

## **Binnenwasserstraßen – Entwurf, Bau, Betrieb und Unterhaltung (1.2)**

### **„Damm-GIS“ für Nachsorgemaßnahmen an Dämmen an Bundeswasserstraßen**

**Dr.-Ing. Manuela Osterthun**

Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte, Hannover

**Dipl.-Ing. Michael Seifert**

Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte, Hannover

**Dipl.-Geogr. Dietmar Mothes**

Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Ilmenau

**Dipl.-Ing. Arno Liebrecht**

Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte, Hannover

**Dipl.-Ing. Thomas Brase**

Wasser- und Schifffahrtsamt Minden

#### **1. Dämme an Bundeswasserstraßen und deren Nachsorge**

##### **1.1 Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD)**

Mit Einführung des „Merkblatts Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD)“ im Jahr 1998 bzw. seiner Fortschreibung im Jahr 2005 wurden für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) die Verfahren zur Standsicherheitsbeurteilung, mit denen nachgewiesen wird, ob eine Leckage in der Dichtung bei bestehenden oder neuen ständig wasserbelasteten Dämmen eine Gefährdung der Standsicherheit darstellt, erstmalig gebündelt und die Vorgehensweise der Nachweisführung standardisiert. Dazu wurden Bemessungsregeln eingeführt und die mit der Dammsicherheit verbundenen Aspekte des Bewuchses auf Dämmen geregelt. Alle übrigen erdstatischen Nachweise und Dimensionierungen, wie z.B. Grundbruch, Setzungen usw., sind nicht Gegenstand des MSD, sondern in den einschlägigen Normen und Empfehlungen geregelt.

##### **1.2 Dammnachsorgeprogramm**

Bekannt gewordene Sanierungsdefizite bei Dämmen der Bundeswasserstraßen haben dazu geführt, in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) Erhebungen über erforderliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit durchzuführen. Die erkannten Defizite bedeuten Sicherheitsrisiken, die mit Priorität vor anderen Maßnahmen realisiert werden müssen. Es wird davon ausgegangen, dass die so ermittelten und durchzuführenden Nachsorgemaßnahmen dazu führen, dass Dämme mit ihren Einbauten dem Stand der Technik entsprechen. Entsprechend dem MSD umfasst der Begriff der Nachsorge Maßnahmen an Dämmen mit ihren Bauwerken, mit denen die Standsicherheit

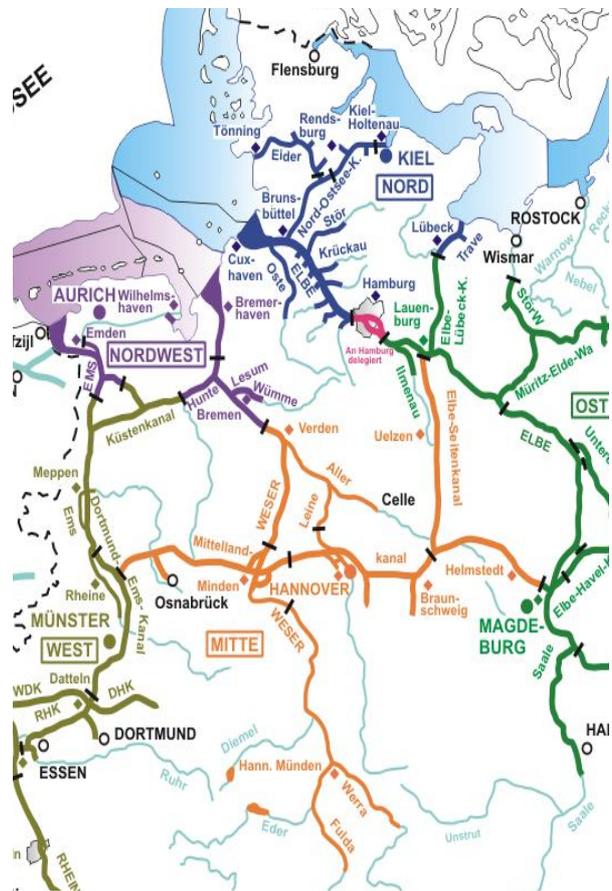
- für andere als ursprünglich vorgesehene Belastungen (insbesondere der Ausfall von Dichtungselementen) gewährleistet oder
- an die weiterentwickelten anerkannten Regeln der Technik angepasst wird.

Die WSV-weit durchgeführten Erhebungen haben auch gezeigt, dass der Zustand von 700 km Dämmen der WSV nicht hinreichend genau bekannt ist, um eine Priorisierung nach Risikopotenzial vorzunehmen. Dies erforderte geeignetes Soforthandeln der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung.

#### **1.3 Dämme im Bereich der WSD Mitte**

Die Dammnachsorge wird im Bereich der Wasser- und Schifffahrtsdirektion (WSD) Mitte gebündelt im Projekt „Dämme nach MSD“ bearbeitet. Die Untersuchung folgt methodisch dem MSD der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), einer technischen Oberbehörde der Verkehrsverwaltung des Bundes. Das Projekt wird vom Sachbereich 4 des Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Minden durchgeführt. Die Fachaufsicht liegt bei der WSD Mitte. Das Gesamtprojekt hat eine Laufzeit bis 2010 und beinhaltet auch eventuelle Baumaßnahmen zur Verbesserung der Standsicherheit.

Im Bereich der WSD Mitte ist das Kanalnetz, bestehend aus dem Mittellandkanal (MLK), dem Elbe-Seitenkanal (ESK), den Stichkanälen Osnabrück (SKO), Hildesheim (SKH), Salzgitter (SKS), Linden (SKL) und den Schleusenkanälen an der Mittelweser, mit rund 500 km bzw. 1000 km Ufer von der Bestandserhebung betroffen. Etwa ein Drittel (334 km) der Kanalstrecken sind Damfstrecken mit Abschnitten von 100 m bis 15 km Länge. Damfstrecken sind definitionsgemäß alle Streckenabschnitte, an denen der Bezugswasserstand die umgebende Geländeoberfläche übersteigt (Bild 1).



**Bild 1:** Zuständigkeitsbereich der WSD Mitte (=orange)

#### 1.4 Beobachtungsklassen und Kategorien

Die Dammstrecken sind in Beobachtungsklassen (BK) eingeteilt, die WSV-weit einheitlich mit Gefährdungspotenzialen und daraus resultierenden Beobachtungshäufigkeiten verbunden sind (Tabelle 1).

BK	Beobachtungshäufigkeit
0	2-mal / d bis 24 h / d
I	52-mal / a bis 365-mal / a
II	12-mal / a bis 52-mal / a
III	4-mal / a bis 12-mal / a

**Tabelle 1:** Beobachtungsklassen und -häufigkeiten

Die 334 km Dammstrecken im Bereich der WSD Mitte werden den Beobachtungsklassen folgendermaßen zugeordnet:

- BK 0: 0 km
- BK I: 91 km,  
davon 20 km der Kategorie 2 (Standicherheit LF 3 untersucht, noch keine Nachsorge für LF 3 durchgeführt, Standicherheit LF 4 noch zu untersuchen) und 71 km der Kategorie 3 (Standicherheit LF 3 untersucht, Nachsorge für LF 3 durchgeführt, Standicherheit LF 4 noch zu untersuchen)
- BK II: 190 km
- BK III: 54 km

#### 1.5 Bauwerke in den Dämmen der WSD Mitte

In den zu untersuchenden Dammstreckenabschnitten liegt eine Vielzahl von Bauwerken (102 Brücken, 132 Düker, 27 Kanalbrücken und Unterführungsbauwerke, Ein- und Auslassbauwerke, Pumpwerke sowie viele Bauwerke von Dritten), die den Damm ganz oder teilweise durchdringen und somit Störungsstellen darstellen und ebenfalls entsprechend dem MSD hinsichtlich ihrer Standicherheit zu untersuchen sind.

#### 1.6 Vorgehensweise

Die fachliche Bearbeitung und die Umsetzung der Nachsorgemaßnahmen eines Streckenabschnitts erfolgen auf der Grundlage des MSD.

Die Vorbereitung und Durchführung des Nachsorgeprogramms beginnt mit der Erhebung der relevanten Daten (Bestandsdaten, vorhandene Gutachten, Begehung) als Vorarbeit.

Dieser schließen sich die Untersuchungen und Nachrechnungen des bestehenden Zustands an, mit der Festlegung der notwendigen Daten und der nachzuweisenden Lastfallkombinationen und Berechnungsverfahren sowie der Berechnung der lokalen und globalen Standicherheiten aller Lastfallkombinationen, der Sicherheit gegen Materialtransport sowie der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch.

Auf dieser Grundlage wird ein Konzept mit verschiedenen technisch machbaren Sanierungsvarianten erarbeitet und die wirtschaftlichste Lösung ausgewählt und ausgeführt.

Abschließend wird der Sanierungszustand ähnlich wie der Ausgangszustand untersucht und nachgerechnet

mit dem Ziel, Vorschläge für Kontrollen und weitere Unterhaltungsvorgaben aufzustellen.

#### 2. Informationen und deren Nutzung für die Bestandsdokumentation und Nachsorge von Dämmen

##### 2.1 Sammeln und Werten vorhandener Informationen

Es wird deutlich, dass bei den genannten Bearbeitungsschritten ein erheblicher Aufwand für Recherchen u.a. auch von Daten Dritter, Untersuchungen/ Berechnungen und Bewertungen entsteht, die in Abhängigkeit vom Bearbeitungsstand ständige Aktualisierungen erfordern.

Zunächst stützt man sich im Wesentlichen auf vorhandene Daten, die jedoch meist heterogen in den verschiedenen Dienststellen vorliegen, ohne dass ein einheitlicher Zugriff darauf besteht. So wurde nach dem Sammeln der Informationen deren Homogenisierung in Verbindung mit einer Qualitätssicherung und eine abschließende Zusammenstellung und Verteilung erforderlich.

Im Bereich der WSD Mitte lagen unter anderem folgende Informationen vor:

- Karten im Maßstab 1:2.000 (Digitale Bundeswasserstraßenkarte DBWK 2)
- Daten und Pläne zu Bauwerken im Dammbereich
- Profile und Deckwerksaufbau entlang der Dammbereiche
- Bauart, Bewuchs und Befahrbarkeit der Dämme
- Zuständigkeiten und bisherige Sicherheitseinstufungen

Diese Informationen wurden zum großen Teil in einer Tabelle zusammengestellt und intern auch als „Damm-atlas“ bezeichnet und werden vom Sachbereich 4 des WSA Minden gepflegt.

##### 2.2 Ergänzung und Neuerfassung von Informationen

Etliche Informationen stehen jedoch nicht in der erforderlichen Einheitlichkeit, Aktualität und Vollständigkeit zur Verfügung, so dass in größerem Umfang Aktualisierung und Neuerhebung von Daten erforderlich werden.

So sind für die Untersuchung der Dämme umfassende Beschreibungen der Damngeometrie und des Aufbaus der Dämme erforderlich.

Im Bereich der WSD Mitte wurde zur flächendeckenden Erfassung der Damngeometrie für alle Kanalstrecken eine Befliegung mit Laserscannerfassung durchgeführt.

Einige wesentliche Parameter dieser Erfassung sind:

- Mittlere Messpunktdichte: 4 Punkte / m<sup>2</sup>
- Klassifizierung z.B. nach Gelände-, Wasserspiegel- und Vegetationspunkten
- Messunsicherheit: max. 30 cm (Lage) und 15 cm (Höhe) bei 95 % Sicherheitswahrscheinlichkeit

Damit können für alle potentiellen Dammbereiche Geländemodelle erzeugt werden, die u.a. folgende Möglichkeiten bieten:

- Erkennen von Dammsituationen durch räumliche Verschneidung
- Ableiten von Querprofilen an beliebigen Stellen
- Ableiten von Neigungen
- Erkennen von Bewuchs und Bewuchshöhe
- Flächendeckendes Erkennen von sicherheitsrelevanten Abweichungen durch Verschneiden der tatsächlichen Dammgeometrie mit einer noch zu ermittelnden Sollgeometrie; somit könnten kostenaufwändige rechnerische Nachweise ggf. entfallen

Die Ergebnisse von Bodenuntersuchungen zur Erfassung des Aufbaus der Dämme an sensiblen Stellen erfolgt unter Nutzung der Erfassung der Dammgeometrien durch das Laserscan-Projekt. Die sensiblen Stellen werden auf der Grundlage einer Erstauswertung der Geländemodelle lokalisiert.

Parallel zur Laserscanbefliegung wurden Orthobilder erzeugt, die umfassende visuelle Informationen über die Dammsituation liefern und darüber hinaus hervorragend als Grundlage von kartographischen Darstellungen geeignet sind.

### 2.3 Zusammenstellen der Informationen

Eine Vielzahl streckenbezogener Informationen lässt sich mit der Angabe der Station oder des Stationsbereiches in Tabellen zusammenfassen. Diesen sind Pläne, Gutachten und weitere Dokumente zuzuordnen.

Sehr wichtig sind jedoch kartenbezogene Visualisierungen. Dabei können als Basis die Bundeswasserstraßenkarte und / oder ggf. Orthobilder benutzt werden.

In thematischen Karten für die Untersuchung der Dammstandesicherheit und für ggf. erforderliche Nachsorgemaßnahmen werden beispielsweise folgende Informationen benötigt:

- Lage der Dammbereiche
- Lage von Bauwerken in Dammbereichen
- Symbolisierte Darstellung von Profil, Deckwerksaufbau oder Ähnlichem
- Potenziell kritische Bereiche
- Höhenschichten / Höhenlinien / Höhenkoten
- Lage von repräsentativen Bodenprofilen
- Lage von Grundwasserbeobachtungsbrunnen

### 2.4 Bisher eingesetzte Werkzeuge zur Informationsbereitstellung

Diese Vielzahl an Informationen wurden bisher in Tabellen, Texten und mit CAD erstellten Karten und Plänen geführt. Die Informationen in verschiedenen Datenquellen sind nicht automatisch einander zugeordnet; eine Zusammenführung erfordert in jedem Fall manuellen Aufwand.

Die in Tabellen enthaltenen Punkt- und Streckeninformationen müssen manuell mit CAD-Werkzeugen in

Sonderkarten eingezeichnet werden und im Fortführungsfall auch händisch verändert werden.

Wegen der damit verbundenen Aufwände werden die Daten nicht umfassend und immer aktualisiert, sondern nur fallweise abschnittsbezogen.

### 2.5 Idee zum Aufbau eines projektbezogenen Geoinformationssystems „Damm-GIS“

Die Anforderung, unterschiedlichste Informationen lagebezogen darzustellen und nutzen zu können, legt den Aufbau eines projektbezogenen Geoinformationssystems nahe. Dabei lassen sich georeferenzierte Informationen sehr einfach einbinden. Bei Informationen, die einer vorhandenen Geometrie (z.B. die Beobachtungsdaten der Lage eines Beobachtungsbrunnens) zugeordnet werden können, ist mit geringem Verknüpfungsaufwand einfach ein Lagebezug herstellbar.

Problematisch ist jedoch die Zuordnung von stationsbezogenen Abschnitten zu einer in der Karte darstellbaren Geometrie, insbesondere wenn sich die Abgrenzungen ändern. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn in der Karte ein mit einer einheitlichen Klassifizierung versehener Bereich durch weitere Untersuchungen oder auch durch Nachsorgemaßnahmen in Teilbereiche mit unterschiedlichen Klassifizierungen zerfällt.

Hierfür galt es, einen Weg zu finden, der eine Fortführung mit minimalem Aufwand erlaubt.

## 3. Pilothafter Aufbau eines Damm-GIS für den Bereich der WSD Mitte

### 3.1 Zielsetzung

Die Informationsbereitstellung für das Projekt „Dämme nach MSD“ im Bereich der WSD Mitte mit Hilfe von *WaGIS* - dem Geoinformationssystem der WSV ist als Pilotanwendung in besonderer Weise geeignet. Alle fünf „Binnendirektionen“ müssen derzeit die Dammnachsorge in ihren Zuständigkeitsbereichen mit höchster Priorität durchführen. Auch beide „Küstendirektionen“ müssen in gewissem Umfang die Aufgabenstellung „Dammnachsorge“ bearbeiten. Durch die beispielhafte Realisierung der Informationsbereitstellung als Fachapplikation auf der Grundlage von *WaGIS* für die Projektbearbeitung bietet sich die Möglichkeit, ein auf alle Direktionsbereiche übertragbares Beispiel für die praktische Arbeit zu erstellen.

Folgende allgemeine Zielsetzungen wurden für die GIS-Unterstützung genannt:

- I. Verwaltung und Pflege ausgewählter im Rahmen der Untersuchungen anfallender Daten
- II. Unterstützung der Projektgruppe bei der Durchführung der Untersuchungen, insbesondere bei kartographischen Darstellungen
- III. Kombinierte Auswertung und Darstellung von vorhandenen Informationen, wie z. B. Sachdaten aus dem Dammatlas, DBWK, topographische Karten, Höhendaten aus Laserscanner-Befliegung, Luftbilder
- IV. Lieferung von Bestandsinformationen für die Unterhaltung; das System kann als Basis für ein Bestandswerk dienen; dazu gehören Bauzeichnungen, Berichte und Gutachten, Fotos etc.

V. Lieferung von Grundlegenden Daten für die Planfeststellung (z. B. Ermittlung der Betroffenheit Dritter); dabei sind weitere Daten, beispielsweise aus dem LIS einzubinden

### 3.2 Realisierung

#### 3.2.1 Technische Grundlagen

WaGIS stellt als Geodateninfrastruktur der WSV den Mitarbeitern zwei wesentliche Grundlagen zur Verfügung:

- In der WaGIS-Datenbank werden die Grunddatenbestände, die in standardisierten Quellverfahren geführt werden, in einer einheitlichen Struktur gesammelt und für die weitere Nutzung online über das Behörden-Intranet bereitgestellt.
- Die WaGIS-Werkzeuge WaGIS Web, WaGIS Explorer und WaGIS Extension ermöglichen dem Nutzer, je nach Clientkomponente auf diese Grunddatenbestände wie auch auf lokale Datenbestände zuzugreifen, einfache bis komplexe GIS-Analysen durchzuführen und GIS-Projekte anzulegen. Weiterhin ist auch ein Download von ausgewählten Auszügen des zentralen Datenbestandes möglich, um netzunabhängige Auswertungen durchführen zu können.

Die kartographische Darstellung der stationsbezogenen Informationen, die lediglich durch „von km bis km“ beschrieben sind, erfolgt durch die „lineare Referenzierung“. Die lineare Referenzierung erlaubt die Zuordnung einer Stationsangabe (Punkt oder Abschnitt) auf ein vorher definiertes Stationsband, auf das die Information quasi aufgeprägt wird.

Damit wird z.B. der Dichtungsbereich entlang einer Wasserstraße als farbliche Linie dargestellt. Veränderungen der Stationsangaben führen unmittelbar zu einer Anpassung der kartographischen Darstellung. Eine manuelle Bearbeitung ist nicht erforderlich.

#### 3.2.2 Systemarchitektur

Die technische Pilotlösung besteht aus folgenden Komponenten:

##### Erfassung:

- Erfassung der Sachdaten erfolgt weiter in Tabellen, die in ArcGIS überführt werden.
- Durchführung der streckenbezogenen Zuordnung durch Aktivieren der linearen Referenzierung.

##### Datenhaltung:

- TK 25 und Luftbilder werden an den jeweiligen Arbeitsplätzen bzw. auf einem Netzlaufwerk im LAN lokal als TIFF-Dateien vorgehalten. Die Rasterdaten

müssen derzeit auch für die Auskunft an jedem Arbeitsplatz vorgehalten werden. Zukünftig ist die Einrichtung von zentralen digitalen Kartendiensten (web mapping services (WMS)) vorgesehen. In der Systemarchitektur ist dies mit einem „Damm-GIS-Dienst“ bereits berücksichtigt.

- Damm- und Bauwerksgeometrien werden während der Datenerfassung an dem Erfassungsarbeitsplatz bzw. auf einem Netzlaufwerk im LAN lokal als Shape-Dateien vorgehalten. Für die Auskunft werden die Daten auf einen zentralen Server überführt. Zusätzlich ist es möglich, die Daten über den WaGIS-Server und WaGIS-Web anzubieten.
- Damm-Sachdaten werden für die Erfassung in Excel gehalten, für die Auskunft in Shapedateien bzw. in der WaGIS-DB.
- Der Zugriff auf die DBWK erfolgt mittels Direktzugriff auf die WaGIS-DB.
- Wahlweise (bei unperformanter oder fehlender Intranet-Anbindung) ist auch der Zugriff auf heruntergeladene Daten des WaGIS-Zentralserverns möglich.

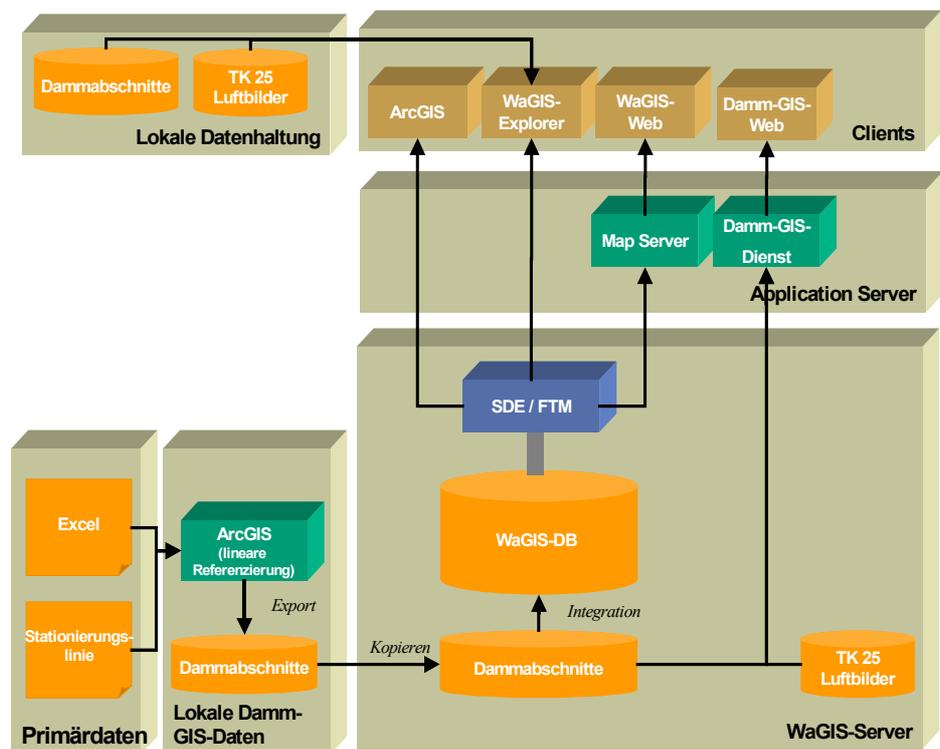
##### Auskunft:

Die Auskunft erfolgt mit dem WaGIS-Explorer.

Alternativ kann auch ArcGIS verwendet werden, wenn der Anwender ArcGIS zur Verfügung hat.

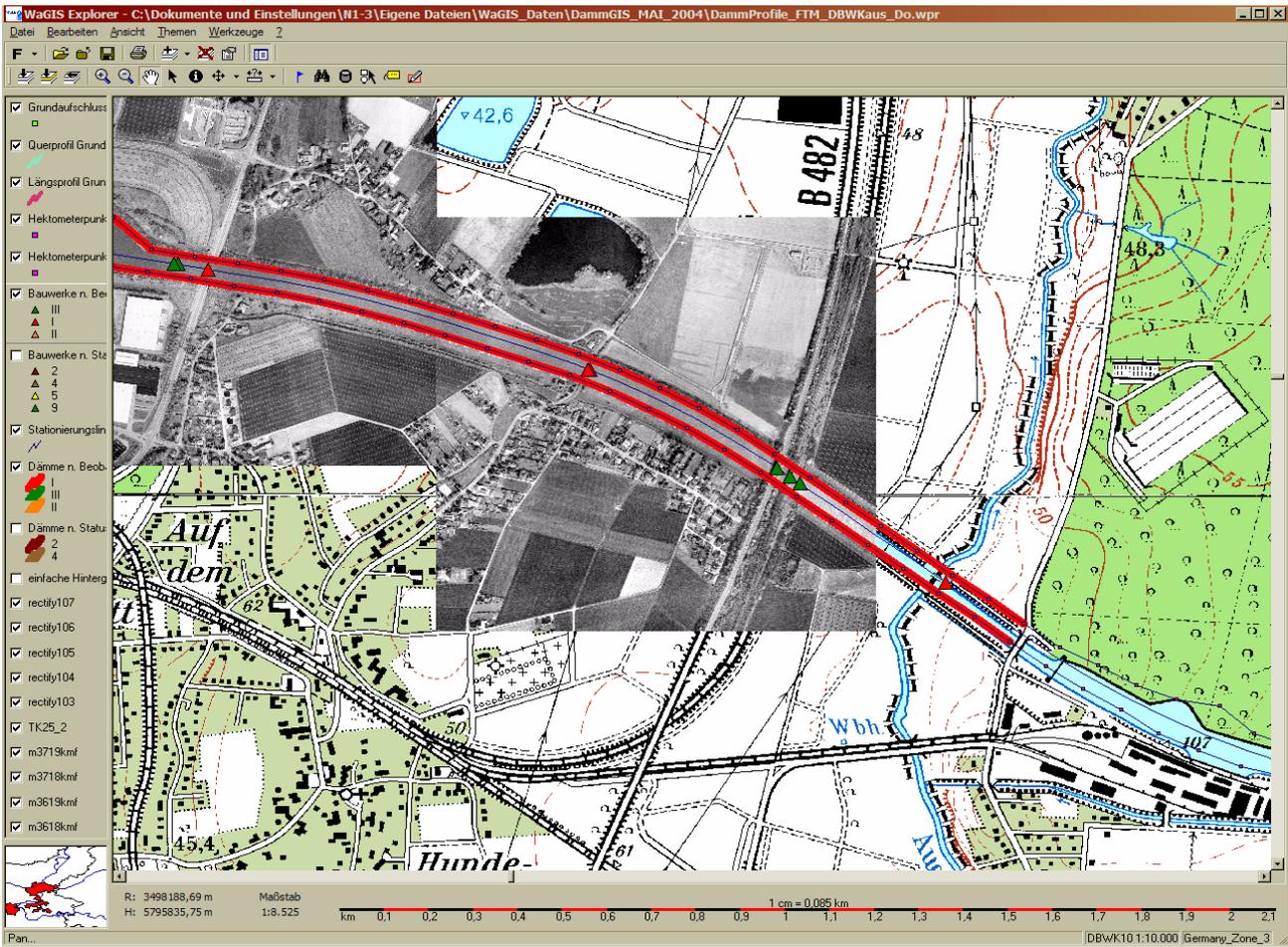
Bild 2 zeigt die Systemarchitektur des Damm-GIS.

Beispiele für die GIS-unterstützte Darstellung geben die Bilder 3 bis 5.

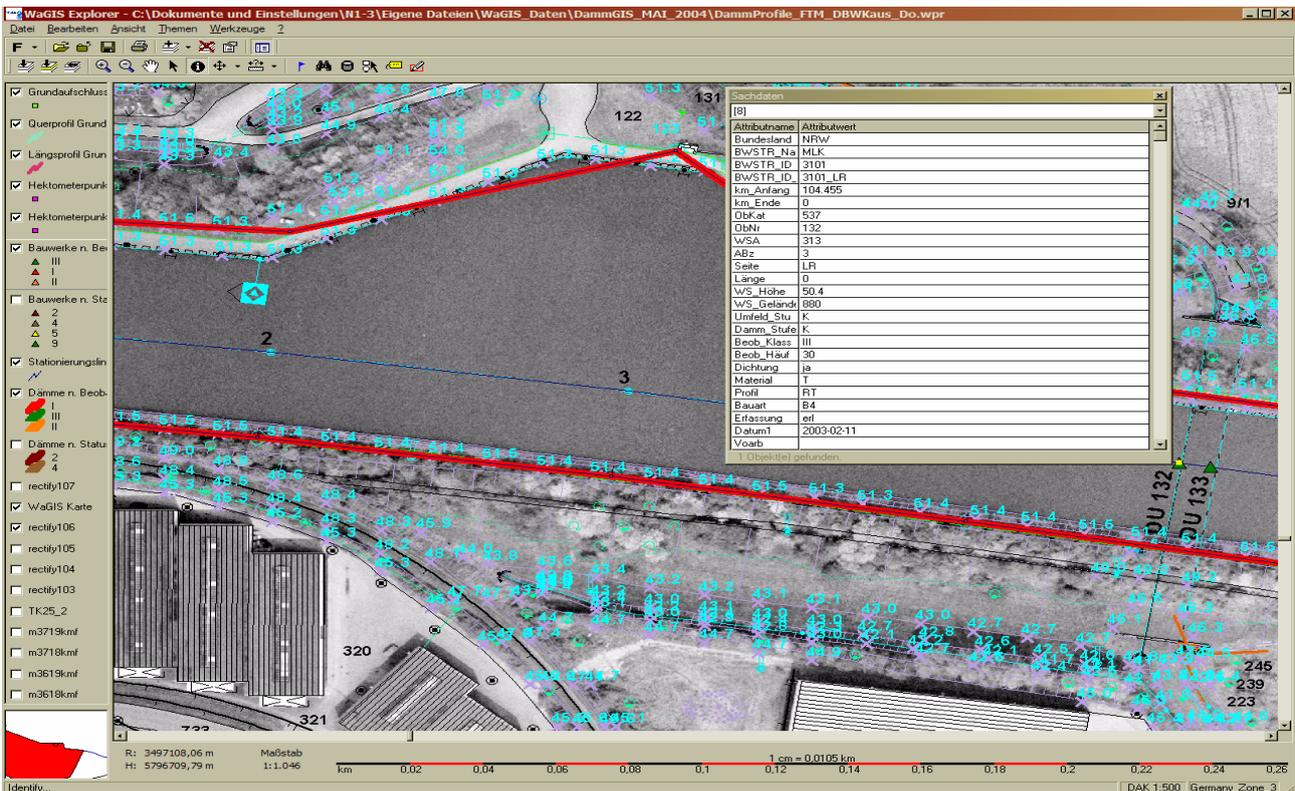


**Bild 2:** mögliche künftige Systemarchitektur eines Damm-GIS

**Binnenschifffahrt, Binnenwasserstraßen und Binnenhäfen (1)**  
 „Damm-GIS“ für Nachsorgemaßnahmen an Dämmen an Bundeswasserstraßen



**Bild 3:** farbkodierte Zustandsinformationen der Dämme und Bauwerke vor dem Hintergrund von Orthobildern und topographischen Karten



**Bild 4:** Dükerinformationen mit Orthobild und DBWK

# Binnenschifffahrt, Binnenwasserstraßen und Binnenhäfen (1)

## „Damm-GIS“ für Nachsorgemaßnahmen an Dämmen an Bundeswasserstraßen

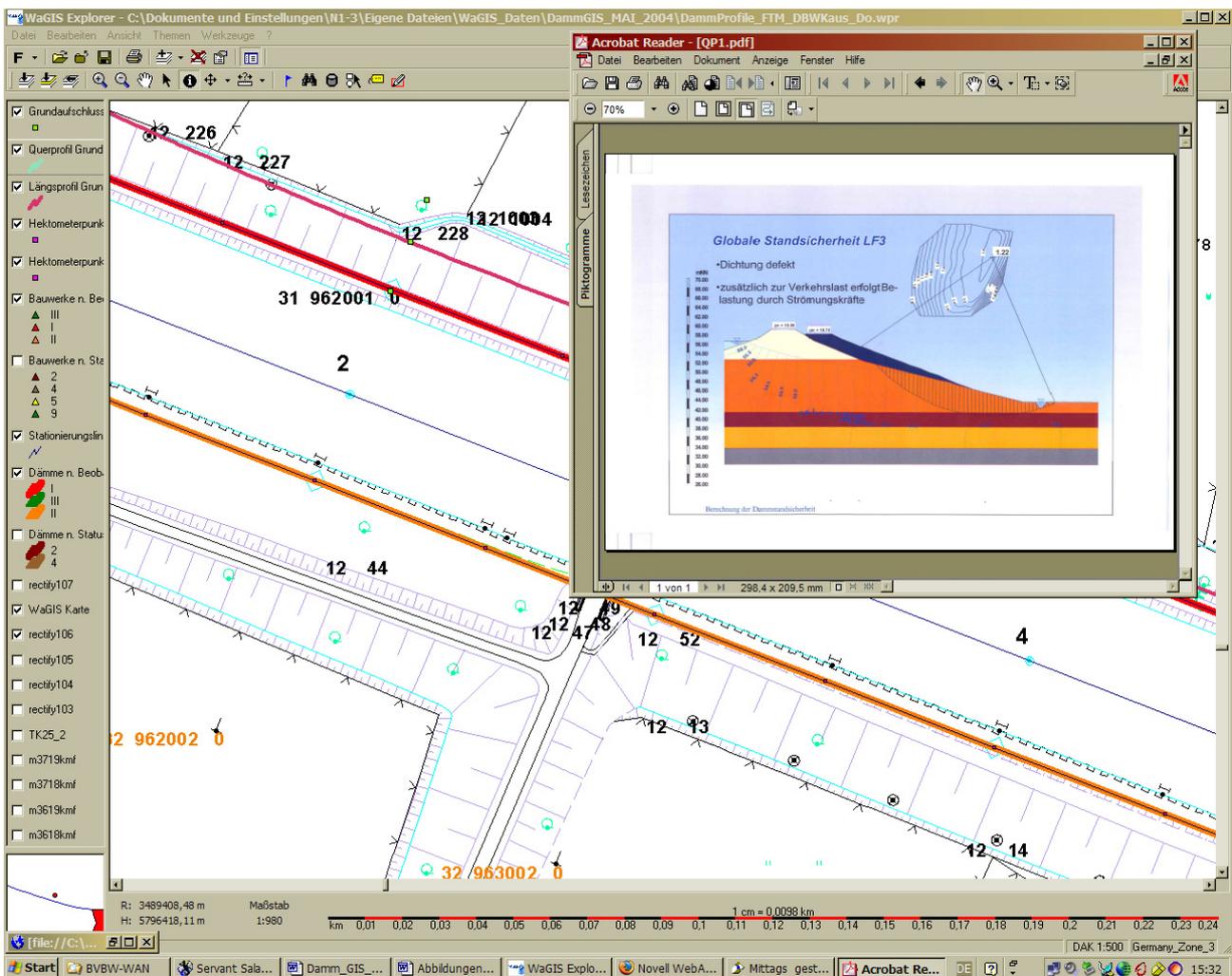


Bild 5: Untersuchungsergebnis eines Standsicherheitsgutachtens abgerufen über die Karte

### Literatur

OSTERTHUN, M.; SEIFERT, M.: Informationsmanagement für die Bundeswasserstraßen in Deutschland, Teil 2: WaGIS - das Geoinformationssystem für die WSV. Deutsche Berichte, XXX. Internationaler Schifffahrtskongress in Sydney 2002, Bonn, 2002.

OSTERTHUN, M.; SEIFERT, M.: WaGIS - das Geoinformationssystem für die WSV. In: ATV-DVWK (Hrsg.): Tagungsunterlagen, GIS-Tagung Geographische Informationssysteme in der Wasserwirtschaft, 27./28.01.2004, Kassel, ISBN3-937758-02-X, 2004.

OSTERTHUN, M.; SEIFERT, M.; BLUHM, M.; VAHRENKAMP, B.; MOTHE, D.: WaGIS - das Geoinformationssystem für die WSV. Jahrbuch der Hafentechnischen Gesellschaft e.V., Bd. 53, Schifffahrts-Verlag "Hansa", S. 65 - 72, Hamburg, 2002.

### Verfasser

Dr.-Ing. Manuela Osterthun  
Dezernat Neubau - Streckenausbau MLK  
Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte  
Am Waterlooplatz 5, 30169 Hannover  
Tel.: 0511 9115 - 3188  
E-Mail: [manuela.osterthun@wsd-m.wsv.de](mailto:manuela.osterthun@wsd-m.wsv.de)

Dipl.-Ing. Michael Seifert  
Dezernat Neubau - Streckenausbau MLK  
Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte  
Am Waterlooplatz 5, 30169 Hannover  
Tel.: 0511 9115 - 3490  
E-Mail: [michael.seifert@wsd-m.wsv.de](mailto:michael.seifert@wsd-m.wsv.de)

Dipl.-Geogr. Dietmar Mothes  
IT- Einsatz im technischen Einsatz der WSV  
Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), DSt Ilmenau  
Am Ehrenberg 8, 98693 Ilmenau  
Tel.: 03677 669 - 2220  
E-Mail: [d.mothes@baw.de](mailto:d.mothes@baw.de)

Dipl.-Ing. Arno Liebrecht  
Dezernat Neubau - Streckenausbau MLK  
Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte  
Am Waterlooplatz 5, 30169 Hannover  
Tel.: 0511 9115 - 3183  
E-Mail: [arno.liebrecht@wsd-m.wsv.de](mailto:arno.liebrecht@wsd-m.wsv.de)

Dipl.-Ing. Thomas Brase  
Sachbereichsleiter 4  
Wasser- und Schifffahrtsamt Minden  
Am Hohen Ufer 1-3, 32425 Minden  
Tel.: 0571 6458 - 1401  
E-Mail: [thomas.brased@wsa-mi.wsv.de](mailto:thomas.brased@wsa-mi.wsv.de)