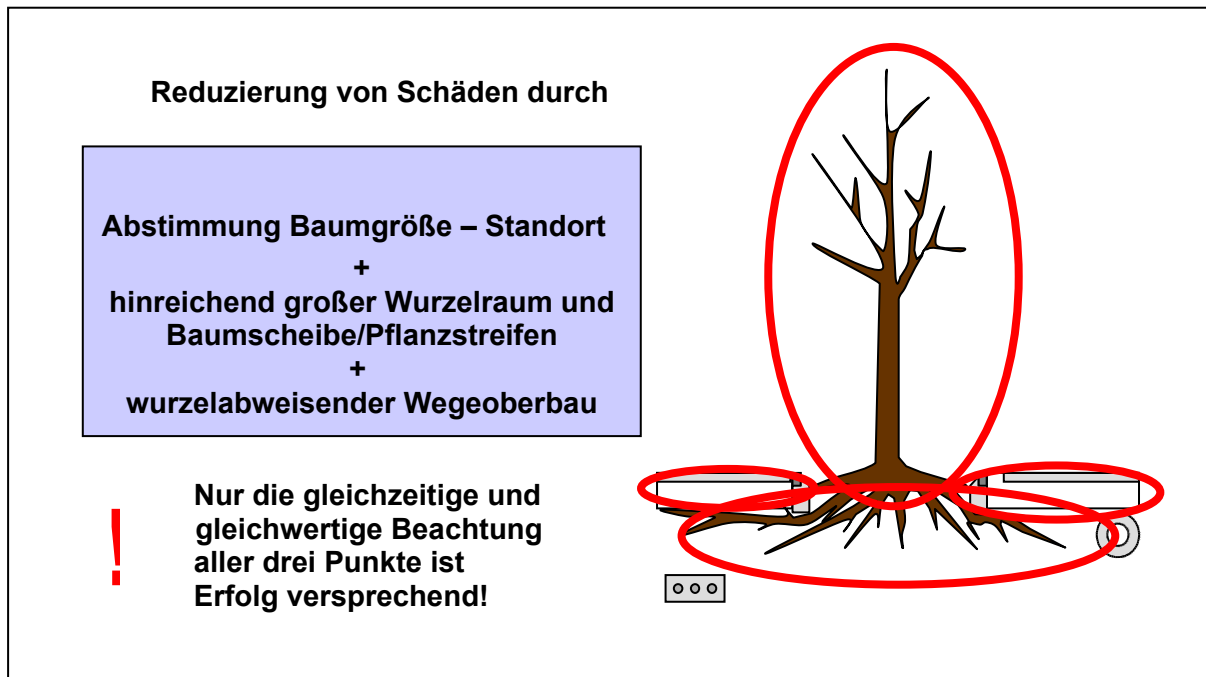


Abb. 8: Ansätze zur Schadensvermeidung

6 Fazit

Ohne gut entwickeltes Wurzelsystem kein gesunder Baum. Das gilt auch und insbesondere für Straßenbäume, deren Wurzelraum durch den Aufbau von Wegen und Straßen eingeschränkt ist. Konventionelle Bauweisen für Wegebeläge und Baumstandorte leisten Belagsanhebungen durch Baumwurzeln in zweierlei Hinsicht Vorschub: Pflanzgruben und Pflanzstreifen bieten zu wenig Raum für die Wurzelentwicklung, während gleichzeitig der Wegeoberbau leicht zu durchwurzeln ist.

Die Sanierung schadhafter Beläge ist in der Regel eine Kompromisslösung. Unter Duldung ästhetischer und funktionaler Mängel sollten baumfreundliche Lösungen gewählt und auch wiederholte Reparaturmaßnahmen hingenommen werden.

Abgesehen von einer vernünftigen, auf das Raumangebot abgestimmten Baumauswahl, zeichnen sich Ansätze zur Schadensvermeidung vor allem in der Bau- und Vegetationstechnik ab. Eine gänzliche Schadensvermeidung dürfte mit angemessenem Aufwand kaum zu realisieren sein, wohl aber eine deutliche Schadensreduzierung. Mit Hilfe moderner, regelgerechter Bauweisen können hinreichend große Wurzelräume auch innerhalb von Verkehrsflächen realisiert werden. Auch bei der Anpflanzung an Landstraßen ist neben einem hinreichenden Abstand zu Wegebelägen die Qualität des Bodens zu beachten. Zugleich müssen Baumwurzeln aus der Trag- und Deckschicht fern gehalten werden. Schutzmaßnahmen wie geeignete Tragschichtbauweisen oder Barrieren sind zu erproben. Dem höheren Kostenaufwand stehen Kosteneinsparungen bei der Straßenunterhaltung, bessere Standortbedingungen für Bäume und weniger Eingriffe in das Wurzelsystem gegenüber. Maßnahmen zur Reduzierung wurzelbedingter Belagsanhebungen könnten sich also in mehrfacher Hinsicht bezahlt machen.

Literatur

Balder, H. (1998): Die Wurzeln der Stadtbäume. Ein Handbuch zum vorbeugenden und nachsorgenden Wurzelschutz. Berlin und Wien.

BTL Bomenservice (2004): Wortelopdruk – Eeen Inventarisatie van mogelijke oplossingen. Apeldoorn.

Costello, L., Jones, K. S., 2003: Reducing Infrastructure Damage by Tree Roots: A Compendium of Strategies. Western Chapter of the International Society of Arboriculture (WSISA) 235 Hollow Oak Drive, Cohasset, CA 95973, USA.

DIN – Deutsches Institut für Normung e. V., 2001: DIN 18920 - Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen. Berlin.

FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., 2006: Hinweise zur Straßenbepflanzung in bebauten Gebieten. Köln.

FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., 1999: RAS-LP 4 Richtlinien f. d. Anlage v. Straßen, Teil: Landschaftspflege, Abschn. 4: Schutz von Bäumen, Vegetationsbeständen u. Tieren bei Baumaßnahmen. Köln.

FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, 2006: Zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege (ZTV Baumpflege). Bonn.

FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau: Empfehlungen für das Pflanzen von Bäumen. Teil 1: Planung, Pflanzung, Pflege (2005); Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate (2004). Bonn.

Heidger, C., 2004: Baumwurzelwachstum in Oberflächennähe. Maßnahmen zur Vermeidung von Durchwurzeln bei Oberbau und Decke. In: Tagungsband 14. Nordische Baumpflegetage 2004, Rostock, S. 38-44.

Kopinga, J., 1992: Die Entwicklung von Baumwurzeln unter Straßenbelägen. In: Tagungsband 10. Osnabrücker Baumpflegetage: 22. bis 24. September 1992, Osnabrück, 10.1 - 10.22.

Kutschera, Lore und Erwin Lichtenegger (2002): Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher. Graz. 2002

Reichwein, S., 2002: Baumwurzeln unter Verkehrsflächen - Untersuchungen zu Schäden an Verkehrsflächen durch Baumwurzeln und Ansätze zur Schadensbehebung und Schadensvermeidung. Beiträge zur räumlichen Planung, Heft 66. Hannover.

Reichwein, S., 2009: Zum Umgang mit Baumwurzeln unter Wegebelägen aus bau- und vegetationstechnischer Sicht. In: Dujesiefken, D. (Hrsg.): Jahrbuch Baumpflege 2009, S. 58-70. Braunschweig.

Stadt Osnabrück (Hrsg.); 1997: Wurzelraumoptimierung – Beispiele aus Osnabrück. Osnabrück.