

Wasser- und Schifffahrtsdirektionen

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Bundesanstalt für Wasserbau

Betr.: Sicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen

Bezug: Erlaß vom 20. August 1979 - BW 21/52.05.00-30-1/187 VA 79 -
sowie 6. Sitzung der Arbeitsgruppe Sicherheit von Dämmen am
30. Januar 1980

In verschiedenen Erörterungen über obigen Erlaß hat sich gezeigt, daß ein Bedürfnis nach Erläuterungen hierzu besteht, um eine gleichartige Anwendung der darin enthaltenen Grundsätze sicherzustellen.

Diese Grundsätze sind aus den Erfahrungen des Damnbruchs am MainDonau-Kanal sowie anderen bekannt gewordenen Gegebenheiten entwickelt worden und gelten zusammen mit den Folgerungen der Gutachten über den Damnbruch am Elbe-Seitenkanal und am Main-Donau-Kanal. Sie sollen eine Hilfe darstellen, um für vergleichbare Fälle ausreichende Sicherheiten schaffen zu können.

Die Grundsätze gelten in gleicher Weise für Neu- und Ausbaumaßnahmen wie für vorhandene Anlagen. Wenn einzelne Grundsätze - besonders bei vorhandenen Anlagen - nicht oder nicht vollständig erfüllbar sind, ist

zu prüfen, inwieweit durch Ersatzmaßnahmen die notwendigen Sicherheiten hergestellt werden können. Wo -technische Verbesserungen nicht möglich sind oder nicht ausreichen, muß das damit verbundene Risiko durch ein sorgfältig aufgebautes und betriebenes Beobachtungssystem im Sinne der Nr. 13 der "Grundsätzlichen Folgerungen" abgedeckt werden. Gleiches gilt für Bereiche, in denen Zustand und Eigenschaften der Erdkörper einer umfassenden Überprüfung nicht mehr zugänglich sind und Verstärkungen zur Abdeckung verbleibender Unsicherheiten nicht in Betracht kommen können.

Die "Grundsätzlichen Folgerungen" beziehen sich auf Dämme in Bundeswasserstraßen, also auf Dämme in Schifffahrtskanälen und in staugeregelten Flußabschnitten der Bundeswasserstraßen. Dabei bleibt in jedem Einzelfall zu prüfen, auf welche Weise ausreichende Sicherheiten geschaffen werden können und welche weiteren Gesichtspunkte - insbesondere Folgerungen aus dem Dambruch am Elbe-Seitenkanal - unter den jeweiligen Verhältnissen gegebenenfalls zu beachten sind.

Für Erdbauwerke, die überwiegend der Wasserrückhaltung mit regelmäßig stark wechselnden Wasserständen dienen (wie Dämme von Talsperren, Pumpspeicherbecken), können andere Grundsätze gelten.

Zu den einzelnen "Grundsätzlichen Folgerungen" werden folgende Hinweise gegeben:

Folgerung 1:

Dränagen unter Dichtungen sollen möglichst ganz vermieden werden.

Hinweis zu Folgerung 1:

Dem Grundsatz, unter Dichtungen Dränagen möglichst ganz zu vermeiden, liegt die aus vorliegenden Feststellungen gewonnene Erkenntnis zugrunde, daß derartige Dränagen in Wasserstraßen offenbar nicht so hergestellt und in ihrer Funktion nicht so überwacht werden können, daß eine von ihnen möglicherweise ausgehende, u.U. erst allmählich entstehende und nicht rechtzeitig erkennbare Standsicherheitsgefährdung zuverlässig ausgeschlossen werden könnte.

Falls der Abbau eines möglicherweise entstehenden Porenwasserüberdrucks unterhalb der Dichtung erforderlich ist, können Entlastungseinrichtungen in ausreichendem Abstand seitlich neben den Dichtungselementen in Betracht kommen, die zugänglich bleiben müssen und mit Überwachungselementen auszustatten sind.

In Einschnittbereichen - die nicht Gegenstand des Bezugserrlasses sind - sind Dränagen unter evtl. vorhandener dichter Kanalauskleidung hinsichtlich der Wasserstraßensicherheit unbedenklich. Dennoch sollte geprüft werden, ob bei stark unterschiedlichen Grundwasserverhältnissen eine entsprechende Anpassung in Dränabteilungen zweckmäßig ist und inwieweit aus der Grundwasserströmung herrührende Untergrunddeformationen für die Kanalauskleidung hingenommen werden können. Im Einschnitt sollten möglichst durchlässige Deckwerke gewählt werden.

Folgerung 2:

Wenn Dränagen wegen hoher Grundwasserstände angeordnet sind, sind die Dränagen auf Einschnittsbereiche zu beschränken. Verbindungen zu Dammstrecken müssen beseitigt werden.

Hinweis zu Folgerung 2:

Dränagen dürfen kein Grundwasser aus Einschnittsbereichen in Dammbereiche leiten. Da auch bei Undichtwerden geschlossener Vorflutleitungen die Ausbildung bevorzugter Sickerwege nicht ausgeschlossen werden kann, sind etwaige Vorflutleitungen von Dränagen des Einschnittsbereichs außerhalb der Dammbereiche zu führen.

Dränagen unter Dichtungen müssen ausreichend weit im Einschnitt enden.

Folgerung 3:

Dränagen unter Dichtungen in Dammstrecken sind unzulässig, außer wenn eine vollständige Trennung gegen den Untergrund durch Sperrschicht sichergestellt ist.

Hinweis zu Folgerung 3:

Diese Folgerung ergibt sich zwingend aus dem Hinweis zu Folgerung 1 Absatz 1. Wenn eine Dränage unter der Dichtung im Ausnahmefall nicht vermeidbar ist, müssen die von der Dränage wegen Störung der Homogenität und den von in ihr vorhandenen Hohlräumen ausgehenden Unsicherheiten durch besondere konstruktive Maßnahmen ausgeglichen werden. Hierzu gehört das Vorhandensein einer Sperrschicht, die Einsickerungen aus der Dränage in den Untergrund und damit die Möglichkeit der Ausbildung einer konzentrierten Durchströmung unterbindet, sowie die Ausführung eines stabilen und dauernd wirksamen Filters, wie z.B. Anordnung von Dränagerohren mit Kontrolleinrichtung in einer Bitudrängeschicht über einer undurchlässigen Dichtungsfolie als Sperrschicht.

Andernfalls ist auf Dränagen unter der Dichtung zu verzichten und für den Fall beschädigter oder unwirksamer Dichtung eine Reststandsicherheit zu fordern.

Folgerung 4:

Im Wechselbereich von Grundwasser- und Kanalwasserüberdruck kommen nur durchlässiges Deckwerk oder Grundwasserentlastung außerhalb des Kanals (Seitendränagen) in Betracht.

Hinweis zu Folgerung 4:

In Wechselbereichen zwischen Grundwasser- und Kanalwasserüberdruck sollten möglichst Verhältnisse wie in natürlichen Gewässern mit ganz oder teilweise durchlässigem Deckwerk oder, wenn der dabei auftretende Wasseraustausch zwischen Grund- und Kanalwasser nicht zulässig ist, seitlich neben der dichten Kanalauskleidung eine Entlastungseinrichtung, wie Seitendränage, geschaffen werden. Je nach den örtlichen Gegebenheiten können auch Innendichtungen in Betracht kommen, die bei entsprechender Überdeckung größere Druckunterschiede aufnehmen können.

Folgerung 5:

Dräne müssen Filtergesetze erfüllen (ggf. durch Kunststofffilter sicherstellen). Ihre Funktionstüchtigkeit muß jederzeit überprüfbar sein.

Hinweis zu Folgerung 5:

Die Erfüllung der Filtergesetze ist weniger ein konstruktives als vielmehr ein ausführungstechnisches Problem. Diese Erkenntnis hat in der jüngeren Vergangenheit die Entwicklung der Kunststoffvliese gefördert; durch Anordnung von Kunststoffvliesen am Übergang vom Boden zum Erdstoffilter bzw. -drän läßt sich die Sicherheit gegen Kontaktsuffosion und -erosion wesentlich verbessern.

Die dauernde Funktionstüchtigkeit der Filter ist bei Anordnung unter Kanaldichtungen kaum überprüfbar. Dies führt zu den Empfehlungen der Folgerungen 1, 3 und 4.

Folgerung 6:

Fußfilter müssen kontrollierbare Entwässerungen besitzen (Abzug in Seitengräben).

Hinweis zu Folgerung 6:

Fußfilter dienen der Vermeidung eines für den Bestand der Außenböschung möglicherweise schädlichen Austritts der Sickerlinie im Böschungfußbereich. Sie haben daher in erster Linie Filterfunktionen zu erfüllen. Sie müssen außerdem gegen Sickerwasserbewegung standsicher sein. Das Wasser soll auf kürzestem Weg - und im Interesse einer leichten Kontrollierbarkeit - in offene Seitengräben abgeführt werden. Bei geschlossener oder verdeckter Ableitung müssen besondere Kontrolleinrichtungen vorgehalten werden

Folgerung 7:

Ver- und Entsorgungsleitungen dürfen nicht parallel zur Kanalachse im Damm oder in der Nähe des Dammfußes geführt werden.

Hinweis zu Folgerung 7:

Kanaldämme können nicht für konzentrierten Fremdwasserzutritt aus Rohrleitungen bemessen werden. Flüssigkeiten führende Leitungen - besonders Druckleitungen - in Dämmen oder in Dammnähe sind, deshalb zu vermeiden, es sei denn, daß schädliche Flüssigkeitsaustritte aus diesen Leitungen mit Sicherheit ausgeschlossen werden können (z.B. bei Anordnung eines Schutzrohres und einer Leckanzeige).

Folgerung 8:

Bewuchs darf nicht zu Sickerwegverkürzungen führen. Daher kein tiefgehendes Gehölz auf Dämmen.

Hinweis zu Folgerung 8:

Bei Pflanzungen ist zu prüfen, inwieweit in Abhängigkeit von Pflanzen- und Bodenart die mögliche Verwurzelungstiefe zu schädlichen Sickerwegverkürzungen - besonders nach Absterben der Wurzeln - führen kann. Solche Gefahren sollen durch entsprechende Auswahl und Pflege der Pflanzen vermieden werden. Besonders zu beachten ist, daß die Dichtung der Kanalauskleidung nicht von Wurzel durchdrungen wird und daß durch rechtzeitigen Pflanzenschnitt Windausbrüche verhindert werden.

Folgerung 9 :

Hanglagen von Kanälen sind möglichst ganz zu vermeiden; wenn das nicht möglich ist, muß sichergestellt werden, daß Konzentration der Grundwasserströmung an Kreuzungsanlagen infolge von Inhomogenität im Damm und im Untergrund verhindert wird.

Hinweis zu Folgerung 9:

Unter "Hanglagen" sind Dammstreckenbereiche mit einseitig oder auch beidseitig vorhandenen Seitendämmen zu verstehen, unter denen aufgrund der topographischen und geologischen Gegebenheiten schädliche Grundwasserbewegungen stattfinden können. Hiervon ausgehende nachteilige Wirkungen können oft durch Grundwasserfassung oder -absenkung mit Dränung außerhalb des Kanalquerschnitts vermieden werden. Außerdem können schädigende Wirkungen aus der Grundwasserströmung durch bauliche Maßnahmen (vgl. Beispiele zu Folgerung 1) verhindert werden.

Folgerung 10:

In Dämmen und in tragendem Untergrund sind Inhomogenitäten der Kornzusammensetzung sowie der Lagerungsdichte zu vermeiden. Die Suffosions- und Erosionssicherheit muß nachgewiesen sein.

Hinweis zu Folgerung 10:

Zur Vermeidung von Inhomogenitäten im Boden sind an die Bodenerkundung, die Wahl der Baustoffe und Bauverfahren sowie die Bauausführung hohe Anforderungen zu stellen. Den Möglichkeiten der Schaffung homogener Verhältnisse im Baugrund z.B. durch Auskoffern, Untergrundverbesserung, aber auch im Dammkörper sind technische und wirtschaftliche Grenzen gesetzt. Deshalb ist bei der Konstruktion der Dammelemente und etwaiger Durchdringungen darauf zu achten, daß Grund- und Sickerwasserbewegungen auch bei den verbleibenden Inhomogenitäten unschädlich bleiben.

Zum Nachweis der Suffosions- und Erosionssicherheit können die geometrischen und hydraulischen Kriterien, sowie der Nachweis einer hohen Lagerungsdichte und die Einhaltung der Grenzwerte für das Potentialgefälle herangezogen werden.

Folgerung 11:

Durchdringungen (besonders Kreuzungen) im Dammbereich und zwar im Dammkörper oder im Untergrund sollen vermieden werden. Wo dies nicht möglich ist, sind sie so auszubilden, daß durch sie keine bevorzugten Sickerwege entstehen; z.B.

- ausreichende Verdichtung oder Verfestigung der Verfüllungen (Rohrgräben, Bauwerkshinterfüllungen) zur Vermeidung von Erosion, Suffosion, Setzungen, Sackungen
- Sickerwegverlängerung durch Schleichringe, durch ausreichend lange Flügelwände o.ä.
- Vermeidung schwer verdichtbarer Zonen unter Rohren, Kragkonstruktionen.

Hinweis zu Folgerung 11:

Durchdringungen schaffen ihrerseits Inhomogenitäten, deren schädigende Wirkung durch geeignete Maßnahmen verringert werden muß. Einige Möglichkeiten sind als Beispiele aufgeführt. Wenn solche Maßnahmen keine ausreichende Wirkung haben oder ihre Ausführung nicht im gewünschten Umfang möglich ist, müssen andere Hilfsmittel wie z.B. nach Folgerung 13 eingesetzt werden. Bei Anordnung von Schleichringen oder ähnlichem muß die Verdichtbarkeit des angrenzenden Bodens überall einwandfrei gewährleistet sein.

Folgerung 12:

Asphaltdichtung ist nur anzuwenden, wenn kritische Hohlrumbildungen oder an Übergängen schädliche Setzungsunterschiede nicht auftreten können.

Hinweis zu Folgerung 12:

Die Frage der künftigen Anwendung der Asphaltdichtung in Damfstrecken bzw. der Sicherheit vorhandener asphaltgedichteter Dämme hängt entscheidend von der Frage ab, inwieweit ein Undichtwerden oder vollständiges Versagen der Asphaltdichtung durch Hohlrumbildung oder Setzungsunterschiede an Übergängen zur Aufhebung der Dammsicherheit führen kann.

Das bedeutet, daß bei Asphaltdichtungen entweder kritische Hohlrumbildungen oder Setzungsunterschiede nicht auftreten dürfen oder bei ihrem Auftreten ausreichende Sicherheiten, z.B. durch entsprechende Sicherheit gegen Kornumlagerungen, durch entsprechend bemessene Dammquerschnitte, Auflastfilter, Verhinderung von Sickerwegen zu etwaigen Schwachstellen, ein Beobachtungssystem mit frühzeitiger Erkennungsmöglichkeit vorhanden sind.

Folgerung 13:

Nach Lage des Einzelfalles sind laufende örtliche Beobachtungen vorzusehen über:

- Setzungen
- Oberflächendehformationen
- Bewuchs und dessen Veränderungen, Wühltiereinwirkungen
- Durchfeuchtungen, Durchsickerungen
- Menge und Trübung von Sickerwasser
- Wasserstandsänderungen innerhalb und außerhalb des Kanals
- Grundwasserverhältnisse, großräumig aus Grundwasserbeobachtungsnetz, örtlich aus Pegelbrunnen im Nahbereich möglicher kritischer Stellen.

Die Sofortauswertung der gemessenen Größen ist sicherzustellen. Graphische Auftragung erleichtert das Erkennen von Tendenzen oder Tendenzänderungen.

Solange geschlossene Dränsysteme noch vorhanden sind, ist, Vergleich der Grundwasserstände mit den Wasserständen im Dränsystem erforderlich. Wenn Grundwasser höher als Wasser im Dränsystem steht, ist akute Gefahr anzunehmen, dann ist Sofortsicherung der Dämme unerlässlich.

Hinweis zu Folgerung 13:

Beobachtungen durch fachlich qualifiziertes Personal sind ein unerlässliches Hilfsmittel zur Überwachung baulicher Anlagen. Die Beobachtungen müssen umso intensiver betrieben werden, je weniger -z.B. bei vorhandenen Anlagen - die Gewähr gegeben ist, daß die vorstehenden Grundsätze überall in vollem Umfange erfüllt sind. Umfang und Häufigkeit der Beobachtung hängen im übrigen davon ab, inwieweit sicherheitsmindernde Vorgänge auftreten können und ob diese oder ihre Auswirkungen rechtzeitig erkennbar sind. Besonders wichtig ist daher das frühzeitige Erkennen von Veränderungen und deren Tendenzen.

In den letzten beiden Absätzen der Folgerung 13 werden die z.Z. noch vorhandenen sog. "geschlossenen Dränsysteme" behandelt, die keine oder keine volle freie Vorflut besitzen. Hier ist die zutreffende Deutung der Wasserstände besonders wichtig. Hat Grundwasser zu einem solchen Dränsystem Zutritt, so muß der Wasserstand im Dränsystem auf die Höhe des Grundwassers an der Eintrittsstelle ansteigen, wenn das System vollständig geschlossen, d.h. gegen Wasseraustritt dicht ist. Bleibt der Wasserstand im Dränsystem niedriger, so weist dies auf einen Wasseraustritt hin. Dann ist akute Gefahr anzunehmen, weil der Wasseraustritt in den Untergrund zu Untergrunddeformationen und in der Folge zu Hohlrumbildung und damit zum plötzlichen Versagen der Dichtung und in Verbindung mit einer konzentrierten Durchströmung zum Bruch führen kann.

Die Art der erforderlichen Sofortsicherung hängt vom Einzelfall ab (Auflastfilter, Bereithalten von Material und Gerät an kritisch erscheinenden Stellen, Aufstellen von Beobachtungsposten, Einbindung in das Meldesystem, usw.). Eine sorgfältige Prüfung, muß sich anschließen, um über ggf. erforderliche weitergehende Maßnahmen entscheiden zu können.

Ich bitte, alle mit der Planung, Durchführung und Kontrolle befaßten Angehörigen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung mit diesen Gesichtspunkten vertraut zu machen, damit die im obigen Erlaß enthaltenen Grundsätze einheitlich angewandt werden.

Im Auftrag

Dr. Nau