

# **AUFBAU EINES ZENTRALEN DATENMANAGEMENTS FÜR GIS- UND SACHDATEN FÜR DIE LANDESTALSPERRENVERWALTUNG SACHSEN**

**Matthias Haase, Mathias Fritz, Wismut GmbH, Chemnitz**

## **1 EINLEITUNG**

Die Landestalsperrenverwaltung (LTV) Sachsen führt für den Freistaat Sachsen die Planung, das Betreiben und die Unterhaltung der wasserwirtschaftlichen Anlagen an Staugewässern sowie die Unterhaltung und den Ausbau der Fließgewässer I. Ordnung durch. Für die Realisierung dieser Aufgaben sind Daten und Informationen aus den verschiedensten Fachbereichen und Struktureinheiten der LTV zu erfassen, zu speichern und geeignet zu distribuieren.

Um eine umfassende Recherche in diesen Informationskomplexen für eine Vielzahl von Mitarbeitern der LTV zu ermöglichen, muss das Datenmanagement ein Konzept entwickeln und realisieren, welches sowohl den Umgang mit raumbezogenen Daten als auch mit „klassischen“ Daten (Dokumente, Messwerte) erlaubt. Der Einsatz von Spezialarbeitsplätzen in Form von Fachinformationssystemen mit GIS-Kopplung dafür ist relativ teuer und häufig nur einem begrenzten Mitarbeiterkreis zugänglich.

Die LTV ist regional in die Zentrale in Pirna und fünf Talsperrenmeistereien gegliedert. Diese Gliederung erfordert einerseits eine Datenhaltung in der Zentrale, andererseits geeignete Technologien zur Erfassung und Verteilung qualitätsgesicherter Daten und Informationen im gesamten Unternehmen.

Die LTV hat deshalb ein Intranet-basiertes Informationssystem aufgebaut, welches die unterschiedlichsten Informationskomplexe integriert und diese dem Nutzer auch ohne weitergehende GIS-Spezialkenntnisse im Internet Explorer bereitstellt.

Die notwendigen GIS-Funktionalitäten werden dabei von der eingesetzten ORACLE-Datenbank bereitgestellt, die Kartendarstellung in HTML-Seiten übernimmt ein Mapserver. Als Lieferanten von Geometrien für das Recherchesystem können GIS-Spezialarbeitsplätze eingebunden werden. Die integrierten web-basierten Anwendungen reichen von der komplexen Recherche nach Objekten, über die Analyse von Monitoringdaten zu diesen Objekten bis hin zu Darstellung der Liegenschaften inklusive aller benötigten Detailinformationen.

## **2 DIE INFORMATIONSKOMPLEXE**

Im Rahmen der Tätigkeit der LTV Sachsen fallen eine Reihe unterschiedlichster Daten und Informationen zu Objekten, zu Messwerten und zu den Betriebs- und Unterhaltungsarbeiten über einen langen Zeitraum an. Diese Daten und Informationen bilden ein äußerst komplexes Geflecht von einander abhängigen, meist aufeinander abgestimmten und in verschiedenen Struktureinheiten des Unternehmens erhobenen Einzelementen.

Von zentraler Bedeutung für eine zentralisierte Datenhaltung ist der Begriff des Objektes. Die Objekte der LTV lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

- Objekte an Fließgewässern, wie z.B. Deiche, Wehre, Brückenbauwerke
- Objekte an Stauanlagen, wie z.B. Talsperren, Hochwasserrückhaltebecken

Objekte können wiederum Unterobjekte besitzen, also eine hierarchische Struktur bilden. Zu diesen Objekteinträgen gehören weitere, erläuternde und erklärende Daten und Informationen. Im Wesentlichen lassen sich die folgenden Informationskomplexe herausarbeiten (Bild 1):

- Messdaten in Form von langjährigen Zeitreihen des Monitorings (Wassermengen, Wasserbewirtschaftung, Klimadaten, Bauwerksüberwachung)
- Objekte an Stauanlagen und Fließgewässern und deren Zustand
- Gewässer
- Liegenschaften
- Gestattungen
- Bilddokumente und Studien
- GIS-Daten wie Topographie und Luftbilder

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass ein großer Teil dieser Daten einen Raumbezug besitzt, d.h. dass das entsprechende Objekt mit einer Geometrie versehen werden kann und eine Kartendarstellung möglich sein sollte. Gleichzeitig wird vom Nutzer erwartet, dass er auf einfache Art und Weise die Lagebeziehungen von Objekten in seine Recherche einbinden kann.

Die Objekt- und die Monitoringdaten bilden den Kern des Informationssystems. Die LTV hält einige tausend Objekte in der Datenbank. Da es sich hierbei um Objekte mit völlig unterschiedlicher Ausprägung handelt, musste das zugehörige Datenmodell so gestaltet werden, dass ein Anlegen von neuen Objektarten mit neuen Eigenschaften nicht zu einer Änderung der Tabellenstruktur des Datenmodells führt.

Das gleiche trifft auf das Datenmodell zur Speicherung der Zeitreihen zu. Neue Messstellen mit neuen Parametern sollten nicht dazu führen, dass durch einen Datenbankadministrator bzw. Anwendungsprogrammierer Änderungen am Datenmodell und nachfolgend an den Rechercheanwendungen durchgeführt werden müssen.

Neben der Vielfalt der Informationen muss das Informationssystem bezüglich der Recherche nach Messwerten sehr große Datenmengen verarbeiten können. In der Zeitreihendatenbank werden 1100 Messstellen mit ca. 60 Mio. Datensätzen verwaltet. Es wird mit einem jährlichen Zuwachs von rund 10 Mio. Datensätzen gerechnet.

Eine besondere Herausforderung an das Informationssystem war die Neuaufnahme von Daten zu allen Deichen an den Flüssen 1. Ordnung im Rahmen des Projektes „Deichzustandsanalyse“ in Sachsen. Dabei werden von externen Ingenieurbüros ca. 650 km Deiche bewertet und die Ergebnisse an die LTV übergeben. Die Untersuchungsergebnisse gliedern sich in die beiden Hauptkomplexe Sach- und Zustandsdaten sowie GIS-Daten. Es werden zu jedem untersuchten Abschnitt Dokumente (Bericht, Analysenzusammenstellungen, Lagepläne), Fotos sowie Datenfiles mit Parametern zur Standsicherheitsanalyse übergeben. Alle diese digitalen Dokumente werden so gespeichert, dass sie über eine zentrale Rechercheoberfläche

im Informationssystem abrufbar sind. Hierbei hat sich die Nutzung eines flexiblen Objektmodells mit variablen Objekteigenschaften besonders bewährt.

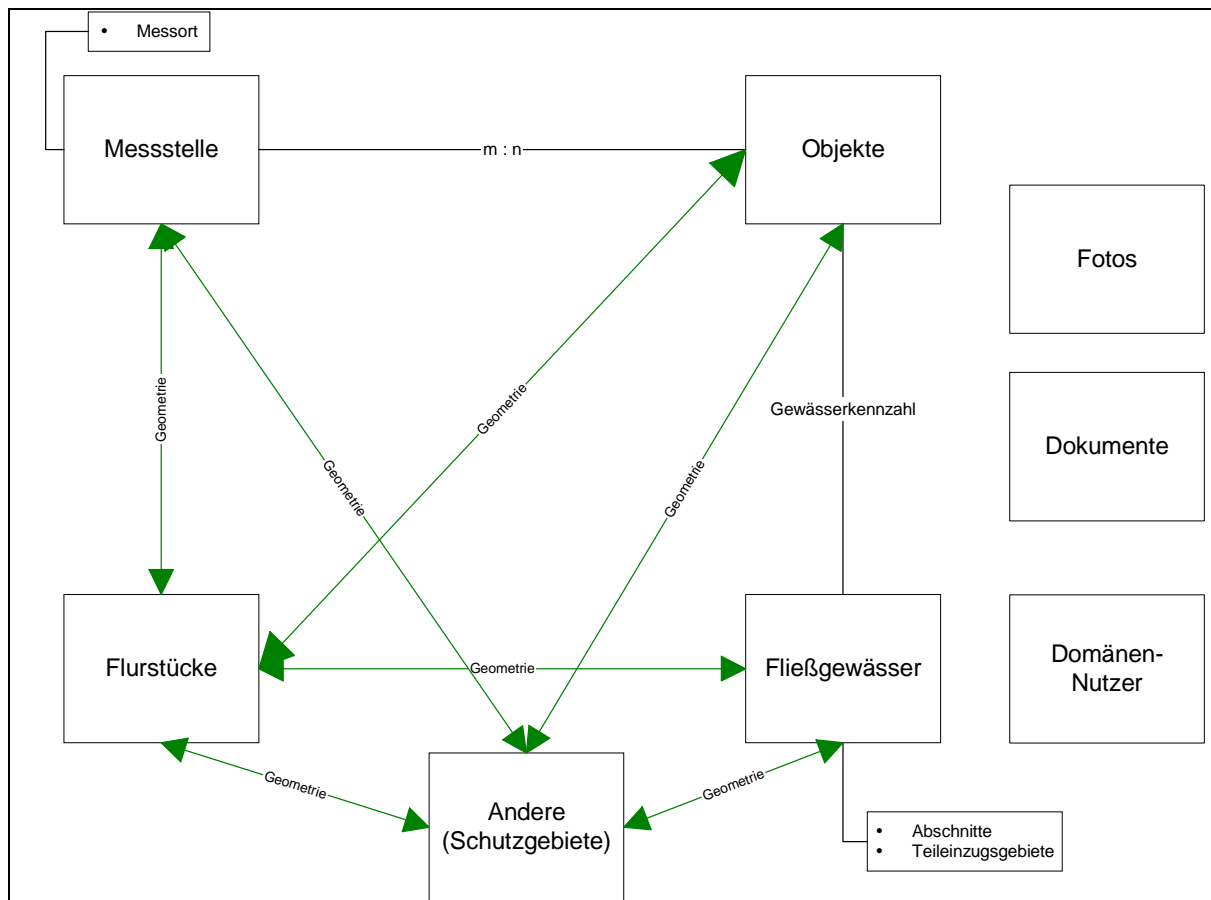


Bild 1: Datenkomplexe im LTV-Informationssystem und deren mögliche Verknüpfungen im Rahmen einer Recherche

### 3 DIE ARCHITEKTUR DES RECHERCHESYSTEM MIT GIS-KOMPONENTEN

Bedingt durch die Aufgliederung der LTV auf unterschiedliche Standorte in Sachsen musste bei der Konzipierung des Informationssystems eine web-gestützte Lösung vorgesehen werden. Dabei wurde angestrebt, den Datentransfer zwischen Datenbanken und Endnutzer zwecks Performancegewinn auf das notwendige Minimum, welches zur Erreichung des Recherchezieles notwendig ist, zu reduzieren. Realisiert wurde das System als Intranet-Lösung basierend auf einem zentralen Microsoft Web-Server und ORACLE-Datenbanken auf Unix-Servern in der Zentrale in Pirna. Das resultierende System basiert auf drei Säulen:

- Einem Datenmodell auf ORACLE-Datenbanken, welches die unternehmensweit relevanten Daten inklusive der Geometrieobjekte nach modernen Gesichtspunkten vorhalten kann
- Dem Basissystem cardo der Firma IDU mbH zur Nutzerverwaltung, Applikationssteuerung und zum Bereitstellen der GIS-Funktionen auf der Basis eines MapServers
- Den spezifischen Applikationen zur Recherche und Datenpflege auf der Basis von ASP-Anwendungen bzw. ASP.NET-Anwendungen

Zu diesen Applikationen zählen unter anderem:

- Die Zeitreihendatenbank zur Recherche nach Monitoringdaten mit Diagrammkomponenten, Analysefunktionen sowie Import- und Exportfunktionen
- Die Objektdatenbank für eine umfassende Objektrecherche, welche nach dem Prinzip arbeitet „Zeige mir alle verfügbaren Informationen zu diesem Objekt und gestatte eine weitere Detailsuche!“
- Eine Spezialanwendung zur Recherche nach Deichen
- Anwendungen zum Datenaustausch mit den Prozessleitsystemen der LTV

Der Nutzer benötigt lediglich einen Internet-Explorer auf dem PC. Installationen von Treibern oder anderer Software auf den Nutzer-PC's sind zur Nutzung der Recherchemöglichkeiten nicht notwendig.

Das System ist modular aufgebaut und kann entsprechend den Anforderungen an die Daten- und Informationslage angepasst werden. Die Nutzerverwaltung erfolgt zentral über einen Administrator.

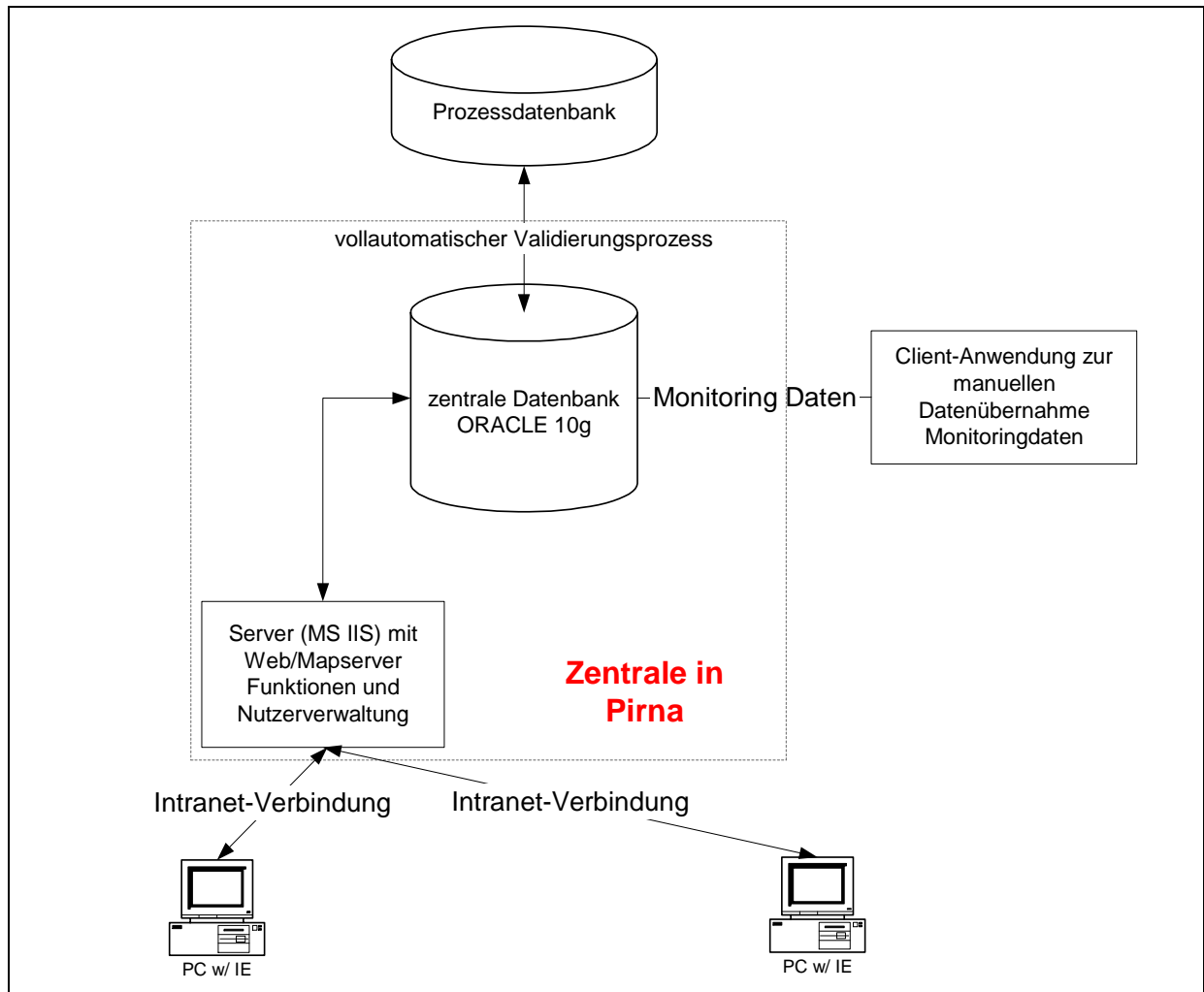


Bild 2: Schematische Systemarchitektur des Informationssystems

## 4 DAS MANAGEMENT VON RAUMBEZOGENEN DATEN IM INFORMATIONSSYSTEM

Typische Fragestellungen bei der Recherche nach Daten besitzen einen Raumbezug. Dieser kann beispielhaft folgendermaßen formuliert werden:

*„Zeige mir alle Messpunkte auf oder im Umfeld der Stauanlage XYZ sowie die dort gemessenen Werte!“*

oder

*„Welche Flurstücke liegen am Deich und wer ist der Eigentümer?“*

Derartige Fragestellungen ließen sich bisher nur mit großem Aufwand in eine vielen Nutzern zugängliche Recherche integrieren. Die Suche nach den Lagebeziehungen von Messpunkten zu Flächen oder von Flächen zu Flächen war eine Domäne von GIS-Arbeitsplätzen und somit nur einem eingeschränkten Nutzerkreis zugänglich.

Auswege wurden früher dadurch geschaffen, dass man versuchte die Beziehungen von Daten mit Raumbezug über strukturelle Verknüpfungen zu erhalten. Die Pflege dieser Beziehungen ist aufwändig und sie geht bei der Aktualisierung einer der Geometrien (z. B. bei der Änderung der Fläche eines Flurstücks) wieder verloren.

Bei der Konzipierung und Realisierung des LTV-Informationssystems wurden die Möglichkeiten moderner Datenbanken zur Speicherung und Auswertung von Geometriedaten konsequent genutzt [1].

Um diese Recherche nach Raumbezügen von Daten gleichwertig in ein Recherchesystem zu integrieren sind zwei Dinge notwendig:

- die Geometrien der zu recherchierenden Daten müssen in der Datenbank selbst verfügbar sein und
- die Verknüpfung von Daten mit unterschiedlichen Geometrien sollte in der Datenbank mit entsprechenden SQL-Anweisungen erfolgen können.

Seit wenigen Jahren stellen einige Datenbanksysteme die Funktionen zur Speicherung und Verarbeitung von Geometrien in der Datenbank zur Verfügung. Diese Entwicklung geht einher mit der Entwicklung sogenannter Objekt-relationaler Datenbanken. ORACLE hat mit der Version 8 die Speicherung von Geometrien als Spatial Data Objects (SDO) eingeführt und für die Folgeversionen ausgebaut. Die Nutzung der SDO-Funktionalitäten kann auf einer Standard-Version (Locator-Funktionalität) oder einer erweiterten Spatial-Version in ORACLE geschehen.

Die Locator-Version von ORACLE unterstützt drei einfache Geometrietypen sowie daraus zusammengesetzte Typen: Punkt, Linien, N-Punkt-Polygon in 2 Dimensionen. Die Interaktion der Geometrien kann über Vergleichsoperatoren (SDO\_RELATE) mit bestimmten Masken wie contains, covers oder anyinteract erfolgen. Damit sind solche Fragen wie „Welche Messpunkte liegen auf der Stauanlage XY oder im Umkreis von x Metern um diese?“ als SQL-Anfragen formulierbar.

Mit Hilfe dieser Datenbank-Funktionalitäten lassen sich typische GIS-Anwendungen direkt in die Arbeit der Datenbank integrieren. Räumliche Abfragen auf Basis von SQL-Anweisungen stehen dann gleichberechtigt neben relationalen Tabellenverknüpfungen oder der Volltextsuche. Die aufwändige Nachpflege von Lagebeziehungen über Tabellenrelationen kann entfallen – ändert sich die Geometrie eines Objektes in der Datenbank so stehen die aktuellen Beziehungen zu anderen Objekten mit Geometrieigenschaften sofort zur Verfügung.

Das Bild 3 veranschaulicht eine Reihe von Übergabemöglichkeiten von Geometriedaten an die Datenbank, welche durch die genannten Quellenanwendungen generiert werden. Die Geometrien werden in ORACLE als Spatial Data Objects (SDO) gespeichert

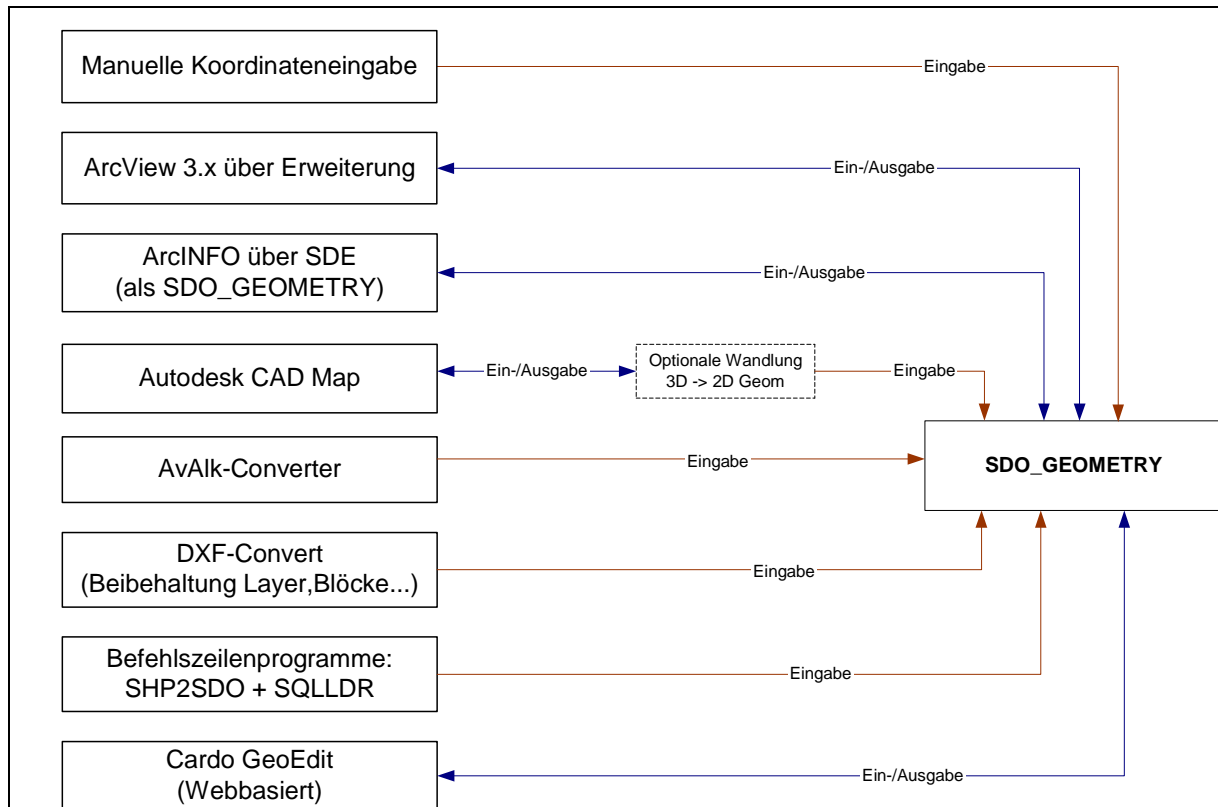


Bild 3. Möglichkeiten des Imports von Geometriedaten in die ORACLE-Datenbank des Informationssystems.

## 5 DAS PROJEKT „DEICHZUSTANDSANALYSE“

Im Rahmen der DZA werden an ca. 650 Deichkilometern in Sachsen Untersuchungen durchgeführt. Dabei werden pro Kilometer rund 6 Querprofile erhoben. Die übersandten Zustandsdaten, Geometrien und zugehörige Dokumente zu ungefähr 3500 bis 4000 Querprofile mussten während des Erstdatenimports auf Vollständigkeit, Plausibilität und – soweit möglich – inhaltliche Richtigkeit geprüft, die Datenübernahme in die Datenbank effizient realisiert und alle weiteren digitalen Dokumente geordnet abgelegt werden.

Obwohl die Objektdatenbank der LTV ursprünglich nicht für die Datenhaltung dieses speziellen Projekts konzipiert worden war konnte sie ohne größere Modifikationen dafür genutzt werden. Lediglich der automatisierte Datenimport einschließlich einer Plausibilitätsprüfung wurden neu entwickelt. Ohne diese automatische Übernahme wäre ein Datenimport von Hand wegen der sehr großen Datenmenge personell kaum zu bewältigen gewesen.

Bewährt hat sich hierbei die Möglichkeit, Objekthierarchien anzulegen. Für die Objektart Deich wurde folgende Hierarchie vereinbart:

- Deich
  - Deichkilometer
    - Querprofil

- Deichzustandsabschnitt

Das übergeordnete Objekt ist der Deich. Die Zustandsdaten, d.h. die zu den Querprofilen ermittelten Kennwerte, gliedern sich in drei Gruppen:

- geotechnische Kriterien
- geometrische Kriterien und Bewuchs
- topografische, anthropogene und geogene Kriterien

Zur Abbildung der Stationierung wird ein einheitliches Stationierungsmodell unter Nutzung der LRS<sup>1</sup>-Funktionalität des DBMS Oracle verwendet. Die geometrische Grundlage für die Stationierungsfunktionen bilden die im Rahmen der derzeit laufenden Erfassungen bestimmten Deichkronenmittellinien. Mit Hilfe der Stationsgeometrien (Punkte) erfolgt die Kalibrierung des Routensystems.

Alle anderen Geometrielemente (Deichkronenkante Luftseite/Wasserseite, die beiden Liniengeometrien des Deichfußes Luft/Wasser) werden lediglich zum Zwecke der grafischen Ausgestaltung übernommen.

Der Prototyp eines WEB-Services stellt zwei wesentliche Funktionen bereit:

Funktion „Station-zu-Koordinate“: Mittels dieser Funktion kann jede Station einer zu bezeichnenden Route in ein Koordinatenpaar umgesetzt werden. Als Spezialisierung dieser Funktion ist beispielsweise die Generierung eines Streckenobjektes aus übergebenen Stationskilometern möglich. Diese Funktion ist insbesondere für die Generierung der Bänderdarstellung für die Visualisierung der Deichzustände erforderlich.

Als weitere Funktion soll das Verfahren der Umwandlung einer absoluten Koordinate in eine Stationsangabe realisiert werden. Hierzu wird die Station des Fußpunkts des Lotes genutzt, welches auf dem auszuwählenden Streckenabschnitt so zu errichten ist, dass die Lotlinie durch die absoluten Koordinaten des beschriebenen Punkt verläuft. Damit lassen sich Lagebeziehungen von anderen Objekten zu den Deichen in der Datenbank auswerten.

## 6 FAZIT

Das geschaffene Informationssystem stellt über einfach zu bedienende Werkzeuge komplexe Rechercheoberflächen zur Verfügung. Die GIS-Funktionalitäten, welche moderne Datenbanksysteme liefern, sind für die Recherche nach Inhalten mit Raumbezug völlig ausreichend. Die notwendigen Schnittstellen zur Datenübergabe der Geometriedaten an die Datenbank existieren für viele Softwaresysteme. Die Bedeutung von Spezialarbeitsplätzen als Datenlieferanten für das Informationssystem wird gesteigert. Da das Informationssystem als unitäre Quelle der zu verwendeten Daten dient, wird die Konsistenz und die Qualität der in einem Unternehmen genutzten Daten und Informationen verbessert.

---

<sup>1</sup> LRS - Linear Referencing Systems, Teil des ORACLE-Spatial Funktionsumfangs für Rechnungen auf linearen, räumlichen Strukturen



## 7 LITERATUR- UND QUELLENNACHWEIS

- [1] Fritz, M.. (2006): Geodaten mit Oracle Locator (Spatial) in der Praxis am Beispiel der Wismut GmbH.- In: Konferenzbeitrag auf SID ORACLE Spatial, Frankfurt/M., [www.doag.de/public/sig/spatial/](http://www.doag.de/public/sig/spatial/)