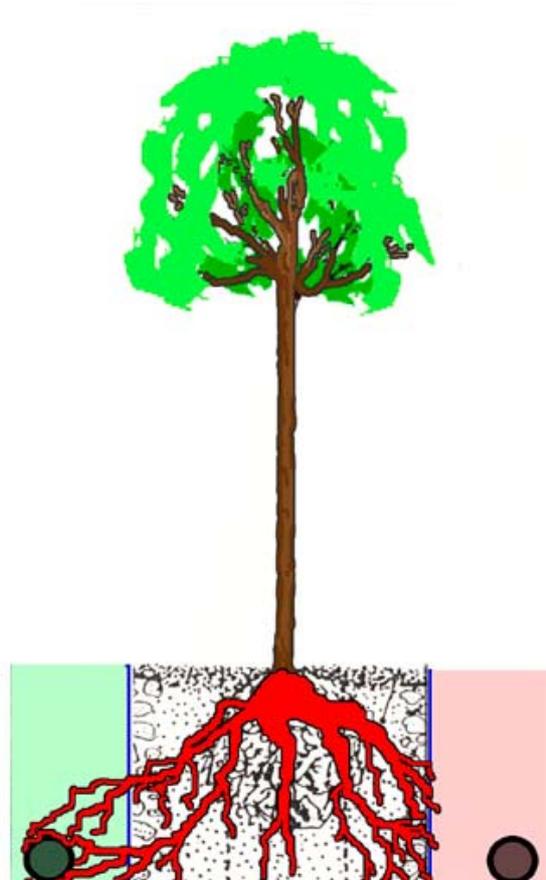


International Symposium TAUP 2007

- Trees and Underground Pipes -



Tagungsband zum Symposium

23. & 24. May 2007

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur,
Gelsenkirchen

Inhaltsverzeichnis

<i>Teilnehmerliste</i>	1
<i>Liste des Programm-Komitee / Liste der Redner</i>	3
<i>Programm</i>	4
<i>Übersicht</i>	6
<i>Ausblick</i>	13
<i>Session 1 - Vortrag Bosseler</i>	20
<i>Session 2 - Vortrag Streckenbach</i>	25
<i>Session 2 - Vortrag Schröder</i>	35
<i>Session 3 - Vortrag Backman</i>	43
<i>Session 3 - Vortrag Nikinmaa</i>	48
<i>Session 4 - Vortrag Bennerscheidt</i>	55
<i>Session 4 - Vortrag Stål</i>	60
<i>Session 4 - Vortrag Ridgers</i>	66
<i>Session 5 - Vortrag Schröder</i>	73
<i>Session 5 - Vortrag Pezzagno</i>	82
<i>Session 5 - Vortrag Stål/Johannsson</i>	89
<i>Session 5 - Vortrag Bennerscheidt</i>	96
<i>Session 5 - Vortrag Dujesiefken</i>	101
<i>Session 6 – Diskussionsleitung Bosseler</i>	110

Teilnehmerliste

Alvem	Britt-Marie	Street Department Stockholms Stad	Stockholm	Schweden
Arns	Johannes	FRANK GmbH Manfred Müller	Mörfelden-Walldorf	Deutschland
Dr. Becker	Klaus		Siegburg	Deutschland
Bengt	Mattsson	Puls AB	Staffanstrop	Schweden
Bergman	Lars-Gunnar	Katrineholms kommun	Katrineholm	Schweden
Düperthal	Paul	Stadtwerke Duisburg	Duisburg	Deutschland
Embrén	Bjorn	Street Department Stockholm Stad 2120000142	Stockholm	Schweden
Gövert	Franz-Josef	Stadt Münster Amt für Grünflächen und Umweltschutz	Münster	Deutschland
Hardy	Michel	Research Division Gaz de Frankreich	Saint Denis La Plaine	Frankreich
Harms	Thomas	Stadtentwässerung Hannover	Hannover	Deutschland
Dr. Heidger	Clemens		Hannover	Deutschland
Jansen	Volker	Abwasserbetrieb Troisdorf AöR	Troisdorf	Deutschland
Jauch	Martin	Fachhochschule Weihenstephan Forschungsanstalt für Gartenbau	Freising	Deutschland
Kippers	Mathijs	Gas Distribution Systems Kiwa Gastec Technology	Apeldoorn	Niederlande
Lindberg	Runar	Qbikum Mark och Park AB SE5565460192	Spånga	Schweden
Malmström	Leif	VA-verket Malmö	Malmö	Schweden

Naess	Tore	City of Oslo	Oslo	Norwegen
Naddamba	Annet	EDUCATION, HOIMA ENVIROMENTAL ALERT	Kampala	Uganda
Östberg	Johan	SLU Alnarp	Lund	Schweden
Ottosson	Christer	TK, Skövde kommun Tekniska kontoret	Skövde	Schweden
Richards	Lawrence	Uponor Product an Marketing	Blackwell nr Alfreton	Großbritannien
Rolf	Kaj	SLU Alnarp	Alnarp	Schweden
Ryan	Jo	Treesource	York	Großbritannien
Schlautmann	Frank	Theodor Cordes GmbH & Co. KG	Senden	Deutschland
Schröder	Torsten	Stadt Kempen	Kempen	Deutschland
Sjöberg	Anders Ohlsson	ARBOR KONSULT AB SE556681970101	Stockholm	Schweden
Stenström	Håkan	Katrineholms kommun	Katrineholm	Schweden
Ströcker	Kathrin	IKT -Institute for Underground Infrastructure	Gelsenkirchen	Deutschland
Thelander	Mattias	City of Malmö	Malmö	Schweden
Wendelspiess	Ruedi	ERI, Eid. Rohrleitungsinspektorat	Wallisellen	Schweiz
Wittmann	Johann	NVV AG	Mönchengladbach	Deutschland
Wollhöfer	Norbert	Stadtwerke Duisburg AG Projektierung	Duisburg	Deutschland

Liste des Programm-Komitee / Liste der Redner

Dr.-Ing. Bosseler	Bert	IKT -Institute for Underground Infrastructure	Gelsenkirchen	Deutschland
Bennerscheidt	Christoph	IKT -Institute for Underground Infrastructure	Gelsenkirchen	Deutschland
Naismith	Ian	WRc Water Research Centre	Swindon	Großbritannien
Ridgers	Don	Thames Water	Reading	Großbritannien
Schröder	Klaus	City of Osnabrück	Osnabrück	Deutschland
Dr. Backmann	Hans	Svenskt Vatten	Stockholm	Schweden
Prof. Dr. Dujesiefken	Dirk	Institut für Baumpflege	Hamburg	Deutschland
Dr. Nikinmaa	Eero	Univesity of Helsinki	Helsinki	Finnland
Pezzagno	Michele	DICATA, university of Brescia	Brescia	Italien
Schmiedener	Heiko	IKT -Institute for Underground Infrastructure	Gelsenkirchen	Deutschland
Stål	Örjan	Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Landscape Planning	Alnarp	Schweden
Streckenbach	Markus	Ruhr-University Bochum	Bochum	Deutschland

Session 1 - Welcome and Introduction	
Welcome and Introduction	Bert Bosseler, IKT-Research Director, Deutschland
Session 2 - Basics of Root Growth - Busting the Myths, Chairman Örjan Stål, SLU Alnarp	
Misunderstanding of Root Growth	Markus Streckenbach, RUB, Deutschland
Investigations on the Interactions Between Roots, Pipes and the Borderlines Between Different Soil-Types	Heiko Schmiedener, IKT, Deutschland
Busting the Myths	Klaus Schröder, City of Osnabrück, Deutschland
Session 3 - Overview of the Problems affecting Sewer Systems, Chairman Kaj Rolf, SLU Alnarp	
Overview of the Problems affecting Sewer Systems	Hans Bäckman, Svensk Vatten, Schweden
Can Trees affect Soil Mechanics - focussed on Tree Water Consumption	Dr. Eero Nikinmaa, University of Helsinki, Finnland
Session 4 - Penetration of Pipe Joints, Chairman Iain Naismith, WRc	
IKT/RUB-Research on Pipe Joints	Christoph Bennerscheidt, IKT, Deutschland
SLU-Research on Pipe Joints	Örjan Stål, SLU, Schweden
Weakness of Current Joint Design and Options für Future Development	Don Ridgers, Thames Water, Großbritannien

Session 5 - Planning for Trees and Pipelines,
Chairman Don Ridgers, Thames Water

Making Room for Roots: Satisfying Contradictory Demands	Klaus Schröder, City of Osnabrück, Deutschland
Problems of Greening in Urban Areas	Michèle Pezzagno, University Brescia, Italy
Prevention of root intrusion into drain infrastructure - development of decision support	Örjan Stål & Johan Östberg SLU, Schweden
Excavate or No-Dig: The Pipeline-Rehabilitation Option	Christoph Bennerscheidt, IKT, Deutschland
Remove or Keep and Protect Trees During Construction	Dirk Dujesiefken, Institut für Baumpflege, Deutschland
Session 6 - What have we learned, what do we still not understand and what do we need to do about it	
<i>What´s next?</i>	Bert Bosseler, IKT, Deutschland

Viele Städte und Metropolen unserer Welt wachsen rasant. Ob in Asien, in Lateinamerika oder in Europa, immer mehr Menschen leben in diesen Gebilden aus Beton, Stein und Asphalt. In Deutschland trifft das inzwischen für mehr als 70 % der Bevölkerung zu. Etwa 48 % der Menschen leben in Klein- und Mittelstädten (10.000 bis 200.000 Einwohnern) und 24 % aller Deutschen leben in Städten mit mehr als 200.000 Einwohnern. Hier finden sie das, was ihnen „draußen“ nicht geboten wird: Vielfältige kulturelle Angebote, die Möglichkeit, sportliche Aktivitäten fast jeder Art auszuüben und Unterhaltung unterschiedlichster Couleur. Aber auch ihren Lebensunterhalt verdienen viele unserer Mitmenschen in Städten oder in deren direkter Nachbarschaft. Das Wohlbefinden in diesen Städten wird insbesondere durch das Vorhandensein einer funktionsfähigen oberirdischen und unterirdischen Infrastruktur sowie einem lebenswerten Wohnumfeld beeinflusst. Dabei spielen Stadtbäume eine wichtige Rolle, da sie beispielsweise das Stadtklima positiv beeinflussen und für die Gesundheit der Menschen unverzichtbar sind. Von Stadtplanern und Ingenieuren wird dabei häufig bereits bei der Planung übersehen, dass zu einem Baum nicht nur ein Baumstamm und eine Baumkrone gehören, sondern auch das Wurzelwerk, das den Baum mit Wasser und Nährstoffen versorgt. Darüber hinaus bleibt häufig unbeachtet, dass sich nicht nur der Baumstamm und die Baumkrone, sondern auch das Wurzelwerk ständig vergrößern. Insbesondere in städtischen Gebieten, deren Oberflächen durch dichte Bebauung, Versiegelung und ihr Bodenraum durch eine Vielzahl unterirdischer Kanäle und Leitungen geprägt werden, kommt es zu unerwünschten Interaktionen zwischen den Wurzeln von Bäumen und den unterirdischen Bauwerken. Direkt sichtbar sind die Interaktionen zwischen Wurzeln und Gehwegbelägen. So wachsen Wurzeln dicht unterhalb von Asphalt, Gehwegplatten und Pflastersteinen und erhöhen durch ihr Dickenwachstum lokal das ursprüngliche Niveau der Wegebeläge¹. Wurzeln können jedoch auch unbemerkt mit Bauwerken der unterirdischen Infrastruktur, wie z.B.: Abwasserleitungen interagieren. Beispielsweise beschreibt die ATV-Schadensklassifizierung² Schäden durch Wurzeln von Stadtbäumen als einen der hauptsächlich auftretenden Schadensfälle. 5,68 % aller auftretenden Schäden entstehen aus Verwurzelungen³ und werden überwiegend im

[¹] REICHWEIN, S.: Untersuchungen zu Schäden an Verkehrsflächen durch Baumwurzeln und Ansätze zur Schadensbehebung und Schadensvermeidung. Beiträge zur räumlichen Planung, Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsarchitektur und Umweltentwicklung der Universität Hannover, Heft 66, 2002.

[²] ATV-M 143, Teil 1: Grundlagen der Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen, ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 1989

[³] STEIN, D; KAUFMANN, O.: Schadensanalyse an Abwasserkanälen aus Beton- und Steinzeugrohren der Bundesrepublik Deutschland - West, Korrespondenz Abwasser, 02 / 1993

städtischen Verdichtungsraum - wie er auch für NRW als bevölkerungsreichstes Bundesland typisch ist – beobachtet ⁴.

Insbesondere um die Art und Weise wie Wurzeln den Weg zu den Kanälen und Leitungen finden ranken sich immer noch Gerüchte und Mythen. So ist der bekannteste Mythos, dass Wurzeln lediglich in undichte Abwasserleitungen einwachsen. Untersuchungen in Schweden⁵, Australien⁶ und Deutschland⁷ zeigen jedoch, dass auch in nach Norm dichte Abwasserleitungen Wurzeln einwachsen können.

Die sich aus der Nachbarschaft von Bäumen und Leitungen ergebenden Konflikte sowie die damit verbundenen und bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht abschließend gelösten Fragestellungen, lassen sich am ehesten durch eine interdisziplinäre Betrachtungsweise aufarbeiten und gegebenenfalls lösen. In Deutschland, aber auch auf internationaler Ebene wird dies durch Fachleute, z. B. im Rahmen von Forschungsprojekten des Landes NRW oder der so genannten COST Action C15 ⁸, praktiziert.

Vor diesem Hintergrund fand am 23. und 24. Mai 2007 im IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur in Gelsenkirchen das erste internationale Symposium

Trees and Underground Pipes - Busting the Myths

statt, um Netzbetreiber, Mitarbeiter von Grünflächenämtern, Forscher und technische Spezialisten zusammenzubringen, Probleme zu erörtern und Lösungsstrategien zu diskutieren.

Eröffnung und Einführung

In seiner Begrüßung wies **Bert Bosseler** als wissenschaftlicher Leiter des IKT – Institut für Unterirdischen Infrastruktur auf die seit dem Jahr 2000 im IKT durchgeführten Forschungen zum Wurzelwachstum hin. Wurzeleinwuchs in Abwasserleitungen und Kanäle stellt mit 5.68 % ⁹ der Schäden in den öffentlichen Kanalnetzen einen der häufigsten Schadensfälle dar. Die extremsten Auswirkungen von Wurzeleinwuchs in Abwasserleitungen sind Rückstauereignisse durch Verstopfungen der Leitungen, die zum einen die sofortige Reinigung der Leitung und im nächsten Schritt ihre bauliche Sanierung zu Folge haben. Darüber hinaus wies Herr Herr Bosseler darauf hin, dass eine Belastung von Ver- und Entsorgungsleitungen auch durch auf

[⁴] Meyer, F.H.: Bäume in der Stadt, Ulmer Verlag, 1982

[⁵] Ridgers, D.; Stal, Ö.; Rolf, K.:

[⁶] Burn, S.:

[⁷] Stützel, T.; Bosseler, B.; Bennerscheidt, C.:

[⁸] COST – European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research; Action C 15 - Technical infrastructure and vegetation-improving relations and preventing conflicts by an Interdisciplinary approach

[⁹] DWA

Bäume wirkende Windlasten erfolgen kann, wenn die Windlasten durch Wurzeln auf unterirdische Leitungen übertragen werden. Insbesondere die neueren Erkenntnisse in Deutschland führten dazu, dass das Hinweisblatt ATV H 162 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. überarbeitet wird. Darüber hinaus wies Herr Bosseler auf die europäischen Bemühungen bei der Lösung des Konfliktes zwischen Bäumen und unterirdischer Infrastruktur im Rahmen der COST Action C 15 hin, sowie die national in Großbritannien sowie in Australien durchgeführten Untersuchungen. Zum Schluss stellte er die Frage nach der künftigen Vorgehensweise in den Raum und wünschte der Veranstaltung einen erfolgreichen Verlauf.

Im Rahmen des ersten Vortrags in Session 2 erläuterte **Markus Streckenbach** unter dem Titel „Basics of Root Growth – Busting the Myths“ anhand von Beispielen das (im Verborgenen stattfindende) Wurzelwachstum im Bereich der unterirdischen Infrastruktur und die mit dem Wurzelwachstum verbundenen Mythen. So hat insbesondere der Mythos „Wurzeln wachsen dort hin, wo Wasser verfügbar ist“ dazu geführt, dass laut Norm wasserdichte Rohrverbindungen als wurzelfest gelten. Dies kann aufgrund der vorliegenden Forschungsergebnisse als Irrglaube entlarvt werden. Einen weiteren Mythos stellt die so genannte Wurzelaggressivität dar. So werden die Wurzeln einiger Baumarten, wie beispielsweise der Platane, als besonders aggressiv hinsichtlich der Schädigung von Rohrleitungen beschrieben, während die Wurzeln anderer Baumarten, wie beispielsweise der Robinie, ein solches Verhalten nicht aufweisen würden. Vor diesem Hintergrund zeigte Markus Streckenbach beispielhaft Ergebnisse aus Untersuchungen zur Regenerationsfähigkeit von Wurzeln nach ihrem Wurzelanschnitt. Die Regenerationsfähigkeit kann möglicherweise als Hinweis für eine sogenannte „Wurzelaggressivität“ gewertet werden.

Der Focus der Ausführungen von **Dipl.-Biol. Heiko Schmiedener** lag auf dem Wurzelwachstum im Bereich von Leitungsgräben und den dort vorzufindenden Grenzflächen. Untersuchungen haben gezeigt, dass insbesondere die Leitungsgräben und die darin befindlichen Ver- und Entsorgungsleitungen einen attraktiven Raum für Wurzeln darstellen und es so zu ungewollten Interaktionen kommt. Laut den Ausführungen von Heiko Schmiedener können vier Bereiche unterschieden werden. 1. Wurzelwachstum an Grenzflächen unterschiedlicher Böden. 2. Wurzeln entlang von Rohroberflächen. 3. Wurzelwachstum im Bereich der Rohrverbindungen sowie 4. Wurzelwachstum durch Rohrverbindungen sowie im Inneren von Rohren. Im Vortrag wurden Beispiele freigelegter Leitungszonen in unterschiedlichen

Situation dargestellt und diskutiert. Darüber hinaus wurden die daraus abgeleiteten Laborversuche beschrieben.

Zu welchen Leistungen Bäume fähig sind, beschrieb **Dipl.-Ing. Klaus Schröder** im Rahmen seines Vortrages „Busting the Myths“. Aufbauend auf Beispielen von Bäumen an unterschiedlichsten natürlichen Standorten im Wasser, auf Fels, an der Küste etc. zeigte er, dass im städtischen Raum insbesondere die jeweiligen Standortbedingungen sowohl das Wachstum des Baumes an der Oberfläche, aber auch die Ausbildung des Wurzelwerks, beeinflussen. So wurden beispielsweise im Rahmen von Baumaßnahmen in der Stadt Osnabrück Probeschachtungen in direkter Nähe zum Baumstamm durchgeführt. Es zeigte sich, dass in den Unterbau der hochverdichteten und permanent belasteten Fahrbahn keine Wurzeln eingewachsen waren. Alle Wurzeln befanden sich unterhalb des Grünstreifens bzw. des direkt angrenzenden Gehwegs.

Im welchem Umfang die Kanalnetze in Schweden von Wurzeleinwuchs betroffen sind, erläuterte **Hans Backman** im Rahmen seines Vortrages in Session 3. Zunächst gab er einen Einblick in die Beurteilung der Schäden in Kanälen auf Grundlage der EN 13508 „Zustandserfassung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden“, dann einen Überblick über die Wurzelprobleme in Abwasserleitungen und Kanälen. So sind beispielsweise in einer kleinen schwedischen Gemeinde 1/3 aller Kanäle vom Schadensfall Wurzeleinwuchs betroffen. Die Kosten für die Auswirkungen von Wurzeleinwuchs in den öffentlichen schwedischen Kanälen gibt Hans Bäckman mit 6 Millionen Euro für das Jahr 1996 an und schätzt die Kosten für das Jahr 2007 auf 10-20 Millionen Euro.

Die Verbindung zwischen den Bäumen, ihren Wurzeln und ihrem Standort stellte **Eero Nikinmaa** her. Insbesondere ging er der Frage nach, ob Bäume durch die Wasseraufnahme die Bodeneigenschaften verändern können. Zunächst zeigte Eero Nikinmaa auf, in welcher Form Wasser im Boden für Pflanzen verfügbar ist, und welche Bodeneigenschaften durch Änderungen des Wassergehaltes beeinflusst werden können. In seinem Vortrag beschrieb er, wie die Wasseraufnahme von Bäumen die Bodeneigenschaften und auch den Grundwasserstand beeinflussen können. Dabei nahm er Bezug auf seine Untersuchungen zur Bestimmung der Transpiration an Blattoberflächen sowie zur Messung des Saftflusses in Baumstämmen unterschiedlicher Baumarten in Verbindung mit Wassergehaltsmessungen im Boden.

In Session 4 wurde der Schwerpunkt „Wurzeleinwuchs in Rohrverbindungen“ behandelt. Zunächst gab **Christoph Bennerscheidt** in seinem Vortrag einen Überblick über die zur Zeit durchgeführten Versuchsansätze in Form von Aufgrabungen in Leitungsnetzen, Feldversuchen sowie kleinen und kleinsten

Versuchsansätzen um die Versagensmechanismen von Rohrverbindungen beschreiben zu können. Neben mechanischen Untersuchungen mit dem Schwerpunkt der Bestimmung der Anpressdrücke wurden insbesondere Versuche an Rohrverbindungen unter Einbeziehung von Versuchspflanzen in Deutschland und Australien vorgestellt. Darüber hinaus verwies Christoph Bennerscheidt auf Versuche, die in Schweden an Rohren unterschiedlicher Werkstoffe durchgeführt wurden (vgl. Vortrag Orjan Stål) und gab Einblicke in die bisherigen und künftigen Untersuchungen in Kooperation mit der Ruhr-Universität Bochum. Die bisherigen Untersuchungen haben unter anderem ergeben, dass sich die Wurzelfestigkeit allein durch eine Prüfung der mechanischen Eigenschaften von gesteckten Rohrverbindungen voraussichtlich nicht nachweisen lässt.

Die Ergebnisse schwedischer Untersuchungen zur Wurzelfestigkeit wurden von **Örjan Stål** vorgestellt. Im Rahmen eines Feldversuches über den Zeitraum von 10 Jahren wurde die Wurzelfestigkeit von unterschiedlichen Rohrverbindungen getestet. Es wurden zwei Stränge mit schadhaften und intakten Rohrverbindungen aus Beton und PVC eingebaut und darüber eine Reihe Pappeln gepflanzt. Zudem wurden beispielhaft Schutzmaßnahmen von außen in Form von Schrumpfschläuchen über schadhaften Rohrverbindungen getestet. Nach Ausbau der beiden Rohrstränge im Jahr 2004 wurde sowohl in den schadhaft eingebauten als auch in den nicht schadhaften Rohrverbindungen aus Beton und PVC Wurzeleinwuchs festgestellt. Auch die von außen aufgebrachtene Schrumpfschläuche boten keinen ausreichenden Schutz gegenüber den wachsenden Wurzeln. Darüber hinaus wies Örjan Stal darauf hin, dass bis heute die exakten Gründe für das Einwachsen von Wurzeln in Rohrverbindungen einwachsende nicht erforscht sind.

Das nahm **Don Ridgers** als Kanalnetzbetreiber zum Anlass, um über die Anforderungen der Baupraktiker an Rohrverbindungen sowie über Schwächen gängiger Rohrverbindungen zu berichten. Die Baupraktiker fordern insbesondere, dass Rohrverbindungen leicht zusammenzustecken, wasserdicht sowie chemisch und biologisch beständig sein müssen. Aufgrund einer falschen Annahme werden wasserdichte Rohrverbindungen grundsätzlich als wurzelfest beurteilt. Australische Untersuchungen zeigten aber auch, dass ein höherer Anpressdruck allein nicht zwangsläufig die Wurzelfestigkeit erhöht. Auch die Oberflächenstruktur des Rohrwerkstoffs, die Eigenschaften des Elastomers sowie die Rohrverbindungsgeometrie hat einen Einfluss auf die Wurzelfestigkeit.

Unter der Überschrift „Planung von Baumstandorten und Rohrleitungen“ standen die Vorträge in Session 5: Anhand von zahlreichen Ausführungsbeispielen aus der Stadt Osnabrück zeigte **Klaus Schröder** eine

Bandbreite von Bauarten zur Gestaltung von Baumstandorten mit dem Schwerpunkt der Schaffung von Wurzelraum. Er wies darauf hin, dass durch den Raumbedarf von Baumwurzeln und unterirdischer Infrastruktur im verdichteten, städtischen Raum Konflikte entstehen, die erst durch eine Verständigung zwischen den Konfliktparteien (Abwassernetzbetreiber /Grünflächenbetreiber) gelöst werden können.

Aus der Sicht einer Planerin berichtete **Michèle Pezzagno** über die Anforderungen und Probleme bei der Ausprägung von städtischem Grün in dicht bebauten Städten. Grundsätzlich kann zwischen folgenden drei Typen von Begrünung unterschieden werden: 1. Ästhetische Begrünung, 2. Vorgeschriebene Begrünung und 3. Begrünung zur Nutzung der Filterwirkung von Bäumen. Mit Blick auf die Städte in Europa wies sie auf die Unterschiede in den jeweiligen europäischen Ländern bei der Nutzung von Freiräumen etc. in Bezug auf Klimabedingungen, Kultur und Tradition hin. Michèle Pezzagno sieht insbesondere bei der Planung von Stadtgrün unter Berücksichtigung der Interaktionen zwischen den Baumwurzeln und den Bauwerken der unterirdischen Infrastruktur verstärkten Forschungsbedarf, die in konkrete Handlungsanweisungen zur Baumpflanzung enden sollten.

Örjan Stal und **Johan Östberg** berichteten über ein laufendes Projekt in Schweden, in dem eine Entscheidungshilfe zur Vermeidung von Wurzeleinwuchs in Abwasserleitungen bereits im Verlauf der Planung entwickelt wird. Unter Einsatz eines Geographischen Informationssystems (GIS) werden die Kennwerte privater und öffentlicher, verwurzelter Abwasserleitungen sowie deren Eigenschaften (Alter, Tiefenlage etc.) mit den Merkmalen der sich an den Schadensstellen befindlichen Bäume verschnitten. Auf dieser Grundlage können für ganze Stadtgebiete die Schäden unter verschiedenen Kriterien betrachtet werden. So konnte Wurzeleinwuchs bei Rohren aus unterschiedlichen Rohrwerkstoffen festgestellt werden. Mit Blick auf den Zusammenhang zwischen Altersverteilung der öffentlichen Kanäle und dem Schaden Wurzeleinwuchs sind grundsätzlich ältere Rohre und Rohrverbindungen stärker betroffen. Aber auch bei Kanälen aus den 80er Jahren tritt verstärkt der Schadensfall Wurzeleinwuchs auf. Diese Aussage wurde von Örjan Stal und Johan Östberg mit von unterschiedlichen Beispielen unterstrichen.

Über die Möglichkeiten der baulichen Sanierung von Schäden durch Wurzeleinwuchs in Abwasserleitungen in offener und geschlossener Bauweise berichtete **Christoph Bennerscheidt**. Schäden durch Wurzeleinwuchs treten insbesondere an Rohrverbindungen oder Werkstoffwechseln auf. Wurzeln wachsen unterhalb der Bodenplatte von Häusern in deren verästelten Grundleitungen ein. Bei einer Sanierung in offener Bauweise hat der

Ausführende die Möglichkeit sowohl durch die Wahl des Rohrmaterials als auch durch eine „wurzelfeindliche“ Bettung einen erneuten Wurzeleinwuchs zu verhindern. Bei der Sanierung in geschlossener Bauweise werden die Wurzeln lediglich durch ein aus dem Rohrrinneren eingebautes Sanierungssystem am erneuten Einwachsen gehindert. Mit Blick auf die verwendeten Inlinersysteme haben die Ringräume zwischen Altrohr und Liner eine besondere Bedeutung. Christoph Bennerscheidt stellte beispielhaft einen Schadensfall dar, bei dem Wurzeln, die zwischen Inliner und Altrohr gewachsen sind, für Folgeschäden durch erneuten Wurzeleinwuchs sorgen konnten.

Der Vortragsblock wurde durch die Ausführungen von **Dirk Dujesiefken** beendet. Auf Basis der in Deutschland geltenden Vorschriften über die Durchführung von Arbeiten im Bereich von Bäumen stellte er Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Stammbereich und im Wurzelraum vor. So kann bei Arbeiten am Wurzelraum in Stammnähe und einem damit einhergehenden starken Wurzelrückschnitt lediglich eine Schadensbegrenzung durch den Einbau von Wurzelvorhängen erfolgen. Grundsätzlich sollte versucht werden, keine Hauptwurzel abzutrennen. Auch aus Sicht eines Leitungsbauers ist dieses Vorgehen zum Schutz der Leitungsgräben vor Verwurzelung sinnvoll. Wurzelrückschnitt führt in der Regel zur vermehrten Wurzelbildung aufgrund von Regeneration. So kann ein Leitungsgraben schnell zu einem Wurzelgraben werden.

Im Rahmen einer von **Bert Bosseler** geführten Diskussion wurden die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst und ein Ausblick für weitere Aktivitäten formuliert.

Im Rahmen des Symposiums wurden generelle Ziele, Fragen und konkrete Ansatzpunkte für die weiteren Tätigkeiten einer künftigen europaweiten Forschungskoooperative formuliert:

- Einrichtung einer europaweiten Forschungsdatenbank, die die Verfügbarkeit praktischer Erfahrungen, wie Fotos oder Problemlösungen bei Wurzeleinwüchsen gewährleistet und so helfen kann, Kosten für die Sanierung von Wurzelschäden zu vermindern.
- Aufstellung internationaler Vorgaben für die Herstellung von Rohrverbindungen in Bezug auf Anpressdruck, Geometrie, Oberflächenstruktur und Lebensdauer. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Wurzeln mehr als 12 bar Druck produzieren können.
- Darüber hinaus fehlen bislang übergreifende Vorgaben für die Sanierung von Rohrverbindungen mit Wurzelschäden. Künftige Berücksichtigung beiderseitiger Vorteile von Pflanzplanung und Leitungsplanung (GIS). Lässt sich Wurzeleinwuchs durch planerische Vorgaben bezüglich der Entfernung zwischen Leitungen und Baumstandorte vermeiden? Und welche planerischen Vorgaben können das sein?
- Welche Bettungsmaterialien lassen sich als Abschirmung gegen Wurzeln verwenden und wie sind diese einzubauen? Wie lässt sich eine vorhersagbare und großräumige Steuerung des Wurzelwachstums realisieren?
- Wie lässt sich Wurzelwachstum vermindern, ohne den betreffenden Baum zu gefährden? Wie lassen sich Wurzeln abwehren? Wie sind Wurzeln bei Baumaßnahmen zu schützen?
- Welche Charakteristika beeinflussen die Wurzelfestigkeit einer Rohrverbindung? Sind bei der Betrachtung des Problems Windlasten zu berücksichtigen?
- Welche Aspekte sind bei Erstellung und Sanierung von Rohrleitungen zu beachten, damit jeglicher negativer Einfluss von einem bzw. für einen in der Nähe befindlichen Baum ausgeschlossen werden kann?
- Mögliche Empfehlungen für die Stadtplanung: Anwendung einer einheitlichen Vorgehensweise zur Anlage von Baumstandorten und unterirdischer Infrastruktur.

Zusammenfassung

Das Problem „Baumwurzeln und Abwasserleitungen“ wurde von Teilnehmern aus unterschiedlichen Fachdisziplinen, wie Gartenbau, Städteplanung, Geologie, Bauingenieurwesen und Botanik aus unterschiedlichen Perspektiven her betrachtet und analysiert. Im Rahmen der Veranstaltung wurde ein breites Spektrum an Fragen diskutiert, die sich nicht ausschließlich auf den Bereich des Leitungsbaus bezogen, sondern darüber hinaus auch botanische, geologische oder städteplanerische Aspekte berücksichtigen.

Im Rahmen des Symposiums wurden Lösungsmöglichkeiten für das bestehende Problem vorgestellt. Neben technischen Fragen zum Betrieb von Leitungen oder die Einhaltung von Baum- und Naturschutzvorgaben, standen darüber hinaus auch ökonomische Fragen zum Betrieb von Leitungen im Zentrum der Betrachtung.

Die grundlegenden Lebensvorgänge der Bäume wurden in den vergangenen Jahrzehnten weitgehend erforscht. Das Wissen über die Steuerung des Triebwachstums, die Einlagerung und Mobilisierung von Reservestoffen oder die aktive Reaktion der Bäume auf Verletzungen und wiederkehrende mechanische Belastungen ist in den letzten Jahren entscheidend gewachsen.

Zu dem erworbenen Wissen „rund um den Baum“ gehören auch Kenntnisse über die Grundlagen des Wurzelwachstums. Diese unterirdischen Organe entziehen sich in der Regel unseren Blicken und so verwundert es nicht, dass sie hin und wieder regelrecht in Vergessenheit geraten. Doch von ihrem Zustand, ihrer Gesundheit und Funktionsfähigkeit hängt die Existenz des ganzen Baumes ab. Bäume benötigen nicht nur gesunde Wurzeln, auch die Menge dieser unterirdischen Versorgungsorgane muss in einem ausgewogenen Verhältnis zur Menge der in den Kronen vorhandenen oberirdischen Versorgungsorgane, den Blättern (oder Nadeln) stehen. Nur dann sind Bäume im „Gleichgewicht“, und können überleben und den Stadtraum dauerhaft lebenswerter machen.

Natürlich wäre es wünschenswert, so „problematische Nachbarn“, wie technische Einrichtungen und Bäume, vor allem deren Wurzeln, möglichst weit voneinander entfernt zu wissen. Jedoch führt die dichte Bebauung in Städten meist zu einer räumlichen Konkurrenz zwischen Baumwurzeln und unterirdischen Ver- bzw. Entsorgungseinrichtungen. Die Probleme äußern sich auch heute nach wie vor darin, dass Leitungen durch Baumwurzeln beschädigt werden und Baumwurzeln durch Tiefbaumaßnahmen in starke Mitleidenschaft gezogen werden. Der Raum für Baumwurzeln ist in der Regel stets zu knapp bemessen. Wurzeln werden darüber hinaus bei Aufgrabungen abgetrennt, so

dass neben der Nährstoff- und Wasserversorgung auch die Standsicherheit beeinträchtigt werden kann.

Die einzige denkbare Lösung der bestehenden Probleme stellt zur Zeit der angemessene Schutz beider Nachbarn dar. Die Voraussetzung für einen beiderseitigen und vollständigen Schutz ist lediglich dann möglich, wenn ein vollständiges Verständnis der Bedürfnisse beider Nachbarn gegeben ist. Zur Zeit wird jedoch die Umgebung von Leitungen in der Regel so hergestellt, dass sie für Baumwurzeln attraktiv ist. Ein Ziel ist die Vermeidung von Interaktionen zwischen Leitungen und Wurzeln durch Vermeidung nicht durchwurzelungsfähige Bereiche als Leitungsbettung.

Das Fernziel des Symposiums ist die Aufstellung einer europaweiten Forschungskoooperative, deren Tätigkeitsbereich die Vermeidung künftiger Probleme durch Anwendung heute weltweit verfügbarer Erkenntnisse ist.

Die im Rahmen des Symposiums erzielten Erkenntnisse wurden in eine DWA-Arbeitsgruppe (AG ES-3.6 "Baumstandorte, Kanäle und Leitungen") eingebracht. Diese Arbeitsgruppe beschäftigt sich unter anderen mit der Erstellung von Vorgaben für einen wurzelfesten Leitungsbau.

Schlussfolgerungen

Im urbanen Bereich ist die räumliche Nähe von Baumwurzeln und Abwasserleitungen und -kanälen unvermeidlich. Daher sind räumliche Konflikte auch künftig vorprogrammiert.

Im Rahmen des Symposiums wurden neue Lösungen für ein lange bestehendes Problem ausgelotet. Schäden durch den Einwuchs von Wurzeln in Abwasserleitungen sind bereits seit Jahrzehnten bekannt [10], [11].

Die bisherige Interpretation dieses Phänomens beruhte jedoch auf der Annahme, Wurzeln wachsen in Abwasser-Leitungen ein, weil sie dort ihren Bedarf an Wasser und Nährstoffen decken können. Diese Annahme erklärt jedoch nicht, warum Wurzeln in außer Betrieb genommenen Abwasser-Leitungen und in Isolationsschichten von Telekommunikationsleitungen wachsen. Sie ist dadurch heute nicht mehr generell haltbar.

Diese Interpretation führte über Jahre hinweg dazu, dass auf Basis unrichtiger Erkenntnisse eine dauerhafte, aber dennoch unrichtige Vorstellung vom Problem „Wurzeleinwuchs“ entstanden ist. Wurzeln wachsen vornehmlich in porenreichen Böden, wie sie zum Teil auch in Leitungsgräben vorkommen und sie folgen solchen Bodenbereichen, weil sie diese nicht verlassen können. Der Nährstoff- und Wassergehalt hat lediglich einen geringen Einfluss auf die Wuchsrichtung von Wurzeln. Aufgrabungen an verwurzelten Abwasserleitungen lieferten diese Erkenntnis. Wurzeleinwuchs ist als Problem der Interaktion zwischen einer Leitung, ihrer Bettung und den in der Nähe befindlichen Baumwurzeln zu verstehen. Das System aus Bettungs- oder Verfüllmaterial und Leitung bietet in der Regel derzeit gute Bedingungen für das Wachstum von Wurzeln.

Wurzeln wachsen großflächig und kontinuierlich und beschädigen dabei meist eine Reihe von Rohrverbindungen in der Nähe des betreffenden Baumstandortes. Die Sanierung kompletter Netzabschnitte ist daher stets einer punktuellen Sanierung einzelner Schadensfälle vorzuziehen. Die Ausführung der Rohrverbindung hat einen entscheidenden Einfluss auf die Wurzelfestigkeit von Leitungsprodukten. Die ausschließliche Betrachtung des Rohrmaterials ist daher nicht zielführend, wenn die Wurzelfestigkeit eines Leitungsproduktes zu beurteilen ist.

[10] IKT-Forschungsbericht - „Ökologische Auswirkungen von Wurzeleinwuchs in Abwasserkanäle und -leitungen und ökonomische Maßnahmen zur Schadensvermeidung und Sanierung“ - BOSSELER, B.; BENNERSCHIEDT, C.: Projektendbericht, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur im Auftrag des Umweltministeriums NRW (MUNLV) NRW, 2004

[11] IKT-Forschungsbericht - „Wurzeleinwuchs in Abwasserleitungen- und -kanäle - Ursachen, Prüfung und Vermeidung“; - STÜTZEL, TH.; BOSSELER, B.; BENNERSCHIEDT, C.; SCHMIEDENER, H.: IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Spezielle Botanik der Ruhr-Universität Bochum unter Beteiligung verschiedener NRW-Netzbetreiber im Auftrag des Umweltministeriums NRW (MUNLV), August 2004.

Das Einrichten guter Wuchsbedingungen am Standort eines Baumes und die Verwendung von Bettungsmaterialien, die Wurzeln nur unzureichenden Raum bieten, kann die Wahrscheinlichkeit für einen Wurzeleinwuchs in eine nahe gelegene Leitung vermindern. Wurzelwachstum ist generell beeinflussbar. Dennoch neigen die Wurzeln großer Bäume dazu, sich in einer weiten Umgebung scheinbar zufällig und unberechenbar auszubreiten. Es existiert bisher kein Nachweis für eine Begrenzung der Wachstumstiefe von Wurzeln. Jedoch wird die Tiefe, in der Wurzeln wachsen können sehr stark von der Lage des Grundwasserspiegels beeinflusst.

Wurzeln sind auf porenhaltiges Substrat angewiesen. Theoretisch lässt sich Wurzeleinwuchs durch Auswahl eines wurzelunverträglichen, d.h. porenarmen Bettungsmaterials vermeiden. Die Abstimmung des Wuchssubstrates an die Anforderungen des Baumes ist für Baumstandorte mit geringem Abstand zu Leitungen als bauliche Problemlösung anzuwenden.

Nachhaltige Lösungen für Probleme sind jedoch nur auf Basis eines richtigen Verständnisses möglich. Ein vorrangiges Ziel des Symposiums war daher die Verbreitung dieser Erkenntnisse bei den betreffenden Interessengruppen. Als Ergebnis wurde durch das Symposium bei allen Teilnehmern eine Vertiefung des Wissens bezüglich der Interaktion von Baumwurzeln und Elementen der unterirdischen Infrastruktur erzielt. Konkrete Erkenntnisse des Symposiums sind:

Die Wahrscheinlichkeit eines Wurzeleinwuchses hängt nicht in erster Linie von der betreffenden Baumart ab. Struktur und Ausdehnung des Wurzelsystems werden sehr stark durch Standortbedingungen beeinflusst. Die Einteilung in Tief- und Flachwurzler ist lediglich für naturbelassene Standorte, nicht jedoch für urbane Baumstandorte aufrechtzuerhalten.

Bäume und deren Wurzeln verdienen unseren Schutz, weil sie eine wertvolle Komponente des städtischen Raumes darstellen. Sie helfen die Luft- und Lebensqualität zu verbessern. Darüber hinaus begleiteten Bäume die Entstehung der Menschheit und versorgten uns von Anbeginn mit dem Wichtigsten, was wir für unsere Existenz benötigten. Ihr Holz begleitet uns auch heute noch von der Wiege bis zum Sarg und ist konstruktiver Bestandteil unserer Häuser. Ihre Früchte tragen zu unserer Ernährung bei und ihr Laub ist für die Fruchtbarkeit unserer Böden von großer Bedeutung.

Die althergebrachte Auffassungen des Problems hat eine starke Beständigkeit. Die vorliegenden Erkenntnisse verlangen jedoch eine Überprüfung des gegenwärtigen Standes der Technik, darüber hinaus werden die weitren Ergebnisse der aktuellen Arbeiten zum Thema allen Beteiligten im Rahmen

Schlussfolgerungen

unterschiedlicher Publikationen zugänglich gemacht. Für die weiteren Arbeiten sind die folgenden Ansatzpunkte bzw. Ziele von besonderer Bedeutung:

- Vermeidung von Kosten, die durch Mangel an Wissen entstehen.
- Vermeidung alter Fehler durch eine EU-weite, webgestützte Datenbank für praktische Erfahrungen im Umgang mit Wurzel-Bauwerk-Interaktion.
- Die Häufigkeit des Auftretens von Wurzeleinwuchses ist mit großer Wahrscheinlichkeit nicht von der Baumart abhängig.
- Eine Aussage über die vollständige Sicherheit gegen Wurzeleinwuchs ist niemals anhand der Lage von Kronentraufe und Leitung zu treffen. Dennoch könnte das Einhalten ein minimalen Abstandes zwischen Baum und Leitungen ein Planungswerkzeug für die künftige Anlage von Baumstandorten und Leitungstrassen und deren Unterhaltung darstellen.
- Der gegenseitigen Nutzen gemeinsamer Planung von Baumstandorten und von Leitungen ist stets zu berücksichtigen und umzusetzen.
- Gute Bodenbedingungen in direkter Umgebung des Baumes können in Verbindung mit wachstumsverhindernden Substraten im Leitungsraben die Gefahr von Wurzeleinwuchs in die betreffenden Abwasserleitungen vermindern. Dennoch ist der Wurzelzuwachs stark vom Zustand des Baumes abhängig. Kräftige Bäume zeigen in der Regel einen starken und anhaltenden Austrieb in den von ihnen durchwurzelten und teilweise sehr weitläufigen Bodenbereichen.
- Der Rückschnitt von stärkeren Wurzeln hat in der Regel einen vermehrten Austrieb zur Folge. Als Folge von Arbeiten, bei denen Wurzeln abgetrennt werden, vergrößert sich in der Regel die Wurzelmasse.
- Es besteht kein Nachweis für das Bestehen einer maximalen Durchwurzelungstiefe, jedoch wird diese maßgeblich durch die Lage des Grundwasserspiegel bestimmt.
- Wurzeln breiten sich in alle Richtungen aus und ihr Wachstum dauert über einen längeren Zeitraum an. Die systematische Sanierung von Abwassernetzen ist daher stets der punktuellen Reparatur von einzelner Schäden vorzuziehen.
- Die Tragweite mechanischer Interaktionen im Boden, die durch Windlasten der Wurzeln auf Elemente der unterirdischen Infrastruktur übertragen werden, ist bisher nicht ausreichend untersucht.
- Der von Wurzeln erzeugte Druck ist physikalisch auf 15 Bar begrenzt, in bisherigen Untersuchungen wurden annähernd 12 Bar gemessen.

Schlussfolgerungen

- Aufstellung einheitlicher Regeln für die Ausführung von Rohrverbindungen im Hinblick auf Parameter wie Anpressdruck, Geometrie, Lebensdauer und Oberflächenstruktur.
- Eine alleinige Diskussion über das Rohrmaterials ist zur Verhinderung künftiger Wurzeleinwuchsfälle nicht zielführend. Zur Lösung der bestehenden Probleme, ist das Hauptaugenmerk auf die wirklich wichtige Ausführung der Rohrverbindungen zu setzen.

**Session 1 - Welcome and Introduction - Grundlagen des
Wurzelwachstums**

Welcome and Introduction

**Dr. Bert Bosseler, IKT-Research
Director, Deutschland**

neutral independent non-profit institute
IKT

TAUP 2007

Trees and Underground Pipes

Welcome and Introduction

by
Dr. Bert Bosseler
Research Director, IKT

neutral independent non-profit institute
IKT

IKT - Institute for Underground Infrastructure

Priorities
Construction and Operation of Underground Networks

Target Group
Network operators public/private



Activities
Research, Testing, Consulting

Nature
non-profit, neutral, independent

www.ikt.de

neutral independent non-profit institute
IKT

IKT - Institute for Underground Infrastructure

IKT-Facilities: Simulating Real Conditions



www.ikt.de

neutral independent non-profit institute
IKT

TAUP 2007

Trees and Underground Pipes

Introduction

by
Dr. Bert Bosseler
Research Director, IKT

neutral independent non-profit institute
IKT

IKT - Institute for Underground Infrastructure

Underground Infrastructure: Water Supply, Drainage, Gas and Energy, Communication



Since 2000:
IKT-Research on Root Growth and Underground Pipes

www.ikt.de

neutral independent non-profit institute
IKT

IKT - Institute for Underground Infrastructure

Live: Trees and Roots (Biological Aspects)



Botanical Garden: Ruhr-University Bochum

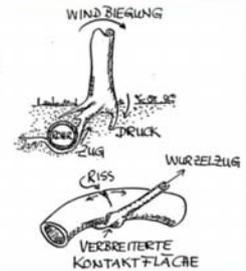
www.ikt.de

Trees in the Cities



www.ikt.de

Introduction: Interaction of Trees and Pipes



by Mattheck

www.ikt.de

Introduction: Interaction of Trees and Pipes



DWA Damage Classification: 5.68 % root growth

Consequences:
flooding, removal of intruding roots,
rehabilitation of affected sewer sections

www.ikt.de

Trees and Underground Pipes, Activities



- European Union: COST C 15
- Germany: DWA ES 3.6
- UK: WRc and Thames Water
- Australia: CSIRO
- Others

www.ikt.de

Programme Committee



- Bosseler, Bert (IKT, Germany)
- Bennerscheidt, Christoph (IKT, Germany)
- Naismith, Iain (WRc, United Kingdom)
- Ridgers, Don (Thames Water, United Kingdom)
- Schröder, Klaus (Osnabrück, Germany)
- Stål, Örjan (University Ålnarp, Sweden)
- Streckenbach, Markus (University Bochum, G.)
- Stützel, Thomas (University Bochum, Germany)

www.ikt.de

Programme TAUP 2007: Sessions



1. Welcome and Introduction
2. Basic of Root Growth – Busting the Myths
3. Understanding Damages
4. Penetration of Pipe Joints
5. Planning for Trees and Pipelines
6. Conclusions and „What's Next?“
7. Excursion: Botanical Gardens of RUB

s. updated programme

www.ikt.de

Introduction: Busting the Myths

Stimulus water ?

Position of penetration

Roots alive

Roots dead

www.ikt.de

Introduction: Penetration of Pipe Joints

www.ikt.de

Introduction: Penetration of Pipe Joints

Geometry of pipe joints

Space outside the pipe joint

www.ikt.de

Introduction: Penetration of Pipe Joints

Measuring contact pressure and contact area

www.ikt.de

Introduction: Planning for Trees and Pipelines

AGE!

House Connection

- Depth
- Material
- Joints
- Damages
- Distance to Tree
- Effluent Quality (Sewage, Rain Water)

House Connection

Soil

- Type
- Ground Water Level

Main Sewer

Main Sewer

- Depth

Surroundings

- Pavement

2.50 m

1.70 m

www.ikt.de



IKT - Institute for Underground Infrastructure

Introduction:
Planning for Trees and Pipelines



Artificial density trap,
10 weeks after planting a rooted willow cutting

Bentonite

Garden soil

IKT - Institute for Underground Infrastructure

What Next?

?

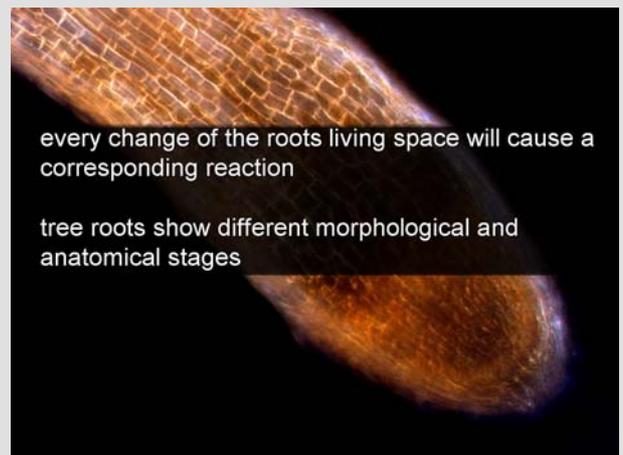
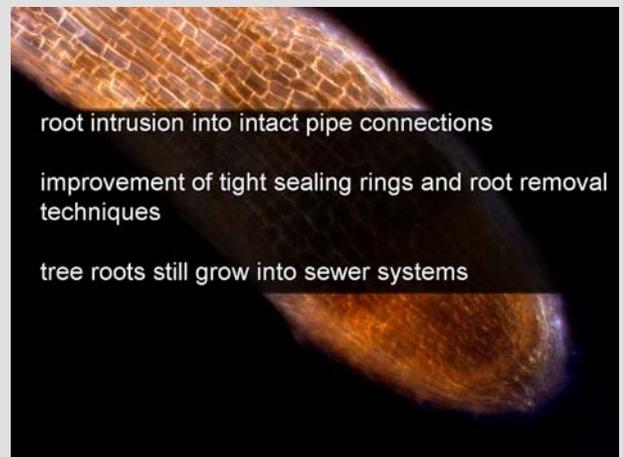
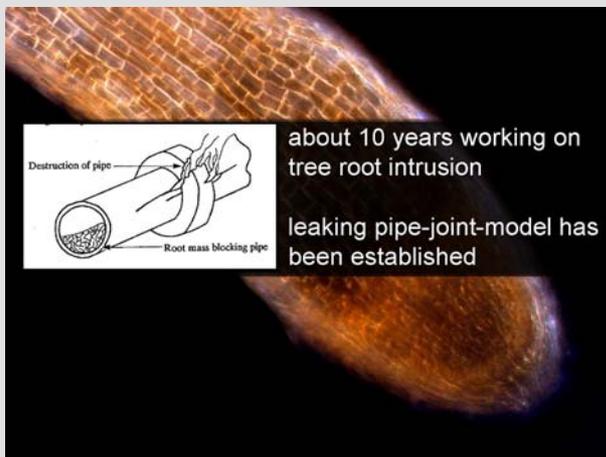
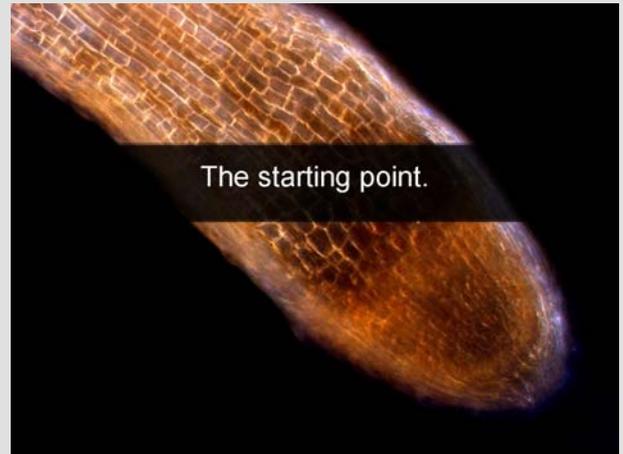
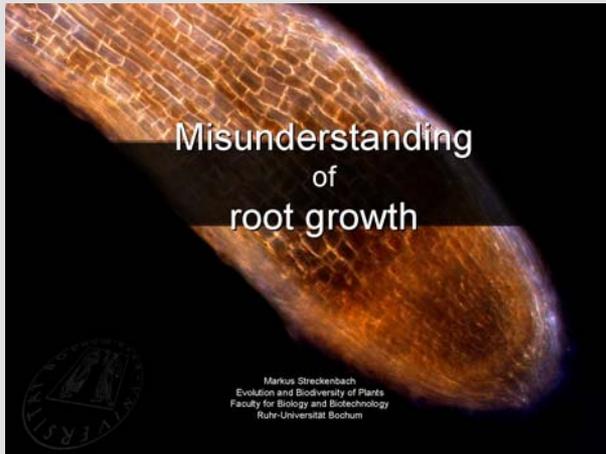
IKT - Institute for Underground Infrastructure

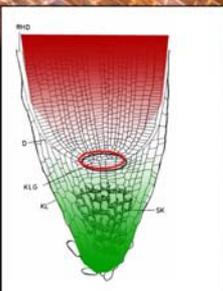
www.ikt.de

**Session 2 - Basics of Root Growth - Busting the Myths,
Chairman Orjan Stål, SLU Alnarp**

**Misunderstanding of Root
Growth**

**Markus Streckenbach, RUB,
Deutschland**

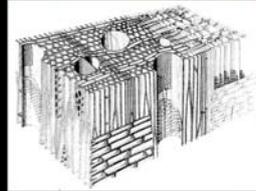




first 10mm include the primordia and the elongation zone

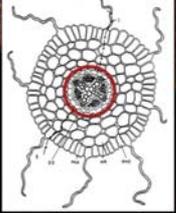
a root cannot act like a driller

primary development stage with forces in growing direction



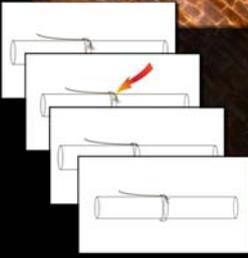
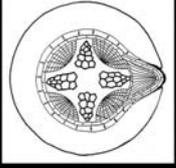
secondary development stage is characterized by production of wooden tissues

forces in radial direction



the pericycle produces continuously new cell layers

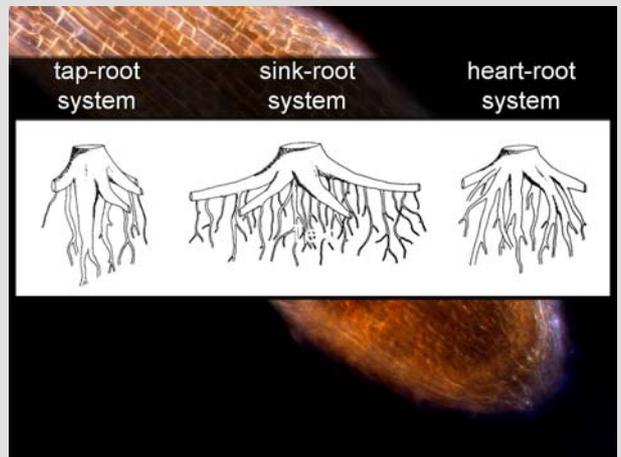
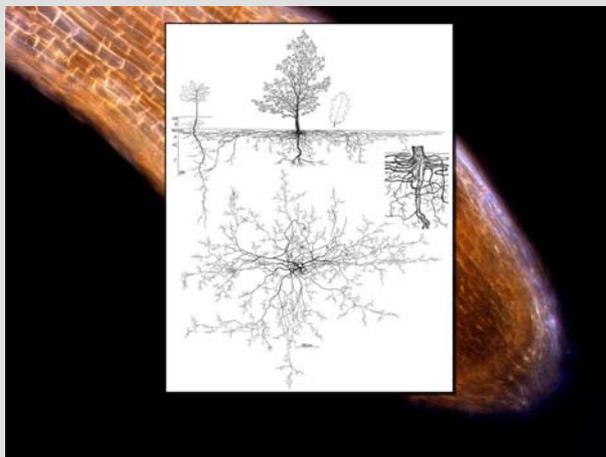
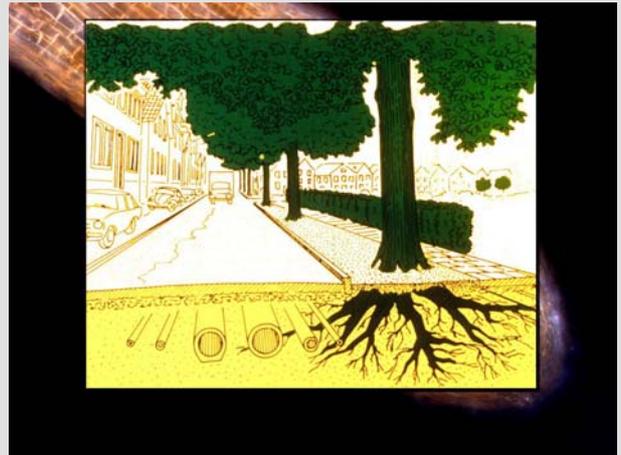
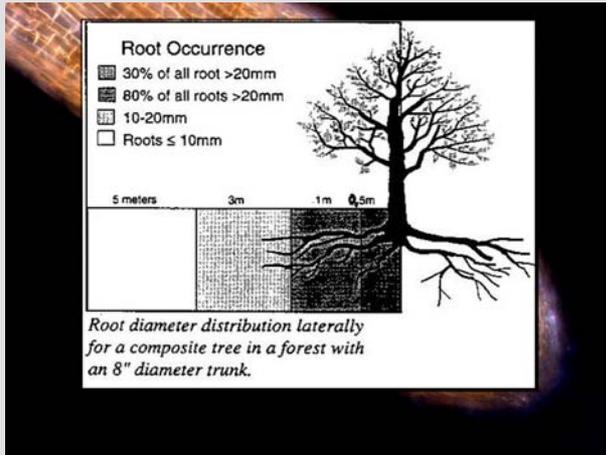
root removal and redevelopment techniques cannot work effective



all removal techniques do not reach the entry gate outside the tubes



Classification and representation of root systems

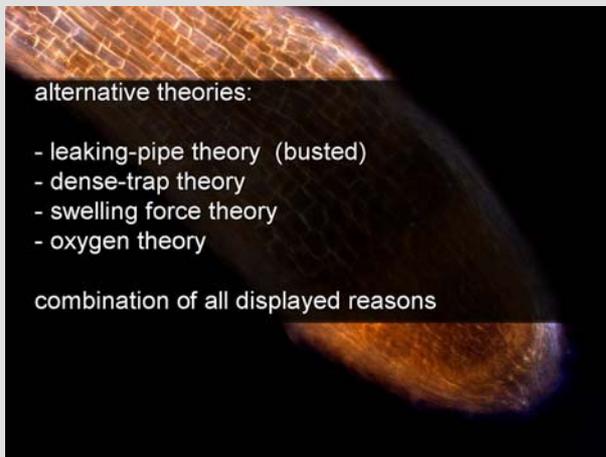
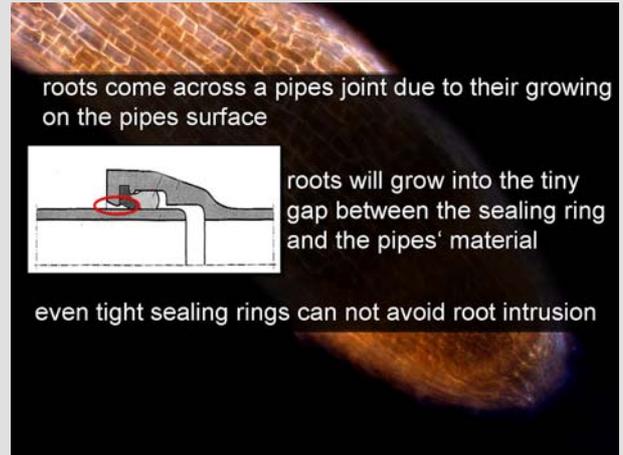
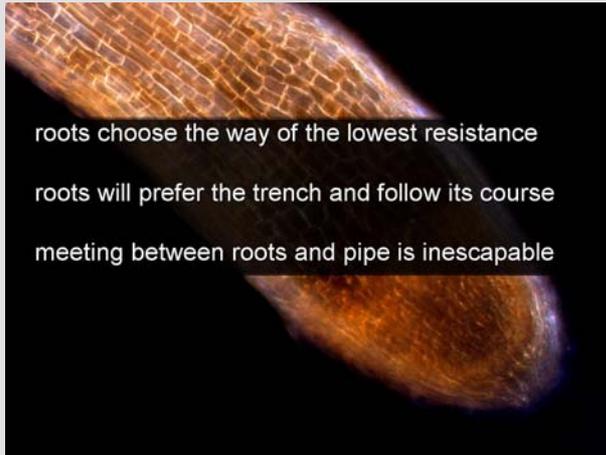


soil characteristics have a great influence on root system development

constant soil temperature and moisture lead to horizontal growing roots

changing conditions lead to vertical growing roots

Transferring the knowledge into our situation.



Investigations on the Interactions
between Roots, Pipes and the
Borderlines between different Soil-
Types

Heiko Schmiedener, IKT, Deutschland

IKT - Institute for Underground Infrastructure



Investigations on the Interactions Between Roots, Pipes and the Borderlines Between Different Soil-Types

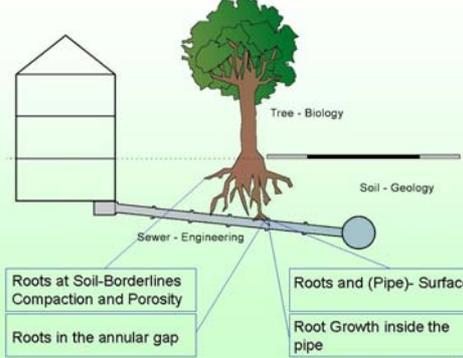
IKT – Institute for Underground Infrastructure
Dipl.-Biol. Heiko Schmiedener

www.ikt.de

IKT - Institute for Underground Infrastructure



Overview

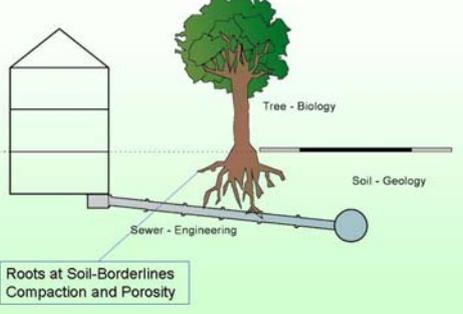


www.ikt.de

IKT - Institute for Underground Infrastructure



Overview



www.ikt.de

IKT - Institute for Underground Infrastructure



Roots at Soil-Borderlines Compaction and Porosity



www.ikt.de

IKT - Institute for Underground Infrastructure



Roots at Soil-Borderlines Compaction and Porosity

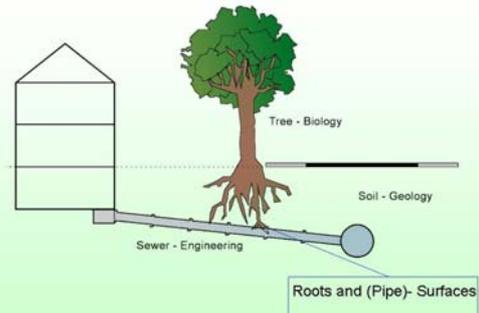


www.ikt.de

IKT - Institute for Underground Infrastructure



Navigation



www.ikt.de

Roots and (Pipe)- Surfaces



IKT - Institute for Underground Infrastructure

www.ikt.de

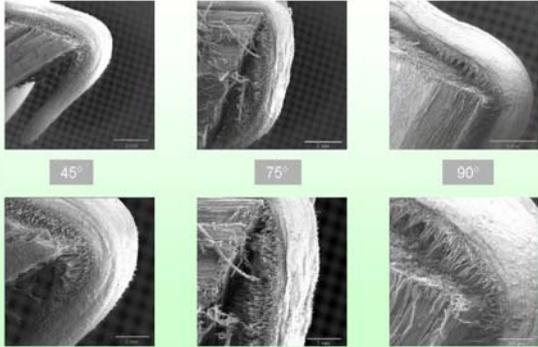
Roots and (Pipe)- Surfaces



IKT - Institute for Underground Infrastructure

www.ikt.de

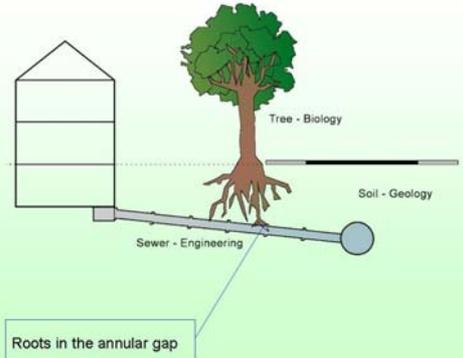
Roots and (Pipe)- Surfaces



IKT - Institute for Underground Infrastructure

www.ikt.de

Navigation



IKT - Institute for Underground Infrastructure

www.ikt.de

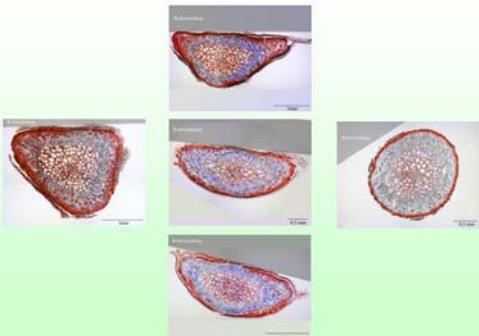
Roots in the annular gap



IKT - Institute for Underground Infrastructure

www.ikt.de

Roots in the annular gap



IKT - Institute for Underground Infrastructure

www.ikt.de

Roots in the annular gap

Experimental setup
 A General view; B Detail with applied seedlings;
 C Detail plasterboard (rear side).

Roots in the annular gap

A after 32 h - 7.1 bar
 B after 40 h - 8.8 bar
 C after 64 h - 10.1 bar
 D after 70 h - 11.9 bar

Navigation

Tree - Biology
 Soil - Geology
 Sewer - Engineering
 Root Growth inside the pipe

Root-Growth inside the pipe

Root-Growth inside the pipe

Root-Growth inside the pipe

Root-Growth inside the pipe



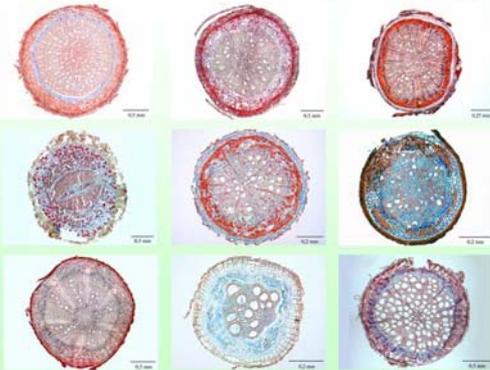
www.ikt.de

Root-Growth inside the pipe



www.ikt.de

Determination of Tree Species



www.ikt.de

Conclusions



- Roots behave in a special way
- Roots prefer Soil-Borderlines to compacted soil
- Roots are able to achieve a large pressure
- We can force Roots to grow into defined areas

www.ikt.de

Busting the Myths

**Klaus Schröder, City of
Osnabrück, Deutschland**



OSNABRÜCK®
Expertenrat
Südniederlande
und Frankreich



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



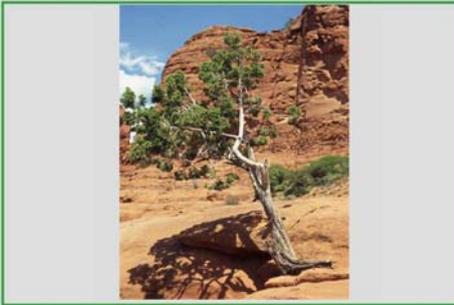
OSNABRÜCK®
Expertenrat
Südniederlande
und Frankreich



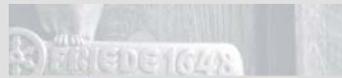
TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



OSNABRÜCK®
Expertenrat
Südniederlande
und Frankreich



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



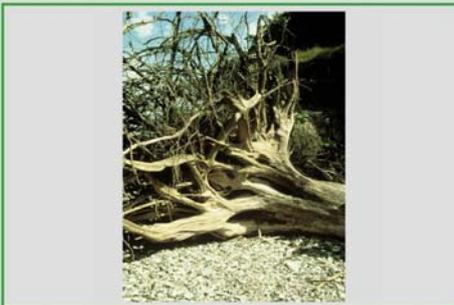
OSNABRÜCK®
Expertenrat
Südniederlande
und Frankreich



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



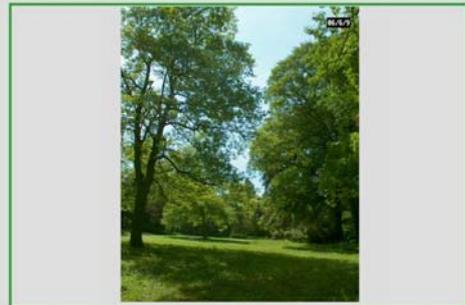
OSNABRÜCK®
Expertenrat
Südniederlande
und Frankreich



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



OSNABRÜCK®
Expertenrat
Südniederlande
und Frankreich



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



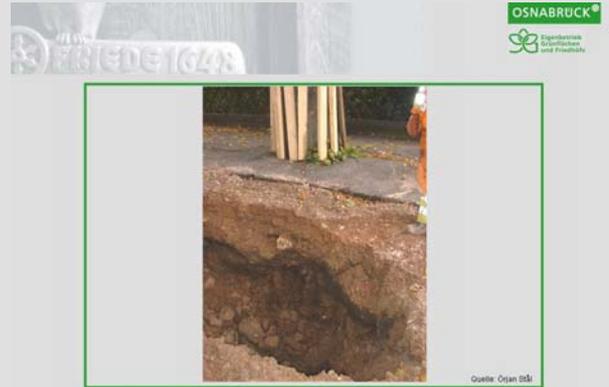
TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th

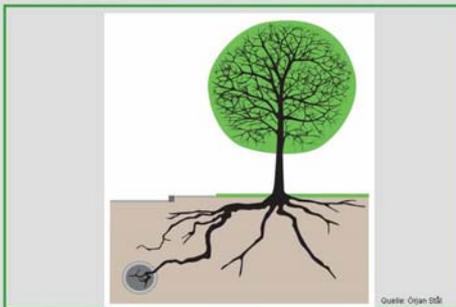
Anhang (Vortragsfolien)



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th

Anhang (Vortragsfolien)



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



Quelle: Özkan 2011

TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



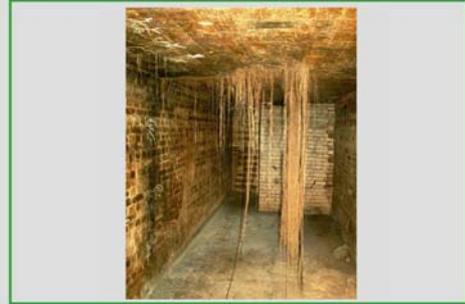
TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th

Session 3 - Overview of the Problems affecting Sewer Systems, Chairman Kaj Rolf, SLU Alnarp

Overview of the Problems affecting Sewer Systems

Hans Bäckman, Svensk Vatten, Schweden

Overview of the Problems affecting the Sewer Systems

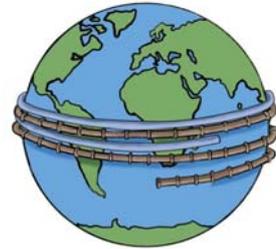
Hans Bäckman

- ◆ Water distribution & sewage collection
- ◆ Statistical systems & Benchmarking
- ◆ CEN standardisation (TC165: Sewerage)

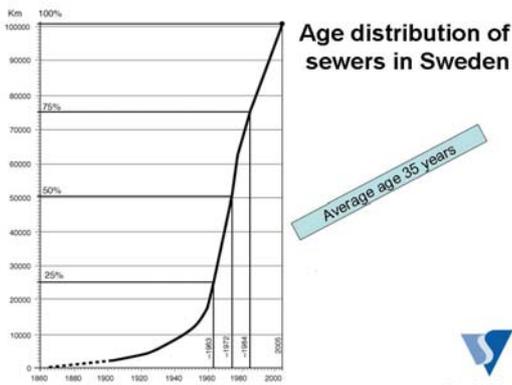
Swedish Water and Waste Water Association
 "Svenskt Vatten"
 Box 47 607
 SE 117 94 STOCKHOLM
 Sweden
 Phone: +46 8 506 00 205
 Mobile: +46 709 600 710
 E-mail: hans.backman@svenstvatten.se



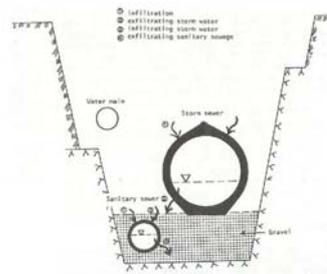
Swedish public sewer systems: 2,5 rounds around the equator



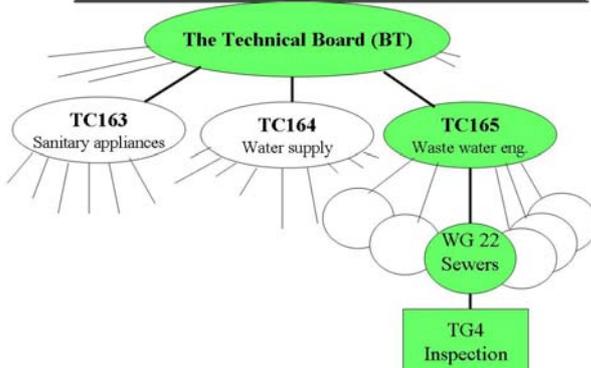
+ private sewers



Trench profile, Sweden



CEN TC165/WG22/TG4 started in 1997 a Work Item to produce a European Coding Systems for Inspections



In 2003 EN 13 508-2 was published:
Conditions of drain and sewer systems outside buildings
 - Part 2: Visual inspection coding system

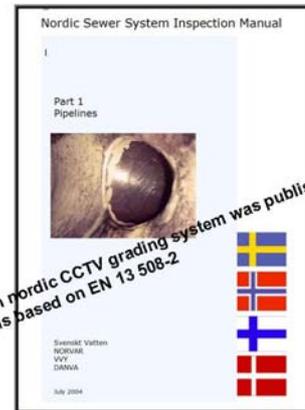


Defect Code: "ROOTS" in EN 13 508-2

8.3 Codes relating to the operation of the pipeline

Table 5 — Details of codes relating to the operation of the pipeline

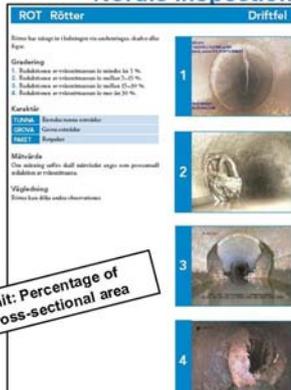
Main Code	Additional Information	Description
Roots		
BBA		Roots of trees or other plants growing into the pipeline through joints, defects or connections.
	Characterisation	The type of root: — tap root (A); — independent fine roots (B); — complex mass of roots (C).
	Quantification	The reduction in cross-sectional area expressed as a percentage.
	Circumferential location	The position should be recorded.



A common nordic CCTV grading system was published in 2005 -
Definitions based on EN 13 508-2



Defect code "ROOTS" in Swedish version of "Nordic Inspection Manual"



Unit: Percentage of cross-sectional area

Grade 1: < 5 %

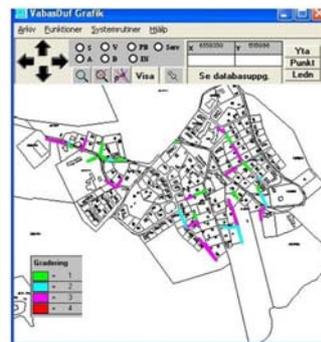
Grade 2: 5 - 15 %

Grade 3: 15- 30 %

Grade 4: > 40 %



Example: CCTV-survey in the village of Julita, Katrineholm municipality, Sweden



- All sewers are inspected in Julita
- Root problems in 1/3 of all sewers
- Mostly concrete sewers from 1960 – 1970
- Approx. 20% of the sewers are rehabilitated partly because of roots



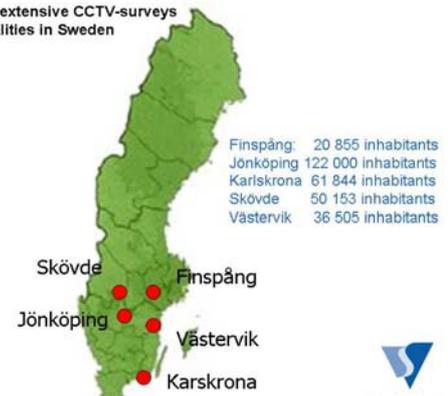
Example: CCTV-survey in the village of Bie, Katrineholm municipality, Sweden



- All sewers are inspected in Bie
- Root problems in 1/3 of all sewers
- Mostly concrete sewers from 1950 – 1960



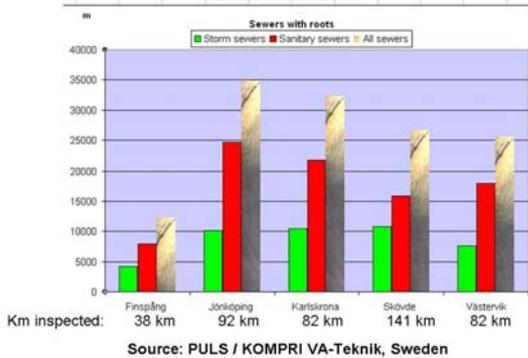
Results from extensive CCTV-surveys in 5 municipalities in Sweden



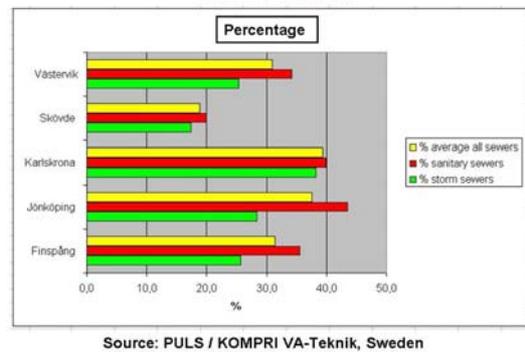
Source: PULS / KOMPRI VA-Teknik, Sweden



Meter of pipeline lengths where roots were found



Pipeline lengths where roots were found



CCTV results: Storm sewers

Example Skövde

	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4
Fissure	2	115	133	
Break /Collapse	4	39	12	5
Deformation	41	25		
Surface Damage	57	54	10	
Displaced joints	154	126	11	3
Roots	258	121	16	5
Settled deposits	59	75	11	2
Attached deposits	24	26	1	
Other obstacles	47	39	5	
Infiltration	191	43	14	4

CCTV results: Sanitary and combined

Example Skövde

	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4
Fissure	4	189	112	
Break /Collapse	4	38	9	4
Deformation	76	24	2	
Surface Damage	353	845	96	8
Displaced joints	263	92	3	
Roots	560	255	63	3
Settled deposits	46	86	11	2
Attached deposits	116	64	11	
Other obstacles	27	33	3	2
Infiltration	285	110	24	3

Conclusions

- Roots causes already big sewer problems!!!
- The root problems will increase – and the costs will increase dramatically
- Better facts are needed to understand and asses the problems
- The time-lag for root intrusion (10-30 years?) is a pedagogic problem
- Lack of knowledge – how to protect sewers AND trees – may also create problems in new building areas!
- Research and devolvement are crucial for minimizing the problems



Important to make better economic “sewer – root” scenarios

- Root Costs: 6 million Euro per year in Sweden 1996- Most spent on sewers older than 25 years
- Increasing “sewer life expectancy” - from 50 to 80-100 years???
- Rough estimate (guess), Sweden:
 - * more than 10-20 million Euro root costs in 2007
 - * 50 – 70 million of Euro per year in the future????
- Tree costs – not included!



Conclusions

- ♣ Roots causes already big sewer problems!!!
- ♣ The root problems will increase – and the costs will increase dramatically
- ♣ Better facts are needed to understand and asses the problems
- ♣ The time-lag for root intrusion (10-30 years?) is a pedagogic problem
- ♣ Lack of knowledge – how to protect sewers AND trees – may also create problems in new building areas!
- ♣ Research and devolvement are crucial for minimizing the problems



Svenskt Vatten

Can Trees affect Soil Mechanics -
focussed on Tree Water Consumption

Dr. Eero Nikinmaa, University of
Helsinki, Finland

HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
UNIVERSITY OF HELSINKI

Malmö Stad

COST

Can Trees affect Soil Mechanics- Focus on the Water consumption of Trees

Eero Nikinmaa

University of Helsinki, Department of Forest Ecology

Acknowledgements

- UHE research group
 - Duursma, Hölttä, Perämäki, Riikonen, Vesala
- COST C15 & SLU Alnarp
 - Stål
- City of Malmö and City of Helsinki
 - Matsson, Peurasuo, Raisio

Content

- Water, soil and mechanics
- Transpiration
- Observations

Water in Soil

Soil particle
Air filled void
Water filled void

Soil porosity = $(V_v/V_t) \times 100$
 Saturation = $(V_w/V_v) \times 100$
 Volumetric water content = $(V_w/V_t) \times 100$

Forces acting on water in soil

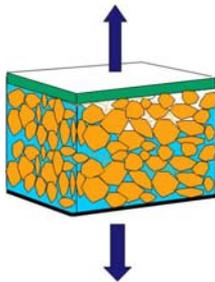
Surface tension = capillary forces

Gravity = ρgh

Surface tension and cohesion gives rise to capillary rise

- As surfaces loose water, concave water surfaces develop
- Surface tension tends to return planar surfaces and capillary forces propagate the pull through water columns
- Upward lifting force
 - depends on the size of the capillaries
 - $2\gamma/r$ where
 - γ is surface tension of water
 - r is capillary radius
- In soil capillary rise is often limited due to very uneven distribution of soil pores, in fine soil can be considerable

Unsaturated soil moisture content (i.e. above ground water table, where the plant roots lurk)



Gravity drains water from pores larger than threshold diameter

Resulting soil moisture content (field capacity) depends on pore distribution (in clay soil fc water content large)

Further soil drying due to evaporation and plant transpiration until water in soil matrix is hold so tightly that plants are unable to use it (wilting point, in clay soil wp water content large)

$$\text{Plant available soil water} = W_{fc} - W_{wp}$$

7

Soil mechanics in unsaturated soil

- Unsaturated soil = saturation < 100%
- In fine grained soils soil consistency changes with its saturation percentage, with wetting the soil properties change
 - dry, plastic and liquid
- Water content also influence the volume and density of soil, the more the more fine grained the soil is
 - cracking of the field surfaces as they dry out.
- Stress bearing i.e. how soil supports the mass above it
 - stress bearing divides into
 - effective stress i.e. the portion of the total stress that is borne by grain to grain soil matrix
 - pore water pressure i.e. the portion of the stress borne by water existing between the pores
 - if. eg. in a sedimentary basin water is tapped by e.g. well or a plant the stress borne by pore fluids is transferred to grains structur -> may lead to collapse of the grain structure and land profile collapse

8

Do we need to consider trees tapping water from soil?

- Root systems may extend to tens of meters deep if adequate oxygen supply exists
- Normally roots are more superficial (uppermost 1m)
- Large tree may transpire more than 1m^3 water a day (Malmö linden tree transpired about 700l per day in 2006!)
- Lets assume
 - root extension zone of 100m^3
 - W_{fc} 35% of soil volume
 - then transpiration drains about 3% of soil moisture in the rooting zone daily
 - (in urban conditions 100m^3 rooting zone is luxurious)
- Root water uptake sifts unsaturated water layer deeper during growing season

9

How do trees lift water from soil?

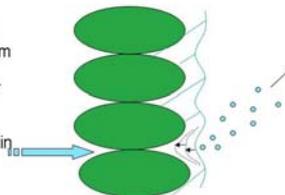


10

Water is pulled up in the woody stem

■ Cohesion theory

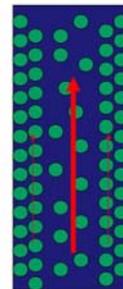
- transpiration pulls water from grevices in leaves resulting into concave surfaces while surface tension attempts to maintain them planar
- surface tension forces pull water from below the surface and the cohesion forces between water molecules pull them up as a chain
- rate of loss of water in transpiration vs. replacing flow from below determines the concavity of the surface and thus the resulting pulling force



11

Replacing flow

- Cohesion forces pull up water
 - Pressure = Force/area ($2\pi r t / \pi r^2 = 2t/r$)
- Adhesion forces hold molecules to the walls
- Pressure propagation through the stem drives flow up
 - $Q = dP/dx$ (tension)
- Due to adhesion forces pressure propagation can be measured (and water flow estimated)



12

We can monitor tension propagation!

radiation shield

15mm screw

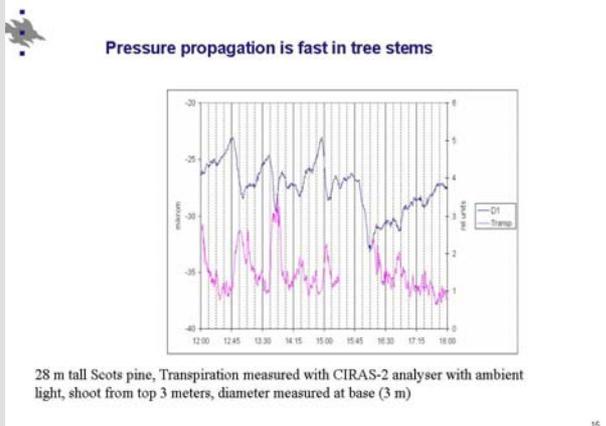
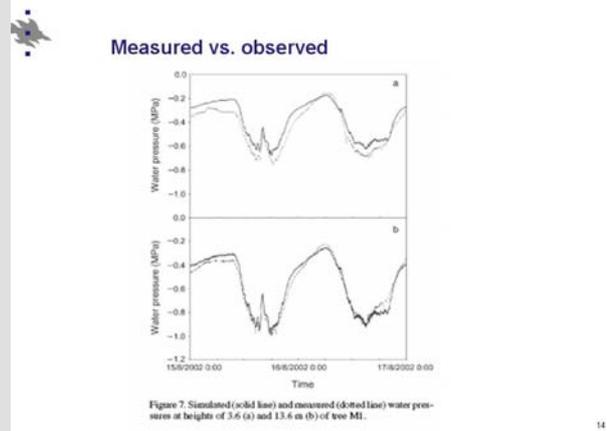
Frame attachment to stem rigid elastic

Thermocouple

To data logger

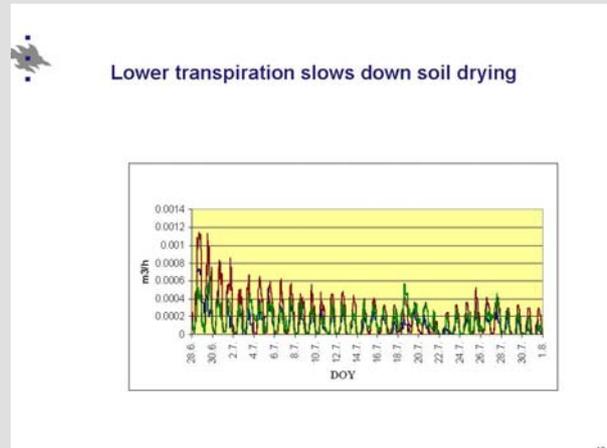
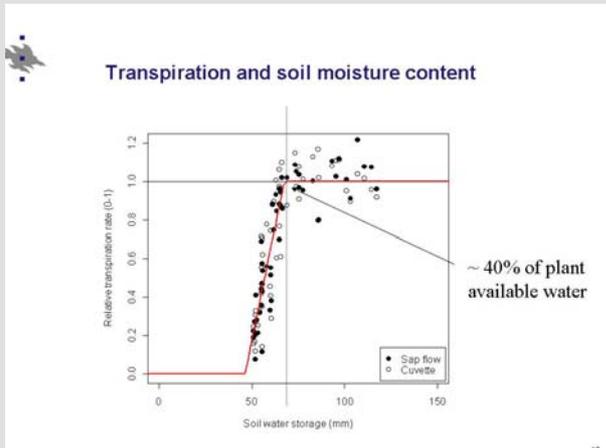
Adjustable Rigid frame : Steel Brass

2 LVDT's- Solartron Inc. xylem and bark



How do soil properties influence water flow

- Soil pores also hold water in their capillaries
- As soil dries, the water drains from larger pores and is held more tightly in remaining smaller pores (remember the surface tension forces)
- The big air filled pores also block the water flow from water filled pores to roots (soil water conductivity decreases)
- $Q = [K_{soil} K_{root} / (K_{soil} + K_{root})] (\Psi_{soil} - \Psi_{root})$
- Lifting of water becomes more difficult, same flow requires stronger pull
- Plant cannot increase the pull indefinitely so they need to regulate the flow -> during high air demand or dry soil plants shut down their stomata resulting to decrease in transpiration



What if someone else is tapping the water from soil?

19

The Citytunnel Project

20

The Citytunnel Project

21

Risks to trees and soil mechanics from groundwater lowering?

Deep growing roots may sink the ground water table level lower than intended!

22

Intensive monitoring of soil moisture and sap flow in trees

23

Protective cages for measuring equipment

24

Installing the system in urban environment



25

Details of measuring equipment



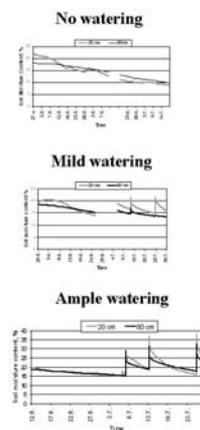
- 4 sensor pairs in each monitor tree
- **Heath dissipation method**
 - One set to measure trunk temperature (reference)
 - The other heated
 - Sensor temperature (vs. Reference), high when no flow, low when sap-flow. Sap flow velocity calculated from the temp. differences
 - Trunk area determines the quantity of sap flow

26

Development of soil moisture, summer 2006

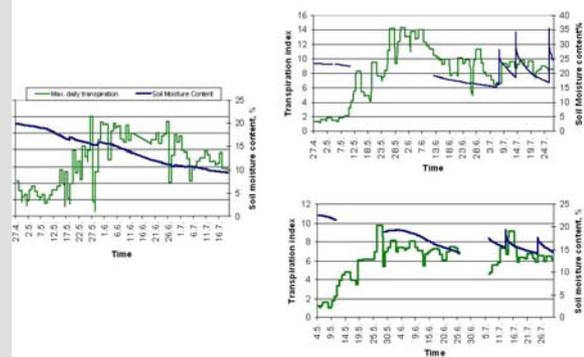
This year (2007) rapid soil moisture content lowering started with leaf bud burst, already in late april (month earlier than last year)

Dry spring + impact of water table lowering?



27

Impact on tree transpiration & irrigation effects



28

Drought impacts on the crown appearance



29

Conclusions

- Tree transpiration may certainly influence soil mechanics if roots are able to grow to previously saturated soil layers
- Soil and Tree sapflow monitoring give valuable information for impact assesment and city tree management
- Observations show that trees start to regulate their transpiration when soil moisture goes below 40% of the plant available water in the soil
- Results in Malmö give a hint of the water uptake from the deep soil layers and root growth to deeper layers after lowerin of ground water table levels when the trees were not watered
- The story continues.....

30



Session 4 - Penetration of Pipe Joints, Chairman Iain Naismith, WRc

IKT/RUB-Research on Pipe Joints

Christoph Bennerscheidt, IKT, Deutschland

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">IKT - Institute for Underground Infrastructure</p> <p>TAUP 2007 Trees and Underground Pipes – Busting the Myths </p> <h2 style="text-align: center;">IKT / RUB – Research on Pipe Joints</h2> <p style="text-align: center;"> Dipl.-Ing. Christoph Bennerscheid, IKT – Institute for Underground Infrastructure</p>	<p style="text-align: right;"></p> <h3 style="text-align: center;">Penetration of Pipe Joints</h3> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Excavations in networks</td> <td style="text-align: center;">5, 10, 20 years and more</td> </tr> <tr> <td>Field trials</td> <td style="text-align: center;">5 – 10 years</td> </tr> <tr> <td>Medium sized tests</td> <td style="text-align: center;">2 - 5 years</td> </tr> <tr> <td>Small sized tests</td> <td style="text-align: center;">1 - 3 years</td> </tr> <tr> <td>Minimised tests</td> <td style="text-align: center;">1 week - 1 month</td> </tr> </table> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">IKT - Institute for Underground Infrastructure</p>	Excavations in networks	5, 10, 20 years and more	Field trials	5 – 10 years	Medium sized tests	2 - 5 years	Small sized tests	1 - 3 years	Minimised tests	1 week - 1 month
Excavations in networks	5, 10, 20 years and more										
Field trials	5 – 10 years										
Medium sized tests	2 - 5 years										
Small sized tests	1 - 3 years										
Minimised tests	1 week - 1 month										
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">IKT - Institute for Underground Infrastructure</p> <h3 style="text-align: center;">Excavations in Networks</h3> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">Bedding material </td> <td style="text-align: center;">Penetration of Pipe joints </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">IKT - Institute for Underground Infrastructure</p>	Bedding material 	Penetration of Pipe joints 			<p style="text-align: right;"></p> <h3 style="text-align: center;">Excavations in Networks</h3> <h4 style="text-align: center;">Penetration of Pipe Joints</h4>  <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">IKT - Institute for Underground Infrastructure</p>						
Bedding material 	Penetration of Pipe joints 										
											
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">IKT - Institute for Underground Infrastructure</p> <h3 style="text-align: center;">Excavations in Networks</h3> <h4 style="text-align: center;">Penetration of pipe joints after gel injection</h4> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">IKT - Institute for Underground Infrastructure</p>			<p style="text-align: right;"></p> <h3 style="text-align: center;">Field trials</h3> <p style="text-align: center;">SLU: Penetration of Pipe Joints The long term experiment at the Swedish University of agricultural Sciences, Alnarp</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">IKT - Institute for Underground Infrastructure</p>								
											

IKT - Institute for Underground Infrastructure

Medium sized tests



Medium sized tests at RUB



IKT - Institute for Underground Infrastructure

Medium sized tests



Many roots but no roots inside the annular gap



IKT - Institute for Underground Infrastructure

Medium sized tests



CSIRO, Australia: Stewart Burn



VC – Vitrified Clay Pipes
 FRC – Fibre Reinforced Concrete Pipes
 PVC – Pipes

Plants: *Lolium rigidum* and *Melaleuca armillaris*



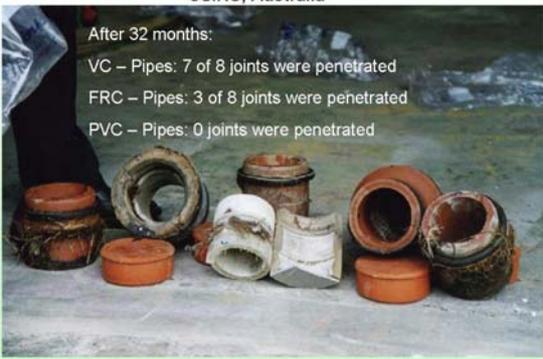
IKT - Institute for Underground Infrastructure

Medium sized tests



CSIRO, Australia

After 32 months:
 VC – Pipes: 7 of 8 joints were penetrated
 FRC – Pipes: 3 of 8 joints were penetrated
 PVC – Pipes: 0 joints were penetrated

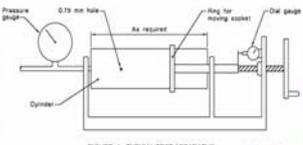


IKT - Institute for Underground Infrastructure

Small sized tests



CSIRO, Australia



Measuring the interfacial pressure and interfacial pressure width

Australian conclusion:
 For PVC the current Standards Australia for an interfacial pressure of >0.4 bar over a minimum contact width of 4 mm is more than adequate to prevent root intrusion



IKT - Institute for Underground Infrastructure

Small sized tests



CSIRO, Australia




VC – Vitrified Clay Pipes
 FRC – Fibre Reinforced Concrete Pipes
 PVC – Pipes

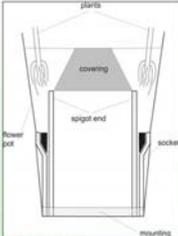
Plants: *Lolium rigidum* and *Melaleuca armillaris*

No roots penetrating the joints after 7 months (*Lolium rigidum*) and 14 months (*Melaleuca armillaris*)

IKT - Institute for Underground Infrastructure

Small sized tests

IKT: Vertical tests




Minimized space for roots to grow

Clay Pipes
PVC Pipes
PP Pipes
Ductile Iron Pipes

Plants: Willow (*Salix alba*)

IKT - Institute for Underground Infrastructure

Small sized tests

IKT: Vertical tests



IKT - Institute for Underground Infrastructure

Small sized tests

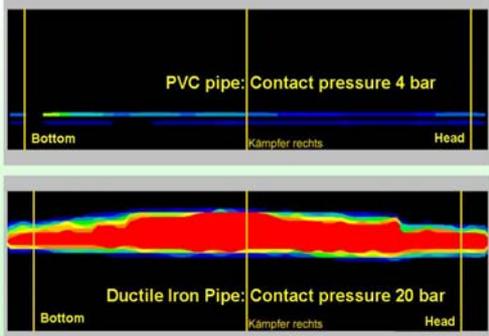
Measuring the contact pressure with pressure sensitive films



IKT - Institute for Underground Infrastructure

Small sized tests

Measuring the contact pressure with pressure sensitive films



PVC pipe: Contact pressure 4 bar

Ductile Iron Pipe: Contact pressure 20 bar

IKT - Institute for Underground Infrastructure

Small sized tests

Outside Water pressure

Outside pressure chamber



IKT - Institute for Underground Infrastructure

Small sized tests

Outside Water pressure



Infiltration at pressure of 1,4 bar

Local buckling at the spigot end of a flexible pipe at a pressure of 4 bar

Minimised tests



Interaction between roots and elastomeric material



Minimised tests



Interaction between roots and elastomeric material



Minimised tests



IKT: Interaction between roots and elastomeric material



Summary and conclusion



- Testing root resistance means today:
Testing the mechanical properties of pipe joints.
- Contact pressure alone might be not sufficient to determine root resistance.
- Further influences on root resistance: Geometry, Surface,
- Roots need time to grow.

SLU-Research on Pipe Joints

Örjan Stal, SLU, Schweden


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Trees and Underground Pipes 2007 – Busting the Myths

Penetration of Pipe Joints
The long term experiment at the Swedish University of agricultural Sciences Alnarp



Swedish University of Agricultural Sciences

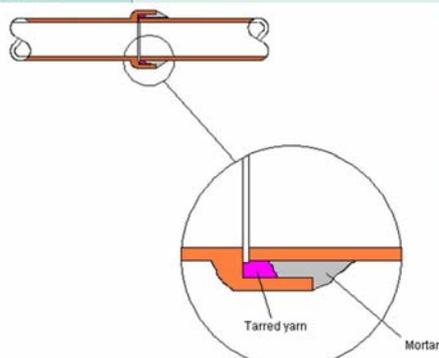
Orjan Ståli (orjan.stali@slu.se)
 Department of Landscape management,
 Design and Construction P.O.
 Box 66 S-230 53 Alnarp
 Sweden


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Preface;
Historic understanding of the reasons for root penetration into pipes?

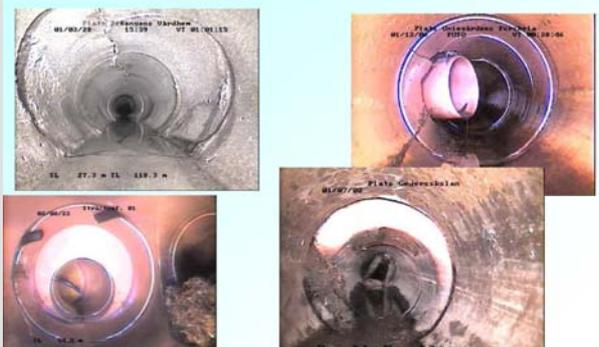
- Inadequate leak tightness
- Poor installation
- Pipe damage


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany



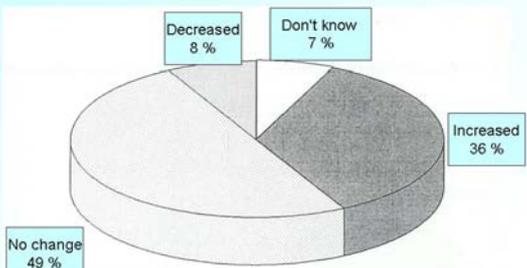
Tarred yarn Mortar


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany




TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

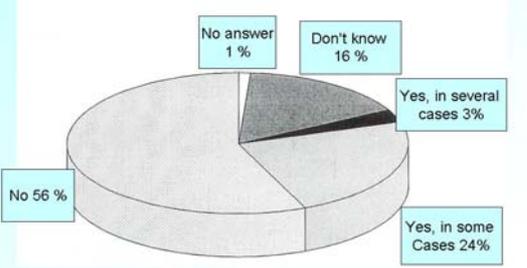
Preface/Answers from 242 Swedish Municipalities 1994;
Has the root-problem situation changed during the last 3-5 years?



Category	Percentage
No change	49 %
Increased	36 %
Decreased	8 %
Don't know	7 %


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Preface/Answers from 242 Swedish Municipalities 1994;
Has root-intrusion occurred in sewers constructed after 1979?



Category	Percentage
No	56 %
Yes, in some Cases	24 %
Yes, in several cases	3 %
Don't know	16 %
No answer	1 %

IKT neutral independent non-profit institute
 Institute for Underground Infrastructure

TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MÜNLY NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

The experiment on root resistance at SLU Alnarp. Details of installation

IKT neutral independent non-profit institute
 Institute for Underground Infrastructure

TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MÜNLY NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Excavation of the pipes after 11 years

IKT neutral independent non-profit institute
 Institute for Underground Infrastructure

TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MÜNLY NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Internal CCTV inspection of the pipes

Of the three perfectly made joints in each material, laid in 1993 CCTV surveys revealed

PVC:

- 2 joints had visible root penetration by 1995
- Only 2 years after laying

Concrete:

- 2 joints had visible root penetration by 1996
- Only 3 years after laying



IKT neutral independent non-profit institute
 Institute for Underground Infrastructure

TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MÜNLY NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Excavation of the pipes after 11 years

IKT neutral independent non-profit institute
 Institute for Underground Infrastructure

TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MÜNLY NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Dismantling joints in 2004

IKT neutral independent non-profit institute
 Institute for Underground Infrastructure

TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MÜNLY NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Dismantling joints PVC "B"

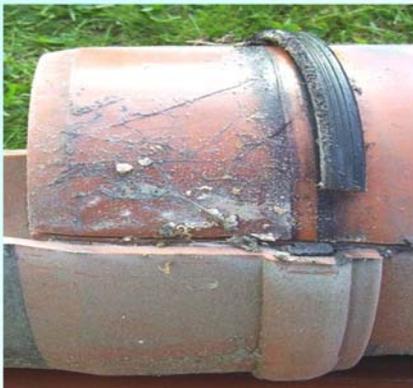
Dismantling joints PVC "B"



Dismantling joints PVC "B"



Dismantling joints PVC "B"



Dismantling joints PVC "C & D"



Dismantling joints PVC "C & D"



Dismantling joints PVC "C & D"



Dismantling joints Concrete "B"



Dismantling joints Concrete "B"



Dismantling joints Concrete "B"



Dismantling joints Concrete "B"

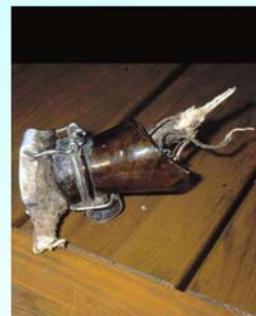


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MÜNCHY NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Investigation of contact stresses

Alnarp Concrete	0.31 & 0.4 Mpa
Manufacturers expectation	0.45 Mpa
EN 1916 requires	0.15 Mpa
Alnarp PVC	0.28 & 0.3 Mpa

Research into root resistance



Mattheck, C., Bethge, K. & Stål, Ö. 1996

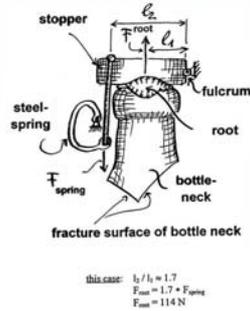
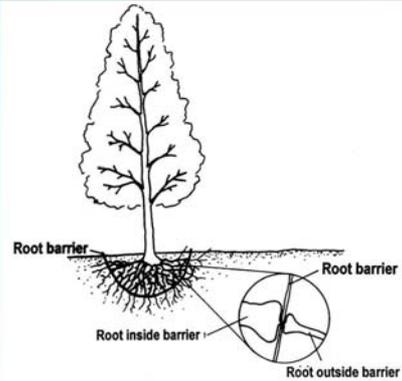


Fig. 3: Simplified mechanical situation at the stopper.

Stål, Ö. 1995.



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MÜNKLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelenkirchen, Germany

Conclusion

- The "rubber ring" did not completely solve the root-problems!
- Test methods concentrate on leak tightness not root resistance!
- A perfect rubber-ring joint delays the problems for sewers in critical root-situations!
- Poor workmanship reduces joint integrity!
- We still don't know for certain what makes roots grow into pipes!



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MÜNKLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelenkirchen, Germany



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MÜNKLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelenkirchen, Germany



D. Ridgers, K Rolf & Ö. Stål.
Management & Planning Solutions to Lack of Resistance to Root Penetration by Modern PVC & Concrete Sewer Pipes. Arboricultural Journal 2006 Vol. 29.

D. Ridgers, K Rolf & Ö. Stål.
Bäume und Leitungen – Untersuchungen zur Einwurzelung in moderne PVC- und Betonwasserleitungen.
Jahrbuch der Baumpflege 2005, ISSN 1432-5020

Weakness of Current Joint Design
and Options für Future Development

Don Ridgers, Thames Water,
Großbritannien

Weaknesses in current joint design and options for future developments

Don Ridgers
Senior Technical Consultant
Thames Water Utilities Limited,
UK
May 2007

Joint design influences

- Specifications for the functional performance are defined by sewerage system operators in conjunction with environmental regulators.
- Joints are designed by manufacturers whose aim is to sell their products.
- Pipes (and joints) are generally bought by installers/contractors.

Current joint design objectives

- Ease of construction
- Watertightness
- Flexibility (as hinge)
- Chemical durability
- Biological durability

Weaknesses in current joint designs

- A misconception that watertightness provides root resistance.
- Contact stresses.
- Pipe wall texture.
- Creep.
- Geometry – joint ring approach angle and collar gap.

Misconception that watertightness provides root resistance



- Leaky pipes will allow roots to enter easily but watertightness alone will not keep them out.
- The joints at Alnarp were watertight but roots grew through.

Contact stresses



Picture courtesy of CSIRO

- Experiments tend to use convenient species (grass, pea, lupin etc.) or juvenile roots to assess the stresses roots can overcome. These values then get put into standards. Mature trees have roots that behave differently and tree species is also a variable.

Joint contact stresses quoted in Standards

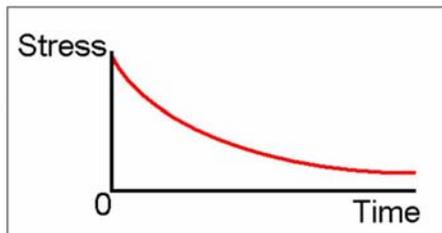
Standard	Initial joint contact pressure (MPa)	50 Year value of joint contact pressure (MPa)	Minimum contact width (mm)
AS 1260 1984	0.55	0.35	7
NZS 7649	0.4		4
AS 1260 1966	0.4		4
AS 1741	0.55	0.35	7
ASTM C425	0.21		
EN 1916 2003	0.15		5

Root contact stresses observed



Calculated contact stress of root that grew through closed bottle top was approximately 1.15 N/mm²

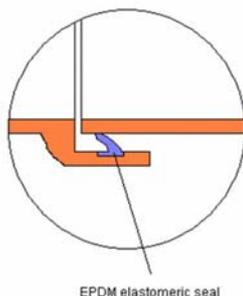
Creep



Creep – friend and foe

- Creep allows elastomer (joint ring) to fill textured surface over time.
- Creep progressively reduces the average contact stress.

Geometry – joint ring approach angle

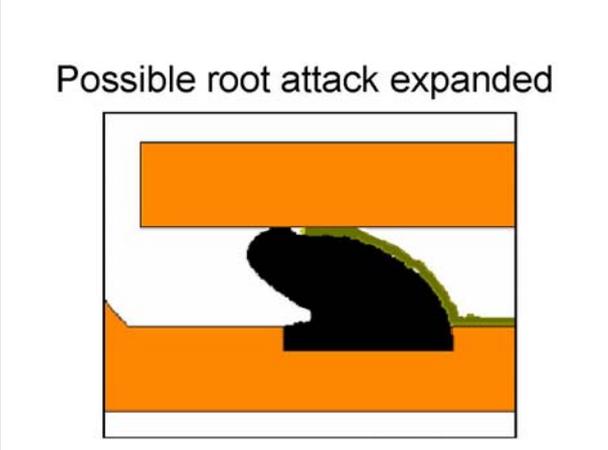
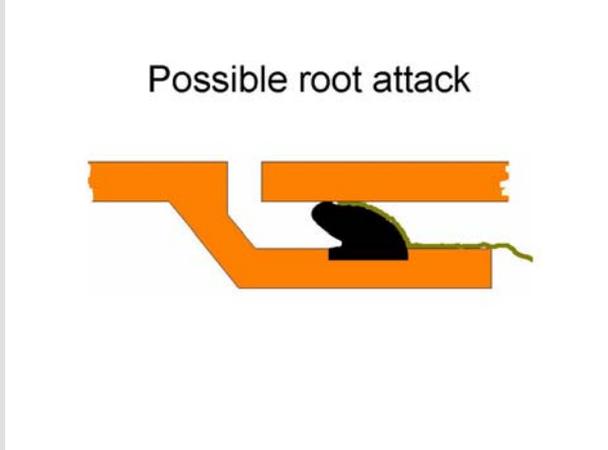
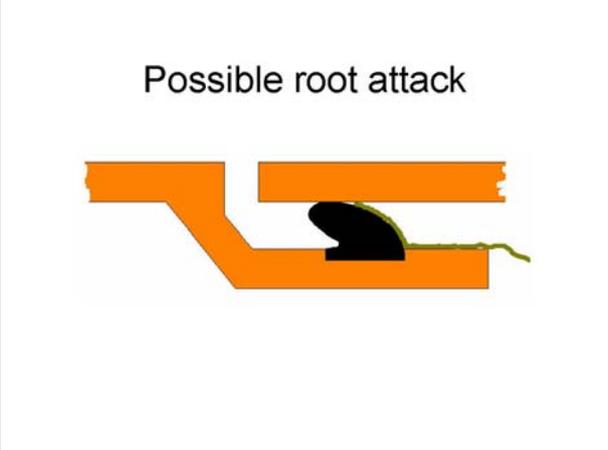
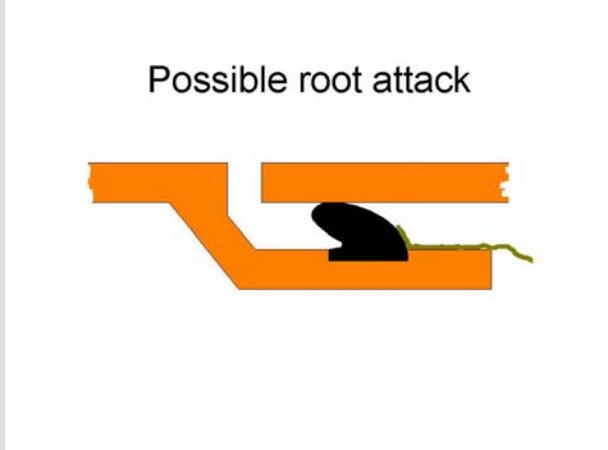
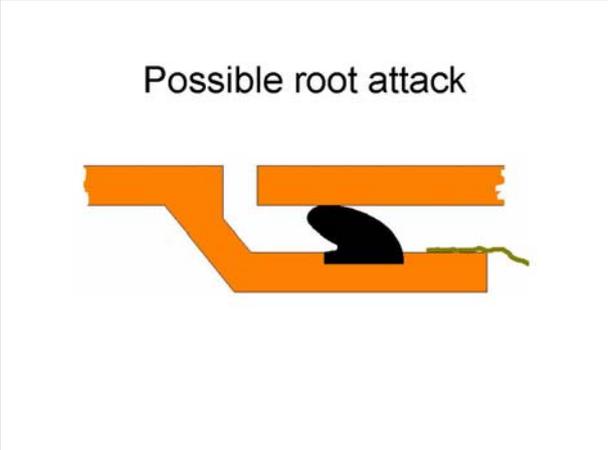
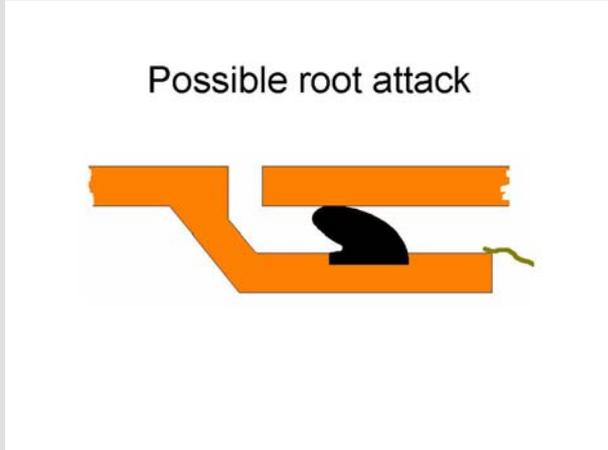


EPDM elastomeric seal

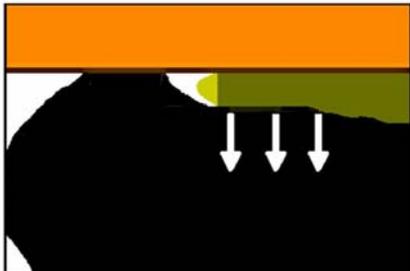
Fixing the joint gasket inside a collar is best for pipe suppliers (no packaging needed) and installers (ring cannot get lost). However this dictates that the gasket taper is on the outside of the pipe.

Generic detail of joint





Possible root attack expanded



Joint breached



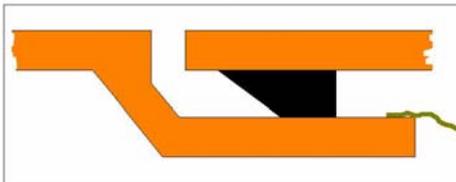
Joint breached



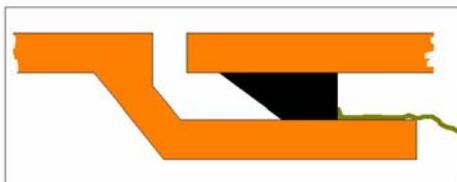
Geometry – joint ring approach angle

If the joint ring was on the spigot, the taper could be on the inside of the completed joint.
This would increase costs as joint rings would have to be delivered separately or protected during transport.

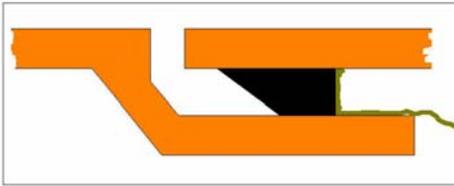
Potential square approach angle



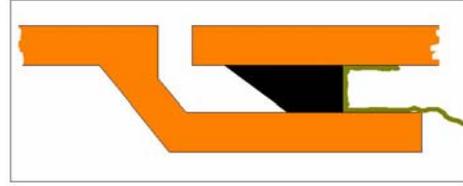
Root steered away from pipe/gasket interface



Root steered away from pipe/gasket interface



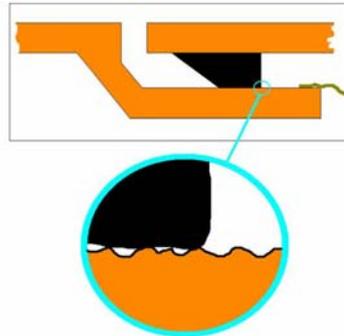
Root steered away from pipe/gasket interface



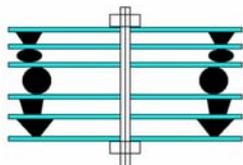
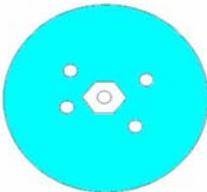
Surface texture

Neither the gasket or the pipe surface are perfectly smooth. At the scale of a root the interface may still be tapered.

Pipe wall texture



Proposed rig to establish root contact stresses of mature trees and different joint configurations and textures



Geometry – collar gap



Picture courtesy of IKT

Ideal joint for future, based on current state of our knowledge
– we still want:

- Ease of construction
- Watertightness
- Flexibility (as hinge)
- Chemical durability
- Biological durability

But for root resistance we also want

- Small space in outer part of collar
- Adequate long term contact stress
- Low creep elastomer
- Smooth texture joint faces
- Abrupt external approach angle

Session 5 Planning for Trees and Pipelines, Chairman Don Ridgers, Thames Water

**Making Room for Roots:
Satisfying Contradictory
Demands**

**Klaus Schröder, City of
Osnabrück, Deutschland**



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th

Anhang (Vortragsfolien)



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



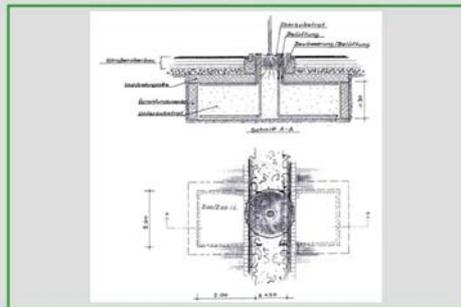
TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUIP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th

Anhang (Vortragsfolien)



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



OSNABRÜCK
Experten für
Grünflächen
und Freizeitanlagen

TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th



OSNABRÜCK
Experten für
Grünflächen
und Freizeitanlagen

TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th

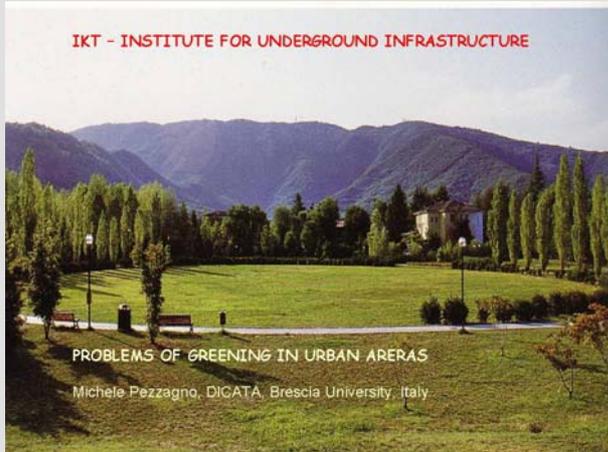


OSNABRÜCK
Experten für
Grünflächen
und Freizeitanlagen

TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“, May 23rd/24th

Problems of Greening in Urban
Areas

Michèle Pezzagno, University Brescia,
Italy



PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS

CONTENTS:

Functional and typological complexity of green spaces in urban areas from a town planning point of view

Functional aspects of road design and planting

IKT - 23, 24 MAY 2007

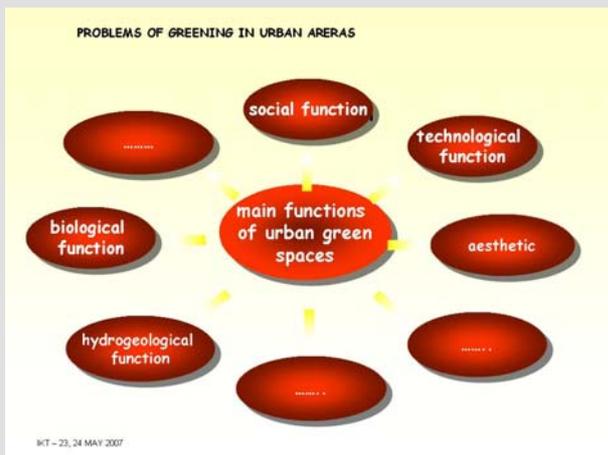
PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS

- Implementing vegetation and tree planting in urbanized areas is traditionally carried out by European communities;

But we must not forget that European countries are different...

- Culture and tradition;
- Open space use;
- Urban form and settlement dimension;
- Climatic conditions;

IKT - 23, 24 MAY 2007



PROBLEMS OF GREENING IN URBAN ARERAS

Greenery in road design

Functional equipment	Users' comfort and road safety	Stabilization of embankments
----------------------	--------------------------------	------------------------------

Shading

Anti-headlight barriers

Windbreak barriers

Braking barriers

Diversification of road environment

IKT – 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN ARERAS

.....from the "landscaping" point of view

Street trees and light fixtures are carefully lined to one side of the sidewalk to provide the widest possible space for pedestrians

IKT – 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN ARERAS

..... functional classification of roads in the design process

Chambéry-le-Haut, France

IKT – 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN ARERAS

.....from the "landscaping" point of view

- ◆ Tree dimension in relation to the aesthetical effect needed
- ◆ Type of leaves (short-lived), flowers and fruits
- ◆ Carriage
- ◆ Growth
- ◆ Structure of the roots (taproots)

IKT – 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN ARERAS

.....from the "landscaping" point of view

The road landscape is an important part of its overall appearance

IKT – 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN ARERAS

- Organisation of greenery on the roadside edge
 - ◆ Traffic signals visibility
 - ◆ Intersections, VRUs potential black spots and visibility of the road
 - ◆ Underground infrastructures position
 - ◆ Branches and leaves on roads and paths
 - ◆ Roots damages to pavements and pipes

IKT – 23, 24 MAY 2007

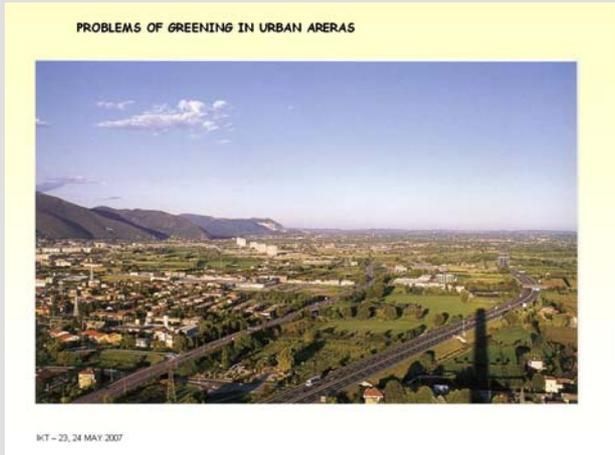
PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS

interaction between trees and pipes

pipes protection, joint modification & long term research approach (new standards)

new planning approach to green in urban areas & short term research approach (common guidelines)

IKT – 23, 24 MAY 2007



PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS

WHY?

- "ordinary" maintenance of the urban spaces (including underground services and tree protection)

IKT – 23, 24 MAY 2007

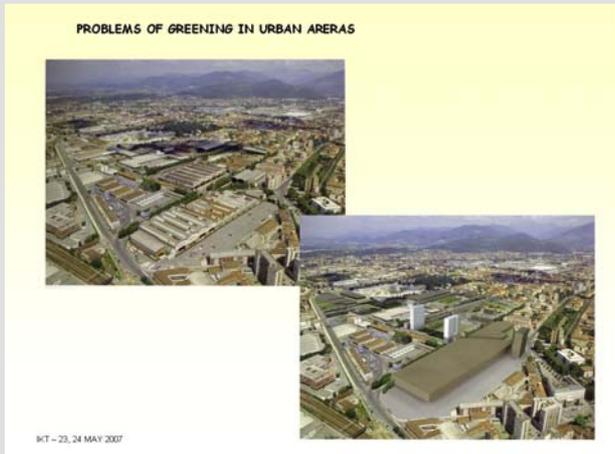


PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS

WHY?

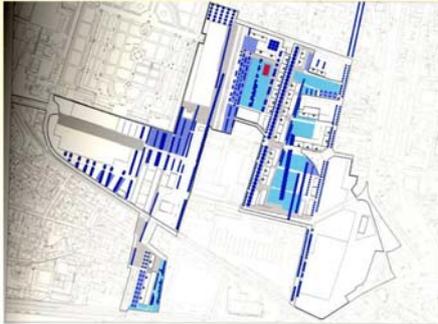
- renewal urban / road projects carried out by the municipalities

IKT – 23, 24 MAY 2007



PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS

OPEN SPACE PROJECT



IKT - 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS



IKT - 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS



IKT - 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS



Strasbourg, "L'Homme de Fer" square

IKT - 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS



IKT - 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS



IKT - 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS



IKT - 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS

WHY?

- new urban settlements

IKT - 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS



IKT - 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS



IKT - 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS

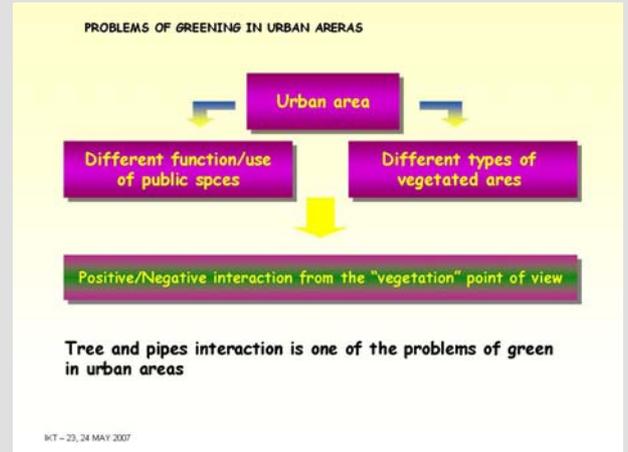


IKT - 23, 24 MAY 2007

PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS



IKT - 23, 24 MAY 2007



PROBLEMS OF GREENING IN URBAN AREAS

Strategies and criteria to plan green spaces taking care of costs are necessary:

- new urban policies focusing on the place of green in urban areas
- guidelines for siting trees and vegetated areas in public spaces
- tree planting criteria in new build up areas
- tree planting /replacing criteria in existing build up areas

1st STEP is sharing knowledge and good practices

WT - 23, 24 MAY 2007



Prevention of root intrusion into
drain infrastructure - development
of decision support

Örjan Stal & Johan Östberg
SLU, Schweden


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Trees and Underground Pipes 2007 – Busting the Myths

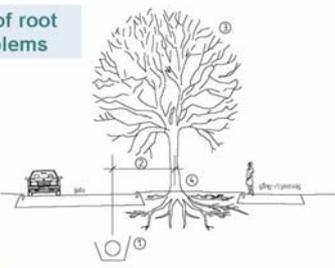
Prevention of root intrusion into drain infrastructure - development of decision support
 Swedish University of agricultural Sciences Alnarp

 Swedish University of Agricultural Sciences

Örjan Ståhl & Johan Östberg
 Department of Landscape management, Design and Construction P.O. Box 66 S-230 53 Alnarp Sweden


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Classification of root intrusion problems



- Pipe info
 - Depth
 - Dia, type (wastel/storm)
 - Material
 - Year of installation
- Distance pipe - tree
- Tree info
 - Species
 - Age
 - Size, crown radius
 - Placing (solitary or group)
- Soil properties
 - Surface layer
 - Circumference, width, length


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

The research will be carried out in three Swedish municipalities

- Malmö 240 000 inhabitants**
- Katrineholm 35 000 inhabitants**
- Skövde 50 000 inhabitants**


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Aims and goals of the research project

The overall aim of the research project is to develop tools for assessing the risks of root intrusion, which would bring great economic benefits and improved operational security for sewage systems.

Specific aims of the project are to:
 Compile critical values that would make it possible to assess the risks of future root intrusion.
 Formulate proposals for analytical tools for forecasting future root intrusion.


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Myths of the reasons for root penetration into pipes

- Fast growing trees species (willow poplar, birch etc) are most likely to cause damage to pipes!
- Trees of species with an unfavorable root development pattern are growing or are planted too close to pipes!
- Sufficient soil structure and soil status avoids trees to develop a root system that penetrates the pipes!
- Tree roots dose not damage pipes on a deeper depth than 3 metres.
- PVC pipes have less problem with root penetration!


TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
 in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

The question is?



Are there any good or bad trees?



Does the distance between a tree and the pipe matter?

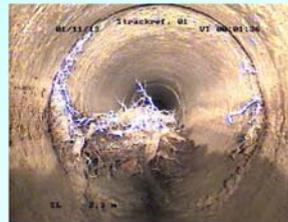


Does the growing site matter?



Does the pipe material makes any difference?

Concrete



Plastic (PVC)



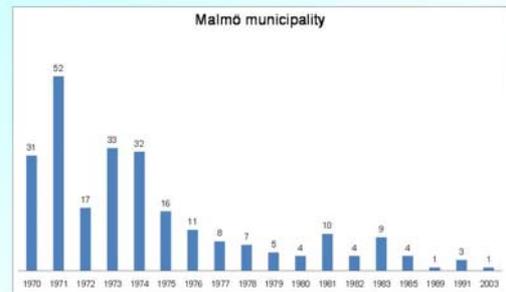
Examples from Malmö

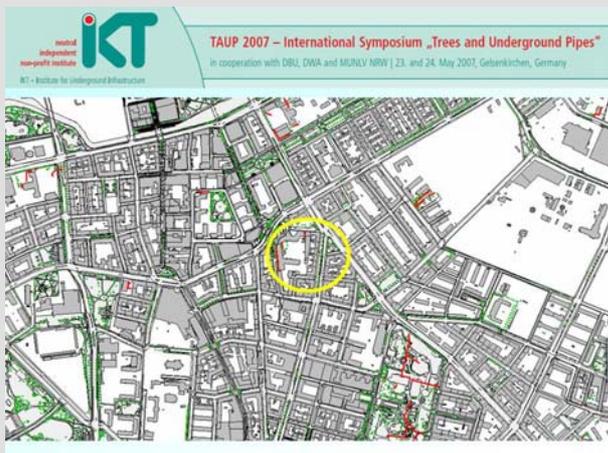
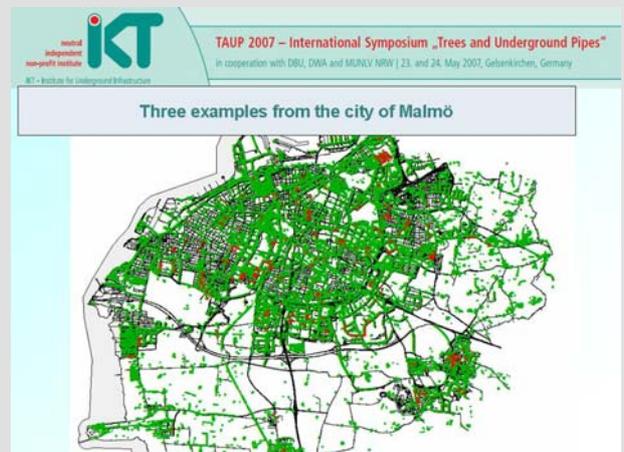
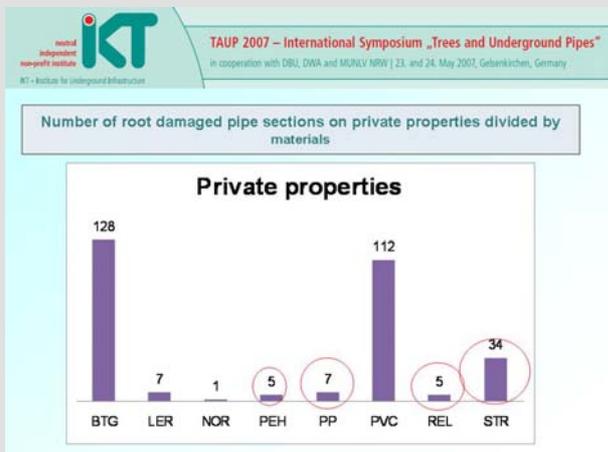
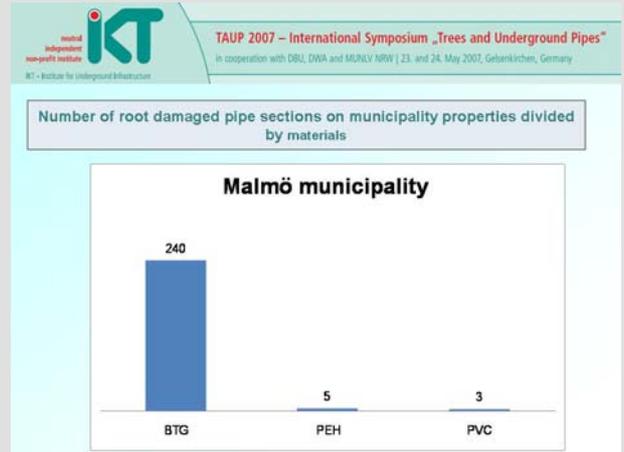
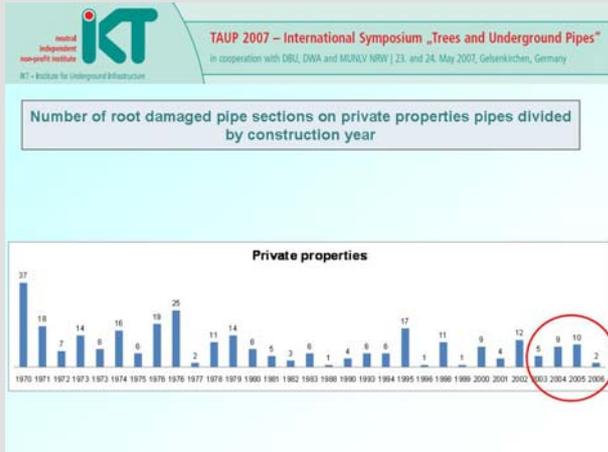
546 pipe sections of Closed-circuit TV inspected with root damage constructed 1970 or later!

The investigations are both on public and on private owned sewers pipes.

On public property	247
On private property	299

Number of root damaged pipe sections on municipality properties divided by construction year



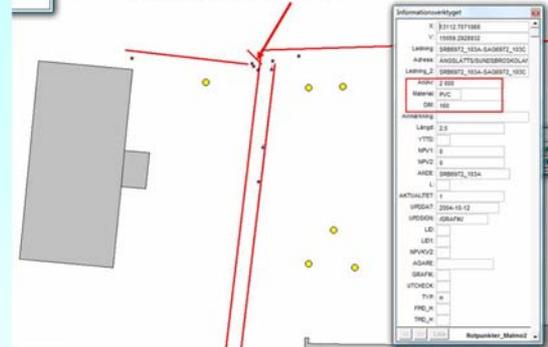


Private tree caused root damage to a public pipe after 5 years



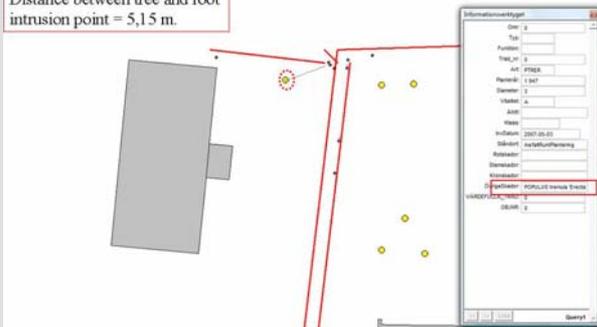
Example nr 3. PVC- Pipe Diam 160 Constructed 2000

Points of root intrusion



Aspen/Espen planted 1947

Distance between tree and root intrusion point = 5,15 m.



Aspen/Espen planted 1947 caused root intrusion to a new PVC-pipe constructed 2000



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelenkirchen, Germany

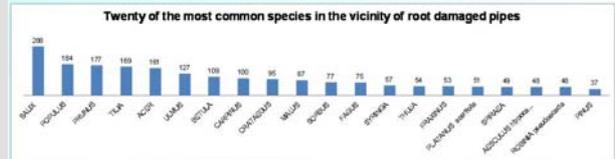
Inventoried trees in vicinity to CCTV-inspected to selected sewer pipes in Malmö.

Total numbers of trees inventoried 2 469
Numbers of species inventoried 67
Number of species and sub-species inventoried 139



TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MUNLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelenkirchen, Germany

Inventoried trees in vicinity to CCTV-inspected to selected sewer pipes in Malmö.



IKT
technical
independent
non-profit institute
IKT - Institute for underground infrastructure

TAUP 2007 – International Symposium „Trees and Underground Pipes“
in cooperation with DBU, DWA and MÜNKLV NRW | 23. and 24. May 2007, Gelsenkirchen, Germany

Early conclusions

- Fast growing trees species (willow poplar, birch etc) are more likely to cause damage to pipes!
•**This is not really true - root intrusion has occurred over a range of species!**
- Trees of species with an unfavorable root development pattern are growing or are planted too close to pipes!
•**This seems correct in most of the cases!**
- Sufficient soil structure and soil status avoids trees to develop a root system that penetrates the pipes!
•**No! vigorous trees are likely to flourish in a random and wide area.**
- Tree roots do not damage pipes on a deeper depth than 3 metres.
•**No! Given the right conditions, tree roots can grow very deep.**
- PVC pipes have less problem with root penetration!
•**No! it does not matter!**

**Something wrong here!
Thank you for attention**

3 Plane Trees and 11 Manholes



Excavate or No-Dig: The Pipeline-
Rehabilitation Option

Christoph Bennerscheidt, IKT,
Deutschland

<p>IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur</p> <p>TAUP 2007 Trees and Underground Pipes – Busting the Myths</p> <h2>Excavate or No-Dig: The Pipeline-Rehabilitation Options</h2> <p>IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur</p> <p>Dipl.-Ing. Christoph Bennerscheid, IKT – Institute for Underground Infrastructure</p>	<p>IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur</p> <h2>Excavate or No-Dig ?</h2> <p>Requirements on Networks</p> <p>Serviceable Tight Stable /Sustainable</p>
<p>IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur</p> <h2>Excavate or No-Dig ?</h2> <h3>Which are the influences on a decision for renovation?</h3> <ul style="list-style-type: none">• Kind of damage, e.g. individual damage• Status of the sewer section• Depth• Trees• Renovation technique (Excavate or No-Dig)• Quality of renovation techniques• Costs• Standards and regulations	<p>IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur</p> <h2>Excavate or No-Dig ?</h2> <h3>Where do roots grow in?</h3> <ul style="list-style-type: none">• Trenches• Defects• Pipe joints• Lateral connection• Connection between sewers and manholes• Connection between different pipe materials
<p>IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur</p> <h2>Excavate</h2> <h3>Root growth in trenches of utilities and sewer networks</h3>  <h3>Damages on root-systems?</h3>	<p>IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur</p> <h2>Excavate or No-Dig ?</h2> 

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur

No-Dig

**Tube Liners for Lateral Pipes
Outside Water pressure**



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur

No-Dig

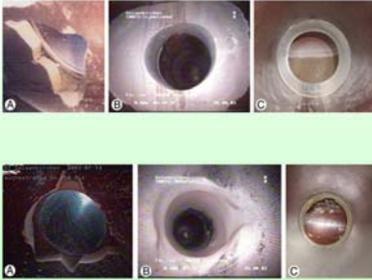
Lateral connections



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur

No-Dig

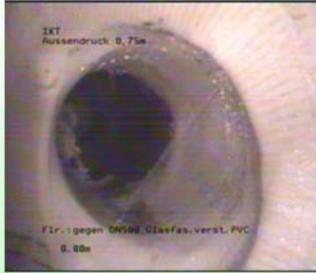
Top Hat Liners and Robotic Systems



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur

No-Dig: Top hat liner

Examples of top hat liner tested with outside water pressure



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur

No-Dig: Top hat liner

Examples of top hat liners after high pressure cleaning

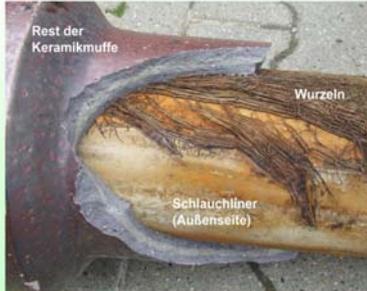


IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur

No-Dig

**Water tightness of
Robotic Systems**



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur	<p>No-Dig</p>  <p>Sewer</p>  <p>Connection Sewer - Manhole</p> 	IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
	<p>No-Dig</p>  <p>Lateral / Drain</p> 	
IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur	<p>No-Dig</p>  <p>Lateral / Drain</p> 	IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
	<p>Summary and Conclusions</p>  <ul style="list-style-type: none">Focus on Pipe Joints<ul style="list-style-type: none">=> Standards and Regulations=> TestingMajor risks at connections<ul style="list-style-type: none">=> private/public systems=> sewers/manholesRoots grow everywhere<ul style="list-style-type: none">=> Root penetration is <u>not</u> a local problem=> Limits of repair techniques=> Rehabilitation preferred in no-digRoots first penetrate the trench, the pipe is second<ul style="list-style-type: none">=> open cut allows for more options=> root resistant bedding material?	

Remove or Keep and Protect Trees
During Construction

Dirk Dujesiefken, Institut für
Baumpflege, Deutschland

Remove or keep and protect trees during construction

Dirk Dujesiefken
Institute of Arboriculture, Hamburg



Remove or keep?

- 1. step: tree inspection



Keep and protect

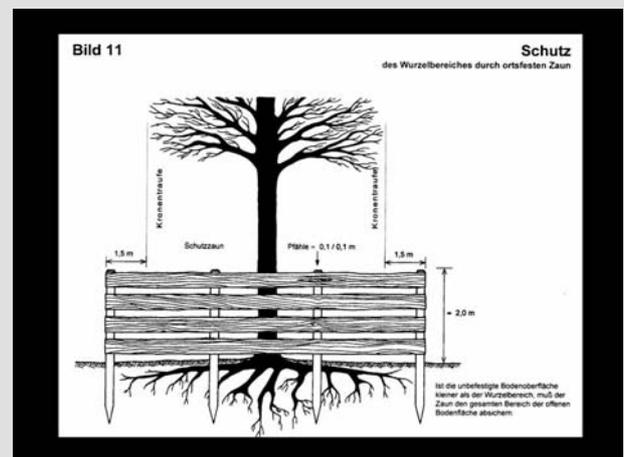
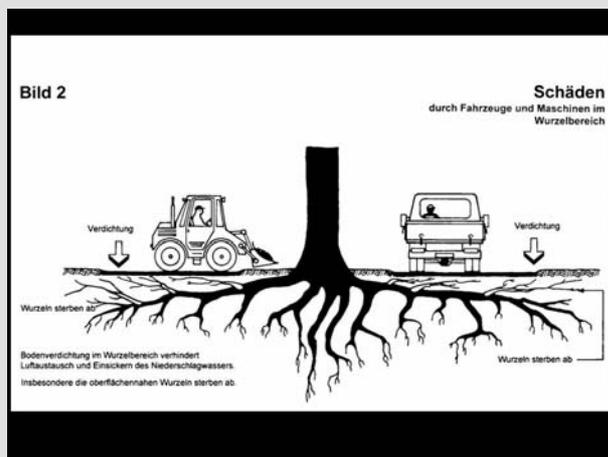
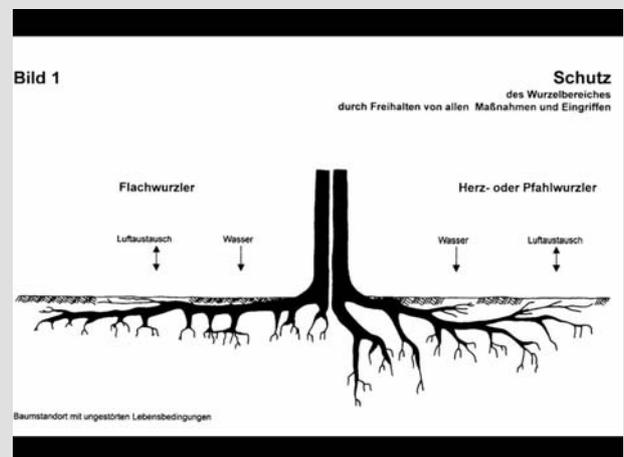
- Use of rules and regulations

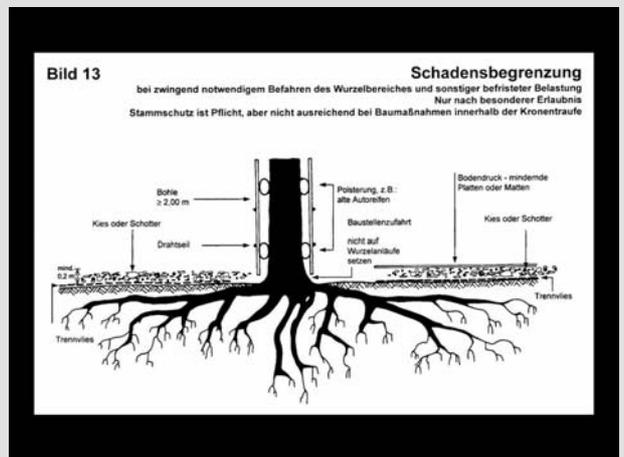
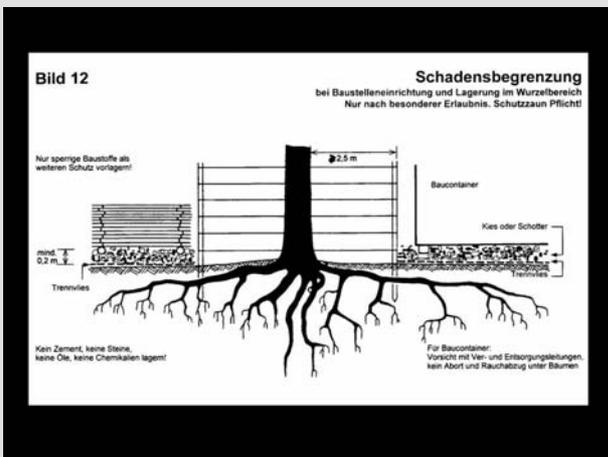
Rules and regulations for the protection of trees during construction in Germany

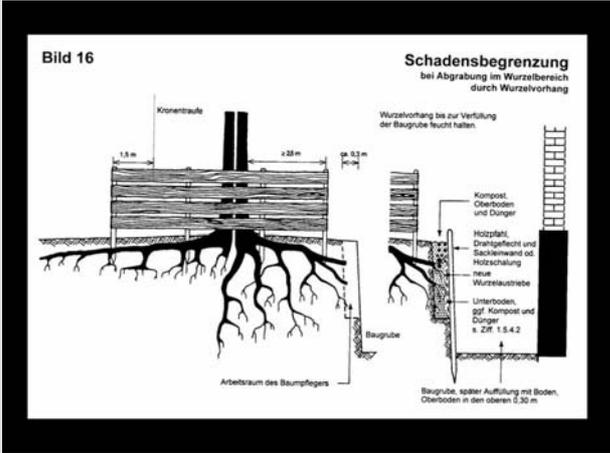
- **DIN 18 915 bis 18 920** Vegetationstechnik im Landschaftsbau, insbesondere
- DIN 18 920, 2002:** Schutz von Bäumen, Pflanzbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen.
- **RAS-LP 4, 1999:** Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil: Landschaftspflege, Abschnitt 4: Schutz von Bäumen, Vegetationsbeständen und Tieren bei Baumaßnahmen.

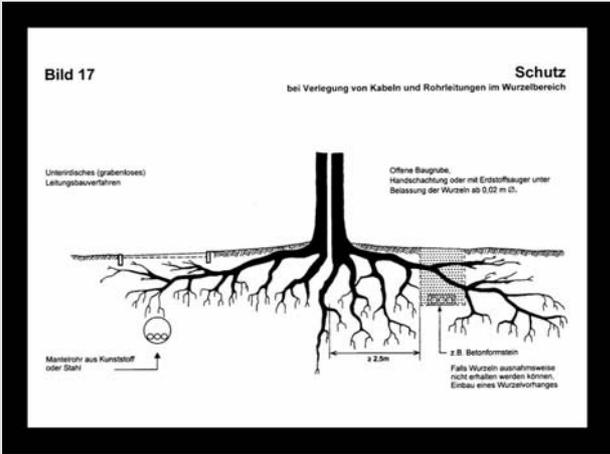
Rules and regulations for the protection of trees during construction in Germany

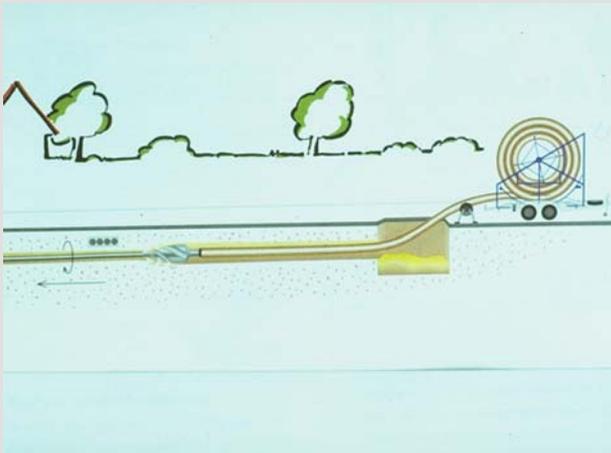
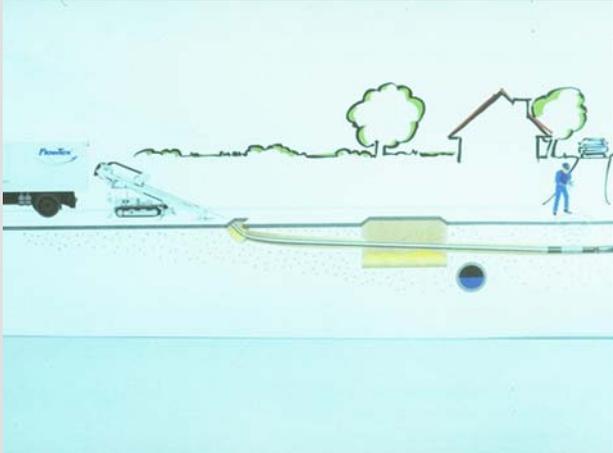
- **ZTV-Baumpflege, 2006:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege.
- **Merkblatt über Baumstandorte und unterirdische Ver- und Entsorgungsleitungen 1989.**

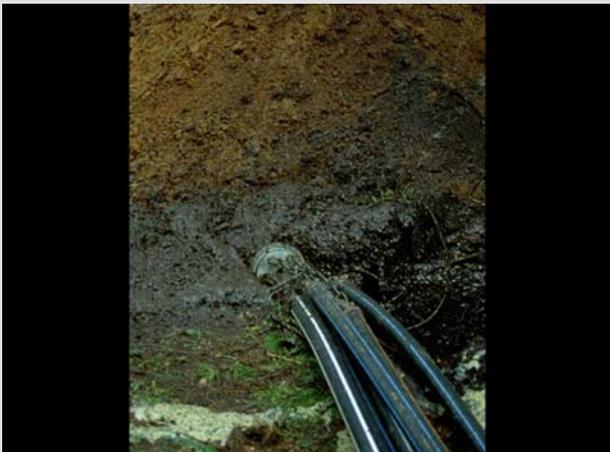


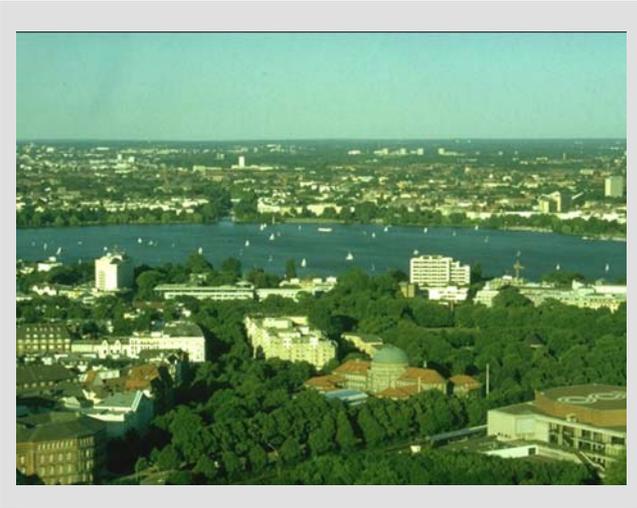












Session 6 - What have we learned, what do we still not understand and what do we need to do about it

Whats ´s next?

Bert Bosseler, IKT, Deutschland

Diskussion und Ausblick

Zusammenfassung und Ausblick siehe Kapitel „Ausblick“ S. 9ff