

Landesbetrieb Gewässer am RP Karlsruhe
Referat 53.1
Markgrafenstraße 46

76133 Karlsruhe

Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik

Leiter: Univ. Prof. Dr.-Ing. habil.
Theodoros Triantafyllidis

Engler-Bunte-Ring 14, Geb. 40.22
76131 Karlsruhe

Telefon: 0721-608-42222

Fax: 0721-608-43274

E-Mail: Andreas.Bieberstein@kit.edu

Web: <http://www.ibf.kit.edu/>

Bearbeiter: Dr.-Ing. Andreas Bieberstein

Datum: 21.01.2019



Rheinhochwasserdamm XXXIX in Mannheim: Entwurfsplanung (EPL); Fachgutachterliche Stellungnahme zu Möglichkeiten des Erhalts von Baumbewuchs; unser Projekt-Nr. 18-107

1. Problemstellung

Der Landesbetrieb Gewässer am Regierungspräsidium Karlsruhe strebt die umfassende Ertüchtigung des sog. Hochwasserdammes XXXIX in Mannheim an. Hierzu liegt aktuell eine Entwurfsplanung (EPL) vor, der die Anforderungen der hier insbesondere relevanten technischen Regelwerke (i. W. DIN 19.712:2013-01 und DWA-Merkblatt 507-1 (2011)) zu Grunde liegen.

Diese Planung sieht den weitgehenden Neubau der Hochwasserschutzanlage vor, wobei deren Trasse - von zwei kürzeren Abschnitten abgesehen - beibehalten werden soll. Da die Altanlage überwiegend und oft vollständig mit Baumbewuchs bewachsen ist, sieht die Planung vor, diesen Bewuchs in weiten Bereichen gemäß den Anforderungen der Regelwerke zurückzunehmen. Betroffen von derlei Maßnahmen sind neben dem Deichkörper selbst auch weitere deichparallele Bereiche im Deichvor- bzw. -hinterland (sog. Deichschutzstreifen bzw. baumfreie Zonen).

Da sich u. a. in der Bevölkerung vergleichsweise massiver Widerstand entwickelt hat und von dort die Forderung nach einem weitgehenden Erhalt des Baumbewuchses erhoben wird, hat sich der Landesbetrieb Gewässer als Träger der Bau- und Unterhaltungslast entschlossen, den vorliegenden Planungsentwurf seitens des Instituts für Bodenmechanik und Felsmechanik (IBF) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) unabhängig überprüfen zu lassen. Ziel der fachgutachterlichen Stellungnahme ist zu überprüfen, ob bzw. in wie weit alternative Planungen (z. B. Deichquerschnitte, Sonderbauweisen) im vorliegenden Fall möglich sind, die ggf. einen weitergehenden Erhalt von Baumbewuchs erlauben würden. Nach Möglichkeit sollen Randbedingungen aufgezeigt bzw. Spielräume

dargelegt werden, unter denen regelwerkskonform Bäume auf den Deichen erhalten werden können. Die gewählte Deichtrasse soll hierbei beibehalten bleiben.

Zu dieser Anforderung an die Aufgabenstellung muss zunächst einführend und einschränkend erwähnt werden, dass der Begriff „regelkonforme Bäume“ weder in den Normen noch in der einschlägigen Literatur Verwendung findet.

Wesentliche Aspekte zur allgemein bekannten Konkurrenz zwischen den ökologischen Belangen und den langzeitlichen Sicherheitsanforderungen können DVWK-Merkblatt 226, dort insbesondere Abschnitt 4.2.5, entnommen werden. Als wesentlicher Grund eines etwa vorhandenen Baumbestandes an und auf Deichen wird die über viele Jahre andauernde mangelhafte Unterhaltung der Schutzbauwerke genannt. Dies kann jedoch keinesfalls als etwa stichhaltiges Argument eines etwa vorhandenen Erhaltungs-Schutzes in Frage kommen, wenn dem die Sicherheit der Schutzanlage entgegengestellt wird.

2. Zur Verfügung gestellte Unterlagen

Folgende Unterlagen wurden digital bzw. teilweise als Hardcopy übergeben und standen zur Verfügung:

Von der Arbeitsgemeinschaft A25.2 (icon - Pecher - Gewecke), Mainz (im Folgenden mit Arge bezeichnet):

- **Unterlagen der Entwurfsplanung (Anlage 1):
Erläuterungsbericht Vorplanung**, vom 19.03.2018 mit:
 - Plan 0: Übersichtslageplan
 - Pläne 1, 1.1 bis 1.8: Lagepläne mit Abschnitten 1 bis 6
 - Pläne 2:
 - Pläne 2.1.1 bis 2.1.4: Varianten im Abschnitt 1
 - Pläne 2.2.1 bis 2.2.3: Varianten im Abschnitt 2, Bereich Sportanlagen
 - Pläne 2.3.1 bis 2.3.5: Varianten im Abschnitt 2, Bereich Schützenhaus-Estragon
 - Pläne 2.4.1 bis 2.4.2: Varianten im Abschnitt 2, Bereich Kanuverein
 - Pläne 2.5.1 bis 2.5.3: Varianten im Abschnitt 3, Dammbegradigung
 - Pläne 2.6.1 bis 2.6.4: Varianten im Abschnitt 4, Bereich Schlauchgraben
 - Pläne 2.7.1 bis 2.7.4: Varianten im Abschnitt 5, Bereich Wohnbebauung

Von der Ingenieurgesellschaft Kärcher (IGK), Weingarten (im Folgenden mit IGK bezeichnet):

- **Geotechnisches Gutachten Ausbau RHWD XXXIX Mannheim Kraftwerk GKN bis Speyerer Straße (Vorabzug)**, vom 30.05.2018 mit:
 - Anlagen 1.1 bis 1.3: Lagepläne
 - Anlagen 2.1 bis 2.4: Bohrungen und Profildarstellung, M 1 : 100
 - Anlagen 3.1 bis 3.5: Bodenmechanische Laborversuche
 - Anlage 4: Umweltchemische Untersuchungen
 - Anlagen 5.1 bis 5.5: Geotechnische Berechnungen

Anzumerken ist, dass die Deichstrecke am 24.09.2018 im Rahmen einer Ortsbesichtigung begangen wurde.

3. Kurzbeschreibung der Gesamtsituation

Der sog. Hochwasserdamm XXXIX erstreckt sich über eine Länge von insgesamt 3.938 m vom Großkraftwerk Mannheim (GKM) in zunächst westlicher, dann in etwa nördlicher Richtung über die Stadtteile Neckarau, Niederfeld und Lindenhof bis zur dortigen Speyerer Straße. Während die ersten 3.650 m in der Zuständigkeit des RP Karlsruhe liegen (Abschnitte 1 bis 5), ist die Stadt Mannheim Träger der Bau- und Unterhaltungslast im ca. 290 m langen 6. Abschnitt, an dessen Ende der Deich an ein Hochufer anschließt.

Ziele der Sanierungsmaßnahme sind in erster Linie die Anpassung der Hochwasserschutzanlage an die allgemein anerkannten Regeln der Technik einschließlich der geforderten Schaffung eines durchgehenden Deichverteidigungsweges.

Das Alter des Deiches bzw. dessen letzte und ggf. umfassende bauliche Anpassung sind offensichtlich nicht bekannt. Laut. IGK ist der Deich bereits in historischen Plänen von 1770 im bestehenden Trassenverlauf verzeichnet und somit in der Grundgestalt vermutlich sehr alt.

Der Gesamtdeichabschnitt wurde in insgesamt sechs Abschnitte unterteilt, wobei vor allem unterschiedliche Nutzungs- und Eigentumsverhältnisse berücksichtigt wurden (vgl. Arge):

- Abschnitt 1: Deich-km 0+000 bis 0+350; entlang des Großkraftwerks Mannheim (GKM); landseitig befinden sich Kleingärten und Sportanlagen.
- Abschnitt 2: Deich-km 0+350 bis 1+250; hier befinden sich Sportanlagen auf der Landseite, wasserseitig zum Teil bewaldetes Deichvorland.
- Abschnitt 3: Deich-km 1+250 bis 1+850; Deichbegradigungsabschnitt; der Deich verläuft durch ein Waldgebiet.
- Abschnitt 4: Deich-km 1+850 bis 3+000; hier befinden sich landseitig Kleingärten und Privatgrundstücke. Der wasserseitige Auwaldsaum reicht bis zum Deichfuß.
- Abschnitt 5: Deich-km 3+000 bis 3+650; der Abschnitt verläuft entlang eines Wohngebietes an der Schwarzwaldstraße. Wasserseitig befinden sich Auwälder.
- Abschnitt 6: Deich-km 3+650 bis 3+938,23; Wohnbebauung und Wald (wie in Abschnitt 5).

Auf die Einzelheiten der in den verschiedenen Abschnitten vorgesehenen und unterschiedlichen Deichquerschnittsgestaltung wird in **Abschnitt 9** noch genauer eingegangen.

In den nachfolgenden Abschnitten werden zunächst einige grundlegende Zusammenhänge etwas näher ausgeführt, da diese für die nachfolgende Bewertung des vorliegenden Planungsentwurfs im Sinne der Aufgabenstellung von Bedeutung sind.

4. Anforderungen an Hochwasserschutzanlagen bzw. Hochwasserschutzdeiche, Grundsätze

Hochwasserschutzanlagen werden heute für einen Nutzungszeitraum von mindestens 100 Jahren geplant, gebaut, betrieben und unterhalten. Zum Nachweis der Zuverlässigkeit sind einerseits hydraulische Berechnungen und Nachweise sowie andererseits geotechnische Nachweise zur Tragfähigkeit, zur Erosionssicherheit sowie zur Gebrauchstauglichkeit mit hinreichenden Ergebnissen erforderlich.

Darüber hinaus seien die bei diesen sicherheitsrelevanten Anlagen entlang von Flüssen vorliegenden **Besonderheiten** herausgestellt, die im Auge behalten werden müssen:

- Die heute bestehenden Deichstrecken sind über lange Zeiträume hinweg – zunächst oftmals aus der Not heraus (allermeist nach einem Hochwasserereignis) und dabei den jeweiligen Erkenntnissen und den vorhandenen technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten folgend - entstanden. Diese Anlagen bestehen in weiten Strecken noch heute bzw. sind oder werden Bestandteile neuer Schutzanlagen. Deichbauwerke stellen damit heute – anders als z. B. die allermeisten Talsperrendämme – also im Bestand praktisch niemals Bauwerke gänzlich nach dem Stand der Technik dar.
- Der Deichbau entlang von Flüssen hat immer wieder periodische „Anschübe“ erfahren – wie jetzt aktuell.
- Decklehmschichtdicke: Die begrenzten technischen Möglichkeiten bzw. das Bestreben der Aufwandsminimierung haben dazu geführt, dass Deichkörper mit unmittelbar örtlich verfügbaren Materialien gebaut wurden. Dadurch sind die Deichkörper von Ort zu Ort unterschiedlich im Aufbau, und eine ursprünglich vorhandene Lehmdecke im Umfeld der Deichtrasse ist häufig dezimiert worden, um preisgünstig brauchbare Schüttmaterialien zu gewinnen.
- Da die althergebrachten Deichbauwerke bzw. die Deichgründung im Allgemeinen einer länger anhaltenden Wasserbelastung nicht gewachsen sind, wird – zumindest von Deichen entlang großer Flüsse - empfohlen, relevante Deiche (z. B. Anlagen der Klasse I) für einen stationären Einstau zu bemessen.
- Die lang gestreckten Deichanlagen ruhen in aller Regel auf sedimentärem (durchlässigen) Untergrund großer Mächtigkeit, der nicht - wie etwa bei Talsperrendämmen - konsequent abgedichtet werden kann. Die natürlichen, in ihrem Aufbau gewöhnlich sehr heterogenen Sedimente im Untergrund bilden einen wesentlichen Bestandteil des im Hochwasserfall beanspruchten Komplexes Deich/Gründung, der stets als Einheit betrachtet werden muss.
- Entscheidende Belastungsfälle (z. B. das sog. Bemessungshochwasser (BHW)) treten bei Deichen naturgemäß nur selten auf, dann allerdings u. U. unter extremen Schlechtwetterbedingungen (z. B. anhaltende Niederschläge), die eine zusätzliche Gefährdung darstellen und Schutz- bzw. Verteidigungsmaßnahmen wesentlich erschweren. Weiter ist zu beachten, dass in unseren Breiten die hauptsächlichen Schutzanlagen gegen die besonders großen sog. Winterhochwasser schützen sollen und nach wie vor in deren Ablauf auch Eisbildung, Eisversatz u. dgl. eine (wenn auch seltene, immerhin blicken wir aber auf einen 100-Jahres-Zeitraum, s. o.) Rolle spielen können.
- Aus dem Vorstehenden resultiert demgemäß quasi zwangsläufig, dass eine messtechnische Überwachung der Deichanlagen o. Ä. als entbehrlich, da in der Regel nicht zielführend, bezeichnet werden muss. Ausnahmen hiervon können im Einzelfall bekannte und spezifisch kritische Deichstellen bzw. -abschnitte sein.

- Im weitaus überwiegenden Zeitraum, nämlich zwischen den in unregelmäßiger Folge auftretenden seltenen Hochwasserbelastungen - liegen die Deiche im Hinblick auf ihren eigentlichen Zweck brach und bedürfen der Erhaltung und Pflege. Insbesondere sind die Deichsicherheit im Belastungsfall mindernde Einflüsse dauernd fernzuhalten, z. B.
 - tiefwurzelnder Bewuchs,
 - abgestorbene Baumreste/-Wurzeln,
 - Oberflächenerosion,
 - Austrocknung von Dichtungszonen,
 - Wühltierbefall,
 - schädigende Beweidung u. a.
- Der Zweck als technisches im Bedarfsfall sicheres Hochwasserschutzbauwerk muss daher bei der Gesamtbetrachtung zwangsläufig im Vordergrund stehen und wird von der Bevölkerung auch vorausgesetzt.
- Gleichwohl sind zunehmend Gesichtspunkte der Ökologie und Landschaftsgestaltung mit in die planerischen Überlegungen einzubeziehen, um auch in dieser Hinsicht möglichst positive Ergebnisse erzielen zu können.

Hinweis: Vor diesem Hintergrund mag bedeutsam sein bzw. werden, dass sich das bereits oben erwähnte DVWK-Merkblatt 226/1993 „Landschaftsökologische Gesichtspunkte bei Flussdeichen“ in der Überarbeitung befindet und voraussichtlich in 2019 als DWA-Merkblatt 507-2 (im Gelbdruck) erscheinen wird. Aktuell kann darauf jedoch noch nicht zurückgegriffen werden.

Aus der vorstehend gegebenen Zusammenstellung wird ersichtlich, dass es bei der Bemessung von HW-Schutzanlagen nicht etwa allein um „deterministische“ Aspekte wie Standsicherheitsbeiwerte nach irgendwelchen statischen Nachweisen gehen kann. Vielmehr müssen alle Gesichtspunkte und Eventualitäten, soweit sie aus der Erfahrung und dem heutigen Wissen ableitbar sind, in eine Bemessung einfließen, wenn ein nach heutigen Maßstäben zuverlässiger Entwurf herauskommen soll. Dies gilt selbstverständlich und im Besonderen auch für einen „Regelquerschnitt“ o. Ä. als orientierende Planungsgrundlage für Deichsanierungen oder Deichneubauten; gleichermaßen gilt dies für die Querschnittsgestaltung mit Sicherheitselementen im (spezifischen, wie etwa dem hier vorliegenden) Einzelfall.

5. Zulässigkeit von Bäumen bzw. Bewuchs im Bereich von HW-Schutzanlagen bzw. auf HW-Schutzdeichen und betreffende Anforderungen

Hier muss nochmals wiederholt werden, dass Gehölze, also Büsche bzw. Bäume, im Bereich von Hochwasserschutzanlagen gemäß DIN 19712, Absatz 7.5.5 unzulässig sind. Hintergrund dieser Regelung ist, dass von Bäumen auf und in der unmittelbaren Umgebung von Deichen verschiedene Gefährdungen ausgehen, die - zumindest die dauerhafte - Zuverlässigkeit dieser sicherheitsrelevanten Anlagen reduzieren und im Allgemeinen auch wesentlichen Einfluss auf die Unterhaltung, die Überwachung, die Deichverteidigung sowie die Standsicherheit haben.

Unterschieden wird in diesem Zusammenhang in primäre und sekundäre Schäden (vgl. z. B. DWA-Merkblatt 507-1). Zu den **primären** Schäden zählen:

- Windwurf mit Ausbrechen des Wurzeltellers von Bäumen kann Deiche teilweise oder gar vollständig und ohne Vorankündigung zerstören, was entsprechenden Einfluss auf z. B. die Standsicherheit der Anlage hat.
- Entstehung unbekannter unterirdischer Sickerwege (Strömungskanäle) als Folge von (abgestorbenen) Wurzeln, woraus gefährlicher Materialtransport (bis hin zu Deichbrüchen) resultieren kann.
- Auch nicht entfernte Wurzeln nach Baum- und Gehölzfällungen stellen langfristig ein latentes Gefahrenpotential dar, da die nachfolgende Entstehung von Hohlräumen ebenfalls zu Materialtransport führen kann.
- Begünstigung von wasserseitigen Oberflächenerosionen wegen ungünstiger hydraulischer Verhältnisse infolge von Bewuchs (Erosionsstarter bzw. Ansatzpunkte für Oberflächenerosion bei strömendem Flusswasser und Wellenschlag).
- Auflockerung des Bodengefüges (von Böschungen) durch sog. windinduzierte Pumpeffekte.

Zu den **sekundären** Schäden zählen:

- Gehölze können die Ansiedelung von Wühltieren begünstigen (infolge des Schutzes vor natürlichen Feinden).
- Gehölze erschweren die Deichunterhaltung und wirken sich negativ auf die Entwicklung einer widerstandsfähigen Grasnarbe aus.
- Gehölze erschweren die Deichüberwachung (z. B. Deichschau) und können die Deichverteidigung im Hochwasserfall behindern bzw. u. U. verunmöglichen.

Insgesamt resultieren infolge von Gehölzen somit eine Vielzahl möglicher Wirkungen und Schäden, so dass infolge des Vorhandenseins von Bewuchs verschiedene Unwägbarkeiten und Gefahren resultieren, die die Zuverlässigkeit derartiger Bauwerke maßgeblich reduzieren können.

Gleichwohl sind in den Regelwerken auch Möglichkeiten zum Erhalt bzw. zur Integration von Sträuchern und eher niedrig wachsender Baumarten skizziert (vgl. DWA-M 507-1).

Grundsätzlich erfordert dies aber auf der einen Seite die Einhaltung wesentlicher Randbedingungen, um das Funktionieren sicherheitsrelevanter Bauteile bzw. Zonen des Deiches (z. B. Dräns) gewährleisten zu können, auf der anderen Seite sind zur Kompensation der zusätzlichen Einflüsse konstruktive Maßnahmen erforderlich, die über das normale baulich erforderliche Maß hinausgehen:

- Das untere Drittel der landseitigen Böschung muss für Sickerwasserbeobachtungen und die Deichverteidigung frei sein.
- Die Dichtung, Dräns und Bereiche unterhalb der Sickerlinie müssen wurzelfrei sein.
- Wurzeln dürfen in den statisch erforderlichen Deichkörper nicht eingreifen; somit wird im Allgemeinen ein Überprofil erforderlich.

- Zur Dimensionierung eines Überprofils ist der Nachweis der ausreichenden Standsicherheit für alle relevanten Bemessungssituationen bei Ansatz eines Wurzelkraters erforderlich.

Aus diesen Vorgaben resultieren somit Deichquerschnitte mit Überprofil oder zumindest die Integration besonderer Sicherungselemente (z. B. Spundwände). Zudem ist die Gehölzpflege dauerhaft sicherzustellen. Gleiches gilt in Hinsicht auf die Sicherstellung der Deichverteidigung für Maßnahmen zur Beräumung von Deichen im Katastrophenfall.

Allerdings ist darauf zu achten, dass eine HW-Schutzanlage in jedem Fall auch in einen baulichen Zustand versetzt wird, der u. a. durch eine geeignete Querschnittsgestaltung die eigentlichen Anforderungen, wie

- für die Standsicherheit und die Unterhaltung ausreichend flache Böschungen,
- die zwangsweise erforderliche Integration von Sicherheitselementen bzw. Zonen (z. B. Dichtungen, Dräns und/oder Sonderelemente),
- die Verwendung geeigneter und qualitätsgesicherter Schüttstoffe bzw. Materialien,
- die Sicherstellung einer optimalen erdbaulichen Verdichtung im gesamten Bauwerk,
- die Integration eines im Hochwasserfall mit schwerem Gerät befahrbaren Deichverteidigungswegs,
- die dauerhaft erosionssichere Einbindung von querenden Bauwerken und Leitungen
- u. a. m.

tatsächlich gewährleisten kann.

Erfahrungsgemäß muss davon ausgegangen werden, dass bereits ein mehrere Jahrzehnte altes Deichbauwerk die Anforderungen an einen Deich gemäß den a. a. R. d. T. heute nicht mehr erfüllt bzw. nicht erfüllen kann. Ursächlich hierfür ist, dass einerseits die ingenieurtechnischen Erkenntnisse und die resultierenden Anforderungen in früheren Zeiten weit weniger bekannt bzw. ausgereift waren. Zudem waren die bautechnischen Möglichkeiten in Hinsicht auf die erdbaulichen Anforderungen (z. B. Verdichtung) bis hin zu den heutigen Möglichkeiten des Spezialtiefbaus damals noch nicht bzw. allenfalls sehr eingeschränkt verfügbar.

Allein schon hieraus ergibt sich, dass betreffende Altdeichkörper im mehr oder minder kompletten Deichquerschnitt sehr umfassend baulich ertüchtigt werden müssen, was z. B. am Niederrhein in aller Regel zu kompletten Deichneubauten führt.

Weiter ist zu berücksichtigen, dass bestehender Gehölz- bzw. Baumbestand bei den im Allgemeinen umfangreich erforderlichen Bauarbeiten kaum geschützt bzw. erhalten werden kann, solange keine grundsätzlich andere Deichtrasse gefunden wird. Außerdem zu beachten ist, dass bereits lediglich ein Nachverdichten des Altdeichkörpers oder der nachträgliche Einbau einer zentral angeordneten Spundwand erhebliche Eingriffe in den Baumbestand bedeuten können, z. B. aus Gründen von erdbaulichen Zusatzmaßnahmen zur Sicherstellung der Tragfähigkeit des Deiches für Arbeiten mit ggf. sehr schwerem Baugerät.

6. Aufgabe der bzw. Anforderungen an die sog. „baumfreien Zone“

Die Anforderungen an die sog. baumfreie Zone land- wie wasserseitig der HW-Schutzanlage (andernorts auch „Deichschutzstreifen“ genannt, vgl. z. B. DIN 19.712) ergeben sich aus den Gefährdungen für den Bestand des Deichkörpers im Hochwasserfall (mit hoher Sickerlinie) und bei entsprechenden Einwirkungen, wie z. B.

- Windbruch (standsicherheitsgefährdend bzw. mit Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit sowie die Deichverteidigung),
- Wurzelkraterausbildung (standsicherheitsgefährdend),
- Wurzeleinwuchs (Alterung bzw. Veränderung der Struktur), Untergrunderosion (Erosionseinflüsse),
- u. a. m.

7. Anforderungen an die Deichverteidigung(-swege)

Im Gegensatz zu Stauanlagen (z. B. Talsperren) ist aus Erfahrung bei Hochwasserschutzanlagen bzw. Hochwasserschutzdeichen die Verteidigung dieser sicherheitsrelevanten Anlagen als erforderlich gegeben. Gründe hierfür sind im Vergleich z. B. fehlende Hochwasserentlastungsanlagen sowie mögliche Einflüsse aufgrund der weniger genau bekannten bzw. baulich unbehandelten Untergrundgegebenheiten (vgl. oben).

Langjährige Erfahrungen aus den vergangenen Hochwassersituationen zeigen, dass ein durchgängig befahrbarer - polderwassersicherer (beachte: Qualmwasseranstieg im Hinterland) - Deichverteidigungsweg (DVW) bei heutigen Deichbauten - zumindest bei relevanten Deichhöhen, wie vorliegend, bei Deichen der Klasse I - **unabdingbar** ist. Dieser sollte generell im Bereich des luftseitigen Deichfußes auf einer Berme angeordnet sein. Nur im absolut erforderlichen Ausnahmefall darf er auch auf der Krone angeordnet werden, da damit erhebliche Nachteile verbunden sind.

Die Forderung nach einem landseitigen DV-Bermenweg trifft sich i. Allg. mit den Anforderungen, die aus einem Nachweis der Auftriebssicherheit (bzw. dem Nachweis gegen Aufschwimmen) am luftseitigen Deichfuß folgen: Hier wird - u. a. in Abhängigkeit von Deichhöhe, Abstand zum Rhein und von der vorgefundenen Auelehmstärke - i. Allg. eine Auflastschüttung (Berme) gewisser Höhe erforderlich.

Bzgl. der erforderlichen Breite einer derartigen Auflastberme treten vor allem wirtschaftliche Überlegungen in den Vordergrund, da rein rechnerisch oftmals Bermenbreiten von etlichen Dekametern ermittelt werden. In diesem Fall wird ggf. eine Aufweichung des vom „statisch erforderlichen“ Deichfuß entfernt liegenden Bermenfußes in Kauf genommen oder es werden sog. Qualmwasserteiche im Hinterland angeordnet, die durch den entstehenden Gegendruck die Auftriebsgefahren mindern können.

Andere technische Maßnahmen, um der Auftriebsgefahr Herr zu werden, bestehen in Entlastungsöffnungen (z. B. Sickerschlitze) im Hinterland des Deiches; allerdings dann oftmals verbunden mit ei-

nem erhöhten Erosionsrisiko im Austrittsbereich der dann verstärkt zu erwartenden Qualmwasseraustritte.

Neben den Überlegungen im Hinblick auf die Auftriebssicherheit spielen hierbei also auch die Sicherheit gegen (inneren) Materialtransport, also z. B. Suffosion und Erosionsgrundbruch eine wesentliche Rolle. Gänzlich sichere Bemessungsansätze für diese Erosionserscheinungen, die - wie die Erfahrung lehrt - eine wesentliche Deichbruchgefahr darstellen können, fehlen weiterhin. Die betreffenden bestehenden Unsicherheiten müssen daher entweder durch entsprechende konstruktive Zusätze oder aber ergänzende konstruktive (Dränierungs- oder Abdichtungs-) Maßnahmen im Untergrund des Deiches kompensiert werden.

8. Hinweise zum Einfluss von Wurzeln auf die Standsicherheit von HW-Schutzdeichen

In Hinsicht auf einen zu diskutierenden, etwa positiven Einfluss von Wurzelwerk auf Erdbauwerke müssen selbstverständlich wiederum die bereits oben angeführten Szenarienbetrachtungen aufgegriffen werden.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass es durchaus Randbedingungen gibt, bei denen derart stabilisierende Effekte von Wurzelwerk zu Recht angeführt werden können. Auf der anderen Seite müssen wegen der im Laufe des hier in Frage stehenden langen Lebenszyklus' von Hochwasser- schutzanlagen (100 Jahre) auch sehr ungünstige Verhältnisse betrachtet werden.

Hinweis: Es ist ja nicht damit geholfen, dass der Deich wegen des vorhandenen Wurzelwerks 90 Jahre seine Aufgabe klaglos erfüllt und dann im 91. Jahr wegen einer zwischenzeitlichen inneren Erosionsentwicklung versagt.

Wesentlich bei derartigen Betrachtungen von Bewuchswirkungen ist also, dass die dauerhafte Zuverlässigkeit dieser Bauwerke konsequent berücksichtigt und sichergestellt sein muss.

Zu sicher zu erwartenden Einwirkungen zählen hierbei u. a. lang anhaltende Hochwasserereignisse, lange andauernde Niederschläge und vergleichsweise seltene Windereignisse. Die deichbautechnischen Folgen sind dann einerseits eine weitgehende Aufsättigung des Bodens (des Deichkörpers und des Untergrundes im Deichlager und im Vor- und Hinterland) und daraus resultierende reduzierte haltende Kräfte (z. B. Scherwiderstände) sowie andererseits maßgeblich erhöhte Krafteinwirkungen.

Letztlich ist es einerseits schwierig bzw. kaum möglich, die infolge Wurzeln zusätzlich haltenden Kräfte ingenieurmäßig zu quantifizieren. Hierzu müssten verschiedene wichtige Randbedingungen bekannt sein, die allerdings in der Regel nicht zugänglich sind, insbesondere aber nicht zeitlich konstant. Andererseits erübrigt sich dieses auch, da diese im Extrem- bzw. Eventualfall sowieso nicht zur Verfügung stehen bzw. von anderen Einwirkungen überlagert werden.

Insgesamt betrifft diese Themenstellung den Aspekt des sehr komplexen Vorgangs der sog. „Alterung von Deichen“. Schließlich sind Bäume und deren Wurzeln im Zusammenspiel mit dem Untergrund einer anhaltenden Veränderung während der Lebensdauer eines Baumes unterworfen. Derartige Zusammenhänge treten aktuell zunehmend in den Vordergrund von Wissenschaft und Forschung. Allerdings zeigt sich bereits, dass ingenieurmäßig erwünschte quantitative Zusammenhänge bzw. alterungsbedingte Veränderungen hierbei allenfalls rudimentär abzuleiten sein werden.

Vor diesem Hintergrund mag auch nachvollziehbar sein, dass beispielsweise Zugversuche an Bäumen zum Nachweis von deren Standsicherheit zu irgendeinem Zeitpunkt mit nicht näher bekannten, aber essentiell wichtigen Randbedingungen – wie z. B. Ausbildung bzw. aktuellem Zustand von Wurzeln, Sättigungs- bzw. Feuchteverteilung im betreffenden Untergrundbereich mit Einfluss auf Scherwiderstände – als entbehrlich gelten müssen. Vor allem wesentlich ist, dass diese Untersuchungen im ingenieurmäßig wichtigen Sinne voraussichtlich gar nicht auf der sog. sicheren Seite liegen können. Zudem wird sich das untersuchte System aus Baum und Untergrund nach der Untersuchung weiter verändern (Alterung). Außerdem sind die Verhältnisse und Randbedingungen vor dem Hintergrund des ständigen Einflusses von Atmosphärien variabel.

9. Bewertung der vorliegenden Planung

In diesem Abschnitt erfolgt schließlich die Bewertung der vorliegenden Planungsentwürfe. Hierzu wird abschnittsweise jeweils zunächst die geplante Lösung beschrieben. Auf den jeweiligen Entwurf wird dabei insoweit eingegangen, wie dies die Aufgabenstellung erfordert.

Abschnitt 1: Deich-km 0+000 bis 0+350; entlang des Großkraftwerks Mannheim (GKM); landseitig befinden sich Kleingärten und Sportanlagen

Dieser Abschnitt kann aufgrund der großflächigen Aufschüttung vom Rhein her gesehen als Hochufer beschrieben werden. Landseitig sieht die Lösung aus Platzgründen vor, die existierende Böschung etwa 4 m zurückzuverlegen und mit 1 : 2,5 zu böschen. Zur Sicherstellung der Standsicherheit bei etwaiger Sickerwasserbelastung ist ein Dränprisma vorgesehen. Der Deichverteidigungsweg verläuft mit einer Breite von 4,5 m (inkl. Bankette) oberhalb des landseitigen Böschungskopfes, also quasi im Kronenbereich. Landseitig schließt sich an den Böschungsfußpunkt ein 4 m breiter Deichschutzstreifen (DSS) sowie eine 6 m breite baumfreie Zone an.

Bewertung:

- **Diese Lösung kann aus dammbautechnischer bzw. geotechnischer Sicht als zielführend bezeichnet werden. Der Bedarf an einer anderen Lösung in Hinsicht auf die baumfreie Zone ist nicht erkennbar und wäre mit erheblichem Mehraufwand verbunden.**

Abschnitt 2: Deich-km 0+350 bis 1+250; hier befinden sich Sportanlagen auf der Landseite, wasserseitig zum Teil bewaldetes Deichvorland

Dieser Abschnitt ist im Bestand dadurch gekennzeichnet, dass sich landseitig entlang des Deichabschnitts Sportanlagen, Clubheime und Restaurants befinden. Wasserseitig befindet sich bewaldetes Deichvorland. Es fehlt ein geeigneter Deichverteidigungsweg; der Deichschutzstreifen verläuft bereichsweise auf Privatgelände.

Platz für die klassische Erdbaulösung ist nicht ausreichend vorhanden. Daher sieht die Planung die Anordnung einer Spundwand am wasserseitigen Böschungskopf als Dichtung, zur Vermeidung von Untergrunderosion sowie als statisch tragendes Bauteil vor. Hierdurch sollen recht steile Böschungsneigungen von wasser- wie landseitig von 1 : 2,5 möglich werden. Wasserseitig wird eine Unterhaltungsberme im Bereich des DSS zusätzlich angeordnet. Der Deichverteidigungsweg verläuft mit

einer Breite von 4,5 m (inkl. Bankette) auch hier auf der Deichkrone. Landseitig werden der DSS und die 6 m breite baumfreie Zone angeordnet. Die Sportplätze werden somit erhalten. Die vorhandenen Gaststätten und Gebäude erhalten überwiegend Querschnitte mit aufwendigen Sonderlösungen, so dass auch diese erhalten bleiben.

Maßgebliche Details hierzu sind im Rahmen der Ausführungsplanung (APL) zu entwickeln. Dann werden sicherlich auch - als ggf. wirtschaftlichere Alternative zu einer Spundwand - statisch wirksame Elemente aus Bodenvermörtelungen (z. B. mit Stahlbetonkopfbalken) untersucht.

Bewertung:

- **Aus dammbautechnischer bzw. geotechnischer Sicht kann dieser Entwurf als zielführend bezeichnet werden. Eine weitere Querschnittsgliederung wird ggf. erforderlich. Der Eingriff in den Bewuchs ist vor allem wasserseitig relevant.**

Grundsätzlich könnte darüber hinaus die Anordnung einer zusätzlichen, vergleichsweise kurzen Wurzelsperre (ggf. Spundwand mit einer Länge bzw. Einbindetiefe von z. B. 3,5 m) am wasserseitigen Böschungsfuß der neuen wasserseitigen Berme in Erwägung gezogen werden, um auf die Rodung des 6 m breiten Streifens der baumfreien Zone verzichten zu können. Die tatsächlich erforderliche Spundwandlänge wäre anhand von erdstatischen Betrachtungen unter Berücksichtigung von Wurzelkratern zu ermitteln.

Der bautechnische und finanzielle Aufwand wäre allerdings beträchtlich (wegen des zu erwartenden Wurzelwerks wird ggf. ein Vorbohren als zusätzliches Gewerk erforderlich). Die Vorarbeiten zur Schaffung der wasserseitigen Unterhaltungsberme könnten als Basis für das Einbringen der Wurzelsperre dienen.

Weiter ist hierbei genau zu überlegen, möglichst anhand von Erfahrungen aus bereits umgesetzten vergleichbaren Arbeiten abzuschätzen und ergebnisoffen zu bewerten, ob bzw. in wie weit derartige massive, aber unerlässliche Eingriffe in den Untergrund bzw. die dort vorhandene Wurzelstruktur eine definitive Beeinträchtigung/Schädigung des Bewuchses als möglich erscheinen lassen.

Zudem müsste - als definitiv erforderliche Anforderung - ein erhöhter Aufwand in der Deichunterhaltung sowie zur Sicherstellung der Deichverteidigung die Beräumung des Deiches im Katastrophenfall gewährleistet sein.

Abschnitt 3: Deich-km 1+250 bis 1+850; Deichbegradigungsabschnitt; der Deich verläuft durch ein Waldgebiet, Bäume stehen teilweise auf dem statisch erforderlichen Deichprofil, aktuell reicht der Wald bis zum wasserseitigen Deichfuß

Dieser Abschnitt soll als sog. Erddeich-Regelprofil mit Böschungsneigungen von jeweils 1 : 3,2, einer Kronenbreite von 3,0 m, einer wasserseitigen Unterhaltungsberme im Bereich des DSS sowie einem 4,0 m breiten Deichverteidigungsweg auf landseitiger Berme umgesetzt werden.

Bewertung:

- **In Hinsicht auf den vorgesehenen weiteren Trassenverlauf kann keine andere Konstruktion empfohlen werden. Auch die Hinweise zur Integration einer wasserseitigen Wurzelsperre (vgl. Ausführungen zu Planungsabschnitt 2) sind hier nicht zielführend, da diese allenfalls in wenigen Bereichen sinnvoll sind.**

Abschnitt 4: Deich-km 1+850 bis 3+000; hier befinden sich landseitig Kleingärten und Privatgrundstücke; der wasserseitige Auwaldsaum reicht bis zum Deichfuß

Der vorhandene Deich weist hier eine breite Krone und eine flache landseitige Böschung infolge einer Anschüttung auf. Zwischen km 1+900 und km 2+770 befindet sich landseitig des Deichfußes eine 15 bis 20 m breite Grünfläche. In diesem Bereich soll wiederum das sog. Erddeich-Regelprofil mit Böschungsneigungen von jeweils 1 : 3,2, einer Kronenbreite von 3,0 m, einer wasserseitigen Unterhaltungsberme im Bereich des DSS sowie einem 4,0 m breiten Deichverteidigungsweg auf landseitiger Berme umgesetzt werden.

Bewertung:

- **Die Planung einer reinen erdbaulichen Lösung kann hier befürwortet werden. Die Hinweise zur Integration einer wasserseitigen Wurzelsperre (vgl. Ausführungen zu Entwurfsabschnitt 2) können hier gleichfalls gelten. Vorhandene Bauwerke wären zu berücksichtigen.**

Bei km 2+800 befindet sich der sog. Gießendurchlass, an den sich bis km 3+000 landseitig ein FFH-Gebiet anschließt. In diesem Bereich ist aus Platzgründen keine reine Erdbaulösung möglich. Hier erfolgt der Ausbau analog zum Planungsabschnitt 5, so dass dieser Bereich nachfolgend dort mit bewertet wird.

Über den Auftrag der vorliegenden Stellungnahme hinausgehend sei folgender Hinweis erlaubt:

In diesem Teilabschnitt könnte durchaus erwogen werden, die Deichtrasse wenige bzw. einige Dekameter nach Osten zu verlegen. Das hätte den Effekt, dass der Baumbestand zumindest wasserseitig des Bestandsdeichs und ggf. auch im wasserseitigen Böschungsbereich u. U. weitgehend erhalten werden kann. Die 110 kV-Freilandleitung müsste ggf. bereichsweise verlegt werden. Zu entscheiden an maßgeblicher Stelle wäre selbstverständlich, ob bzw. in wie weit in die bestehende Kleingartenanlage eingegriffen werden kann. Zumindest die Anordnung des 6 m breiten Streifens der baumfreien Zone könnte dort möglich sein. Diese Lösung wäre der Integration einer Wurzelsperre vorzuziehen.

Der Planungsabschnitt 3 wäre im Trassenverlauf entsprechend zu justieren, der Übergang zum Planungsabschnitt 5 unter Beachtung des dortigen FFH-Gebietes ebenso.

Abschnitt 5: Deich-km 3+000 bis 3+650; der Abschnitt verläuft entlang eines Wohngebietes an der Schwarzwaldstraße; wasserseitig befinden sich Auwälder

Der Abschnitt führt im Wesentlichen entlang von Wohnbebauung auf der Landseite und Wald auf der Wasserseite. Verbreitet stehen Gebäude, Mauern, Zäune und Bäume im bestehenden statisch erforderlichen Deichprofil; die landseitigen Privatgrundstücke reichen bis an die Deichkrone.

Die hier vorhandene bauliche Ausgangssituation im Hinterland ist als „unglücklich“ zu bezeichnen, da zwischen der Deichlinie und der dahinter in etwa parallel verlaufenden Schwarzwaldstraße auf den Privatgrundstücken eine Geländemulde verblieben ist. Hier hätte mittels einfacher Geländeauffüllung für deutlich günstigere Verhältnisse gesorgt werden können.

Eine reine Erdbaulösung kann hier kaum verwirklicht werden. Diese würde bis weit in die Privatgrundstücke reichen. Daher wurde eine Sonderbauweise vorgesehen. Hierzu ist entlang der wasserseitigen Böschungsschulter eine statisch wirksame Spundwand vorgesehen. Der DVW und der DSS liegen auf der breiten Deichkrone und schließen mit der vorhandenen Böschung an die Grundstücksgrenze an. Die wasserseitige Deichböschung wird mit einer Neigung von 1 : 2,5 ausgeführt. Eine durchgängige wasserseitige Unterhaltungsberme ist aufgrund der Höhenverhältnisse erforderlich. Im Anschluss an die wasser- bzw. landseitigen DSS werden baumfreie Zonen vorgesehen.

Landseitig wechseln sich auf den Privatgrundstücken aufgrund des vorhandenen Geländesprungs unterschiedliche bauliche Situationen - teilweise mit Stützbauwerken - ab. Für die Sanierung des Planungsabschnittes wird davon ausgegangen, dass der Deichverteidigungsweg nachweislich auch bei Nichtvorhandensein stützender Maßnahmen auf den Privatgrundstücken funktionsfähig sein muss.

Bewertung:

- **In diesem Planungsabschnitt muss von einem Sonderquerschnitt mit besonderen Anforderungen gesprochen werden. Der Einsatz einer statisch wirksamen Dichtwand ist hier ein passendes Konzept. Der Deichverteidigungsweg muss in jedem Fall nachweislich funktionsfähig bleiben. Die weitergehenden Planungen werden zeigen, ob hierzu weitere Maßnahmen erforderlich werden.**

Die Dichtwand ist für entsprechende Eventualfälle (vor allem wasserseitig) zu dimensionieren. Die wasserseitige Unterhaltungsberme sollte in jedem Fall umgesetzt werden, vorzugsweise aus dränfähigem Material. Auf die Ausbildung des 6 m breiten Streifens der baumfreien Zone wasserseitig der dortigen Unterhaltungsberme könnte verzichtet werden, wenn entsprechende und ungünstige statische Betrachtungen mit reduzierter wasserseitiger Böschungsneigung (z. B. 1 : 5) bzw. unter Berücksichtigung von Wurzelkratern dies erlauben.

Auf die vorstehenden Hinweise in Abschnitt 5 dieser Stellungnahme bzgl. der voraussetzenden Notwendigkeit von verdichteten Unterhaltungsmaßnahmen sowie Maßnahmen für Deichberäumungen im Katastrophenfall wird hier nochmals hingewiesen.

Abschnitt 6: Deich-km 3+650 bis 3+938,23; Wohnbebauung und Wald

Der Entwurf dieses Planungsabschnittes entspricht dem des Planungsabschnittes 5 mit dem Unterschied, dass auf die wasserseitige Unterhaltungsberme verzichtet werden kann. Zu beachten ist, dass das Hinterland ab km 3+820 (Weinbietstraße) bis auf Deichkronenhöhe angeschüttet und dort somit von einem Hochufer auszugehen ist.

Bewertung:

- **Hier können die Ausführungen zu Planungsabschnitt 5 gelten. Im Rahmen der APL ist noch festzulegen, wie weit die Innendichtung nach Norden zu führen ist.**

Zusammenfassung und Schlussbemerkung

Der sog. Hochwasserdamm XXXIX in Mannheim soll umfassend ertüchtigt werden. Da weite Teile dieser wichtigen Hochwasserschutzanlage unzulässig bewachsen sind, sehen die vorliegenden Entwurfsplanungen umfangreiche Rodungen vor, auch um die Deichstrecke gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik überhaupt sanieren zu können.

Im Rahmen der vorliegenden Stellungnahme sollte untersucht werden, ob bzw. in wie weit alternative Planungen möglich sind, die ggf. einen weitergehenden Erhalt des Baumbewuchses erlauben.

Hierzu wurden zunächst die den aktuellen Regelwerken (DIN 19712 und DWA-Merkblatt 507-1) zugrunde liegenden Anforderungen an Hochwasserschutzanlagen erläutert und begründet. Weiter wurde der Aspekt der Zulässigkeit von Gehölzen im Bereich von HW-Schutzanlagen mitsamt den resultierenden Anforderungen – auch der sog. baumfreien Zone – dargelegt. Dieser erläuternde Teil wurde mit Ausführungen zum Erfordernis der Deichverteidigung und Hinweisen zum Einfluss von Wurzeln auf die Standsicherheit von Deichen abgeschlossen.

Basierend auf diesen Erläuterungen wurden die unterschiedlichen sechs Planungsabschnitte in Hinblick auf die Aufgabenstellung bewertet. Aufgrund der Unterschiede in den Abschnitten ergaben sich verschiedene Aspekte, die den Erhalt von Bäumen in manchen Bereichen des Sanierungsabschnitts erlauben würden. Falls diese Möglichkeiten aufgegriffen werden sollen, bedarf es allerdings weiterer Planungen und Abstimmungen im Detail, um hier zu konkreten Ergebnissen zu gelangen.

Allerdings hätten derartige Lösungsansätze zusätzliche konstruktive Maßnahmen mit nicht unerheblichen Mehrkosten zur Folge. Zudem bleibt die Aufgabe abzuschätzen, in wie weit die eigentlich zu erhaltenden Bäume durch die hierfür erforderlichen tiefgründigen Baumaßnahmen u. U. selbst in Mitleidenschaft gezogen werden, so dass sich diese Maßnahmen im Nachhinein als unnötig/verfehlt herausstellen könnten, falls die Bäume hierdurch so weitgehend geschädigt würden.

Auch ist darauf hinzuweisen, dass die Umsetzung dieser Maßnahmen dauerhaft einen erhöhten Einsatz in Hinblick auf die Unterhaltung sowie sicherzustellende Maßnahmen für Deichberäumungen im Katastrophenfall erfordern würde. Ansonsten könnte die Deichverteidigung beeinträchtigt bzw. u. U. verunmöglicht werden.

Insbesondere vor dem Hintergrund des enormen Schadenspotentials ist die Anordnung eines durchgehenden und in jedem Fall befahrbaren Deichverteidigungswegs äußerst wichtig und unverzichtbar.

Grundsätzlich bleibt zu überlegen, ob bzw. in wie weit eine bereichsweise Verlegung der Deichtrasse in Richtung Landseite weitere Entlastung bringen kann. Potential hierfür wäre zumindest in Abschnitt 4 vorhanden, wenngleich anderweitige Kompromisse gesucht werden müssten. Diese Option müsste in weitergehenden Planungsüberlegungen (ggf. nochmals und detaillierter) geführt werden.

Insgesamt erfordert der im Entwurf überplante Deichabschnitt aufgrund der vorhandenen speziellen Randbedingungen und vielfältigen Nutzungen im Hinterland sowieso schon vergleichsweise aufwendige technische Lösungen, die über das normale Maß hinausgehen. Diese sind in der vorliegenden Entwurfsplanung dargestellt.

Die in dieser fachgutachterlichen Stellungnahme skizzierten - teilweise noch darüber hinausgehenden - sehr aufwendigen und teuren Sonderlösungen verdeutlichen, welche Lösungen im begründeten Einzelfall vor dem Hintergrund der Anforderungen in den Regelwerken noch möglich sein könnten.

Es sei hierzu ausdrücklich festgestellt, dass derlei Lösungen allenfalls im sehr begründeten Einzelfall zur Anwendung kommen sollten. Die Schaffung von Präzedenzfällen zum Zwecke der Übertragung auf quasi beliebige Fälle ist mit vorliegenden Hinweisen und Bewertungen keineswegs beabsichtigt und muss unbedingt vermieden werden.



(A. Bieberstein)