



Konzept

zur langfristigen Entwicklung
eines Baumbestandes

Andreas Detter

Dipl.-Ing. Landespflege

von der IHK für München und Oberbayern
öffentlich bestellter und vereidigter Sachver-
ständiger für Baumpflege,
Verkehrssicherheit von Bäumen und
Baumwertermittlung

T +49. (0)89.752150
F +49. (0)89.7591217

a.detter@tree-consult.org

TreeConsult Brudi & Partner
Berengariastr. 9, 82131 Gauting

www.treeconsult.org

Gutachten Nr.: 18-0195-2

Gutachtensdatum: 22.10.2018

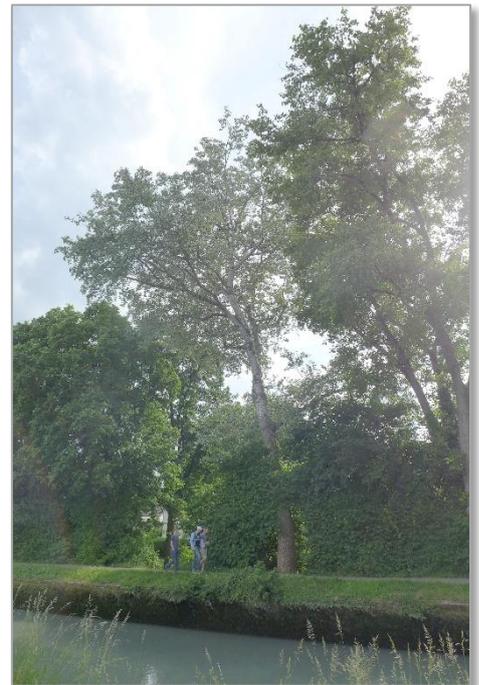
Auftraggeber:

Stadt Augsburg

Amt für Grünordnung, Naturschutz und
Friedhofswesen mit Unterer Naturschutzbehörde
Herrn Armin Baur
Dr. Ziegenspeck-Weg. 10
86161 Augsburg

Gegenstand:

Bäume entlang des Dammes
in Augsburg, Herrenbach



0 Inhalt

0	Inhalt	2
1	Grundlagen	5
1.1	Anlass und Ziel des Konzeptes	5

Teil I: Zustandserfassung

2	Grundlagen zu möglichen Schäden am Bauwerk.....	6
2.1	Ergebnisse der Boden- und Wurzeluntersuchung	6
2.2	Einschränkungen für die Wurzelentwicklung	8
2.3	Wasserbauliche Vorgaben.....	10
2.4	Grundlagen zum Entwurzeln von Bäumen.....	11
2.4.1	Modelle des Kippversagens	11
2.4.2	Modelle für die Größe des Wurzeltellers	13
3	Ermittlung kritischer Bäume	15
3.1	Bäume im 1 m breiten Schutzstreifen	15
3.2	Überflutungsgefahr bei mangelnder Stabilität des Dammes	17
3.2.1	Datengrundlage	17
3.2.2	Modellierung des ausgelösten Wurzeltellers	17
3.2.3	Analyse zur Gefährdung des mindestens erforderlichen Erdkörpers	18
3.3	Befahrbarkeit des Dammes.....	21
4	Handlungsoptionen für kritische Bäume.....	22
4.1	Kritische Bäume für den Hochwasserschutz	22
4.1.1	Eingehende Untersuchung der Verkehrssicherheit	22
4.1.2	Baumpflegerische Maßnahmen	23
4.1.3	Fällung.....	24
4.1.4	Bauliche Sicherungsmaßnahmen	24
4.2	Bäume im 1 m Streifen	24
5	Ergebnisse der Baumuntersuchungen	25
5.1	Visuelle Baumkontrollen	25
5.1.1	Untersuchte Bäume	25
5.1.2	Vitalität.....	25
5.2	Eingehende Untersuchungen.....	26
5.3	Untersuchung auf Habitatstrukturen	27
5.4	Empfehlungen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit	28
5.4.1	Baumpflegerische Maßnahmen	29
5.4.2	Fällungen	29
5.4.3	Eingehende Untersuchungen.....	31
6	Zusammenfassung Teil I	31

6.1	Funktionstauglichkeit des Dammes	31
6.2	Verkehrssicherheit des Bestandes	32
6.3	Befahrbarkeit des Dammes.....	32

Teil II: Konzept zur langfristigen Gewährleistung der Funktionstauglichkeit

7	Regelmäßiges Monitoring	33
7.1	Dammbauwerk	33
7.2	Verkehrssicherheit der Bäume	33
7.3	Nachuntersuchungen	33
8	Langfristige Bestandsentwicklung	34
8.1	Bestandsumbau	34
8.1.1	Übersicht derzeitige Artenverteilung	34
8.1.2	Angestrebte Artenverteilung	35
8.1.3	Altersentwicklung des Bestandes.....	37
8.1.4	Baumgruppen	37
8.2	langfristig nicht entwicklungsfähige Einzelbäume.....	38
8.2.1	Baum 54085, Feld-Ahorn mit holzerstörenden Pilzen	38
8.2.2	Baum 11217, Esche mit Triebsterben.....	39
8.2.3	Baum 50	42
8.2.4	Baum 127, zusätzlich erfasster Spitz-Ahorn	43
8.2.5	Baum 64, Robinie mit stark eingekürzter Krone	43
8.2.6	Bäume 95 / 96, Säulen-Pappeln mit Fäulnis und absterbender Krone.....	44
8.3	Beispiele guter Entwicklungsfähigkeit.....	48
8.4	Umbau des Baumbestandes.....	49
8.4.1	Geeignete Standorte.....	49
8.4.2	Zeitlich gestaffelter Austausch von Gehölzen	49
9	Literaturhinweise.....	50
10	Schlussbemerkungen	52

Abbildungen

Abb. 1	Bodenschürfe Nr. 1 und 5 an der Betonmauer.....	6
Abb. 2	Durchwurzelung in Grabung 2 im Bestand auf dem Damm	7
Abb. 3	Zersetzter Holzpfahl an der Betoneinfassung, Grabung 7.....	8
Abb. 4	Schäden an der Betoneinfassung nördlich Heinebrücke	9
Abb. 5	Mindestens erforderlicher Erdkörper (Gutachten Ringler, S. 8)	10
Abb. 6	Versagensmodell nach CROOK & ENNOS (1996)	12
Abb. 7	Abrisskante des Wurzeltellers	12
Abb. 8	Angehobene oberflächennahe Zugwurzel.....	12

Abb. 9	Biomechanische Studie, entwurzelnde Linde	13
Abb. 10	Größe und Form typischer Wurzelteller nach dem Versagen	14
Abb. 11	Bäume im kritischen Abstand unter 1 m	16
Abb. 12	Modell Dimensionierung des Wurzelballens	18
Abb. 13	Schnitt Erdkörper Westseite (von Westen nach Osten)	19
Abb. 14	Schnitt Erdkörper Ostseite (von Westen nach Osten)	19
Abb. 15	Bäume im Konflikt mit dem Hochwasserschutz	20
Abb. 16	Verfahren baumstatischer Zugversuch	23
Abb. 17	Vitalität	25
Abb. 18	Schädigungsgrad	26
Abb. 19	Ergebnisübersicht minimale Standsicherheitswerte	27
Abb. 20	Ergebnisübersicht minimale Bruchsicherheitswerte	27
Abb. 21	Art der Maßnahme – nur unkritische und alle Bäume	29
Abb. 22	Dringlichkeit der Maßnahmen – nur unkritische und alle Bäume	29
Abb. 23	Dringlichkeit der Fällungen wegen der Verkehrssicherheit auf Rad- und Fußwegen am Herrenbach – nur unkritische und alle Bäume	30
Abb. 24	Rosenkäferlarven an Esche 52 (21192)	30
Abb. 25	Baum 86 – Schaden Wurzelanlauf	32
Abb. 26	Baum 96 – absterbende Spitze	32
Abb. 27	Anteile der Baumarten im Bestand Herrenbach	35
Abb. 28	Übersicht derzeitige Entwicklungsphasen	37
Abb. 29	Jungbäume Alter Heuweg	38
Abb. 30	Krone Baum 54085	39
Abb. 31	Stammschäden Baum 54085	39
Abb. 32	Krone Baum 11217	40
Abb. 33	Standorte der Eschen am Herrenbach (rot markiert)	41
Abb. 34	Oberkrone Baum 50	42
Abb. 35	Rindenschäden	42
Abb. 36	Stammfuß mit Würgewurzel Baum 127	43
Abb. 37	Offene Fäule Baum 64	44
Abb. 38	Pappeln am Herrenbach (rot markiert), hellgrün Baumgruppen	45
Abb. 39	Standorte nicht entwicklungsfähiger Gehölze	47
Abb. 40	Berg-Ahorn Nr. 25	48
Abb. 41	Baum 19, Silber-Pappel	48

Tabellen

Tab. 1	Bäume im kritischen Abstand unter 1 m	15
Tab. 2	Konflikte mit dem für Hochwasserschutz erforderlichen Erdkörper	19
Tab. 3	Konflikt mit der Befahrbarkeit	21
Tab. 4	Langfristig nicht entwicklungsfähige Gehölze	46

1 Grundlagen

1.1 Anlass und Ziel des Konzeptes

Der Herrenbach ist Teil des weitläufigen Lechkanalsystems in Augsburg und verläuft von der Friedberger Straße im Süden bis zur Reichenberger Straße im Norden. Vor allem im nördlichen Teil, aber partiell auch bereits südlich der Heinebrücke, verläuft der Kanal in Hochlage, sodass für die angrenzenden Wohngebiete bei einem Versagen des Dammes erhebliche Überflutungsgefahr besteht.

Der Herrenbach wird insbesondere auf der Westseite von einem dichten Baumbestand gesäumt, der als innerstädtischer Erholungsraum genutzt wird. Auf der Ostseite des Baches stockt nur an der Südhälfte ein durchgehender Gehölzbestand, während im Bereich der angrenzenden Kleingartenanlagen wenige Einzelbäume zu finden sind. In Anlehnung an die einschlägigen Normen für Dammanlagen wurde von Seiten des Wasserwirtschaftsamtes Donauwörth die Fällung von 96 ausgewählten Bäumen entlang des Herrenbachs gefordert, um die Stabilität der Dammanlage zu gewährleisten. Dabei wurden drei Prioritätsstufen festgelegt, um die 96 Bäume zeitlich gestaffelt zu entnehmen.

Anlässlich der anstehenden ersten Fällungen, die mit höchster Priorität vorgesehen waren, wurde ich im Sommer 2018 mit der stichprobenartigen Überprüfung der Stand- und Bruch-sicherheit von acht Bäumen mithilfe von Zugversuchen sowie der Erstellung eines Gutachtens zur Verkehrssicherheit beauftragt (vgl. Gutachten Nr. 18-0195 vom 01.10.2018). Die in diesem Schriftsatz dargestellten Ergebnisse wurden im vorliegenden Gutachten berücksichtigt.

Aufgrund der erheblichen Kritik an der Fällung von 27 Bäumen sollte im Auftrag des Amtes für Grünordnung, Naturschutz und Friedhofswesen in Abstimmung mit dem Tiefbauamt und der Unteren Naturschutzbehörde der Stadt Augsburg sowie dem Wasserwirtschaftsamt Donauwörth eine langfristige Lösung für den Umgang mit den Bäumen entlang des Herrenbachs erarbeitet werden. Nachdem die grundsätzliche Vorgehensweise mit den Beteiligten abgestimmt war, wurde ich mit der Erstellung eines entsprechenden Gutachtens zur Untersuchung der Auswirkungen der Bäume auf die Funktionstauglichkeit des Dammbauwerkes und ihrer Entwicklungsmöglichkeiten beauftragt.

Im Rahmen dieses Auftrages sollen die Anforderungen an den Gehölzbestand differenziert betrachtet und eine sinnvolle langfristige Gestaltung des Baumbestands aufgezeigt werden. Dazu sollen in Zusammenarbeit mit dem Sachverständigen für wasserbauliche Anlagen, Herr Dipl.-Ing. A. Ringler, zunächst diejenigen Gehölze identifiziert werden, deren Entwurzelung durch ein Sturmereignis potentiell die Stabilität des Dammes gefährden könnte. Daraufhin sollen mögliche Sicherungsmaßnahmen dargestellt und diskutiert werden. Zum anderen ist das Ziel des Gutachtens, Handlungsempfehlungen für die langfristige Gewährleistung der Funktionstauglichkeit des Dammbauwerkes und die entsprechende Entwicklung des Baumbestandes zu erarbeiten.

Die diesem Konzept zugrundeliegenden baulichen Anforderungen an die Stabilität des Dammes wurden in einem gesonderten Gutachten von Dipl.-Ing. A. Ringler ausgearbeitet. Dazu wurde auch der öbuv. Sachverständige, Herr C. Matthäus einbezogen, der die Untersuchungen zur Bodenbeschaffenheit am Standort durchführte und in einem Bericht dargestellt hat. Darüber hinaus werden im Gutachten Ringler auch mögliche wasserbauliche Sicherungsmaßnahmen erörtert, um die Funktionstauglichkeit zu gewährleisten.

Teil 1: Zustandserfassung

2 Grundlagen zu möglichen Schäden am Bauwerk

2.1 Ergebnisse der Boden- und Wurzeluntersuchung

Am 18.07.2018 habe ich gemeinsam mit dem Bodengutachter Herrn Matthäus acht Baggerschürfe im Bereich des westlichen Dammes untersucht. Gemäß der Ergebnisse des Sachverständigen Matthäus und meiner eigenen Untersuchungen wurde folgendes festgestellt.

Im Bereich hinter der Betoneinfassung wurde der Erdkörper auf dem anstehenden Boden (in der Regel Löß) mit durchlässigem, gut durchwurzelbarem kiesigem Substrat verfüllt. An keiner Stelle wurden Sickerwasser oder Spuren eindringenden Wassers aus dem Kanal festgestellt. Selbst unmittelbar hinter einer Fuge in der Betoneinfassung (Grabung Nr. 5), die von Pappelwurzeln durchwachsen worden war, war die Bodenfeuchte nicht erhöht.

Abb. 1 Bodenschürfe Nr. 1 und 5 an der Betonmauer



Die Durchwurzelung ist für den Abstand zu den Baumstandorten und die vorhandenen Baumarten typisch. Bis in Tiefen von 50-75 cm wurden verholzte Wurzeln gefunden. Insbesondere waren dickere Wurzeln der Baumarten Esche und Pappel vorhanden, die sich aber vorwiegend bis in eine Tiefe von lediglich 50 cm erstreckten. Nur vereinzelt sind verholzte Schwach- und Grobwurzeln (bis 5 cm Durchmesser) unmittelbar an der Außenwand der Betoneinfassung auch in bis zu 70 cm Tiefe vorgedrungen (z.B. Grabung 1).

In einem Schürfgraben (Nr. 8), der in der Nähe eines alten Kabelkanals angelegt wurde, waren kaum verholzte Wurzeln vorhanden. Hier stockten in der Umgebung aber auch keine Großbäume, sondern lediglich eine Kirsch-Pflaume.

Anders verhält es sich in größerem Abstand zum Kanal. Grabung 2 wurde zwischen den Bäumen mit Plaketten-Nr. 11190 und 54071 in etwa 5 m Abstand zur Außenkante des Kanals an der Oberkante des Hanges angelegt. Dort war in den oberen Bodenschichten bis 50 cm Tiefe eine dichte Durchwurzelung vorhanden. Hier wurden auch mehrere Grobwurzeln mit bis zu 4,5 cm Durchmesser gefunden. Ab 50 cm Tiefe schloss sich eine Schicht aus Bauschutt an, die nur wenig durchwurzelt war.

Abb. 2 Durchwurzelung in Grabung 2 im Bestand auf dem Damm



Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der anstehende Boden vorwiegend bis in 50 cm Tiefe arttypisch dicht durchwurzelt ist und vereinzelt verholzte Wurzeln bis in eine Tiefe von 70 cm reichen. Hinweise auf Schäden am Bauwerk durch die Wurzeln der Bäume, die jenseits des Weges entlang des Dammes stocken, wurden nicht gefunden.

Hinweise auf Lockerungen des Erdkörpers an den Standorten der erfassten Bäume wurden nicht gefunden. Lediglich unmittelbar an der Betoneinfassung sind offenbar stellenweise Setzungen des Erdkörpers aufgetreten. Diese konnten aber im Zuge der Bodenuntersuchungen eindeutig mit alten Holzpfählen in Zusammenhang gebracht werden, die offenbar

von einer früheren Befestigung des Kanalbauwerks stammen und im Laufe von Jahrzehnten durch natürliche Abbauprozesse zersetzt wurden. Die Senkungen können also nicht mit Wurzelwachstum oder Ausspülungen unter Baumwurzeln in Verbindung gebracht werden.

Abb. 3 Zersetzter Holzpfahl an der Betoneinfassung, Grabung 7



Genau oberhalb des inzwischen weitgehend zersetzten Holzpfahles (roter Pfeil) ist eine Senkung des Bodens hinter der Betoneinfassung des Kanals entstanden.

2.2 Einschränkungen für die Wurzelentwicklung

Bestimmten Baumarten werden typischerweise anzutreffende Wurzelsysteme zugeordnet. Als bekanntestes Beispiel können die als Flachwurzler bekannten Fichten angeführt werden. Die entlang des Herrenbaches vorhandenen Baumarten gehören nicht zu den typischerweise flach wurzelnden Baumarten.

Allerdings ist die tatsächliche Morphologie der Wurzelsysteme stark von den am Standort vorherrschenden Bodenverhältnissen abhängig. So können alle Baumarten ihr Wurzelsystem an die Standortbedingungen anpassen und entsprechend flache oder tiefreichende Wurzeln ausbilden. Begrenzende Faktoren für das Wurzelwachstum sind vor allem mechanische Wurzelbarrieren, Staunässe, ein zu geringer Gasaustausch der Bodenluft mit der Atmosphäre (wodurch sich phytotoxisch wirkendes Kohlendioxid anreichert) und ein Mangel an Wasser und organischer Substanz.

Im vorliegenden Fall wurden bis in eine Tiefe von etwa 140 cm keine Bodenverhältnisse vorgefunden, die das Wurzelwachstum maßgeblich einschränken könnten. Die am Herrenbach vorhandenen Baumarten sind daher grundsätzlich in der Lage, unter diesen Bedingungen den Erdkörper zu durchwurzeln, sich mit Wasser und Nährstoffen zu versorgen und durch statisch wirksame Wurzeln eine ausreichend belastbare Verankerung im Boden herzustellen.

Daher gehe ich davon aus, dass keine standortbedingten Einschränkungen der Widerstandskraft der Bäume gegenüber Starkwindereignissen vorliegen. Zugleich gehe ich davon aus, dass für die Betrachtungen des im Falle einer Entwurzelung aus dem Erdkörper gelösten Trichters von üblichen Verhältnissen ausgegangen werden kann.

Die Betonrinne des Herrenbachs ist gemäß der Ergebnisse der Bodenuntersuchung ausreichend dicht, so dass kein Feuchtegradient in Richtung des Kanals vorhanden ist. Dementsprechend gehe ich nicht davon aus, dass Baumwurzeln vorwiegend in Richtung des Kanals orientiert sind oder gar in die Betonwand einwachsen. Lediglich an einer Stelle (Grabung 5) sind Pappelwurzeln in eine Fuge eingewachsen. Dies hat aber offenbar nicht zu einer Schädigung oder den Verlust der Dichtigkeit geführt.

Dessen ungeachtet finden Bäume, die in geringem Abstand zur Betoneinfassung stocken, vielfach nicht ausreichend Platz für das Dickenwachstum ihrer Wurzeln und Wurzelanläufe sowie des Stammes selbst. Durch dieses eingeschränkte Platzangebot sind vermehrt Schäden an der wasserbaulichen Anlage zu befürchten. Daher stupe ich die Vorgabe des Auftraggebers, einen Streifen von 1 m Breite entlang der Betonmauer von Baumbewuchs freizuhalten, auch aus baumfachlicher Sicht als nachvollziehbar und berechtigt ein.

Bei meinen Untersuchungen wurden an zwei Stellen solche Schäden festgestellt. Neben dem Wurzelstock eines Baumes, der nördlich der Heinebrücke stockte und der inzwischen gerodet wurde, ist die Betoneinfassung an einer Dehnungsfuge in Richtung des Kanalbetts eingedrückt, so dass Teilstücke der Betonwand gebrochen sind. Im Fall von Baum Nr. 52 (Esche, Plakette 21192) wurde die Betonwand offenbar durch den Ausbruch eines Stämmchens in der Vergangenheit beschädigt.

Abb. 4 Schäden an der Betoneinfassung nördlich Heinebrücke



2.3 Wasserbauliche Vorgaben

Die Funktionstauglichkeit des Kanals als wasserbauliche Anlage könnte im Falle eines Kippversagens der Bäume gefährdet sein, wenn die Stabilität des Dammes durch das Herauslösen eines solchen Trichters aus dem Erdkörper des Dammes vermindert wird. Falls ein Baum oder mehrere Bäume bei einem Sturm mit dem Wurzelballen einen zu großen Teil des hinter der Betoneinfassung angeschütteten Materials lösen, könnte der Wasserdruck die Widerstandskraft von Betoneinfassung und stützendem Dammkörper übersteigen und so zu einem Bruch des Dammes führen.

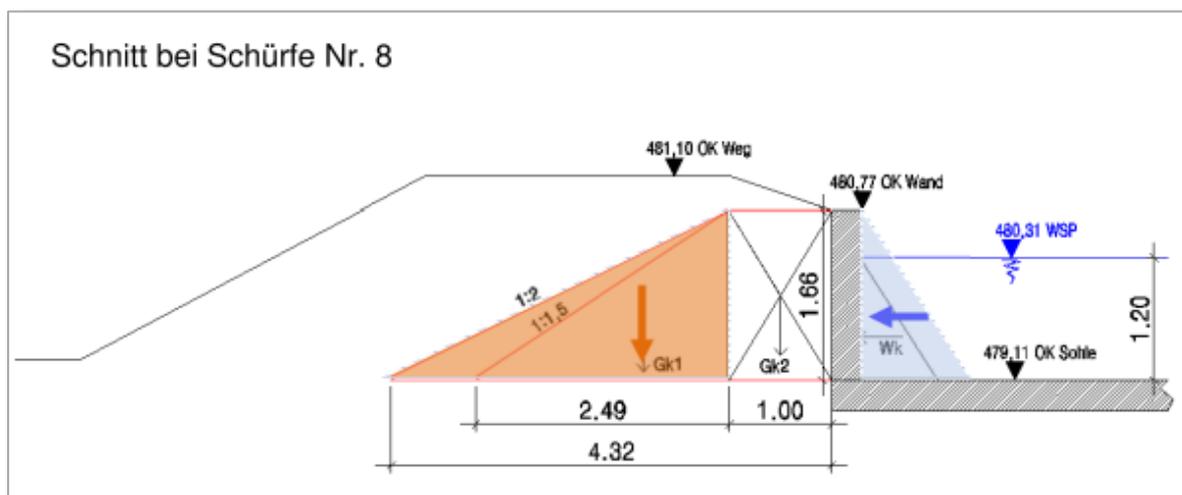
In Bezug auf diesen kritischen Lastfall wurde der mindestens erforderliche Erdkörper vom Sachverständigen A. Ringler wie folgt ermittelt (siehe Gutachten Ringler, S. 8f):

Auf der sicheren Seite liegend und um angemessene „Reserven“ zu gewährleisten wird angenommen, dass ein mindestens 1 m breiter Erdkörper auf Höhe der betonierten Kanalwand bestehen bleiben soll, von dessen Oberkante sich dann die fiktive Böschung eines fiktiven „mindestens erforderlichen Erdkörpers“ in Richtung Landseite erstreckt. [...]

Als maßgebliche Böschungsneigung für den mindestens erforderlichen Erdkörper ist somit 1:2 anzusetzen.

Bildlich wird dies in der folgenden Abbildung aus dem Gutachten Ringler ersichtlich.

Abb. 5 Mindestens erforderlicher Erdkörper (Gutachten Ringler, S. 8)



Nach Angaben von Herrn Ringler wurde dieser Ansatz bereits vorab mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt Donauwörth abgestimmt. Für die weiteren Betrachtungen zur Ermittlung von Gehölzen, die diesen mindestens erforderlichen Erdkörper im Falle eines Kippversagens im Sturm beschädigen könnten, wurde daher auf die folgenden Maße abgestellt:

- Erdkörper mit 1 m Breite ab Außenkante Betongerinne
- Unterirdische Böschung mit Steigung 1:2, Tiefe ab Oberkante Betonwand 1,66 m, Breite 4,32 m ab Außenkante Beton

Dazu besteht die Anforderung, entlang der Betoneinfassung des Kanals einen 1 m breiten Streifen von Gehölzen freizuhalten. Dies ist fachlich nachvollziehbar, da Schäden an der

Wandung durch das Wachstum der Bäume, v.a. aber erhöhte Versagensgefahr zu befürchten sind. Dies gilt insbesondere für die vier Säulen-Pappeln im mittleren und nördlichen Bereich der Ostseite des Herrenbachs.

2.4 Grundlagen zum Entwurzeln von Bäumen

2.4.1 Modelle des Kippversagens

Erkenntnisse zur Verankerung von Bäumen im Boden wurden seit den 1980'er Jahren vor allem im Rahmen forstwissenschaftlicher Forschungsprojekte gewonnen. Dabei wurden zum einen Untersuchungen an entwurzelteten und zum anderen Experimente an stehenden Bäumen durchgeführt. Wesentliche Feststellungen zum Kippvorgang wurden dabei bis heute von verschiedenen Autoren immer wieder bestätigt.

Mehrere Autoren beschreiben, dass es sich beim Entwurzeln nicht um einen einzigen kontinuierlichen Versagensmechanismus handelt, sondern dass verschiedene Elemente in unterschiedlichen Phasen des Kippvorgangs einen unterschiedlichen Beitrag zur Verankerungskraft leisten (COUTTS 1983, BLACKWELL ET AL. 1990, NIELSEN 1990) und ein mehrstufiges progressives Versagen stattfindet (O'SULLIVAN & RITCHIE 1993).

Durchgängig wurde festgestellt, dass bereits bei vergleichsweise geringer Stammfußrotation, meist zwischen 2 und 5° Neigungsänderung, die maximale Widerstandskraft des Wurzelsystems überwunden wird (z.B. COUTTS 1983, Wessolly 1996, ENGLAND ET AL. 2000, Vanomsen 2006, JONSSON ET AL. 2006, LUNDSTRÖM ET AL. 2007). Bei standsicheren Bäumen treten auch unter starker Windbelastung nur viel geringere Neigungen am Stammfuß auf (maximal 0,25° gem. JAMES ET AL. 2013). Diese Bäume bewegen sich nur innerhalb einer Phase des Kippvorgangs, in dem die Verankerungskraft des Wurzelsystems nicht geschädigt wird (O'SULLIVAN & RITCHIE 1993, DETTER & RUST 2018).

Zum Beginn des Kippvorgangs, d.h. bis zum Erreichen dieses maximalen Widerstandes des Wurzelsystems, sind bei ausgereiften Bäumen die verholzten stammnahen Wurzeln großen Durchmessers von ausschlaggebender Bedeutung; sie üben einen enormen Widerstand gegen die Rotation des Stammfußes aus. Dabei bildet der umgebende Boden vor allem den Untergrund, um auf der großen Oberfläche, die das Wurzelsystem bildet, Druckkräfte aufzunehmen. Hebungen des Bodens setzen erst später ein, wenn mit steigender Last die Wurzeln auf der windzugewandten Luvseite angehoben werden und die Bodenmatrix aufreißt. Dieses Bild zeichnen viele Autoren sehr ähnlich (0).

Aufgrund der zunehmenden Hebung der windzugewandten Luvseite heben sich die sog. Zugwurzeln aus der Bodenmatrix heraus. Sie reißen überwiegend an der Abbruchkante des Wurzeltellers ab, der nach dem Versagen auf der Luvseite aus dem Boden herausragt (Abb. 7). Dabei kann es aber auch dazu kommen, dass sich oberflächennahe Wurzeln über eine größere Länge aus dem Boden herausheben und sich der Baum quasi abseilt bis diese Wurzel endgültig abreißt (Abb. 8). Dieses Verhalten zeigt sich aber nicht bei Wurzeln in tieferen Schichten, da hier die Bodenmatrix keine solchen Ablösungen zulässt.

Abb. 6 **Versagensmodell nach CROOK & ENNOS (1996)**

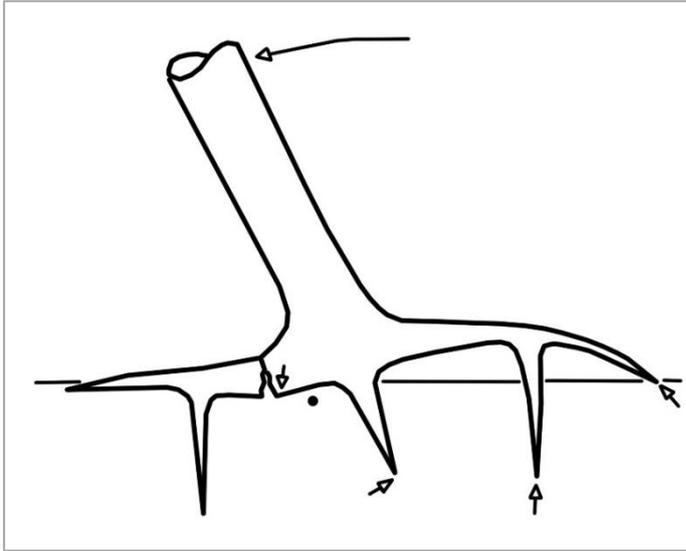


Abb. 7 **Abrisskante des Wurzeltellers**

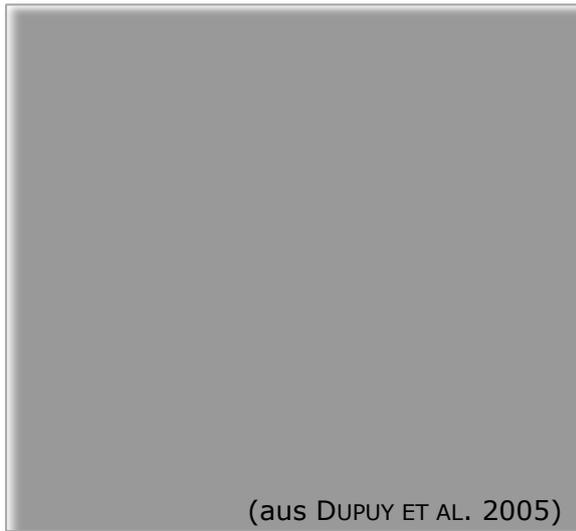


Abb. 8 **Angehobene oberflächennahe Zugwurzel**



Demgegenüber bildet sich auf der windabgewandten Leeseite eine stammnahe Knickzone („leeseitiges Scharnier“), in der die Wurzeln auf kurze Distanz abknicken (vgl. 0 nach CROOK & ENNOS 1996). Die Ausdehnung der Bodenbewegung in die Breite und Tiefe ist dabei von der Bodenart und der Ausformung des Wurzelsystems abhängig. Aus biomechanischen Studien (DUPUY ET AL. 2005) und erfahrungsbasierten Publikationen (WESSOLLY & ERB 2014) ist bekannt, dass sich der sog. statisch wirksame Bereich bei typischen Wurzelsystemen, wie sie auch im vorliegenden Fall vorliegen (keine ausgeprägten Flachwurzler wie Fichten), auf einen vergleichsweise engen Bereich um den Stammfuß des Baumes beschränkt.

Abb. 9 Biomechanische Studie, entwurzelnde Linde



(aus DUPUY ET AL. 2005)



Für den vorliegenden Fall lässt sich folgendes aus dem Mechanismus des Kippens ableiten:

1. Der stammnahe Bereich senkt sich auf der windabgewandten Seite kaum ab, auf der windzugewandten Luvseite treten Hebungen der Zugwurzeln auf.
2. Der Stammfuß neigt sich über eine stammnahe Knickzone auf der windabgewandten Leeseite, bis diese Wurzeln abknicken. Auf der windzugewandten Luvseite reißt der Boden im sich hebenden Wurzelteller über eine etwas größere Distanz auf.
3. Auf der windzugewandten Seite können sich oberflächennahe Zugwurzeln aus dem Boden lösen und sich seilartig heben, bis sie endgültig abreißen.

2.4.2 Modelle für die Größe des Wurzeltellers

Es gibt zwei Formeln, die eine Abschätzung der Größe des mechanisch wirksamen Wurzeltellers ermöglichen (WEBER & MATTHECK 2005, WESSOLLY & ERB 2014). Beide geben in Abhängigkeit vom Stammdurchmesser einen Abstand zum Stammfuß an, machen jedoch keine Angaben zur Tiefe, aus der die Wurzelplatte aus dem Boden gelöst wird.

Nach den Vorgaben für Erddämme soll bei Betrachtungen zur Gefährdung durch umstürzende Gehölze auf Dämmen folgender Ansatz verwendet werden:

Bei Bäumen ist die Tragsicherheit des Dammes für den Lastfall Baumwurf nachzuweisen. Dabei ist von einem Wurzelkrater in Abhängigkeit vom vorhandenen und zu erwartenden Stammdurchmesser (z.B. nach [Mattheck & Bethge 1999]), jedoch von mindestens 1,5 m Durchmesser auszugehen. (DIN 19 712, Entwurf S. 30)

Auch hier werden also lediglich Angaben zum Durchmesser des theoretischen Wurzeltellers gemacht. Aufgrund der im vorliegenden Fall vorgesehenen Einzelfallbetrachtung gehe ich aber davon aus, dass differenziertere Angaben zur Ausdehnung der Wurzelplatte sowohl in ihrer windzugewandte Breite als auch in die Tiefe erforderlich sind. Um das Risiko für mögliche Schäden am mindestens erforderlichen Erdkörper zuverlässig abschätzen zu können, habe ich für die vorliegende Untersuchung ein Modell für die Größe des herausgelösten Wurzelballens abgeleitet, das nachfolgend erläutert wird (Kap. 3.1).

Abb. 10 Größe und Form typischer Wurzelteller nach dem Versagen



3 Ermittlung kritischer Bäume

3.1 Bäume im 1 m breiten Schutzstreifen

Entsprechend der Vorgaben des Auftraggebers wurden Bäume, die innerhalb eines Streifens von 1 m Breite entlang der Betoneinfassung stocken, gesondert betrachtet. Diese Bäume können auch aus fachlicher Sicht kaum erhalten werden, da langfristig Schäden an der Wandung auch ohne Baumversagen, aber insbesondere bei einem Umstürzen der Bäume zu befürchten wären.

Bei den stichprobenartigen Zugversuchen im Vorfeld dieser Gutachtenserstellung (vgl. Gutachten Nr. 18-0195 vom 01.10.2018) wurde bereits festgestellt, dass bei zwei Bäumen, deren Standort unmittelbar neben der Betoneinfassung lag, die Standsicherheit gegenüber der Grund- und Bruchsicherheit des Baumes maßgeblich vermindert war. Daher gehe ich davon aus, dass die Verankerung durch den Einfluss der Betonwand beeinträchtigt und dadurch auch die Standsicherheit gegenüber Stürmen vermindert werden kann.

Insgesamt wurde für 13 Gehölze anhand unserer Messungen des Abstands des Stammfußes zur Betoneinfassung festgestellt, dass sie innerhalb eines Abstandes von einem Meter zur Kanalwandung stocken.

Tab. 1 Bäume im kritischen Abstand unter 1 m

Baumnr.	Plakette	Baumart	Höhe	StD 1	StD 2	Abstand Betonwand	Besonderheiten
WEST							
52	021192	<i>Fraxinus excelsior</i>	22	96	72	0	Schäden an Betonwand, Rosenkäferlarven
53	054253	<i>Acer pseudoplatanus</i>	19	48		0	auf Betonwand
54	025178	<i>Malus sp.</i>	10	43	32	40	Absterbeerscheinungen in der Krone, Holzfäulen
55	054254	<i>Acer campestre</i>	15	45		68	
57	052602	<i>Salix alba</i>	17	66		43	als Habitat für Fledermäuse geeignet
OST							
58	011296	<i>Betula pendula</i>	20	49		48	
59	054256	<i>Fraxinus excelsior</i>	21	43		0	auf Betonwand
60	054257	<i>Fraxinus excelsior</i>	20	35		0	auf Betonwand
63	011292	<i>Betula pendula</i>	20	42		95	
85	051861	<i>Populus nigra`Italica`</i>	25	101		57	Lebenserwartung 10 bis 15 Jahre
86	051862	<i>Populus nigra`Italica`</i>	24	97		91	Lebenserwartung 10 bis 15 Jahre
95	021189	<i>Populus nigra`Italica`</i>	22	90		80	massiver Hohlklang, Fäulnis
96	021187	<i>Populus nigra`Italica`</i>	19	93		50	Absterbeerscheinungen in der Krone, Holzfäulen

Bei den nachfolgenden Betrachtungen zur Gefährdung des für die Stabilität des Dammes mindestens erforderlichen Erdkörpers durch Entwurzeln der Bäume wurden diese Gehölze daher nicht berücksichtigt. Auch bei der Analyse zu den Einschränkungen der Befahrbarkeit des Dammes wurden diese 13 Bäume nicht mehr aufgenommen.

Abb. 11 Bäume im kritischen Abstand unter 1 m



3.2 Überflutungsgefahr bei mangelnder Stabilität des Dammes

3.2.1 Datengrundlage

Nach Angaben der Auftraggeber fließt der Herrenbach erst im Bereich nördlich von Baum 64 in Hochlage. Daher wurde für die Bäume 52 bis 64 davon ausgegangen, dass selbst dann keine Überflutungsgefahr besteht, wenn diese Bäume bei Sturm entwurzeln und den Dammkörper destabilisieren würden.

Für die Betrachtung der Bäume 1 bis 50 und 65 bis 95 wurde ein Lastfall angenommen, in dem die Bäume senkrecht zum Verlauf der Betonrinne entwurzeln. Der Abstand der Außenkante des Trichters zum erforderlichen Erdkörper wäre dadurch am geringsten. Aufgrund der asymmetrischen Form des herausgelösten Wurzeltellers wurde angenommen, dass das Entwurzeln von der Kanalrinne weg erfolgt. Insbesondere wenn mehrere benachbarte Großbäume zeitgleich oder kurz nacheinander entwurzelt würden, könnte auf diese Weise auf einer bestimmten Länge die Einfassung des Kanals destabilisiert werden.

Als Datengrundlage wurden Messungen des Stammdurchmessers in 1 m Höhe mit der Kluppe vorgenommen. Die Position der Außenkante des Stammfußes in Relation zur Betonrinne (Abstand und Höhenunterschied) wurde vor Ort ermittelt. Die Messungen wurden teils durch die Mitarbeiter der Stadt Augsburg durchgeführt, teils habe ich die Daten mit meinen Mitarbeitern im Rahmen der visuellen Untersuchungen aufgenommen.

3.2.2 Modellierung des ausgelösten Wurzeltellers

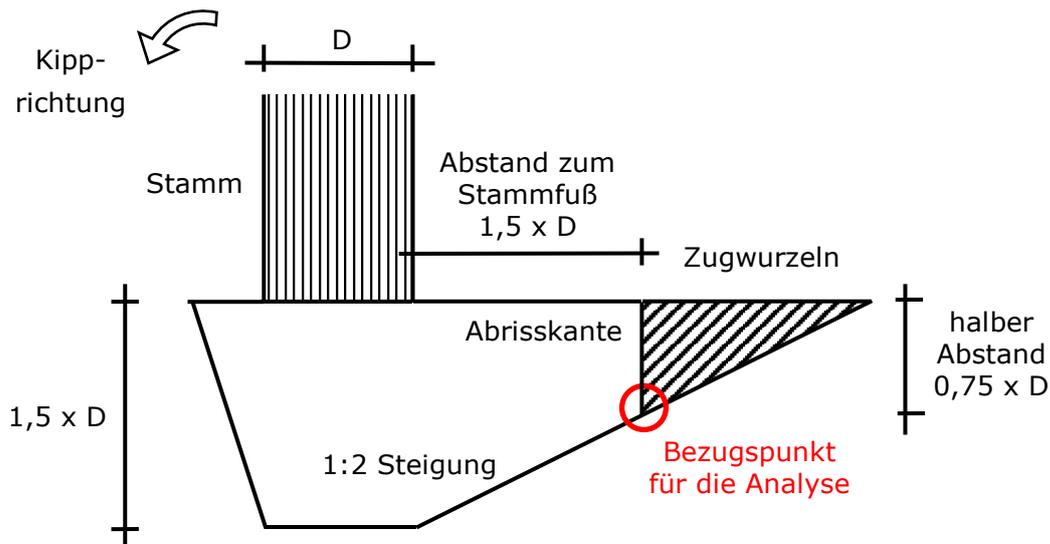
Anhand der Erfahrungen an mehr als einhundert für Forschungsarbeiten entwurzelteten Bäumen (vgl. Abb. 10), den Ergebnissen der biomechanischen Studien in der Literatur sowie aufgrund der Erkenntnissen über die Standortverhältnisse und die festgestellte Durchwurzelung am gutachtensgegenständlichen Damm wurde in Anlehnung an den statisch wirksamen Wurzelraum nach WESSOLLY & ERB (2014) ein Modell entwickelt, nach dem die Größe des herausgelösten Wurzelbereichs abgeschätzt wird.

Dabei wurden folgende Ansätze verwendet:

1. **Abstand** der windzugewandten Abrisskante des Wurzelballens zum Stammfuß: 1,5-facher Durchmesser des Stammes in 1 m Höhe (bei mehrstämmigen Gehölzen wird der Durchmesser eines flächengleichen Kreises angesetzt) bzw. 1-facher Durchmesser des Stammfußes (Verwendung des jeweils größerer Wertes)
2. **Tiefe** der Abrisskante des Wurzelballens: halber Abstand der Abrisskante zum Stammfuß (voriger Wert), d.h. in der Regel wird für die Tiefe der 0,75-facher Stammdurchmesser in 1 m Höhe angesetzt
3. **Neigung** der unterirdischen Abrisslinie des Wurzelballens nicht größer als 1:2, d.h. die Steigung der unterirdischen Böschung des erforderlichen Erdkörpers wird nicht überschritten; die Abrisskante ist der tiefste Punkt

Daraus lässt sich folgendes Bild des Wurzelballens zeichnen, der beim Kippversagen des Baumes (auch bei partiellem Versagen) aus dem Gelände herausgelöst würde.

Abb. 12 Modell Dimensionierung des Wurzelballens



Die Steigung der Unterseite des Wurzelballens wurde vereinfachend angesetzt. Die tatsächliche Steigung ist aber erfahrungsgemäß unterhalb der Abrisskante geringer, während im Bereich der Zugwurzeln in der Regel lediglich nahe der Oberfläche einzelne Wurzeln mit herausgezogen werden (schraffierte Fläche). Dies hätte im vorliegenden Fall keine destabilisierende Wirkung auf den erforderlichen Erdkörper, der erst auf der Höhe der Oberkante der Betoneinfassung beginnt. Aufgrund der Hangneigung und der Geländeüberhöhung im Bereich der Dammkrone würden diese Wurzeln nicht in den benötigten Erdkörper reichen.

3.2.3 Analyse zur Gefährdung des mindestens erforderlichen Erdkörpers

Für die Beschädigung des mindestens erforderlichen Erdkörpers wurde daher eine Modellrechnung verwendet, die auf das untere Ende der Abrisskante des Wurzelballens Bezug nimmt (rot markiert in 0). In der Analyse wurde in Richtung des erforderlichen Erdkörpers zusätzlich ein Sicherheitsbereich mit 20 cm Schichtdicke angesetzt. Dadurch soll der Tatsache Rechnung getragen werden, dass beim Kippversagen eventuell einzelne Wurzeln aus einer Bodenschicht am Rand des Erdkörpers gezogen werden könnten, der im Gutachten Ringler als Auflast zur Sicherung des Dammes angesetzt wurde. Auf diese Weise werden gewisse Unsicherheiten in der Bemessung der Abbruchkante berücksichtigt.

Für die Analyse wurden die vor Ort gemessenen Abstände zwischen dem Stammfuß des betreffenden Baumes und der Außenkante der Betonmauer des Kanals sowie die Höhenlage des Stammfußes benutzt, um die Position der unteren Wurzelabrisskante im Dammkörper zu bestimmen (Bezugspunkt in 0). Durch Verschneidung mit dem gemäß Gutachten Ringler für die Stabilität erforderlichen Erdkörper konnten kritische Bäume ermittelt werden, deren Abrisskante innerhalb dieses Erdkörpers zzgl. der Sicherheitsschicht liegt.

Bäume, deren Stammfuß in den Bereich des 1 m breiten Streifens entlang der Maueraußenkante fällt, wurden in der Analyse nicht mehr betrachtet und sind daher in den nachfolgenden Abbildungen nicht enthalten. Nach diesem Modell ergeben sich auf der Westseite lediglich bei 5 Bäumen Konflikte mit dem erforderlichen Erdkörper, auf der Ostseite sind es nur 2 Bäume.

In den beiden nachfolgenden Diagrammen markieren die Kreuze das untere Ende der Abbruchkante des Wurzelballens gemäß der vorangegangenen Modellierung (vgl. 0). Die Hochachse ist die Außenkante der Einfassungsmauer, die horizontale Achse die Höhe der Oberkante der Betoneinfassung. Die rote Linie bildet den mindestens erforderlichen Erdkörper des Dammes gemäß Gutachten Ringler ab, wobei zusätzlich eine 20 cm dicke Sicherheitsschicht berücksichtigt wurde.

Abb. 13 Schnitt Erdkörper Westseite (von Westen nach Osten)

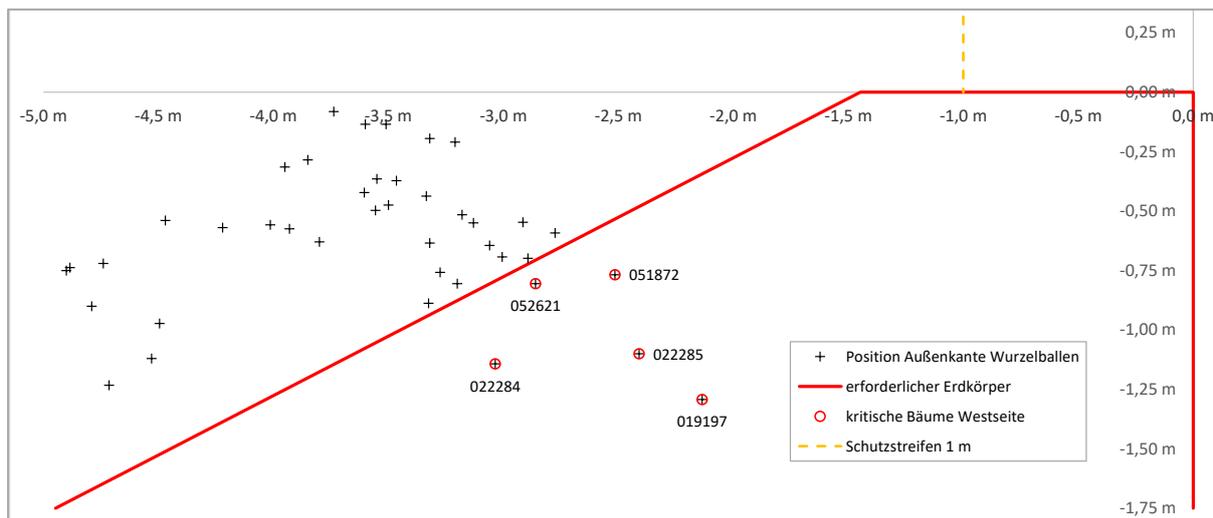
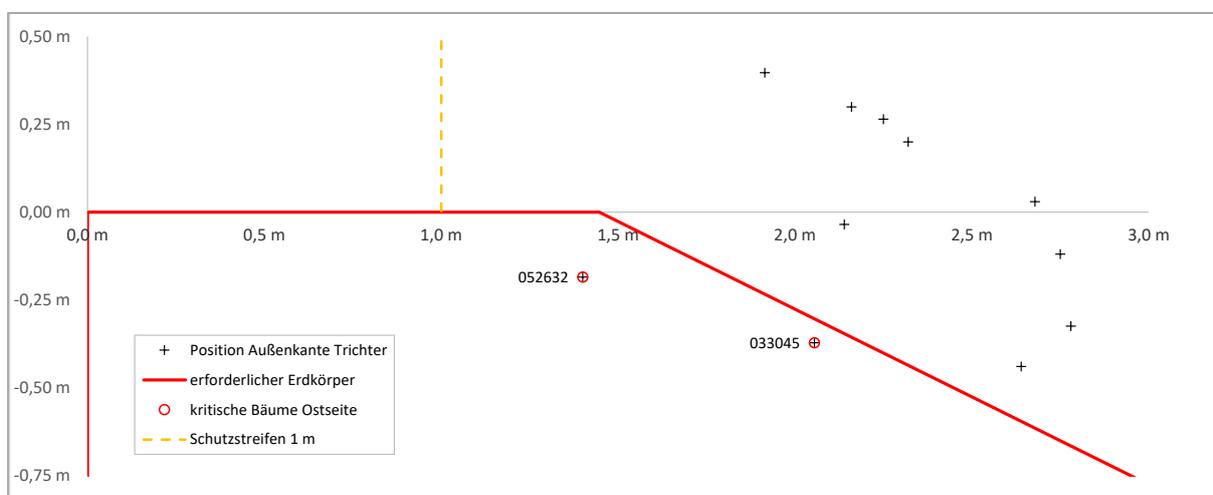


Abb. 14 Schnitt Erdkörper Ostseite (von Westen nach Osten)



Tab. 2 Konflikte mit dem für Hochwasserschutz erforderlichen Erdkörper

Baumnr.	Plakette	Baumart	Höhe	StD 1	Besonderheiten
WEST					
9	052621	<i>Populus alba</i>	24	86	Standicherheit deutlich zu gering, als Habitat geeignet
19	022284	<i>Populus alba</i>	22	95	Bruchsicherheit knapp unterschritten, als Habitat geeignet
21	051872	<i>Populus alba</i>	22	93	Lebenserwartung 15 bis 20 Jahre
24	019197	<i>Populus x canadensis</i>	25	123	Lebenserwartung 10 bis 15 Jahre, als Habitat geeignet
27	022285	<i>Populus x canadensis</i>	24	124	Lebenserwartung 10 bis 15 Jahre
OST					
72	033045	<i>Prunus avium</i>	15	91	Lebenserwartung 10 bis 15 Jahre
76	052632	<i>Acer pseudoplatanus</i>	22	50	

Abb. 15 Bäume im Konflikt mit dem Hochwasserschutz



3.3 Befahrbarkeit des Dammes

Auftragsgemäß habe ich überprüft, welche Bäume im Konflikt mit einer angestrebten Befahrbarkeit des Dammes stehen. Dabei wurde nach den Ergebnissen der Besprechung vom 27.6.2018 von einer lichten Breite von 3,5 m und einem seitlichen Sicherheitsabstand von 0,5 m ausgegangen. Wenn diese Breite angesetzt wird, wäre auf beiden Seiten des Herrenbachs eine große Anzahl von Bäumen betroffen.

Folgende 12 Gehölze, die ansonsten nicht im Konflikt mit der wasserbaulichen Anlage stehen, stocken demnach im zur Befahrung üblicherweise freizuhaltenden Bereich von 4 m Breite ab der Außenkante der Betoneinfassung.

Tab. 3 Konflikt mit der Befahrbarkeit

Baum Nr.	Plakette	Baumart	Höhe	StD 1	StD 2	Abstand Kanal
WEST						
11	052619	<i>Fraxinus excelsior</i>	17	59		389 cm
13	051875	<i>Fraxinus excelsior</i>	17	49		395 cm
14	051874	<i>Fraxinus excelsior</i>	13	34		383 cm
OST						
71	033046	<i>Fraxinus excelsior</i>	24	60		365 cm
74	033043	<i>Fraxinus excelsior</i>	18	39		250 cm
75	011281	<i>Acer platanoides</i>	18	44		282 cm
77	052631	<i>Acer platanoides</i>	18	37		271 cm
78	052630	<i>Acer platanoides</i>	11	34		329 cm
79	052629	<i>Prunus padus</i>	10	35	35	376 cm
80	052628	<i>Acer pseudoplatanus</i>	17	35	31	338 cm
81	052627	<i>Fraxinus excelsior</i>	24	39		290 cm
82	052626	<i>Fraxinus excelsior</i>	23	43		298 cm

Auf der Ostseite war die Befahrbarkeit in weiten Teilen bislang nicht gegeben. Aus diesem Grund befinden sich hier viele Bäume innerhalb des lichten Raumes von 4 m. Auch auf der Westseite stocken zahlreiche Gehölze so nahe am Weg, dass die Befahrbarkeit eingeschränkt ist.

Wenn die Befahrbarkeit voll umfänglich hergestellt werden soll, wäre auch die Fällung von weiteren Gehölzen unvermeidbar, die in der ursprünglichen Auflistung von 96 Bäumen nicht enthalten waren. Im Zuge unserer Kartierung wurden solche Bäume zumindest als Baumgruppe erfasst. Daher kann die Zahl der anlässlich der Gewährleistung der Befahrbarkeit zu fällenden Bäume nicht eindeutig benannt werden.

Nach Aussagen des Tiefbauamtes der Stadt Augsburg muss die Befahrbarkeit jedoch derzeit nicht an die üblichen Anforderungen angepasst werden. Lediglich langfristig sollte eine sukzessive Verbesserung angestrebt werden. Daher wurde die Befahrbarkeit nachfolgend nur bei den Empfehlungen zur Bestandsentwicklung (vgl. Kap. 8) berücksichtigt.

4 Handlungsoptionen für kritische Bäume

4.1 Kritische Bäume für den Hochwasserschutz

In Tab. 2 werden 8 Bäume genannt, deren Wurzelteller im Versagensfall den mindestens für den Hochwasserschutz erforderlichen Erdkörper erreichen könnte. Für diese Bäume ergeben sich mehrere Handlungsoptionen, die grundsätzlich in Betracht gezogen werden können. Eine Entscheidung darüber, welche Möglichkeit konkret für welche Bäume ausgewählt wird, kann nicht allein auf baumfachlicher Basis getroffen werden. Hier sollten auch weitere Aspekte, wie die Eignung für Artenschutzziele, die langfristige Entwicklung der Grünanlage, das verbleibende Risiko für die wasserbauliche Anlage und der Aufwand zum weiteren Unterhalt der Bäume auf dem Damm berücksichtigt werden. Darum sollen die Handlungsoptionen kurz erläutert werden.

4.1.1 Eingehende Untersuchung der Verkehrssicherheit

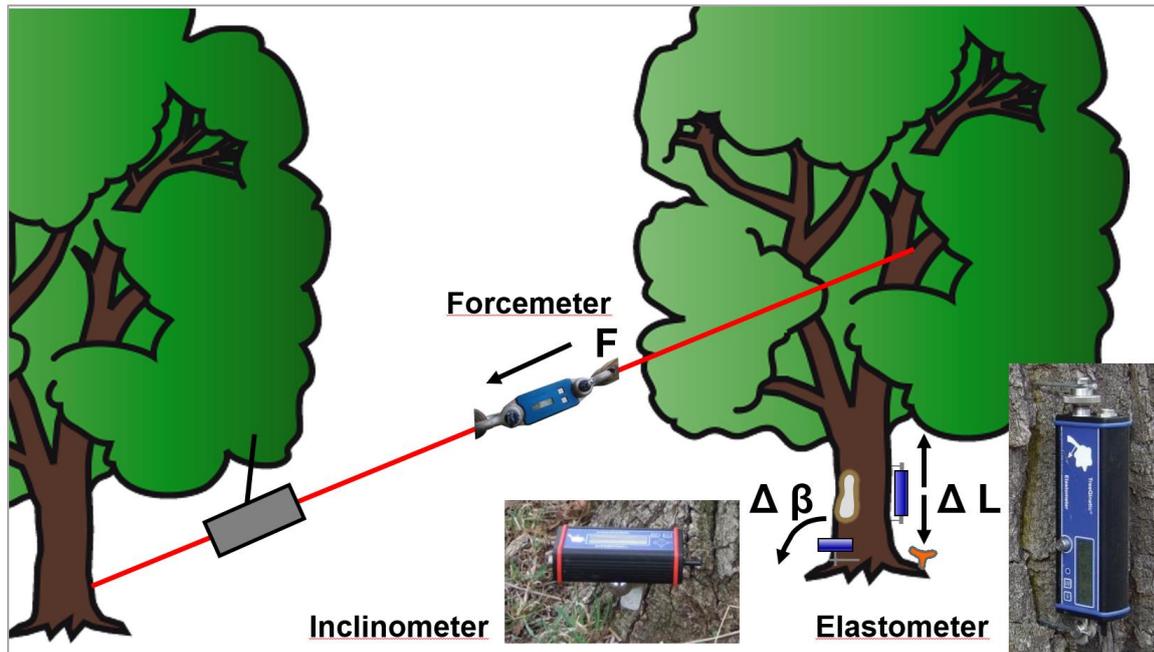
Einer etwaigen Gefährdung durch die als kritisch identifizierten Gehölze könnte durch regelmäßige Kontrollen oder eingehende technische Untersuchungen entgegengewirkt werden. Zugversuche sind derzeit das einzige verlässliche Messverfahren zur Überprüfung der Standsicherheit von Bäumen. Sie sind jedoch mit erheblichem Aufwand verbunden und werden daher i.d.R. nur stichprobenartig durchgeführt.

Mit Hilfe von Zugversuchen lassen sich aber auch die Anforderungen an wasserbauliche Anlagen insofern erfüllen, als der baumstatische Analyse ein 100-jährliches Sturmereignis zugrunde gelegt werden kann. Dadurch wird von höheren Windbelastungen ausgegangen als sonst für Bäume üblich. Beispielhaft können die Ergebnisse der eingehenden Untersuchungen im Zugversuch herangezogen werden, die bereits im Gutachten Nr. 18-0195 vom 01.10.2018 erläutert wurden.

Bei der Untersuchung wird ermittelt, wie der Baum auf definierte Belastungen reagiert. Dazu werden mit einem Greifzug, über ein in der Krone befestigtes Seil, geringe quasi-statische Kräfte auf den Baum ausgeübt. Während des gesamten Versuchs wird zeitgleich die auf den Baum einwirkende Last mit Hilfe eines elektronischen Kraftmessers (Forcemeter) gemessen und die Baumreaktion über hochauflösende Dehnungs- und Neigungssensoren (Elastometer bzw. Inclinometer) erfasst (vgl. Abb. 16). Aus der Neigung des stammnahen Wurzeltellers wird rechnerisch die Standsicherheit ermittelt. Die Dehnung der Randfasern des Stamms dient als Indikator für die Bruchsicherheit (DETTNER & RUST 2013).

Nicht in jedem Fall ist mit Hilfe dieser Untersuchungen aber nachweisbar, dass die Standsicherheit gegenüber den zur Bemessung verwendeten Windereignissen ausreichend hoch ist. So wurde bei zwei der im o.g. Gutachten untersuchten Bäume festgestellt, dass sie nicht über ausreichende Sicherheitsreserven verfügen. In diesem Fall wäre dann wiederum nur eine Fällung oder Kroneneinkürzung möglich, um den Anforderungen an die Funktionstauglichkeit der wasserbaulichen Anlage gerecht zu werden.

Abb. 16 Verfahren baumstatischer Zugversuch



4.1.2 Baumpflegemaßnahmen

Das Versagensrisiko könnte für die kritischen Gehölze andererseits auch durch vorsorgliche baumpflegemaßnahmen vermindert werden. Indem die Baumhöhe um 10 bis 15% eingekürzt wird, lässt sich die einwirkende Windlast maßgeblich reduzieren (vgl. beispielsweise WESSOLLY & ERB 2014). Auf diese Weise könnten Fällungen bzw. die mit der Durchführung von gerätegestützten Untersuchungen verbundenen Kosten vermieden werden.

Andererseits können sich insbesondere stärkere Kroneneinkürzungen langfristig ungünstig auf den Zustand und die Aussichten auf den weiteren Erhalt der Gehölze auswirken. Zudem verursachen nachfolgende Pflegearbeiten und Kontrollen, die aufgrund der Schäden nach starken Kroneneinkürzungen auftreten können, in der Regel erhöhte Kosten. Je nach Baumart, Alter und Zustand des Gehölzes, insbesondere seiner Wuchskraft und Regenerationsfähigkeit, sollten die vorsorglichen Einkürzungen das Maß von 10 bis 15% der Baumhöhe daher nicht übersteigen.

Die tatsächlich bewirkte Reduktion der Belastung des Baumes im Sturm lässt sich nicht generalisieren, man geht jedoch davon aus, dass eine solche Einkürzung in der Höhe geeignet ist, die Belastung etwa um 20 bis 25% zu vermindern. Ob dies konkret beim jeweils betroffenen Baum der Fall ist und tatsächlich ausreicht, um die Umsturzfähigkeit bei Sturm ausschließen zu können, muss über eine Einzelfallbetrachtung belastbar ermittelt werden.

Auf eine solche Untersuchung könnte zumindest dann verzichtet werden, wenn der langfristige Erhalt eines Baumes ohnehin nicht zielführend wäre. In diesem Fall sollte aus fachlicher Sicht in Erwägung gezogen werden, den betroffenen Baum entweder deutlich stärker als um 15% seiner Höhe einzukürzen oder gleich zu fällen und durch eine geeignete Nachpflanzung an einem Standort mit größerem Abstand zum Kanal zu ersetzen.

4.1.3 Fällung

Im Hinblick auf die vorliegenden Fallkonstellation wäre es durchaus denkbar, Bäume, die als kritisch für die Stabilität des Kanals eingestuft werden, ohne weitere Untersuchung zu fällen und im Rahmen eines Konzepts zum Umbau des Baumbestandes durch eine geeignete Nachpflanzung zu ersetzen. Die gilt insbesondere für Bäume, die angesichts ihres Zustands, ihrer artspezifischen Anfälligkeit für Erkrankungen oder einer nur noch begrenzten Lebenserwartung nicht mehr sinnvoll langfristig am Standort erhalten werden können.

Teilweise sind auch bereits weitere Gehölze im Umfeld der kritischen Bäume vorhanden, die für eine langfristige Entwicklung am Standort gut geeignet sind und die durch eine Fällung der als kritisch eingestuften Bäume in ihrer Entwicklung gefördert würden. Allerdings sind hier auch andere fachliche Gesichtspunkte, wie z.B. artenschutzrechtliche Besonderheiten, zu beachten.

Demnach setzt auch diese Option eine individuelle Betrachtung des entsprechenden Baumes und seines Standortes voraus. Daher wurde im Rahmen der nachfolgenden Empfehlungen für die kritischen Bäume auf die Besonderheiten des Einzelfalls abgehoben.

4.1.4 Bauliche Sicherungsmaßnahmen

Im Gutachten Ringler werden mögliche bauliche Maßnahmen diskutiert, die zum Einsatz kommen könnten, um die Einfassung des Herrenbaches auf andere Art und Weise als durch den mindestens erforderlichen Erdkörper zu stabilisieren. Der Sachverständige kommt jedoch zu dem Schluss, dass diese sehr aufwändigen Maßnahmen nicht zielführend wären, u.a. weil beim Bau dieser Anlagen sehr hohe Kosten anfallen würden, aber zugleich erhebliche Schäden an den gutachtensgegenständlichen Bäumen kaum zu vermeiden wären.

4.2 Bäume im 1 m Streifen

Bäume, die zu nahe an der Betoneinfassung stocken, können aus fachlicher Sicht nicht erhalten werden, ohne eine erhöhte Umsturzgefahr und Schäden am Bauwerk in Kauf zu nehmen. Weitere Untersuchungen sowie vorbeugende Sicherungsmaßnahmen (z.B. Kroneneinkürzungen) erscheinen für diese Gehölze nicht sinnvoll, da diese nur die Gefahr eines Umsturzes bei Starkwindereignissen reduzieren könnten. Dessen ungeachtet verbliebe aber das Risiko von Schäden am Bauwerk durch das Wachstum der Bäume. Bauliche Maßnahmen zur Verstärkung der Betonwand könnten nicht ohne massive Schäden an diesen Bäumen erfolgen, so dass auch diese Option hier nicht verfügbar ist.

Daher erscheint es aus fachlicher Sicht unvermeidlich, die Bäume zu entfernen. Diese Fällungen können nach Abstand zur Betoneinfassung zeitlich gestaffelt erfolgen. Dabei könnten die seitens der Auftraggeber bereits vorgesehenen Prioritätsstufen verwendet werden. Für Bäume, denen eine besondere artenschutzrechtliche Bedeutung zukommt (vgl. Kap. 5.3), sollte im Einzelfall überprüft werden, ob die Ziele des Artenschutzes durch einen zumindest mittelfristigen Erhalt der Bäume (d.h. für ca. 10 bis 15 Jahre) besser erreicht und dennoch die Sicherheitsziele für das Bauwerk umgesetzt werden können.

5 Ergebnisse der Baumuntersuchungen

5.1 Visuelle Baumkontrollen

Der überwiegende Teil des Gehölzbestandes am Herrenbach ist mit Nummernplaketten versehen, die der Identifikation der Bäume für Regelkontrollen der Stadt Augsburg dienen. Mitarbeiter der Stadt hatten zudem Baumhöhen und Stammdurchmesser ermittelt.

Ich selbst habe den Baumbestand mithilfe des mobilen Katastersystems *ISiman für Bäume* gemeinsam mit meinen Mitarbeitern M. Hofmann (M.Sc.) und L. Wilms (M.Eng.) am 03.09. und 26.09.2018 digital erfasst. Dabei wurden der Durchmesser am Stammfuß und der Abstand zur Außenkante der Kanalwandung gemessen. Während dieser Ortstermine wurden die Gehölze visuell sowie z.T. mit einfachen Hilfsmitteln untersucht und festgestellte Defektsymptome fotografisch dokumentiert.

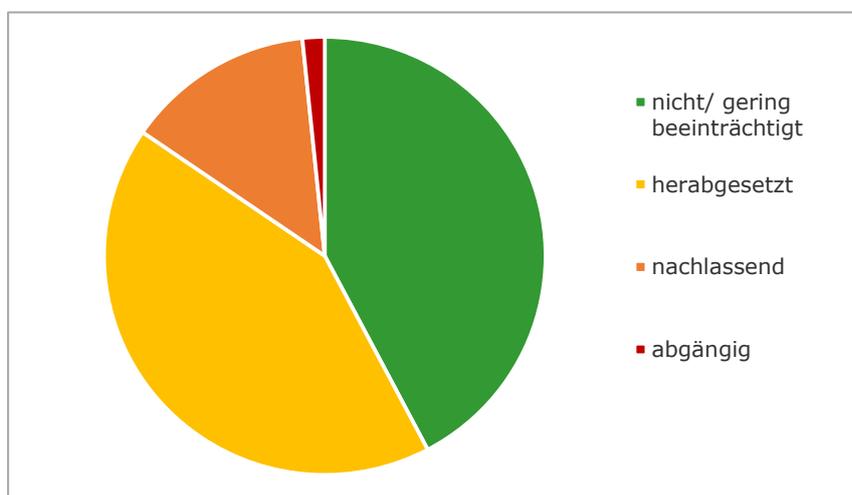
5.1.1 Untersuchte Bäume

Die Datenblätter zu den einzelnen Gehölzen können dem Anhang dieses Gutachtens entnommen werden. Zusätzlich zu den 69 in den vorliegenden Plänen verzeichneten Bäumen wurden 54 weitere Einzelgehölze sowie 25 Gruppen mit insgesamt 83 Bäumen aufgenommen, da sie für die weitere Entwicklung des Baumbestandes eine wichtige Rolle spielen können. Dabei handelt es sich z.T. um Bäume, die in zweiter Reihe des Strauchbestandes bzw. am Fuße der Dammanlage und damit in größerer Entfernung zu dem Gewässer stocken. Sie haben daher keinen Einfluss auf die Stabilität des stützenden Erdkörpers. Insgesamt wurden demnach 148 Datensätze für Bäume bzw. Baumgruppen erfasst.

5.1.2 Vitalität

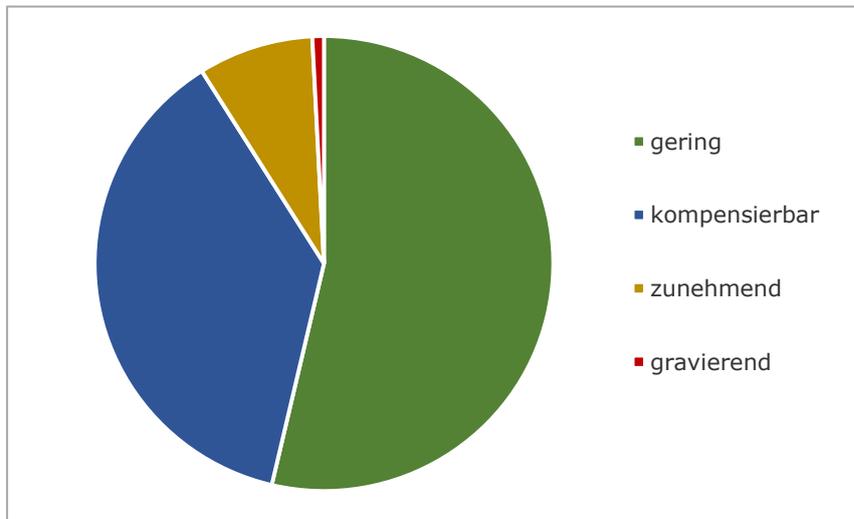
Die Wuchskraft der Gehölze kann zum überwiegenden Teil den Vitalitätsstufen 0 bzw. 2 und 3 zugeordnet werden. Damit ist die Vitalität von 84 % der Bäume lediglich geringfügig oder gar nicht beeinträchtigt. Schlechte Bewertungen der Vitalität wurden vor allem bei Eschen mit Triebsterben vorgenommen.

Abb. 17 Vitalität



Der Schädigungsgrad, d.h. das Ausmaß der am Holzkörper festgestellten Schäden, zeigt deutlich, dass sich der Bestand überwiegend in einem guten Zustand befindet (Stufe 0-2).

Abb. 18 Schädigungsgrad



5.2 Eingehende Untersuchungen

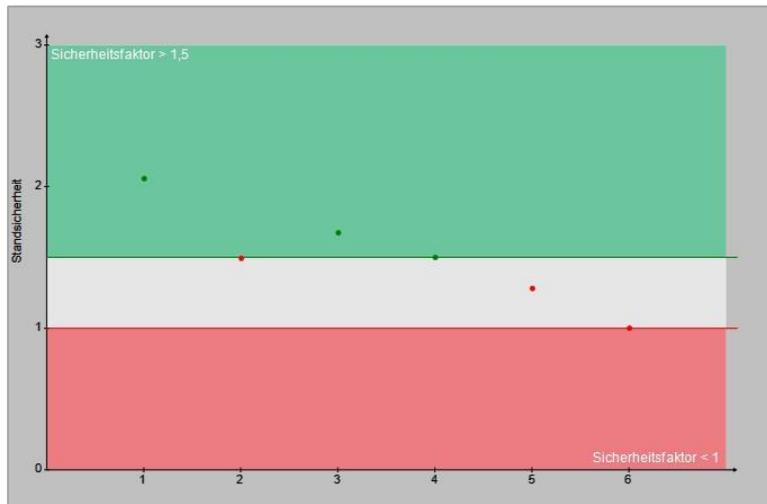
An acht Bäumen wurden bereits im Vorfeld der ersten Fällungen stichprobenartig Zugversuche durchgeführt. Mithilfe dieser gerätegestützten Untersuchungen sollte überprüft werden, ob Gehölze auf dem Damm bzw. nahe der Mauerkante im Allgemeinen unzureichend verankert sind und sowohl die Verkehrssicherheit am Standort als auch die Stabilität der Dammanlage gefährden könnten. Die Vorgehensweise sowie eine detaillierte Ergebnisübersicht können dem Gutachten Nr. 18-0195 vom 01.10.2018 entnommen werden.

Bei den Berechnungen wurde im Hinblick auf die Anforderungen an die Funktionstauglichkeit der Dammanlage entgegen der ansonsten üblichen Vorgehensweise auf das 100-jährliche Windereignis abgestellt. Dementsprechend wurde die Bemessungswindgeschwindigkeit für Windzone 2 von 25 auf 26,3 m/s erhöht (ca. 95 km/h über 10 Minuten gemittelt).

Zwei der auf diese Weise untersuchten Bäume, die unmittelbar an der Mauerkante des Kanals stockten, sind inzwischen gefällt worden. Die Untersuchungen ergaben zwar noch ausreichende Standsicherheitswerte, diese blieben jedoch deutlich hinter der Grund- und Bruchsicherheit zurück. Daraus kann geschlossen werden, dass die Gehölze ihr Wurzelwerk aufgrund der baulichen Wurzelbarriere nicht hinreichend entwickeln konnten.

Zwei Bäume auf der Westseite des Kanals, es handelt sich hierbei um Pappeln jenseits des Fußweges, erwiesen sich als nicht ausreichend standsicher. Bei der visuellen Untersuchung wurden an diesen Bäumen aber auch Hinweise auf Beeinträchtigungen des Wurzelsystems durch Pilzbefall festgestellt. Gefährdungen der Funktionstauglichkeit der Anlage, die sich aus derartigen Schäden an Gehölzen ergeben, kann durch regelmäßige visuelle Kontrollen begegnet werden. Hinweise auf konkrete Gefahren können von Baumkontrolleuren erkannt werden, wenn die üblichen Grundsätze der Baumkontrolle beachtet werden.

Abb. 19 Ergebnisübersicht minimale Standsicherheitswerte



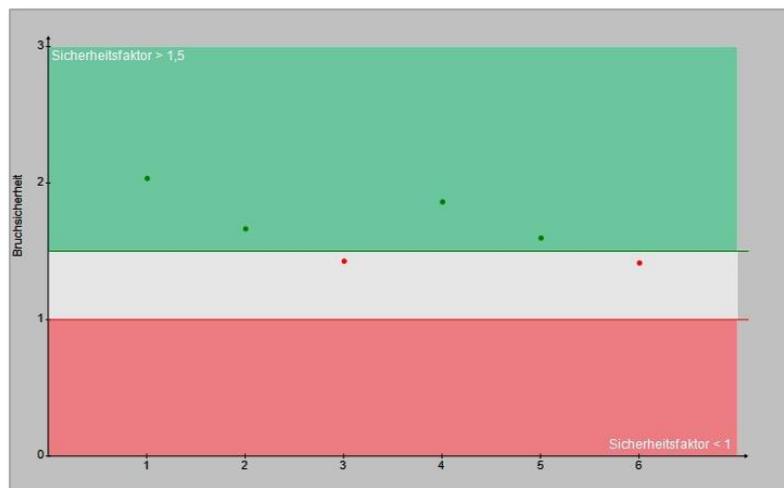
Der grüne Bereich markiert Werte, die oberhalb des nach ingenieurtechnischen Maßstäben geforderten Sollwertes von 1,5 liegen. Der graue Bereich markiert Werte zwischen der einfachen Sicherheit und dem Sollwert.

Die Bäume mit Plakette Nr. 22295 und 52621 erreichen den Sollwert von 1,5 nicht. Baum 52621 verfügt sogar nur knapp über die einfache Sicherheit gegenüber einem Kippver-

Auch hinsichtlich der Bruchsicherheit ergaben sich aus der eingehenden Untersuchung Hinweise auf Mängel an zwei Bäumen. Dabei handelt es sich zum einen um die bereits bei der Standsicherheit auffällige Silber-Pappel mit Plakette Nr. 52621 und die Silber-Pappel mit der Plakette Nr. 22284.

Abb. 20 Ergebnisübersicht minimale Bruchsicherheitswerte

In Bezug auf die Bruchsicherheit wird der geforderte Sicherheitsfaktor von den Bäumen Nr. 22284 und 52621 verfehlt.



Diese Ergebnisse sind nochmals ein deutlicher Hinweis darauf, dass sich für die Baumart Pappel deutliche Einschränkungen hinsichtlich der Eignung für den Standort auf dem Damm ergeben. Diese Bäume zeigten hier gehäuft Mängel in ihrer Stand- und Bruchsicherheit.

5.3 Untersuchung auf Habitatstrukturen

Im Zuge der Erarbeitung des vorliegenden Konzepts wurde dem Auftraggeber eine Liste mit Bäumen übergeben, an denen aus Gründen der Verkehrssicherheit oder zur Gewährleistung der Funktionstauglichkeit des Damms möglicherweise Rückschnitte oder Fällungen erforderlich werden könnten. Daraufhin wurden 22 Bäume durch Herrn E. Karl, M. Sc. Umweltplanung & Ingenieurökologie, vom Büro Eger + Partner Landschaftsarchitekten, hinsichtlich der Eignung als Winterhabitat für Fledermäuse untersucht.

Dabei wurden an folgenden Bäumen entsprechende Strukturen gefunden, die eine Nutzung als Winterquartier ermöglichen könnten:

- Baum Nr. 07 (22295) - Einkürzung von Kronenteilen empfohlen
- Baum Nr. 09 (52621) – kritischer Baum bzgl. Hochwasser
- Baum Nr. 19 (22284) – kritischer Baum bzgl. Hochwasser
- Baum Nr. 24 (19197) – kritischer Baum bzgl. Hochwasser
- Baum Nr. 57 (52602) – kritischer Baum bzgl. Kanalwandung

Durch die voraussichtlich erforderlichen Maßnahmen könnten Quartiere gegebenenfalls verloren gehen. Daher wurden diese Strukturen vorsorglich verschlossen, um eine Nutzung im kommenden Winter zu verhindern und so Schäden bei einem Eingriff vorzubeugen.

5.4 Empfehlungen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit

Für die 123 Einzelbäume wurden insgesamt 54 baumpflegerische Maßnahmen vergeben (ohne Fällungen und eingehende Untersuchungen). Diese stellen überwiegend das Ergebnis der visuellen Baumkontrolle dar. Auch die Feststellungen, die im Rahmen der eingehenden Untersuchungen durch Zugversuche gemacht wurden, sind bereits in diese Maßnahmenempfehlung eingeflossen. Die Ergebnisse können sowohl den Maßnahmentabellen im Anhang, als auch den Datenblättern zur Baumkontrolle entnommen werden, die dem AG als pdf-Dokument übergeben wurden.

Die Ergebnisse der Identifikation der kritischen Bäume, die in den vorherigen Kapiteln dargestellt wurden, sind in die nachfolgenden Listen und Diagramme aber noch nicht eingeflossen. Über die Optionen im Umgang mit diesen Bäumen, die nach derzeitigem Kenntnisstand einen Konflikt mit der Funktionstauglichkeit des Damms darstellen, muss der Auftraggeber entscheiden und die angemessene Vorgehensweise festlegen.

Falls diese Bäume weiter erhalten werden, sollten die Ergebnisse der Kontrolle der Verkehrssicherheit und die daraus resultierenden Empfehlungen aber berücksichtigt werden. Daher wurden die Maßnahmentabellen getrennt für die kritischen Bäume und die anderen Gehölze dargestellt, die voraussichtlich nicht im Konflikt mit den Anforderungen an die Sicherheit der wasserbaulichen Anlage stehen.

Die Ergebnisse der visuellen Kontrolle zeigen auch, dass im untersuchten Bestand aufgrund des guten Pflegezustandes aktuell nur wenige Maßnahmen dringend zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit erforderlich sind. Nachfolgend soll ein Überblick über die Maßnahmenempfehlungen gegeben werden, um auch im Hinblick auf zukünftige Kontrollen den tatsächlichen Aufwand zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit der Bäume zutreffend abschätzen zu können.

In den Diagrammen sind jeweils einmal nur baumpflegerischen Maßnahmen enthalten, die an den nicht in Konflikt mit dem Damm stehenden Bäumen empfohlen wurden. Andererseits wurden auch die kritischen Bäume in den Überblick einbezogen.

5.4.1 Baumpflegerische Maßnahmen

Der überwiegende Teil der Maßnahmen entfällt auf reguläre Pflegearbeiten wie die Entfernung von abgestorbenen oder gebrochenen Ästen, die nicht im Zusammenhang mit der Stand- und Bruchsicherheit der Gehölze stehen. Da Totäste jedoch den Verkehr auf dem kanalbegleitenden Fußweg gefährden können, wurden Totholzentfernungen vorwiegend hoch (Stufe 4 oder 5) priorisiert. Ein großer Teil der Maßnahmen sollte also kurzfristig oder innerhalb von sechs Monaten durchgeführt werden.

Abb. 21 Art der Maßnahme – nur unkritische und alle Bäume

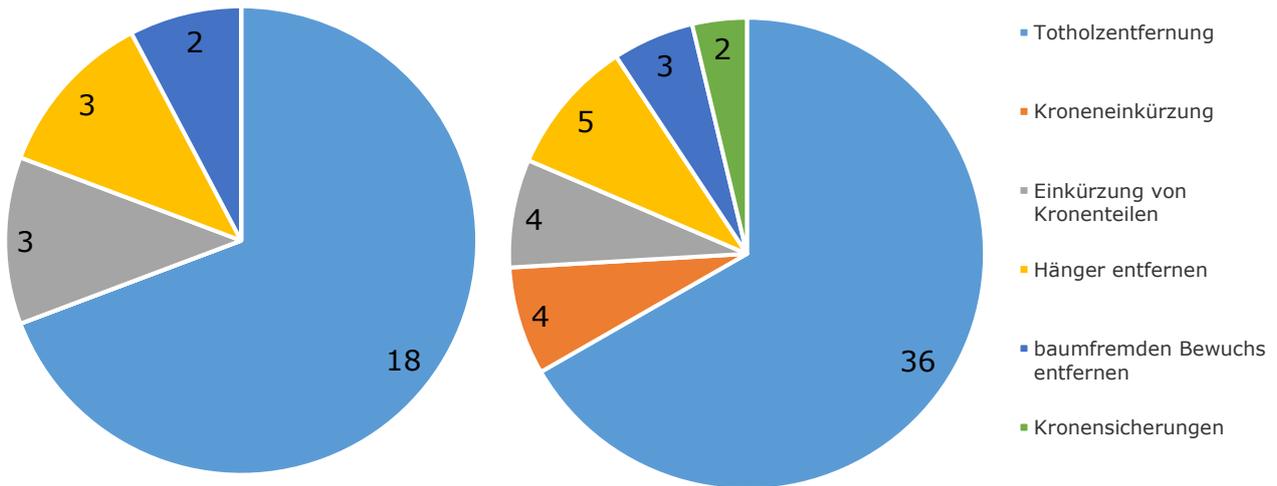
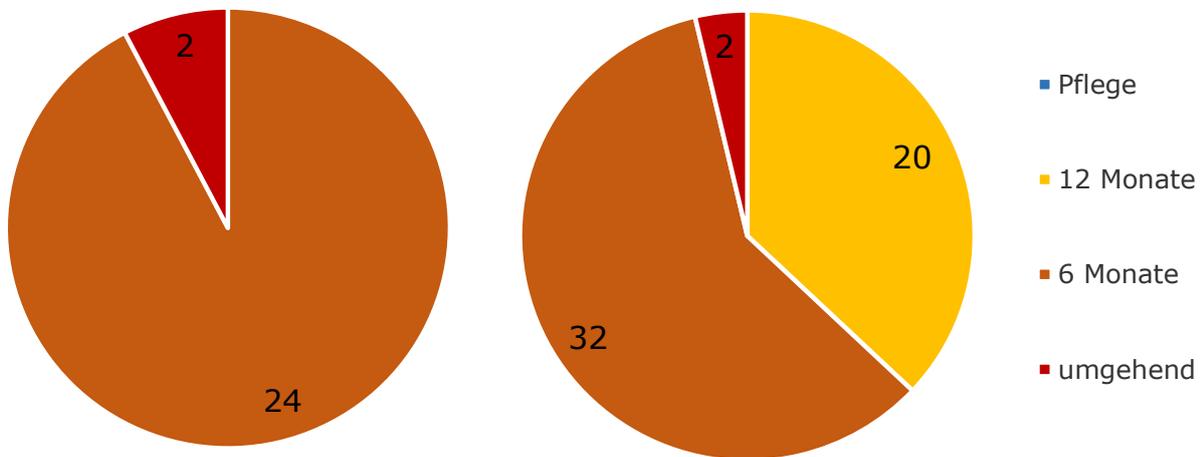


Abb. 22 Dringlichkeit der Maßnahmen – nur unkritische und alle Bäume



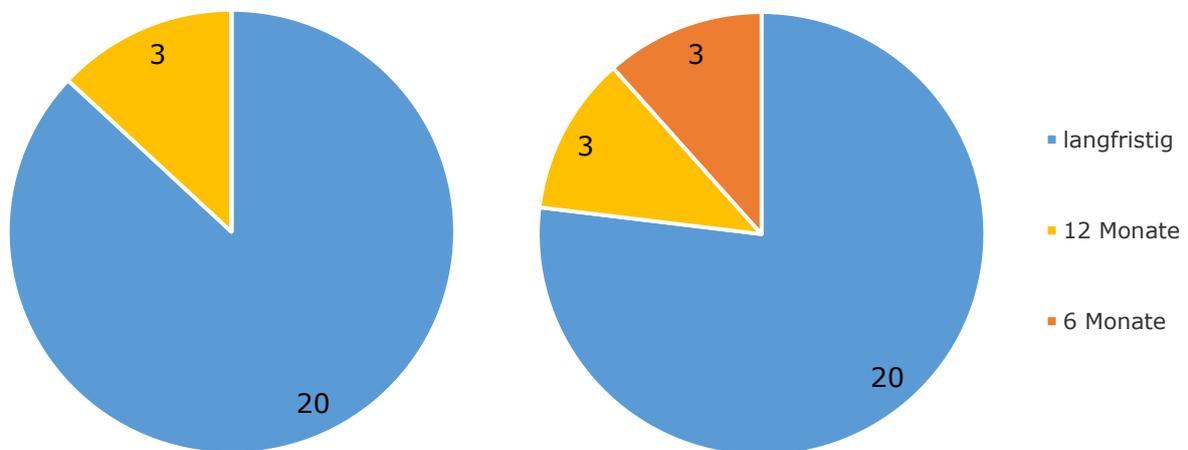
5.4.2 Fällungen

Aus Gründen der Verkehrssicherheit wurden bei 26 untersuchten Bäumen Fällungen empfohlen. Dies wurden aber alle als nicht vorrangig eingestuft. Im Hinblick auf die Entwicklung des Baumbestandes und angesichts der Anforderungen an die Sicherheit der baulichen Anlage wurden solche Fällungsempfehlungen aber bereits in das Baumkataster aufgenommen. Sie wurden unterschiedlichen Dringlichkeitsstufen zugeordnet, die nicht mit den Prioritäten gleichgesetzt werden dürfen, die der Auftraggeber im Zusammenhang mit den 96 ursprünglich zur Fällung vorgesehenen Bäumen am Herrenbach verwendet hat.

Die Fällungen, die ich für die nächsten 12 Monate empfohlen habe, umfassen die stark geschädigten Bäume Nr. 31, 40 und 79, die jeweils erhebliche Schäden am Holzkörper oder eine fortgeschrittene Erkrankung aufweisen (Eschentriebsterben).

Fällungen innerhalb der nächsten 6 Monate wurden für die stark ausgehöhlten Säulen-Pappeln am Nordende des Ostufers des Herrenbachs, unmittelbar an der Reichenbergerstraße (Nr. 95 und 96, Plaketten 21189 und 21187), sowie eine Esche am Westufer südlich der Heinebrücke (Nr. 52) empfohlen. Alle drei Bäume weisen stark fortgeschrittene Schäden am Holzkörper auf, sodass die Verkehrssicherheit nicht mehr ohne weiteres gewährleistet werden kann. Aufgrund der vorsorglichen Einkürzung ihrer Kronen liegt aber derzeit nach meiner Einschätzung keine akute Gefährdung mehr vor. Sie stehen aber in Konflikt mit den Anforderungen an die Sicherheit der wasserbaulichen Anlage (Abb. 23 rechts).

Abb. 23 Dringlichkeit der Fällungen wegen der Verkehrssicherheit auf Rad- und Fußwegen am Herrenbach – nur unkritische und alle Bäume



Bereits bei den Voruntersuchungen im Sommer 2018 wurden an der Esche Nr. 52 (21192) Kotpellets und Larven einer Rosenkäfer-Art am Stammfuß gefunden. Damit handelt es sich bei diesem Baum um das Habitat einer besonders geschützten Art, sodass für eine vollständige Fällung eine Ausnahmegenehmigung durch die zuständige Naturschutzbehörde erforderlich wäre. Durch eine Teilfällung könnte aber ein Baumtorso belassen und das Habitat noch für geraume Zeit erhalten werden. Daher sollte das weitere Vorgehen bei diesem Baum mit der Naturschutzbehörde abgestimmt werden.

Abb. 24 Rosenkäferlarven an Esche 52 (21192)



5.4.3 Eingehende Untersuchungen

Gemäß der Tabellen 5 und 6 im Anhang wurden für 5 Bäume eingehende Untersuchungen empfohlen. Darunter sind aber 4 Nachuntersuchungen für Bäume, die bereits im Zugversuch überprüft worden waren. Diese Überprüfungen stünden also erst in einigen Jahren anstehen. Allerdings wurden zwei dieser Bäume als kritisch für die Hochwasserstabilität des Dammes eingestuft (Nr. 9 und 19), so dass sie möglicherweise entfernt werden.

Im Fall einer Esche (Nr. 151), die nicht in der ursprünglichen Liste von 96 Bäumen enthalten war, wurde eine eingehende Untersuchung mit hoher Priorität empfohlen. Augenscheinlich wurden im Zuge der Rodung des benachbarten Wurzelstockes Wurzeln dieses Baumes beschädigt. Die Belaubung der Esche war infolge des Trockenstresses nach den Wurzelverlusten bereits deutlich erkennbar gewelkt. Daher sollten die Auswirkungen der Beschädigung auf die Standsicherheit des Baumes eingehend untersucht werden. Alternativ wäre auch eine Fällung und Nachpflanzung der Esche in Erwägung zu ziehen.

6 Zusammenfassung Teil I

6.1 Funktionstauglichkeit des Dammes

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen können 20 Bäume potentiell als kritisch für die Funktionstauglichkeit der wasserbaulichen Anlage eingestuft werden. Darunter befinden sich 7 Gehölze, deren Wurzelteller nach vorliegenden Untersuchungen bei einem Kippversagen im Sturm mit hoher Wahrscheinlichkeit den Erdkörper erfassen würden, der vom Sachverständigen Ringler als mindestens erforderlich angegeben wurde.

Für diese Bäume käme grundsätzlich neben einer Fällung auch eine eingehende Untersuchung oder vorsorgliche Entlastung durch Schnittmaßnahmen in Betracht. Allerdings sollte in Anbetracht der Anforderungen an die Gewährleistung der Sicherheit der wasserbaulichen Anlage eine Entfernung und Nachpflanzung dieser Bäume in Erwägung gezogen werden. 3 Bäume, die in stichprobenartigen Zugversuchen im Sommer 2018 als nicht ausreichend bruch- oder standsicher eingestuft wurden, sind ebenfalls unter diesen kritischen Bäumen.

Daneben wurden 13 Bäume ermittelt, die in einem Streifen von einem Meter Abstand zur Betoneinfassung stocken. Hier ist eine Fällung erforderlich, um Schäden am Dammbauwerk vorzubeugen. Lediglich für Bäume, die z.B. als Habitat eine besondere Stellung einnehmen, könnte anstelle der Fällung zunächst ein Rückschnitt ausreichend sein. Mehrere Gehölze dieser Gruppe weisen bereits erhebliche Schäden auf, so dass ihre Verkehrssicherheit nicht gewährleistet ist. Hier wären mittelfristig, teils aber auch bereits kurzfristig ohnehin verkehrssichernde Maßnahmen erforderlich.

Abb. 25 Baum 86 – Schaden Wurzelanlauf



Abb. 26 Baum 96 – absterbende Spitze



6.2 Verkehrssicherheit des Bestandes

Im untersuchten Bestand wurden im Hinblick auf die Gewährleistung der Verkehrssicherheit bei der Baumkontrolle und den eingehenden Untersuchungen zur Verkehrssicherheit mehrere Maßnahmen empfohlen. Darunter sind nur wenige Maßnahmen mit hoher Priorität. Dies weist auf einen allgemein guten Pflegezustand der Bäume hin.

Lediglich in einem Fall wurde eine eingehende Untersuchung der Standsicherheit aufgrund einer Beschädigung im Wurzelbereich mit hoher Priorität empfohlen. Die empfohlenen Maßnahmen wurden in zwei Tabellen aufgeteilt, da einige Gehölze als kritisch für die Funktionstauglichkeit des Dammes eingestuft wurden. Alle Maßnahmenempfehlungen können den Tabellen im Anhang entnommen werden.

6.3 Befahrbarkeit des Dammes

Wenn die Befahrbarkeit vollumfänglich gewährleistet sein muss, wäre die Fällung von mindestens 31 aus der ursprünglichen Liste von 96 Bäumen sowie zahlreicher weiterer Gehölze erforderlich. Nach den Aussagen des Tiefbauamtes ist aber derzeit ausreichend sichergestellt, dass die Wartungs- und Inspektionsarbeiten an Damm und Betonwanne ausgeführt werden können.

Langfristig sollte jedoch im Zuge des Umbaus und der Entwicklung des Baumbestandes darauf hingewirkt werden, dass ein ausreichend breiter Streifen sukzessive von Gehölzbewuchs freigestellt und bei Nachpflanzungen freigehalten wird. Dazu könnten abgängige oder erkrankte Gehölze nach und nach entfernt und an anderer Stelle nachgepflanzt werden. Gesunde Bäume müssen dazu jedoch nach derzeitiger Kenntnis nicht gefällt werden.

Teil 2: Konzept zur langfristigen Gewährleistung der Funktionstauglichkeit

7 Regelmäßiges Monitoring

7.1 Dammbauwerk

Die Kontrolle der wasserbaulichen Anlage wird bereits vom Tiefbauamt geleistet. Hierfür sind die fachlichen Vorgaben des Wasserbaus zu beachten.

7.2 Verkehrssicherheit der Bäume

Die FLL-Baumkontrollrichtlinien (2010) sehen je nach Sicherheitserwartung des Verkehrs, Entwicklungsphase und Zustand des jeweiligen Baumes unterschiedliche Regelkontrollintervalle vor. Dabei ist es i.d.R. ausreichend, die Gehölze einer fachlich qualifizierten Inaugenscheinnahme vom Boden aus zu unterziehen.

Die Sicherheitserwartung des Verkehrs an dem Standort kann als höher eingestuft werden. Die kanalbegleitenden Fußwege werden ganzjährig stark von Fußgängern und Radfahrern frequentiert. Zudem ist das Baden in dem Gewässer ausdrücklich gestattet.

Der überwiegende Teil der gutachtensgegenständlichen Gehölze befindet sich in der Reife- phase, die je nach Art zwischen 15 und 50 bis 80 Jahren Standzeit liegt. Annähernd ähnlich viele Bäume sind der Alterungsphase ab 50 bis 80 Jahren am Standort zuzuordnen. Der Zustand der Gehölze an dem Standort variiert erheblich. Während einige Bäume deutlich geschädigt sind, weist das Gros der Gehölze keine schwerwiegenden Defektsymptome auf.

Basierend auf diesen Feststellungen würden sich nach Vorgabe der FLL-Baumkontrollrichtlinien damit zwei unterschiedliche Regelkontrollintervalle von zwei Jahren bzw. einem Jahr ergeben. Eine derartige Unterscheidung ist in einem Bestand jedoch nicht sinnvoll und würde letztendlich höhere Kosten für die Baumkontrolle verursachen. Aus diesem Grund sollte für alle gutachtensgegenständlichen Gehölze ein Kontrollintervall von einem Jahr eingehalten werden.

Dieses Kontrollintervall könnte bei Bedarf auf einen halbjährlichen Turnus verkürzt werden, um erhöhten Anforderungen an die Verkehrssicherheit der Gehölze auf dem Damm gerecht zu werden. Aus fachlicher Sicht stuft ich dies jedoch nicht als zielführend ein, wenn gewährleistet ist, dass die jährlichen Kontrollen nicht immer zur gleichen Jahreszeit erfolgen.

7.3 Nachuntersuchungen

Falls die Verkehrssicherheit der Bäume durch eingehende Untersuchungen gewährleistet wird, fallen erfahrungsgemäß regelmäßig (nach drei oder fünf Jahren) Nachuntersuchungen an. Bei ausreichenden Sicherheitsreserven wäre eine visuelle Kontrolle ausreichend.

8 Langfristige Bestandsentwicklung

Für die langfristige Entwicklung des Baumbestandes entlang des Herrenbachs sollen Empfehlungen auf fachlicher Basis ausgearbeitet werden. Seitens der Bundesanstalt für Wasserbau heißt es im Merkblatt Damminspektion unter Punkt 2.9.3.3 Gehölze:

Der Einfluss von Gehölzen auf die Standsicherheit ist abhängig von der Gehölzart, der Größe und dem Alter der Gehölze sowie von der Lage und örtlichen Verteilung auf dem Damm. [...] Grundsätzlich gilt, dass Bäume zweiter und dritter Ordnung sowie Sträucher ein geringeres Standsicherheitsrisiko darstellen als Bäume erster Ordnung. Bäume erster Ordnung, wie z.B. Eiche, Buche, Esche, Linde oder Hybrid-Pappel sind aufgrund ihrer Größe (Windanfälligkeit) für Dämme nicht geeignet.

Geschichtete, reich strukturierte Bestände mit einem gleitenden Höhenübergang vom Gehölzrand zum Zentrum gefährden die Dammstandsicherheit in geringerem Maße als einförmige Gehölzstrukturen, da Einzelgehölze oder monoton strukturierte Baumreihen empfindlicher gegenüber Windeinwirkung sind als geschlossene Gehölzbestände und Gehölze in größeren Gruppen. (BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU 2017, S. 17)

Damit sind die fachlichen Vorgaben weitgehend umrissen, die als Anhaltspunkte für die langfristige Entwicklung des Baumbestands am Herrenbach herangezogen werden können. Lediglich hinsichtlich der Eignung bestimmter Baumarten sollte die Betrachtungsweise noch etwas weiter gefasst werden, denn nicht allein die erreichbare Baumhöhe ist für eine Umsturzgefährdung ausschlaggebend.

So können insbesondere Eichen, Buchen und Linden vor allem in Begleitung anderer kleinerer Baumarten durchaus an diesem Standort stabile durchmischte Bestände bilden. Daher werden diese Baumarten nicht als grundsätzlich ungeeignet für die langfristige Entwicklung am Herrenbach eingestuft. Baumarten, die natürlicherweise nur eine etwas geringere Wuchshöhe erreichen, kann aber durchaus ein Vorzug eingeräumt werden.

8.1 Bestandsumbau

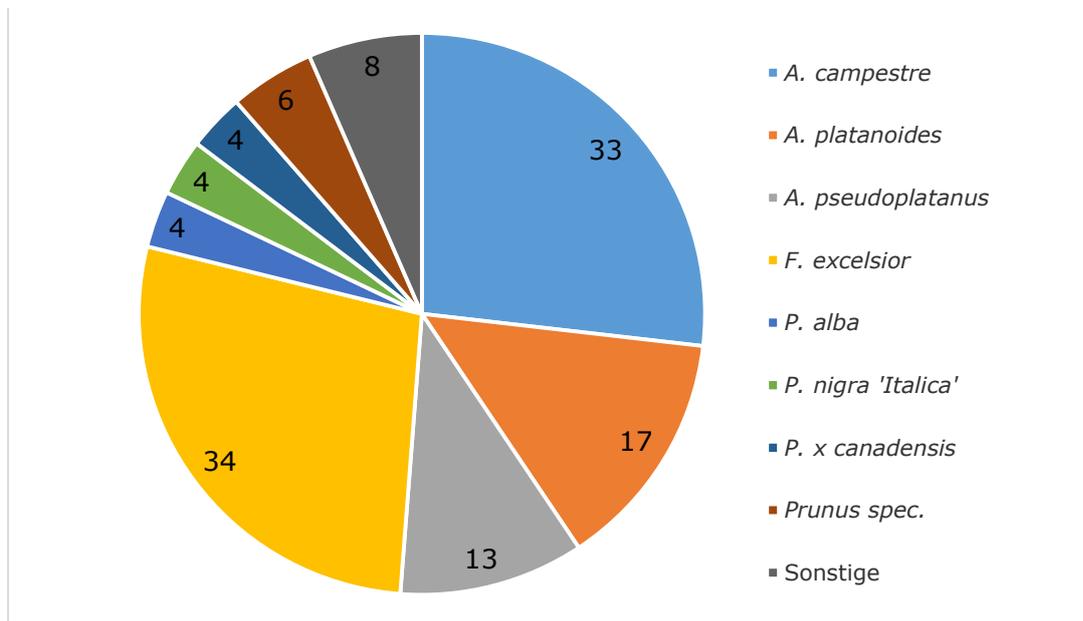
8.1.1 Übersicht derzeitige Artenverteilung

Der Baumbestand entlang des Herrenbaches setzt sich derzeit im Wesentlichen aus sieben vorwiegend heimischen Arten zusammen. Die dominierenden Arten sind mit einem Anteil von jeweils rund 25 % Feld-Ahorn (bot Bezeichnung *Acer campestre*) und Esche (*Fraxinus excelsior*). Weitere häufig vertretene Baumarten mit einem Anteil zwischen 10 und 15 % am Gesamtbestand sind Spitz- und Berg-Ahorn (*Acer platanoides* bzw. *pseudoplatanus*).

Seltener vertreten sind die Silber-Pappel (*Populus alba*) sowie Säulen- und Bastard-Pappeln (*P. nigra* ‚*Italica*‘ und *P. x canadensis*). Sie machen lediglich einen Anteil von jeweils 5 bis 6 % des Bestandes aus. Andere Baumarten kommen nur vereinzelt vor und wurden im nachfolgenden Diagramm unter dem Schlagwort „Sonstige“ zusammengefasst.

Einige in größerer Entfernung vom Kanal stockende Gehölze wurden im Rahmen der digitalen Erfassung gemeinsam Baumgruppen zugeordnet. Diese Gruppen setzen sich in den meisten Fällen ebenfalls aus Eschen und den oben genannten Ahornarten zusammen.

Abb. 27 Anteile der Baumarten im Bestand Herrenbach



8.1.2 Angestrebte Artenverteilung

In Folgenden soll lediglich das angestrebte Gesamtziel für die Artenverteilung des Bestandes beschrieben werden. Konkrete, zeitlich gestaffelte Empfehlungen zum Bestandsumbau können dann aus diesen Vorgaben abgeleitet werden.

Pappeln

Pappeln kommen natürlicherweise in Auwaldgesellschaften vor. Es sind schnellwüchsige Weichhölzer, die in vergleichsweise kurzen Zeiträumen große Dimensionen erreichen können. Alle Arten zählen zudem zu den schlecht abschottenden Baumarten, d.h. sie können durch Pilze oder andere Pathogene hervorgerufene Schäden am Holzkörper nur unzureichend von intaktem Gewebe abgrenzen. Daher können sich Fäulen im Holzkörper dieser Bäume i.d.R. rasch ausbreiten. Angesichts der großen Höhe und Ausdehnung ihrer Kronen kann dies vergleichsweise rasch zu einer erhöhten Verkehrsgefährdung führen.

Unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Eigenschaften eignet sich die Gattung meiner Ansicht nach nicht zur Begrünung des Herrenbachs. Insbesondere auf die Arten *Populus nigra 'Italica'*, einen säulenförmigen Klon der Schwarz-Pappel, sowie *P. x canadensis*, eine Hybride aus der heimischen und der kanadischen Schwarz-Pappel, sollte in Zukunft verzichtet werden. Letztere bastardieren häufig mit europäischen Schwarz-Pappeln, sodass genetisch eindeutige Exemplare dieser Art äußerst selten geworden sind. Die Säulen-Pappel verfügt als Klon zudem nicht über genügend genetische Variabilität, um sich etwaigen invasiven Krankheitserregern gegenüber behaupten zu können.

Eschen

Die Gemeine Esche wird derzeit von dem Eschentriebsterben, verursacht durch das Eschen-Stengelbecherchen (myk. Bezeichnung *Hymenoscyphus fraxineus*) bedroht. Der aus Asien eingewanderte Erreger infiziert zunächst die am Boden verbleibenden Blattspindeln des letztjährigen Falllaubs, wo er kleine weiße Fruchtkörper bildet. Mithilfe der in diesen Fruchtkörpern gebildeten Sporen werden zunächst lebende Blätter besiedelt. Von den Fiederblättchen ausgehend durchwächst die Nebenfruchtform des Erregers (*Chalara fraxinea*) die Blattspindeln und das Mark junger Triebe, die geringelt werden und absterben.

Die welken Blätter verbleiben noch längere Zeit am Baum, da kein Trennungsgewebe ausgebildet wird. Der Pilz kann bis in verholzte Bereiche vordringen und rötlich verfärbte Nekrosen in Feinästen hervorrufen, die schließlich ebenfalls abgetötet werden. Infolge der wiederholten Infektion von sowohl primären Zweigen als auch Neuaustrieben führt ein starker Befall zu erheblichen Vitalitätseinbußen und dem Absterben ganzer Bäume. Lediglich ein kleiner Bruchteil von etwa 10% der Eschen scheint der Erkrankung gegenüber weniger anfällig bzw. resistent zu sein.

Seit kurzem wird in Bezug auf das Eschentriebsterben zudem eine neuartige Krankheitsentwicklung beobachtet, bei der insbesondere Bäume auf frischen bis staunassen Standorten Nekrosen am Stammfuß entwickeln. Verursacher dieser Nekrosen, hinter denen sich i.d.R. eine intensive Weißfäule verbirgt, ist sowohl der Erreger des Triebsterbens selbst als auch der in diesem Fall als Sekundärschädling auftretende Hallimasch (myk. Bezeichnung *Armillaria spec.*). In diesem Stadium ist häufig bereits ein Großteil des Wurzelsystems zersetzt, sodass die Standsicherheit maßgeblich gefährdet sein kann. Zwar wurden derlei Symptome an den gutachtensgegenständlichen Bäumen bislang nicht festgestellt, dies kann für die Zukunft jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Vor dem Hintergrund dieser Problematik erscheint es empfehlenswert, die vorhandenen mitunter stark geschädigten Bäume schrittweise zu entnehmen. Naturverjüngung der Art sollte nur gefördert werden, wenn sie sich als resistent gegen die Erkrankung erweist. Auch Nachpflanzungen von Eschen sind derzeit wenig sinnvoll. In Bereichen, in denen nur vereinzelte Eschen stocken bzw. bereits eine zweite Baumschicht beispielsweise aus Feld-Ahornen vorhanden ist, könnten Bäume mit erkennbar negativer Prognose bereits jetzt entnommen werden. In anderen Arealen bilden die Eschen dichte Bestände. Dort sollten Nachpflanzungen anderer Arten erwogen werden, die die Funktion der Eschen in einigen Jahren übernehmen könnten.

Ahorne

Die drei heimischen Ahorn-Arten eignen sich aus meiner Sicht besonders gut für die langfristige Begrünung des naturnahen Standortes. Spitz- und Berg-Ahorne zeichnen sich durch ein rasches Wachstum in der Jugendphase aus, dass in späteren Jahren jedoch nachlässt. Ahorne sind erheblich langlebiger als bspw. Pappeln und weisen im Vergleich zu diesen auch eine bessere Abschottungsfähigkeit auf. Als früh blühende Arten sind sie zudem wichtige Bienennährgehölze mit hohem Zierwert. Aufgrund seines niedrigen Wuchses ist der Feld-Ahorn besonders sturmresistent und für den Standort daher gut geeignet.

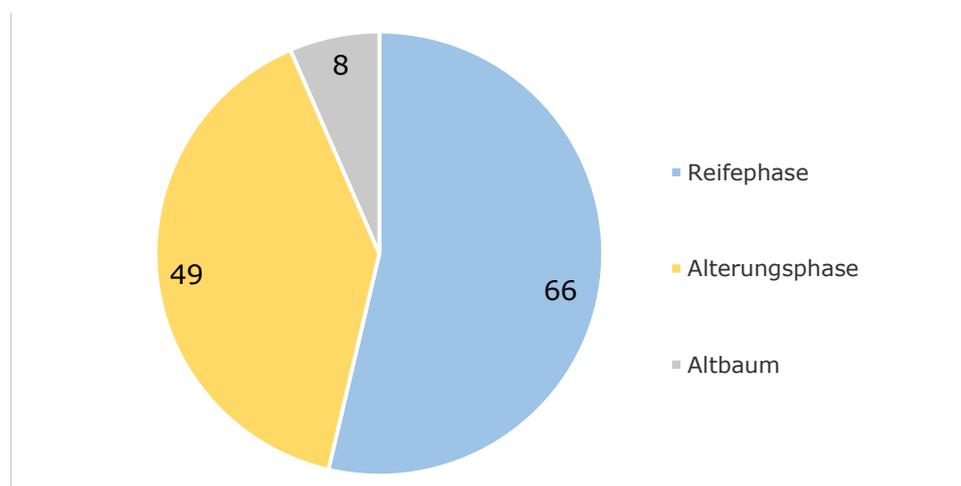
weitere Arten

Um die Diversität des Standortes zu erhalten und einen Bestand zu etablieren, der auch im Hinblick auf zu erwartende Klimaveränderungen möglichst widerstandsfähig ist, sollten auch bislang nicht oder nur vereinzelt vorhandene Arten eingebracht werden. Um die durch Fällungen entstehenden Lücken schließen, sollten insbesondere die Baumarten Hainbuche (*Carpinus betulus*), Vogel-Kirsche (*Prunus avium*), Eberesche und Mehlsbeere (*Sorbus aucuparia*, *S. aria*) gefördert werden. Diese Arten erreichen erfahrungsgemäß keine großen Höhen und bilden auch kleinere Wurzelteller aus. Im Bestand können aber auch Winter-Linde (*Tilia cordata*) und Sal-Weide (*Salix caprea*) eine Rolle spielen, die als heimische Arten zudem wichtige Bienenweiden sind.

8.1.3 Altersentwicklung des Bestandes

Zurzeit sind knapp die Hälfte aller erfassten Gehölze der Alterungsphase zuzuordnen oder können bereits als Altbäume bezeichnet werden. Der überwiegende Teil der Bäume befindet sich in der Reifephase. Da abgesehen von Naturverjüngung nahezu keine Jungbäume vorhanden waren, handelt es sich um einen vergleichsweise alten Bestand. Durch Fällungen kritischer Gehölze könnten daher größere Lücken entstehen, deren natürliche Schließung einen langen Zeitraum in Anspruch nehmen würde. Die schrittweise Entnahme von Gehölzen stellt andererseits jedoch eine Chance dar, den Bestand durch gezielte Nachpflanzungen zu verjüngen. In diesem Zusammenhang halte ich einen Jungbaumanteil von rund 10-15 % für erstrebenswert.

Abb. 28 Übersicht derzeitige Entwicklungsphasen



8.1.4 Baumgruppen

Während der Erfassung wurden Bäume, die zurückversetzt im Gehölzsaum oder sogar jenseits desselben weiter entfernt vom Kanal stocken, zu Gruppen zusammengefasst. Ziel dieser Aufnahme war es, aufzuzeigen, an welcher Stelle bereits Gehölze vorhanden sind, die zukünftig als Ersatz für gefällte Bäume dienen könnten.

Diese Bäume haben bisher keine Beachtung gefunden, da sie weit genug von der Beton-einfassung entfernt stocken, dass sie keine Schäden hervorrufen und auch im Versagensfall den kritischen Erdkörper nicht tangieren. Gerade aus diesem Grund sind sie aber für die langfristige Begrünung des Standorts sehr gut geeignet. Vielfach setzen sich solche Gruppen auch aus gemäß der vorigen Ausführungen geeigneten Arten zusammen. Sie können insbesondere dann eine maßgebliche Bedeutung für die Durchgrünung der Anlage erlangen, wenn benachbarte Bäume gefällt werden, die als kritisch eingestuft wurden.

Ein Beispiel hierfür sind die gepflanzten Jungbäume entlang des Alten Heuwegs. Die Gehölze, die in diesem Bereich näher an dem Gewässer stocken, unterschreiten wie oben ausgeführt zum Großteil den Sicherheitsabstand von 1 m zur Betoneinfassung (Bäume 53 bis 57). Teilweise sind sie zudem in einem schlechten Zustand (Bäume 54 und 57). Im Fall der Entnahme von einzelnen Altbäumen wären die jungen Straßenbäume bestens geeignet, die Durchgrünung der Straße wie auch des Kanals zu gewährleisten.

Abb. 29 Jungbäume Alter Heuweg



8.2 langfristig nicht entwicklungsfähige Einzelbäume

Nachfolgend sollen einige Beispiele für Gehölze ausgeführt werden, die bei der Kontrolle des Bestandes als nicht langfristig geeignet eingestuft wurden, die Durchgrünung am Herrenbach zu gewährleisten. Dies sind vor allem Bäume mit erheblichen Vorschäden, drohenden oder vorhandenen Erkrankungen und hier ungeeigneten Wuchseigenschaften.

8.2.1 Baum 54085, Feld-Ahorn mit holzerstörenden Pilzen

Bei Baum 31 handelt es sich um einen mehrstämmigen Feld-Ahorn. Ein untergeordneter Stämmling ist bereits vollständig abgestorben. Im Bereich einer Einwallungsfurche am

Stammfuß sowie am Stammkopf wurden Fruchtkörper eines totholzersetzenden Pilzes (*Trametes spec.*) gefunden. Der Stamm weist zudem mehrere große tiefreichend eingefaltete Astungswunden auf. Obwohl der Baum keine Anzeichen für Vitalitätseinbußen zeigt, gehe ich angesichts des Schadumfangs nicht davon aus, dass eine erfolgreiche Kompensation möglich ist. Der Baum wurde daher mit Priorität 2 zur Fällung empfohlen. Die Entnahme des Ahorns würde an dieser Stelle allerdings zu einer Öffnung des Bestandes führen, da es sich um einen dominanten Baum handelt. Hier wäre daher nach der Fällung des Baumes eine Nachpflanzung sinnvoll.

Abb. 30 Krone Baum 54085



Abb. 31 Stammschäden Baum 54085



8.2.2 Baum 11217, Esche mit Triebsterben

Diese Esche ist massiv vom Eschentriebsterben beeinträchtigt, das bereits zu erheblichen Vitalitätseinbußen geführt hat. Die Krone ist erkennbar verlichtet und weist zahlreiche Reiterate auf, die Anzeichen eines mehrjährigen starken Befalls sind. Obwohl keine schwerwiegenden Schäden am Holzkörper festgestellt wurden, ist die Erhaltung allenfalls mittelfristig möglich. Während dieser Zeit wären zudem regelmäßige Totholzentfernungen erforderlich.

Im Unterwuchs der Esche befindet sich ein jüngerer Spitz-Ahorn, der von dem verbesserten Lichteinfall nach einer Fällung profitieren würde. Daher könnte die Esche bereits jetzt entnommen werden. Dieser Baum steht beispielhaft für weitere massiv vom Triebsterben befallene Eschen in dem Bestand.

Abb. 32 Krone Baum 11217



Weitere Eschen sind in vielen Bereichen der Grünanlage vorhanden. Nach derzeitigem Kenntnisstand muss davon ausgegangen werden, dass bis zu 90 % dieser Bäume infolge des Eschentriebsterbens nur noch mittelfristig für etwa 10 bis 15 Jahre erhalten werden können.

Im vorliegenden Fall sind zwar größere Mengen Bäume offenbar noch nicht am Absterben. Viele zeigen jedoch bereits ein erhöhtes Totholzaufkommen, das lediglich aufgrund der intensiven Pflege nicht ins Auge fällt. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass für die regelmäßige Entfernung abgestorbener Kronenteile gegenüber anderen Baumarten längerfristig ein erheblicher Mehraufwand zu leisten ist. Zudem wäre nach derzeitiger Kenntnis angesichts der erhöhten Umsturzgefahr infolge der Fäulnis, die sich am Stammfuß und in den Wurzeln der erkrankten Bäume bilden kann, etwa in einem Turnus von drei Jahren eine Baumuntersuchung durch Sachverständige erforderlich.

Daher gehe ich davon aus, dass der weit überwiegende Teil der Eschen nicht langfristig auf dem Dammkörper erhalten werden kann. Im Bereich der Eschenbestände sind jedoch nur teilweise noch andere Bäume zweiter Ordnung bzw. in hinteren Reihen vorhanden. Diese wurden bei unserer Kartierung als Gruppen erfasst und in der nachfolgenden Karte in hellgrüner Farbe dargestellt. Aus dieser Übersicht geht hervor, dass im Bereich vieler Eschen in den vorderen Reihen keine benachbarten Großgehölze vorhanden sind, die nach einem Ausfall der Eschen die entstehende Lücke schließen könnten. Daher sollten hier Fällungen und Nachpflanzungen bereits innerhalb der nächsten Jahre in Erwägung gezogen werden.

Abb. 33 Standorte der Eschen am Herrenbach (rot markiert)



Hellgrün sind die als Gruppe erfassten Bäume dargestellt, die in zweiter Reihe stocken und den Bestand ergänzen könnten.

8.2.3 Baum 50

Der Stamm dieses Berg-Ahorns vergabelt sich in geringer Höhe in zwei kronenbildende Hauptstämmlinge. Zwischen diesen beiden Stämmlingen entspringt ein untergeordneter Nebenstämmling, der von den beiden stärkeren Baumteilen überwachsen wird. Vom Stammfuß des Baumes ausgehend erstrecken sich großflächige Borkenschäden bis in die unteren Kronenbereiche. Die Schäden betreffen dabei etwa ein Viertel des Stammumfangs, sind aber sowohl auf der wegzu- als auch der wegabgewandten Seite sichtbar.

In der Krone des Baumes bildet sich vermehrt Totholz. Die Oberkrone ist deutlich verlichtet und das Laub chlorotisch verfärbt, sodass von massiven Versorgungsproblemen ausgegangen werden muss. Ich nehme an, dass dieser Ahorn innerhalb von 10-15 Jahren so stark geschädigt sein wird, dass er nicht mehr sinnvoll erhalten werden kann. Obwohl bislang keine Anzeichen einer Fäule in dem freiliegenden abgestorbenen Holzkörper sichtbar waren, ist die Entstehung von Morschungen infolge des Eindringens holzerstörender Pilze durchaus wahrscheinlich.

Bereits vor dem Absterben des Baumes kann es so zu einer Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit kommen. Demnach empfehle ich mittelfristig die Fällung des Ahorns, zumal im unmittelbaren Umfeld zahlreiche unterständige Gehölze vorhanden sind.

Abb. 34 Oberkrone Baum 50



Solche Rindenschäden werden vielfach durch den Hallimasch hervorgerufen. Sie können zu erheblichen Versorgungsproblemen in der Krone, aber auch zu Wurzelfäulen und einer damit verbundenen Verringerung der Standsicherheit führen.

Abb. 35 Rindenschäden



8.2.4 Baum 127, zusätzlich erfasster Spitz-Ahorn

Auch dieser Spitz-Ahorn zeigt eine deutlich nachlassende Wuchskraft mit vermehrter Totholzbildung. In der Krone des Baumes befinden sich abgestorbene Starkäste. Die Wuchskraft des Baumes ist bereits deutlich reduziert.

Der Stamm weist zahlreiche tiefreichend eingefaulte Astungswunden auf. Im Stammkopfbereich entwickelt sich ausgehend von zwei Astungswunden offenbar eine weitreichende Fäule, die die Bruchsicherheit beeinträchtigen könnte. Der Stammfuß wird von einer ausgeprägten Würge wurzel eingeschnürt, die Auswirkungen auf die Standsicherheit des Baumes haben könnte. Zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit wäre es zumindest erforderlich, die abgestorbenen Starkäste in der Krone zu entnehmen.

Obwohl Ahorne grundsätzlich für den Standort geeignet sind, wäre der langfristige Erhalt eines so stark geschädigten Baumes aus fachlicher Sicht nicht sinnvoll.

Abb. 36 Stammfuß mit Würge wurzel Baum 127



Würgende Wurzeln können nicht nur die Versorgung der Krone stören, sondern auch die Standsicherheit eines Baumes maßgeblich vermindern.

8.2.5 Baum 64, Robinie mit stark eingekürzter Krone

Die Robinie stockt auf der Ostseite des Kanals in unmittelbarer Nähe zur Mauerkante. Ihre Standsicherheit könnte nach den Erkenntnissen aus den stichprobenartigen Zugversuchen beeinträchtigt sein, konkrete Hinweise auf Schäden der Verankerungswurzeln lagen jedoch nicht vor. Die Krone der Robinie wurde in der Vergangenheit stark eingekürzt, sodass sich bislang kein geschlossener Kronenmantel gebildet hat.

Am Stamm findet maßgebliches Dickenwachstum statt, es wurden jedoch zahlreiche großflächige Borkenschäden festgestellt, die sich z.T. bis in die unteren Kronenbereiche erstrecken. Die Defekte sind nur unzureichend von intaktem Gewebe abgegrenzt. Angesichts der schwerwiegenden Schäden gehe ich davon aus, dass die Robinie allenfalls mittelfristig erhalten werden könnte. Beim Umbau des Bestandes sollte sie daher besser entnommen und durch eine geeignete Nachpflanzung an anderer Stelle ersetzt werden.

Abb. 37 Offene Fäule Baum 64



Am Stamm der Robinie liegt der Holzkörper an mehreren Stellen offen, weil das Kambium abgestorben und die Borke abgefallen ist.

An zahlreichen weiteren Stellen haftet die Borke zwar noch an, der Holzkörper darunter ist jedoch bereits abgestorben.

8.2.6 Bäume 95 / 96, Säulen-Pappeln mit Fäulnis und absterbender Krone

Die Säulen-Pappeln stocken am Nordende des Herrenbachs kurz vor der Reichenbergbrücke. Eine Klopfprobe ergab massiven Hohlklang am Stammfuß beider Bäume. Die Verkehrssicherheit konnte rein visuell nicht abschließend beurteilt werden, sodass zur weiteren Erhaltung des Baumes eine eingehende Untersuchung erforderlich wäre. Anderenfalls wäre eine Fällung angezeigt.

Die Pappeln stocken allerdings unmittelbar neben der Mauerkrone der Kanalwandung und befinden sich damit in dem zur Sicherung des Bauwerks freizuhaltendem Streifen von einem Meter Breite. Beide Bäume zeigen zudem maßgebliche Absterbeerscheinungen in der Oberkrone. In der Krone der südlicheren Pappel sind bereits mehrere Leittriebe vollständig abgestorben; es waren Spechtlöcher und Pilzfruchtkörperreste an der Stammverlängerung erkennbar, die Anzeichen einer erhöhten Bruchgefahr sein können. Am Stammfuß wurde beim Abklopfen deutlicher Hohlklang festgestellt, sodass von ausgedehnten Fäulen im Inneren des Stammes ausgegangen werden muss.

Wie die anderen Pappeln entlang des Herrenbaches stufe ich diese Bäume als nicht für einen langfristigen Erhalt geeignet ein. Die Schäden an diesen beiden Bäumen sind jedoch bereits deutlich ausgeprägter als bei den anderen Pappeln, die in das vorliegenden Baumkataster aufgenommen wurden.

Die großen Pappeln stocken nördlich der Heinebrücke. Auf der Westseite des Herrenbachs sind Silber- und Hybrid-Pappeln vorhanden, östlich des Herrenbachs lediglich vier Säulen-Pappeln. An den Standorten auf der Westseite sind in der Regel benachbarte Bäume vorhanden, sodass hier keine großen Lücken im Bestand entstehen werden, falls die Pappeln entnommen werden.

Abb. 38 Pappeln am Herrenbach (rot markiert), hellgrün Baumgruppen



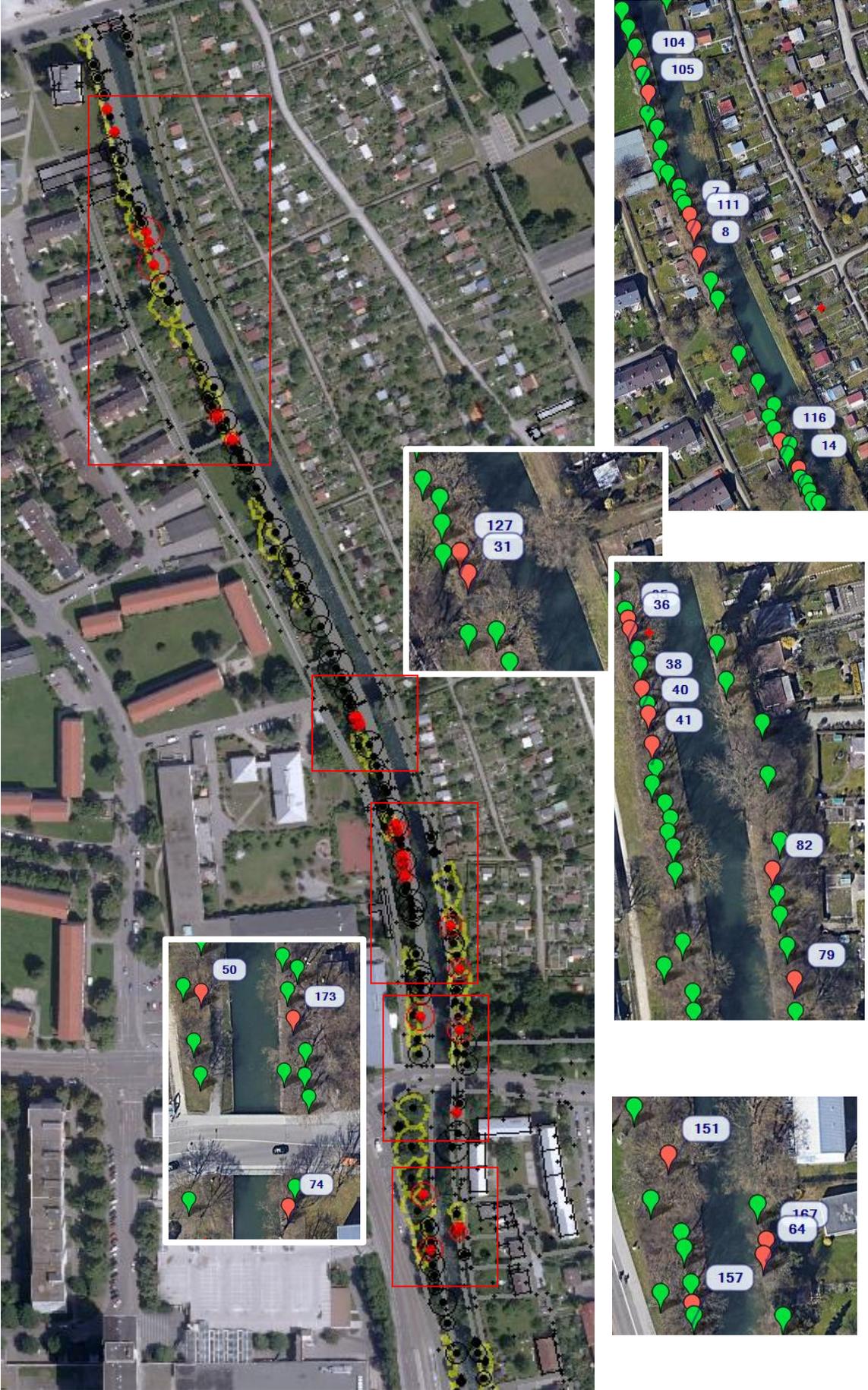
Nachfolgende Tabelle bietet eine Übersicht der für den langfristigen Erhalt ungeeigneten Einzelbäume. Ausschlaggebende Kriterien für die Bewertung der Entwicklungsfähigkeit an diesem Standort waren Wuchskraft und Schädigungsgrad des Holzkörpers sowie die Eignung der Baumart in Bezug auf die Anfälligkeit für Erkrankungen, die typische Wuchshöhe und die zu erwartende Ausdehnung und Wuchsstärke ihrer Wurzelsysteme. In dieser Auflistung sind 23 Gehölze enthalten.

Tab. 4 Langfristig nicht entwicklungsfähige Gehölze

Baumnr.	Plakette	Baumart	Begründung	Zeithorizont
7	022295	<i>Populus x canadensis</i>	nachlassende Wuchskraft, mangelnde Verkehrssicherheit, Art nicht geeignet für Dammstandort	innerhalb von 5 Jahren
8	052622	<i>Populus x canadensis</i>	nachlassende Wuchskraft, Art nicht geeignet für Dammstandort	innerhalb von 10 Jahren
14	051874	<i>Fraxinus excelsior</i>	Eschentriebsterben	innerhalb von 20 Jahren
31	054085	<i>Acer campestre</i>	massive Holzkörperschäden	innerhalb von 5 Jahren
35	052609	<i>Acer pseudoplatanus</i>	nachlassende Wuchskraft	innerhalb von 10 Jahren
36	011217	<i>Fraxinus excelsior</i>	nachlassende Wuchskraft, Eschentriebsterben	innerhalb von 10 Jahren
38	031377	<i>Fraxinus excelsior</i>	nachlassende Wuchskraft, Eschentriebsterben	innerhalb von 10 Jahren
40	022292	<i>Fraxinus excelsior</i>	bereits abgängig, Eschentriebsterben	innerhalb von 5 Jahren
41	051867	<i>Fraxinus excelsior</i>	nachlassende Wuchskraft, Eschentriebsterben	innerhalb von 10 Jahren
50	011190	<i>Acer pseudoplatanus</i>	nachlassende Wuchskraft, massive Holzkörperschäden	innerhalb von 5 Jahren
64	033051	<i>Robinia pseudoacacia</i>	gekappte Krone, massive Holzkörperschäden	innerhalb von 5 Jahren
74	033043	<i>Fraxinus excelsior</i>	nachlassende Wuchskraft, Eschentriebsterben	innerhalb von 10 Jahren
79	052629	<i>Prunus padus</i>	nachlassende Wuchskraft	innerhalb von 5 Jahren
82	052626	<i>Fraxinus excelsior</i>	Eschentriebsterben	innerhalb von 20 Jahren
104	-	<i>Acer campestre</i>	nachlassende Wuchskraft, massive Holzkörperschäden	innerhalb von 5 Jahren
105	011267	<i>Acer campestre</i>	nachlassende Wuchskraft	innerhalb von 10 Jahren
111	000000	<i>Acer campestre</i>	nachlassende Wuchskraft	innerhalb von 10 Jahren
116	003920	<i>Acer campestre</i>	nachlassende Wuchskraft	innerhalb von 10 Jahren
127	021194	<i>Acer platanoides</i>	nachlassende Wuchskraft, massive Holzkörperschäden	innerhalb von 5 Jahren
151	003984	<i>Fraxinus excelsior</i>	offenbar Wurzeln bei Rodung beschädigt	innerhalb von 5 Jahren
157	-	<i>Fraxinus excelsior</i>	nachlassende Wuchskraft, Eschentriebsterben	innerhalb von 5 Jahren
167	054262	<i>Thuja orientalis</i>	nicht heimische Baumart	innerhalb von 20 Jahren
173	033037	<i>Acer platanoides</i>	massive Holzkörperschäden	innerhalb von 5 Jahren

Diese Bäume müssen nicht unbedingt vollständig entfernt werden. In einzelnen Fällen sollte geprüft werden, ob der untere Stamm auf eine Höhe von 4 bis 6 m belassen werden kann, um das Angebot an stehendem Totholz für xylobionte Arten zu erhöhen. Gerade der massive Torso eines Pappel-Stammes kann für die Ziele des Artenschutzes in vielfacher Weise wichtige Funktionen erfüllen. Allerdings ist stets darauf zu achten, dass noch eine sachgerechte Kontrolle der Verkehrssicherheit dieser Totholzbiotope möglich ist.

Abb. 39 Standorte nicht entwicklungsfähiger Gehölze



8.3 Beispiele guter Entwicklungsfähigkeit

Demgegenüber enthält der Baumbestand entlang des Herrenbachs auch zahlreiche Gehölze, die besonders gut zum Aufbau eines langfristig stabilen Bestandes geeignet sind. Von den 206 erfassten Gehölzen (inkl. der als Gruppe erfassten Bäume in zweiter Reihe) stuft ich 163 Bäume als langfristig erhaltenswert und entwicklungsfähig ein. Diese Anzahl umfasst noch nicht die zahlreichen kleineren und nachwachsenden Gehölze sowie weitere Bäume, die in größerem Abstand zum Herrenbach selbst im Bereich der Grünanlage stocken.

Rund 80 erfasste Einzelbäume weisen keine schwerwiegenden Schäden auf. Diese sollten gefördert und ihr Kronenaufbau durch Erziehungs- und Aufbauschnitte nachhaltig tragfähig mitgestaltet werden. Die aufgenommenen Gruppen bestehen aus zwei bis etwa 5 Gehölzen, die nicht einzeln erfasst wurden. Auch diese große Anzahl an Bäumen stellt ein großes Potential für die Bestandsentwicklung dar.

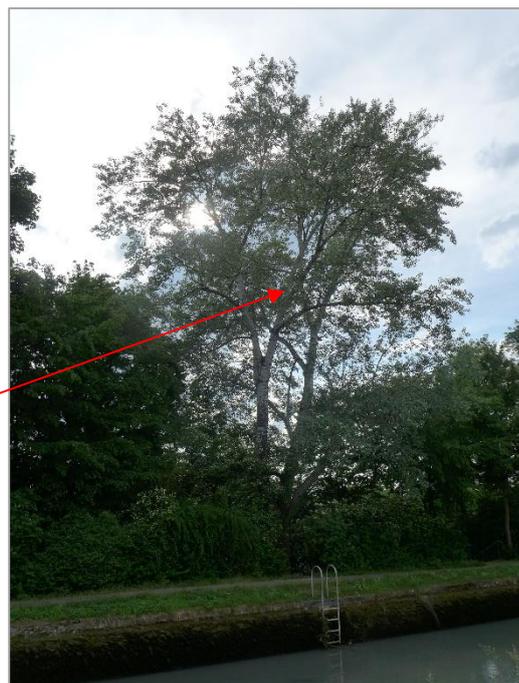
In ähnlicher Weise sind Situationen einzuordnen, in denen zwar einzelne Bäume entfernt werden, der Bestand aber durch die benachbarten oder in zweiter Reihe stockenden Gehölze gesichert ist. Dies gilt beispielsweise für die Bäume Nr. 19 und 21, die als kritisch für den zum Hochwasserschutz erforderlichen Erdkörper identifiziert wurden.

Abb. 40 Berg-Ahorn Nr. 25



Nach der Entfernung seines Nachbarbaumes, einer großen Pappel (Nr. 24), könnte sich dieser kleinere Baum voraussichtlich nachhaltig gut entwickeln.

Abb. 41 Baum 19, Silber-Pappel



Wenn diese Pappel entfernt werden muss, entsteht zwar zunächst eine Lücke im Bestand. Diese kann jedoch durch Unterwuchs und benachbarte Bäume voraussichtlich innerhalb weniger Jahre wieder geschlossen werden. Erforderlichenfalls sind Nachpflanzungen möglich.

8.4 Umbau des Baumbestandes

8.4.1 Geeignete Standorte

In Zukunft sollte der Aufwuchs von Gehölzen in unmittelbarer Nähe zur Betoneinfassung des Kanals durch regelmäßiges Mähen und Freischneiden unterbunden werden. Für Neupflanzungen sollte ein Mindestabstand von wenigstens 4,5 m zur Mauerkante eingehalten werden, falls neben der Stabilität auch die Befahrbarkeit des Dammes langfristig gewährleistet werden soll. Dabei sollten Gehölze 2. und 3. Ordnung bevorzugt werden (vgl. Auflistung geeigneter Arten in Kap. 8.1.2).

Auf der Westseite des Kanals befindet sich am Fuße der Dammanlage unterhalb des derzeitigen Gehölzsaums ein Grünstreifen. Dieser ist als Baumstandort besser geeignet und sollte zur Durchgrünung des Gebietes auch mit Bäumen 1. Ordnung bepflanzt werden.

8.4.2 Zeitlich gestaffelter Austausch von Gehölzen

Folgende zeitliche Staffelung der Maßnahmen wird zusammenfassend aus fachlicher Sicht für die Entwicklung des Baumbestandes am Herrenbach empfohlen.

kurzfristig

Innerhalb von 5 Jahren sollte der Bestand an Arten ausgedünnt werden, die sich an diesem Standort nicht nachhaltig entwickeln können (v.a. Pappeln). Zugleich sollten stärker geschädigte Bäume, darunter auch erkrankte Eschen, nach und nach entnommen werden. Dadurch erhalten Bäume, die gut für den Standort auf dem Damm geeigneten sind und jetzt teilweise noch im Unterstand wachsen, bessere Entwicklungsmöglichkeiten.

mittelfristig

Innerhalb von 10 bis 15 Jahren sollte der Bestandsumbau soweit eingeleitet sein, dass sich entstandene Lücken bereits wieder erkennbar schließen. Durch die gezielte Entnahme von weiteren Bäumen am Ende ihres Lebenszyklus, von stärker geschädigten und krankheitsbedingt abgängigen Einzelbäumen sollte der Bestand weiter verjüngt und sein Zustand hinsichtlich der Verkehrssicherheit verbessert werden. Die Artenvielfalt sollte durch die gezielte Förderung und Nachpflanzung geeigneter Baumarten erhöht werden.

langfristig

In 15 bis 20 Jahren sollte durch regelmäßige Pflege und den sukzessiven Austausch von weniger geeigneten Gehölzen gegen vitale und junge Pflanzen ein Zustand eintreten, in dem die Verkehrssicherheit auf den Wegen entlang des Herrenbachs sowie die Funktionstauglichkeit des Dammes ohne aufwändige Maßnahmen gewährleistet werden kann. Dazu sollten die stärker geschädigten Bäume Schritt für Schritt entnommen und die im Umfeld stockenden Gehölze gefördert werden (hier als Baumgruppen aufgenommen und in etwa verortet).

Der Erfolg dieser Maßnahmen sollte im Rahmen jährlicher Kontrollen überwacht werden.

9 Literaturhinweise

BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU (Hrsg.) (2017): BAW Merkblatt Damminspektion (MDI). BAW-Merkblätter, -Empfehlungen und -Richtlinien. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau.

BLACKWELL, P.G., RENNOLLS, K., COUTTS, M. (1990). A root anchorage model for shallowly rooted Sitka spruce. *Forestry* 63, 73–91.

COUTTS, M. P. (1983). Root architecture and tree stability. *Plant and Soil*, (71), 171–188.

CROOK, M. J., & ENNOS, A. R. (1996). The anchorage mechanics of deep rooted larch, *Larix europaea x Larix japonica*. *Journal of Experimental Botany*, 47(303), 1509–1517.

DETTNER, A. & RUST, S. (2013). Aktuelle Untersuchungsergebnisse zu Zugversuchen. In: DUJESIEFKEN, D. (Hrsg.) Jahrbuch der Baumpflege 2013, Haymarket Media

DETTNER, A. & RUST, S. (2018). Grundlagen und Kriterien zur visuellen Beurteilung der Standicherheit von Bäumen. In: DUJESIEFKEN, D. (Hrsg.) Jahrbuch der Baumpflege. Braunschweig: Haymarket Media GmbH & Co. KG.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN) (2011): DIN 19 712 - Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern. Entwurf Februar 2011

DUPUY, L., FOURCAUD, T., & STOKES, A. (2005). A numerical investigation into the influence of soil type and root architecture on tree anchorage. *Plant and Soil*, 278(1), 119–134. <https://doi.org/10.1007/s11104-005-7577-2>

ENGLAND, A. H., BAKER, C. J., & SAUNDERSON, S. E. (2000). A dynamic analysis of windthrow of trees. *Forestry*, 73(3), 225–237.

FLL FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E.V. (2010): Baumkontrollrichtlinien - Richtlinien für Regelkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, Bonn, 59 S.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E.V. (FLL) (2017): Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege, ZTV-Baumpflege, Bonn.

JAMES, K., HALLAM, C., & SPENCER, C. (2013). Measuring tilt of tree structural root zones under static and wind loading. *Agricultural and Forest Meteorology*, 168, 160–167.

JONSSON, M. J., FOETZKI, A., KALBERER, M., LUNDSTRÖM, T., AMMANN, W., & STÖCKLI, V. (2006). Root-soil rotation stiffness of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) growing on subalpine forested slopes. *Plant and Soil*, 285 (1–2), 267–277.

LUNDSTRÖM, T., JONAS, T., STÖCKLI, V., & AMMANN, W. (2007). Anchorage of mature conifers: resistive turning moment, root-soil plate geometry and root growth orientation. *Tree Physiology*, 27(9), 1217–1227.

MATTHECK, C., BETHGE, K., & WEBER, K. (2014). Die Körpersprache der Bäume: Enzyklopädie des Visual Tree Assessment. Karlsruhe: Inst. für Technologie (KIT). 548 S.

NIELSEN C. C. N. (1991) Zur Verankerungsökologie der Fichte. Ökologische und waldbauliche Einflüsse auf die Verankerungskomponenten und den Verankerungslösungsprozess. Forst und Holz 46, 178–182

O’SULLIVAN, M. F., & RITCHIE, R. M. (1993). Tree Stability in Relation to Cyclic Loading. Forestry: An International Journal of Forest Research, 66(1), 69–82. doi.org/10.1093/forestry/66.1.69

PETERSON, C. J. & CLASSEN, V. (2013). An evaluation of the stability of *Quercus lobata* and *Populus fremontii* on river levees assessed using static winching tests. Forestry, 86(2), 201–209. doi.: 10.1093/forestry/cps080

RAHARDJO, H., HARNAS, F. R., INDRAWAN, I. G. B., LEONG, E. C., TAN, P. Y., FONG, Y. K., & OW, L. F. (2014). Understanding the stability of *Samanea saman* trees through tree pulling, analytical calculations and numerical models. Urban Forestry & Urban Greening, 13, 355–364.

ROLOFF, A. (2001): Baumkronen : Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens. Stuttgart: Ulmer.

STOKES, A. (1999). Strain distribution during anchorage failure of *Pinus pinaster* Ait. at different ages and tree growth response to wind-induced root movement. Plant and Soil, 217, S. 17–27.

STOKES, A. & MATTHECK, C., 1996. Variation of wood strength in tree roots. Journal of Experimental Botany, 47(298), S. 693–699.

VANOMSEN, P. (2006). Der Einfluss der Durchforstung auf die Verankerung der Fichte hinsichtlich ihrer Sturmresistenz (Doctoral thesis). ETH, Zürich.

WEBER, K., & MATTHECK, C. (2005). Die Doppelnatur der Wurzelplatte. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 176(5), S. 77–85.

WESSOLLY, L., & ERB, M. (2014). Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle. Berlin; Hannover: Patzer. 287 S.

YANG, M., DÉFOSSEZ, P., DANJON, F., DUPONT, S., & FOURCAUD, T. (2017). Which root architectural elements contribute the best to anchorage of *Pinus* species? Insights from in silico experiments. Plant and Soil, 411(1–2), 275–291. doi.org/10.1007/s11104-016-2992-0

10 Schlussbemerkungen

Bei der Erstellung des Gutachtens wurde nach rein fachlichen Prinzipien, in Anlehnung an die einschlägige Fachliteratur gearbeitet. Die im Zuge der Untersuchungen gewonnenen Fakten beziehen sich ausschließlich auf den Gutachtensgegenstand und sind nicht ohne weiteres auf ähnliche Sachverhalte übertragbar.

Das Gutachten ist ausschließlich zum Gebrauch des Auftraggebers bestimmt. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass eine Weitergabe an Dritte nur zulässig ist, wenn die vollständige Form des Gutachtens erhalten bleibt. Eine Herausnahme von Unterlagen, Fotos, Karten, Textpassagen, oder eine sonst wie geartete Isolierung und/oder Wiedergabe von Textpassagen, welche die Aussage des Gutachtens verändern könnte, ist nicht zulässig. Für das Gutachten gelten die gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechts.

Die Abbildungen wurden mit einer digitalen Kamera angefertigt. Der Unterzeichner versichert in diesem Zusammenhang, dass an den im Gutachten dargestellten Abbildungen keine Manipulationen durchgeführt wurden. Es wurden lediglich Vergrößerungen, Verkleinerungen oder Aufhellungen vorgenommen.

Gauting, den 22.10.2018



.....

Andreas Detter



Anhang

- Baumdatenliste
- Maßnahmenlisten

ergänzende Dokumente

- Gutachten Dipl.-Ing. A. Ringler, Wasserbau Ringler GmbH, Landsberg a. Lech
- Geotechnischer Bericht Dipl.-Ing. Ch. Matthäus (öbuv.), Geotechnik Augsburg Ingenieurgesellschaft mbH, Augsburg

Tab. A1: Baumdaten

Augsburg, Herrenbach 2018

Baum Nr.	Plakette	Baumart	Höhe [m]	StD 1 [cm]	StD 2 [cm]	StD 3 [cm]	D Mauer (Innenkante) [cm]	Standort- höhe [cm]	StD Stammfuß [cm]	Bemerkung
1	052625	Acer platanoides	17	43			594	-47	52	entwicklungsfähig
2	052624	Acer platanoides	21	50			62	6	495	entwicklungsfähig
4	052623	Acer platanoides	16	47			610		83	entwicklungsfähig
7	022295	Populus x canadensis	23	91			439	9	101	Bestandsentwicklung
8	052622	Populus x canadensis	22	82			468	-19	110	Bestandsentwicklung
9	052621	Populus alba	24	86			440	-16	97	erforderl. Erdkörper
10	052620	Prunus cerasifera	10	40	30		493	-20	55	entwicklungsfähig
11	052619	Fraxinus excelsior	17	59			414	-25	80	entwicklungsfähig
13	051875	Fraxinus excelsior	17	49			420	16	74	entwicklungsfähig
14	051874	Fraxinus excelsior	13	34			408	6	49	Bestandsentwicklung
15	052615	Fraxinus excelsior	24	55			579	-82	615	entwicklungsfähig
16	022283	Fraxinus excelsior	22	77			83	3	432	entwicklungsfähig
17	022294	Fraxinus excelsior	14	43			450	-10	47	entwicklungsfähig
18	051873	Fraxinus excelsior	16	68			440	-4	87	entwicklungsfähig
19	022284	Populus alba	22	95			471	-43	105	erforderl. Erdkörper
20	052614	Acer platanoides	17	62			450	-17	79	entwicklungsfähig
21	051872	Populus alba	22	93			416	-7	105	erforderl. Erdkörper
23	052613	Fraxinus excelsior	14	38	36		553	-58	77	entwicklungsfähig
24	019197	Populus x canadensis	25	123			423	-37	135	erforderl. Erdkörper
25	031471	Acer pseudoplatanus	17	61			450	2	73	entwicklungsfähig
26	011238	Fraxinus excelsior	18	65			455	-40	87	entwicklungsfähig
27	022285	Populus x canadensis	24	124			452	-17	110	erforderl. Erdkörper
28	022286	Fraxinus excelsior	21	45	43		474	-3	73	entwicklungsfähig
29	022287	Fraxinus excelsior	19	56			588	-48	65	entwicklungsfähig
30	052612	Fraxinus excelsior	21	60			495	-18	82	entwicklungsfähig
31	054085	Acer campestre	13	56			562	-70	67	Bestandsentwicklung
32	052611	Fraxinus excelsior	28	76	40	36	454	0	109	entwicklungsfähig
33	022293	Acer platanoides	19	73			462	-21	93	entwicklungsfähig
34	011219	Fraxinus excelsior	23	55			454	4	78	entwicklungsfähig
35	052609	Acer pseudoplatanus	21	42			439	18	47	Bestandsentwicklung
36	011217	Fraxinus excelsior	21	46			479	6	68	Bestandsentwicklung
38	031377	Fraxinus excelsior	20	53			593	-34	61	Bestandsentwicklung
39	052608	Fraxinus excelsior	20	43			538	-21	66	entwicklungsfähig

Tab. A1: Baumdaten

Augsburg, Herrenbach 2018

Baum Nr.	Plakette	Baumart	Höhe [m]	StD 1 [cm]	StD 2 [cm]	StD 3 [cm]	D Mauer (Innenkante) [cm]	Standort- höhe [cm]	StD Stammfuß [cm]	Bemerkung
40	022292	Fraxinus excelsior	18	44			565	-39	52	Bestandsentwicklung
41	051867	Fraxinus excelsior	17	31	31	24	460	24	63	Bestandsentwicklung
42	022291	Acer pseudoplatanus	22	70			480	5	77	entwicklungsfähig
43	052607	Fraxinus excelsior	20	43	34		481	33	76	entwicklungsfähig
44	051866	Fraxinus excelsior	22	49	39		541	-10	63	entwicklungsfähig
45	011199	Acer pseudoplatanus	18	51	36		520	-9	85	entwicklungsfähig
48	022290	Acer pseudoplatanus	21	66			479	13	74	entwicklungsfähig
49	054071	Acer platanoides	20	44			581	-42	57	entwicklungsfähig
50	011190	Acer pseudoplatanus	23	72	42		468	11	118	Bestandsentwicklung
52	021192	Fraxinus excelsior	22	96	72		0	80	0	1 m Streifen
53	054253	Acer pseudoplatanus	19	48			15	25	57	1 m Streifen
54	025178	Malus sp.	10	43	32		65	29	52	1 m Streifen
55	054254	Acer campestre	15	45			93	40	71	1 m Streifen
56	054235	Prunus cerasifera	8	25			150	43	45	entwicklungsfähig
57	052602	Salix alba	17	66			68	50	93	1 m Streifen
58	011296	Betula pendula	20	49			73	64	73	1 m Streifen
59	054256	Fraxinus excelsior	21	43			5	29	55	1 m Streifen
60	054257	Fraxinus excelsior	20	35			20	47	45	1 m Streifen
63	011292	Betula pendula	20	42			120	47	62	1 m Streifen
64	033051	Robinia pseudoacacia	16	76			135	39	78	Bestandsentwicklung
71	033046	Fraxinus excelsior	24	60			390	33	69	entwicklungsfähig
72	033045	Prunus avium	15	91			367	31	101	erforderl. Erdkörper
74	033043	Fraxinus excelsior	18	39			275	69	55	Bestandsentwicklung
75	011281	Acer platanoides	18	44			307	63	66	entwicklungsfähig
76	052632	Acer pseudoplatanus	22	50			240	19	70	erforderl. Erdkörper
77	052631	Acer platanoides	18	37			296	25	57	entwicklungsfähig
78	052630	Acer platanoides	11	34			354	-7	47	entwicklungsfähig
79	052629	Prunus padus	10	35	35		401	12	112	Bestandsentwicklung
80	052628	Acer pseudoplatanus	17	35	31		363	38	49	entwicklungsfähig
81	052627	Fraxinus excelsior	24	39			315	59	65	entwicklungsfähig
82	052626	Fraxinus excelsior	23	43			323	53	66	Bestandsentwicklung
85	051861	Populus nigra `Italica`	25	101			82	32	155	1 m Streifen
86	051862	Populus nigra `Italica`	24	97			116	48	129	1 m Streifen

Tab. A1: Baumdaten

Augsburg, Herrenbach 2018

Baum Nr.	Plakette	Baumart	Höhe [m]	StD 1 [cm]	StD 2 [cm]	StD 3 [cm]	D Mauer (Innenkante) [cm]	Standort- höhe [cm]	StD Stammfuß [cm]	Bemerkung
95	021189	Populus nigra `Italica`	22	90			105	53	123	1 m Streifen
96	021187	Populus nigra `Italica`	19	93			75	64	125	1 m Streifen
101	054284	Acer pseudoplatanus	19	45			680		64	entwicklungsfähig
102	054282	Acer campestre	17	44			604		51	entwicklungsfähig
103	054265	Acer pseudoplatanus	20	59			612		67	entwicklungsfähig
104	000000	Acer campestre	14	36	33		630		55	Bestandsentwicklung
105	011267	Acer campestre	19	41			625		48	Bestandsentwicklung
106	000000	Acer campestre	10	27	18	15	589		34	entwicklungsfähig
107	000000	Prunus cerasifera	10	43			555		52	entwicklungsfähig
108	000000	Acer platanoides	12	25			635		30	entwicklungsfähig
109	000000	Acer campestre	13	43			588		45	entwicklungsfähig
110	000000	Acer campestre	10	42			500		47	entwicklungsfähig
111	000000	Acer campestre	9	30			592		33	Bestandsentwicklung
112	052622	Acer pseudoplatanus (1) Acer platanoides (4) Acer campestre (5)								Gruppe
113	011256	Acer campestre	15	35	33	22	448		64	entwicklungsfähig
114	052620	Acer campestre	9	31	28		502		54	entwicklungsfähig
115	052618	Acer campestre	15	53	22	20	440		65	entwicklungsfähig
116	003920	Acer campestre	15	42	47		425		77	Bestandsentwicklung
117	052616	Acer campestre	11	45			478		55	entwicklungsfähig
118	011246	Acer campestre	10	38			545		57	entwicklungsfähig
119	011247	Carpinus betulus (1) Acer platanoides (1) Acer campestre (6) Tilia cordata (3)								Gruppe
120	054283	Acer campestre	13	37	23		444		48	entwicklungsfähig
121	000000	Acer campestre	9	21			465		26	entwicklungsfähig
122	051871	Populus alba	20	74			442	-9	85	entwicklungsfähig
122	000000	Carpinus betulus	9	26			565		37	entwicklungsfähig
123	054281	Acer platanoides	13	35			453		40	entwicklungsfähig
124	000000	Fraxinus excelsior (3) Carpinus betulus (2) Acer campestre (4) Prunus cerasifera (1)								Gruppe
125	054086	Acer campestre	10	37	35		462		52	entwicklungsfähig

Tab. A1: Baumdaten

Augsburg, Herrenbach 2018

Baum Nr.	Plakette	Baumart	Höhe [m]	StD 1 [cm]	StD 2 [cm]	StD 3 [cm]	D Mauer (Innenkante) [cm]	Standort- höhe [cm]	StD Stammfuß [cm]	Bemerkung
126	051870	Acer campestre	16	40	36		475		57	entwicklungsfähig
127	021194	Acer platanoides	18	45			477		52	Bestandsentwicklung
128	054280	Acer campestre	8	27			477	0	37	entwicklungsfähig
129	000000	Acer platanoides (3)	10							Gruppe
130	051869	Acer pseudoplatanus	16	55			449	0	79	entwicklungsfähig
131	052610	Acer campestre	15	47			448	-10	67	entwicklungsfähig
132	054082	Acer campestre	12	40			506	-20	54	entwicklungsfähig
133	054081	Acer campestre	12	20	23	15	439	-20	74	entwicklungsfähig
134	054080	Acer pseudoplatanus	16	37			507	-30	47	entwicklungsfähig
135	000000	Salix alba (1) Acer campestre (2)	15							Gruppe
136	054079	Acer campestre	10	37			505	-20	46	entwicklungsfähig
137	054078	Acer campestre	8	31			487	10	40	entwicklungsfähig
138	054077	Acer campestre	16	25	23		507	5	38	entwicklungsfähig
139	011207	Acer campestre	7	23	17	26	560	-10	47	entwicklungsfähig
140	011196	Acer campestre	15	37			478	25	42	entwicklungsfähig
141	011195	Acer campestre	11	39	25	33	530	20	62	entwicklungsfähig
142	000000	Acer campestre (2)	18							Gruppe
143	054075	Acer campestre	19	33	51		517	-15	72	entwicklungsfähig
144	054074	Acer campestre	14	42			516	-10	52	entwicklungsfähig
145	000000	Acer platanoides (1) Prunus cerasifera (1)	12							Gruppe
146	000000	Sambucus nigra (1) Prunus cerasifera (3) Acer campestre (1)	6							Gruppe
147	054072	Acer platanoides	12	41			668	65	48	entwicklungsfähig
148	053575	Acer platanoides (4)	17							Gruppe
149	054364	Fraxinus excelsior (1) Prunus cerasifera (2) Acer pseudoplatanus (3) Acer platanoides (3)	16							Gruppe
150	000000	Acer platanoides (3)	15							Gruppe
151	003984	Fraxinus excelsior	18	70	54		571	75	102	Bestandsentwicklung
152	000000	Acer campestre (1) Acer pseudoplatanus (1) Carpinus betulus (1)								Gruppe
153	053579	Acer platanoides	16	44						entwicklungsfähig
154	000000	Acer campestre	12	53						entwicklungsfähig

Tab. A1: Baumdaten

Augsburg, Herrenbach 2018

Baum Nr.	Plakette	Baumart	Höhe [m]	StD 1 [cm]	StD 2 [cm]	StD 3 [cm]	D Mauer (Innenkante) [cm]	Standort- höhe [cm]	StD Stammfuß [cm]	Bemerkung
155	000000	Fraxinus excelsior	14	41						entwicklungsfähig
156	000000	Fraxinus excelsior (2)	15							Gruppe
157	000000	Fraxinus excelsior	21	62	47					Bestandsentwicklung
158	000000	Acer campestre	15	65						entwicklungsfähig
159	053578	Fraxinus excelsior	20	42						entwicklungsfähig
160	053577	Fraxinus excelsior	14	36						entwicklungsfähig
161	021191	Acer platanoides	11	21	23	25				entwicklungsfähig
162	000000	Acer platanoides (6) Fraxinus excelsior (2)	9							Gruppe
163	000000	Acer platanoides (2)								Gruppe
164	011599	Tilia x vulgaris	12	42			175	20	61	entwicklungsfähig
165	011600	Acer platanoides (6)	7							Gruppe
166	011297	Acer platanoides (6) Salix alba (1) Prunus padus (2) Prunus avium (2)	8							Gruppe
167	054262	Thuja orientalis	9	30			131	35	43	Bestandsentwicklung
168	000000	Fraxinus excelsior (1) Corylus avellana (1)	6							Gruppe
169	033035	Acer platanoides	23	71						entwicklungsfähig
170	019136	Prunus avium	18	35	35					entwicklungsfähig
171	000000	Acer platanoides (9) Prunus sp. (1)	6							Gruppe
172	033036	Fraxinus excelsior	25	61						entwicklungsfähig
173	033037	Acer platanoides	32	65	56					Bestandsentwicklung
174	000000	Acer platanoides (3)	12							Gruppe
175	000000	Acer pseudoplatanus (1) Prunus sp. (2)	24							Gruppe
176	000000	Acer platanoides (3) Acer pseudoplatanus (2)	9							Gruppe
177	000000	Acer platanoides (5) Acer pseudoplatanus (2) Acer campestre (4) Prunus sp. (2)	12							Gruppe
178	000000	Fraxinus excelsior (2) Acer platanoides (2)								Gruppe
179	011055	Prunus cerasifera (2)	8							Gruppe

Baumnr.	Arbo Tag	Baumart	Maßnahmen	Stufe Dringlichkeit	Bemerkung
4	052623	<i>Acer platanoides</i>	gebrochene und hängende Äste entfernen	4	mit Stangensäge über Weg
7	022295	<i>Populus x canadensis</i>	Einkürzen von Kronenteilen	4	toten Starkast nach Süden entfernen
			Totholzentfernung	5	
8	052622	<i>Populus x canadensis</i>	Totholzentfernung	4	
11	052619	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	4	inkl. 2 Starkäste über Weg
			Einkürzen von Kronenteilen	4	toten Starkast nach Süden
			baumfremden Bewuchs entfernen	4	vom Stammfuß
13	051875	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	4	
14	051874	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	4	
15	052615	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	3	
16	022283	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	4	
18	051873	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	4	
20	052614	<i>Acer platanoides</i>	Totholzentfernung	4	
26	011238	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	4	
29	022287	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	4	
30	052612	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	4	
32	052611	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	3	
33	022293	<i>Acer platanoides</i>	Totholzentfernung	3	
34	011219	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	3	
35	052609	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Totholzentfernung	4	
39	052608	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	3	
45	011199	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Totholzentfernung	3	
48	022290	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Totholzentfernung	3	
			gebrochene und hängende Äste entfernen	5	
49	054071	<i>Acer platanoides</i>	Totholzentfernung	3	
50	011190	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Kronenpflege	4	absterbende Kronenteile einkürzen, Totholz entnehmen
79	052629	<i>Prunus padus</i>	Teilfällung	3	
82	052626	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	4	
103	054265	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Totholzentfernung	3	
105	011267	<i>Acer campestre</i>	Totholzentfernung	4	
111	000000	<i>Acer campestre</i>	baumfremden Bewuchs entfernen	4	
116	003920	<i>Acer campestre</i>	Totholzentfernung	4	
117	052616	<i>Acer campestre</i>	baumfremden Bewuchs entfernen	3	
122	051871	<i>Populus alba</i>	Totholzentfernung	4	
126	051870	<i>Acer campestre</i>	evtl. austae	3	

Baumnr.	Arbo Tag	Baumart	Maßnahmen	Stufe Dringlichkeit	Bemerkung
127	21194	<i>Acer platanoides</i>	Totholzentfernung	4	
			Einkürzen von Kronenteilen	4	toten Starkast entnehmen
136	054079	<i>Acer campestre</i>	gebrochene und hängende Äste entfernen	3	
141	011195	<i>Acer campestre</i>	Totholzentfernung	3	
			gebrochene und hängende Äste entfernen	3	
143	054075	<i>Acer campestre</i>	Totholzentfernung	3	
159	053578	<i>Fraxinus excelsior</i>	Totholzentfernung	3	
173	033037	<i>Acer platanoides</i>	Überprüfen der Kronensicherung durch Baumbesteigung	3	eventuell austauschen, falls der Baum erhalten werden soll

Maßnahmen an kritischen Bäumen, die aus Gründen der Verkehrssicherheit ohnehin erforderlich wären

Baumnr.	Arbo Tag	Baumart	Maßnahmen	Stufe Dringlichkeit	Bemerkung
9	52621	<i>Populus alba</i>	Totholzentfernung	4	
			Kroneneinkürzung	4	Einkürzung um 10% der Baumhöhe; entspricht ca. 2,5m
19	022284	<i>Populus alba</i>	Einkürzen von Kronenteilen	4	Einkürzung des geschädigten Stämmings mit Spechtloch
			Einbau einer dynamischen Kronensicherung mit 2 t Bruchlast	4	Dreiecksverbund zur Sicherung des südlichen Stämmings
27	022285	<i>Populus x canadensis</i>	Kroneneinkürzung	3	um 2 m
			Totholzentfernung	4	
54	25178	<i>Malus spec.</i>	Kroneneinkürzung	3	absterbende Kronenteile entfernen
77	052631	<i>Acer platanoides</i>	gebrochene und hängende Äste entfernen	4	
85	051861	<i>Populus nigra `Italica`</i>	Totholzentfernung	3	
95	21189	<i>Populus nigra `Italica`</i>	Totholzentfernung	4	Starkast
96	021187	<i>Populus nigra `Italica`</i>	Totholzentfernung	4	5 Starkäste

Stufen der Dringlichkeit

- 5 umgehend
- 4 innerhalb von 6 Monaten
- 3 innerhalb von 12 Monaten
- 2 Pflegemaßnahmen ohne zeitliche Vorgabe

Baumnr.	Arbo Tag	Baumart	Höhe	StD 1	StD 2	StD 3	Maßnahmen	Stufe Dringlichkeit	Bemerkung
7	022295	<i>Populus x canadensis</i>	23	91			Totholzentfernung	5	
48	022290	<i>Acer pseudoplatanus</i>	21	66			gebrochene und hängende Äste entfernen	5	
4	052623	<i>Acer platanoides</i>	16	47			gebrochene und hängende Äste entfernen	4	mit Stangensäge über Weg
7	022295	<i>Populus x canadensis</i>	23	91			Einkürzen von Kronenteilen	4	toten Starkast nach Süden entfernen
8	052622	<i>Populus x canadensis</i>	22	82			Totholzentfernung	4	
11	052619	<i>Fraxinus excelsior</i>	17	59			Totholzentfernung	4	inkl. 2 Starkäste über Weg
							Einkürzen von Kronenteilen	4	toten Starkast nach Süden
							baumfremden Bewuchs entfernen	4	vom Stammfuß
13	051875	<i>Fraxinus excelsior</i>	17	49			Totholzentfernung	4	
14	051874	<i>Fraxinus excelsior</i>	13	34			Totholzentfernung	4	
16	022283	<i>Fraxinus excelsior</i>	22	77			Totholzentfernung	4	
18	051873	<i>Fraxinus excelsior</i>	16	68			Totholzentfernung	4	
20	052614	<i>Acer platanoides</i>	17	62			Totholzentfernung	4	
26	011238	<i>Fraxinus excelsior</i>	18	65			Totholzentfernung	4	
29	022287	<i>Fraxinus excelsior</i>	19	56			Totholzentfernung	4	
30	052612	<i>Fraxinus excelsior</i>	21	60			Totholzentfernung	4	
35	052609	<i>Acer pseudoplatanus</i>	21	42			Totholzentfernung	4	
50	011190	<i>Acer pseudoplatanus</i>	23	72	42		Kronenpflege	4	absterbende Kronenteile einkürzen, Totholz entnehmen
82	052626	<i>Fraxinus excelsior</i>	23	43			Totholzentfernung	4	
105	011267	<i>Acer campestre</i>	19	41			Totholzentfernung	4	
111	000000	<i>Acer campestre</i>	9	30			baumfremden Bewuchs entfernen	4	
116	003920	<i>Acer campestre</i>	15	42	47		Totholzentfernung	4	
122	051871	<i>Populus alba</i>	20	74			Totholzentfernung	4	
127	21194	<i>Acer platanoides</i>	18	45			Totholzentfernung	4	
							Einkürzen von Kronenteilen	4	toten Starkast entnehmen
15	052615	<i>Fraxinus excelsior</i>	24	55			Totholzentfernung	3	
32	052611	<i>Fraxinus excelsior</i>	28	76	40	36	Totholzentfernung	3	
33	022293	<i>Acer platanoides</i>	19	73			Totholzentfernung	3	
34	011219	<i>Fraxinus excelsior</i>	23	55			Totholzentfernung	3	
39	052608	<i>Fraxinus excelsior</i>	20	43			Totholzentfernung	3	
45	011199	<i>Acer pseudoplatanus</i>	18	51	36		Totholzentfernung	3	
48	022290	<i>Acer pseudoplatanus</i>	21	66			Totholzentfernung	3	
49	054071	<i>Acer platanoides</i>	20	44			Totholzentfernung	3	
79	052629	<i>Prunus padus</i>	10	35	35		Teilfällung	3	
103	054265	<i>Acer pseudoplatanus</i>	20	59			Totholzentfernung	3	
117	052616	<i>Acer campestre</i>	11	45			baumfremden Bewuchs entfernen	3	
126	051870	<i>Acer campestre</i>	16	40	36		evtl. austae	3	
136	054079	<i>Acer campestre</i>	10	37			gebrochene und hängende Äste entfernen	3	
141	011195	<i>Acer campestre</i>	11	39	25	33	Totholzentfernung	3	
							gebrochene und hängende Äste entfernen	3	

Baumnr.	Arbo Tag	Baumart	Höhe	StD 1	StD 2	StD 3	Maßnahmen	Stufe Dringlichkeit	Bemerkung
143	054075	<i>Acer campestre</i>	19	33	51		Totholzentfernung	3	
159	053578	<i>Fraxinus excelsior</i>	20	42			Totholzentfernung	3	
173	033037	<i>Acer platanoides</i>	32	65	56		Überprüfen der Kronensicherung durch Baumbesteigung	3	eventuell austauschen, falls der Baum erhalten werden soll

Maßnahmen an kritischen Bäumen, die aus Gründen der Verkehrssicherheit ohnehin erforderlich wären

Baumnr.	Arbo Tag	Baumart	Höhe	StD 1	StD 2	StD 3	Maßnahmen	Stufe Dringlichkeit	Bemerkung
9	52621	<i>Populus alba</i>	24	86			Totholzentfernung	4	
							Kroneneinkürzung	4	Einkürzung um 10% der Baumhöhe; entspricht ca. 2,5m
19	022284	<i>Populus alba</i>	22	95			Einkürzen von Kronenteilen	4	Einkürzung des geschädigten Stämmelings mit Spechtloch
							Einbau einer dynamischen Kronensicherung mit 2 t Bruchlast	4	Dreiecksverbund zur Sicherung des südlichen Stämmelings
27	022285	<i>Populus x canadensis</i>	24	124			Totholzentfernung	4	
77	052631	<i>Acer platanoides</i>	18	37			gebrochene und hängende Äste entfernen	4	
95	21189	<i>Populus nigra 'Italica'</i>	22	90			Totholzentfernung	4	Starkast
96	021187	<i>Populus nigra 'Italica'</i>	19	93			Totholzentfernung	4	5 Starkäste
27	022285	<i>Populus x canadensis</i>	24	124			Kroneneinkürzung	3	um 2 m
54	25178	<i>Malus spec.</i>	10	43			Kroneneinkürzung	3	absterbende Kronenteile entfernen
85	051861	<i>Populus nigra 'Italica'</i>	25	101			Totholzentfernung	3	

Stufen der Dringlichkeit

- 5 umgehend
- 4 innerhalb von 6 Monaten
- 3 innerhalb von 12 Monaten
- 2 Pflegemaßnahmen ohne zeitliche Vorgabe

Baumnr.	Arbo Tag	Baumart	Höhe	StD 1	StD 2	StD 3	Maßnahmen	Stufe Dringlichkeit	Bemerkung
7	022295	<i>Populus x canadensis</i>	23	91			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
8	052622	<i>Populus x canadensis</i>	22	82			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
14	051874	<i>Fraxinus excelsior</i>	13	34			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
31	054085	<i>Acer campestre</i>	13	56			Baum fällen	3	zur Bestandsentwicklung
35	052609	<i>Acer pseudoplatanus</i>	21	42			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
36	011217	<i>Fraxinus excelsior</i>	21	46			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
38	031377	<i>Fraxinus excelsior</i>	20	53			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
40	022292	<i>Fraxinus excelsior</i>	18	44			Baum fällen	3	zur Bestandsentwicklung
41	051867	<i>Fraxinus excelsior</i>	17	31	31	24	Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
50	011190	<i>Acer pseudoplatanus</i>	23	72	42		Baum fällen	2	bei zunehmenden Schäden in der Krone
64	033051	<i>Robinia pseudoacacia</i>	16	76			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
74	033043	<i>Fraxinus excelsior</i>	18	39			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
79	052629	<i>Prunus padus</i>	10	35	35		Baum fällen, jedoch Torso belassen.	3	zur Bestandsentwicklung
82	052626	<i>Fraxinus excelsior</i>	23	43			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
104	000000	<i>Acer campestre</i>	14	36	33		Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
105	011267	<i>Acer campestre</i>	19	41			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
111	000000	<i>Acer campestre</i>	9	30			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
116	003920	<i>Acer campestre</i>	15	42	47		Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
127	021194	<i>Acer platanoides</i>	18	45			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
151	003984	<i>Fraxinus excelsior</i>	18	70	54		Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung ohnehin sinnvoll
157	000000	<i>Fraxinus excelsior</i>	21	62	47		Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
167	054262	<i>Thuja orientalis</i>	9	30			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
173	033037	<i>Acer platanoides</i>	32	65	56		Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung

Stufen der Dringlichkeit

- 5 umgehend
- 4 innerhalb von 6 Monaten
- 3 innerhalb von 12 Monaten
- 2 Pflegemaßnahmen ohne zeitliche Vorgabe

Fällungen von kritischen Bäumen, die aus Gründen der Verkehrssicherheit ohnehin erforderlich wären

Baumnr.	Arbo Tag	Baumart	Höhe	StD 1	StD 2	StD 3	Maßnahmen	Stufe Dringlichkeit	Bemerkung
52	021192	<i>Fraxinus excelsior</i>	22	96	72		Baum fällen, jedoch Torso belassen.	4	Habitatbaum
95	021189	<i>Populus nigra`Italica`</i>	22	90			Baum fällen	4	zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit
96	021187	<i>Populus nigra`Italica`</i>	19	93			Baum fällen	4	Fällung aus Gründen der Verkehrssicherheit angezeigt

Stufen der Dringlichkeit

- 5 umgehend
- 4 innerhalb von 6 Monaten
- 3 innerhalb von 12 Monaten
- 2 Pflegemaßnahmen ohne zeitliche Vorgabe

Baumnr.	Arbo Tag	Baumart	Höhe	StD 1	StD 2	StD 3	Maßnahmen	Stufe Dringlichkeit	Bemerkung
31	054085	<i>Acer campestre</i>	13	56			Baum fällen	3	zur Bestandsentwicklung
40	022292	<i>Fraxinus excelsior</i>	18	44			Baum fällen	3	zur Bestandsentwicklung
79	052629	<i>Prunus padus</i>	10	35	35		Baum fällen, jedoch Torso belassen.	3	zur Bestandsentwicklung
7	022295	<i>Populus x canadensis</i>	23	91			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
8	052622	<i>Populus x canadensis</i>	22	82			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
14	051874	<i>Fraxinus excelsior</i>	13	34			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
35	052609	<i>Acer pseudoplatanus</i>	21	42			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
36	011217	<i>Fraxinus excelsior</i>	21	46			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
38	031377	<i>Fraxinus excelsior</i>	20	53			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
41	051867	<i>Fraxinus excelsior</i>	17	31	31	24	Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
50	011190	<i>Acer pseudoplatanus</i>	23	72	42		Baum fällen	2	bei zunehmenden Schäden in der Krone
64	033051	<i>Robinia pseudoacacia</i>	16	76			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
74	033043	<i>Fraxinus excelsior</i>	18	39			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
82	052626	<i>Fraxinus excelsior</i>	23	43			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
104	000000	<i>Acer campestre</i>	14	36	33		Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
105	011267	<i>Acer campestre</i>	19	41			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
111	000000	<i>Acer campestre</i>	9	30			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
116	003920	<i>Acer campestre</i>	15	42	47		Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
127	021194	<i>Acer platanoides</i>	18	45			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
151	003984	<i>Fraxinus excelsior</i>	18	70	54		Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung ohnehin sinnvoll
157	000000	<i>Fraxinus excelsior</i>	21	62	47		Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
167	054262	<i>Thuja orientalis</i>	9	30			Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung
173	033037	<i>Acer platanoides</i>	32	65	56		Baum fällen	2	zur Bestandsentwicklung

Stufen der Dringlichkeit

- 5 umgehend
- 4 innerhalb von 6 Monaten
- 3 innerhalb von 12 Monaten
- 2 Pflegemaßnahmen ohne zeitliche Vorgabe

Fällungen von kritischen Bäumen, die aus Gründen der Verkehrssicherheit ohnehin erforderlich wären

Baumnr.	Arbo Tag	Baumart	Höhe	StD 1	StD 2	StD 3	Maßnahmen	Stufe Dringlichkeit	Bemerkung
52	021192	<i>Fraxinus excelsior</i>	22	96	72		Baum fällen, jedoch Torso belassen.	4	Habitatbaum
95	021189	<i>Populus nigra`Italica`</i>	22	90			Baum fällen	4	zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit
96	021187	<i>Populus nigra`Italica`</i>	19	93			Baum fällen	4	Fällung aus Gründen der Verkehrssicherheit angezeigt

Stufen der Dringlichkeit

- 5 umgehend
- 4 innerhalb von 6 Monaten
- 3 innerhalb von 12 Monaten
- 2 Pflegemaßnahmen ohne zeitliche Vorgabe