

Integratives wasserwirtschaftliches Datenmanagement zur Talsperren- steuerung im Einzugsgebiet der Ruhr

Georg zur Strassen und Patrick Huy, Ruhrverband Essen

11 Integratives wasserwirtschaftliches Datenmanagement zur Talsperrensteuerung im Einzugsgebiet der Ruhr

11.1 Einleitung

Das Ruhrverbandsgesetz vom 7.2.1990 (RuhrVG) stellt die gesetzliche Grundlage für die Bewirtschaftung der Talsperren im Einzugsgebiet der Ruhr dar. Danach hat der Ruhrverband die in § 2, Abs. 1 beschriebene Aufgabe „Regelung des Wasserabflusses einschließlich Ausgleich der Wasserführung und Sicherung des Hochwasserabflusses der oberirdischen Gewässer“ [1]. Explizit werden dabei für den Niedrigwasserbereich einzuhaltende Abflussgrenzwerte an bestimmten Kontrollquerschnitten vorgeschrieben. Zur Erfüllung dieser gesetzlichen Aufgaben betreibt der Ruhrverband ein Talsperrensystem mit einem Gesamtstauinhalt von 464,1 Mio. m³.

Um diese überregionale Aufgabe der Wassermengenbewirtschaftung mit Hilfe zeitgemäßer Informations- und Kommunikationstechnik erfüllen zu können, betreibt der Ruhrverband in der Hauptverwaltung in Essen seit 1995 eine Talsperrenleitzentrale, von der aus das Talsperrensystem zentral gesteuert wird, mehr als 100 Kilometer von einzelnen Talsperren entfernt. Die Konzeption, Realisierung und Inbetriebnahme dieser Leitzentrale wurde ausführlich im Jahresbericht Ruhrwassermenge 1995 beschrieben [2].

In den Folgejahren wurden sukzessive Vorhersagemodelle für die Entziehung (siehe Kapitel 6), die Hochwasservorhersage [3] sowie die Echtzeitbewirtschaftung für Mittel- und Niedrigwasser [4] in die Leitzentrale integriert und in den operationellen Betrieb genommen. Zudem ist die Infrastruktur bzgl. Hardware, Software und Netzwerkkomponenten im laufenden Betrieb an die technischen Weiterentwicklungen angepasst worden. Nachfolgend wird daher über das aktuelle integrative wasserwirtschaftliche Datenmanagement zur Talsperrensteuerung im Einzugsgebiet der Ruhr berichtet.

11.2 Datenbasis

Voraussetzung für die zentrale Bewirtschaftung des Talsperrensystems im Einzugsgebiet der Ruhr ist ein umfassendes Messnetz, das zuverlässig sowohl hydrologische als auch meteorologische Messgrößen erfasst. Neben Daten über den Zufluss in und die Abgabe aus den einzelnen Talsperren sowie deren Stauinhaltsentwicklung sind im Rahmen der hydrologischen Messwertfassung die Wasserstands- und Abflussdaten von Kontrollpegeln entlang der Hauptgewässer Ruhr, Lenne und Volme als Reaktionsgrößen auf die Talsperrensteuerung aber auch die natürliche Abflussentwicklung von besonderer Bedeutung. Ergänzt wird dieses Messnetz durch meteorologische Stationen, an denen Niederschlag, Lufttemperatur und teilweise auch die Luftfeuchte gemessen werden.



Bild 27: Mess- und Übertragungstechnik im Innenraum des Pegels Hagen-Hohenlimburg/Lenne

Fig. 27: Equipment for measuring, recording and transmitting water-level data installed inside the shelter of the gauging station at Hagen-Hohenlimburg/Lenne

Insgesamt wird im 4.488 km² großen Einzugsgebiet der Ruhr an 96 Messstellen der oberirdische Abfluss (Messstellen der Wasserwirtschaftsverwaltung NRW und des Ruhrverbands) und an 109 Messstellen der Niederschlag (Messstellen des Deutschen Wetterdienstes, der Staatlichen Umweltämter und des Ruhrverbands) erfasst. Damit steht im Ruhreinzugsgebiet ein sehr dichtes hydrologisches Messnetz zur Verfügung.

Da nicht alle diese Stationen mit Datenfernübertragung (DFÜ) ausgestattet sind bzw. einige Stationen für die operationelle Talsperrensteuerung keine Bedeutung haben, werden in der Talsperrenleitzentrale die Messdaten von 48 Pegeln und 31 Niederschlagsstationen abgerufen. Jeweils 15 dieser Stationen werden nicht vom Ruhrverband sondern von Staatlichen Umweltämtern des Landes NRW betrieben. Mit den entsprechenden Betreibern bestehen Vereinbarungen über den gegenseitigen Zugriff auf Messstellen des Anderen. Als Dienstleistung für ein Verbandsmitglied befinden sich zusätzlich vier weitere Pegel aus dem Einzugsgebiet der Lippe im Abruf. Bild 27 zeigt am Beispiel einer Station mit Datenfernübertragung die Mess- und Übertragungstechnik im Innenraum des Pegels Hagen-Hohenlimburg/Lenne.

Grundlage der Datenfernübertragung ist das öffentliche Telefonnetz, über das die Kommunikation der Messstellen mit der Talsperrenleitzentrale mittels DFÜ-Verbindungen erfolgt. Schwerpunktmäßig kommen dabei ISDN- bzw. GSM-Modems zum Einsatz. Bei einigen wenigen Stationen muss betrieberbedingt noch mit älteren Seriell- bzw. Parallel-Modems gearbeitet werden.

Zentraler Softwarebaustein der Datenfernübertragung Wasserwirtschaft ist das **W**asserwirtschaftliche **I**nformations-**S**ystem der Firma **K**isters (**WISKI**) mit dem **S**imultanen **O**nline

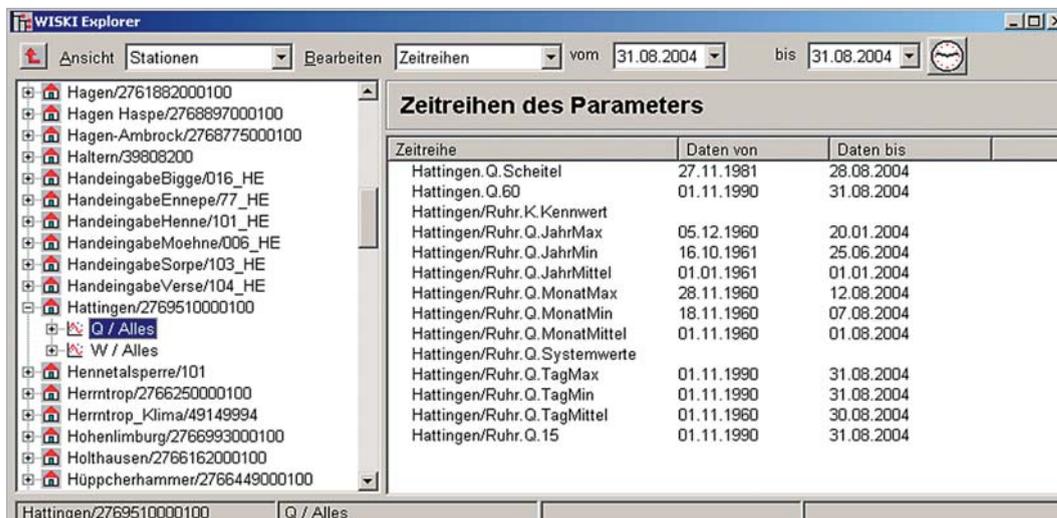


Bild 28: Zeitreihenauswahl mit dem WISKI-Explorer
 Fig. 28: Time-series selection with the WISKI-Explorer

Datenabruf (SODA). Hierüber ist es möglich, sowohl zeitgesteuert als auch spontan einzelne Stationen oder Stationsgruppen mit mehreren DFÜ-Verbindungen zeitgleich abzurufen. In hochwasserfreien Zeiten erfolgt der Abruf routinemäßig vier Mal am Tag: nachts um 2 Uhr, morgens um 7 Uhr, nachmittags um 15 Uhr und abends um 21 Uhr. Zum Einsatz kommen dabei sieben SODA-Rechner, jeweils einer an jeder Talsperrenbetriebsstelle und zwei in der Talsperrenleitzentrale in Essen. Dadurch ist eine hohe Ausfallsicherheit gewährleistet, da jeder SODA-Rechner die Funktion des jeweils anderen übernehmen kann. Jeder Talsperren-SODA ruft zu den vorgegebenen Zeiten die im jeweiligen Talsperreneinzugsgebiet befindlichen Messstellen ab, in Essen erfolgt der Abruf der übrigen Stationen.

Zusätzlich zu den automatisiert erfassten Daten werden an den Talsperren noch weitere Daten wie Niederschlagstagesummen von Regenmessern, Abgabeänderungen, Stellung von Verschlussorganen, Sauerstoffgehalt u.ä. erhoben und in speziellen Handeingabemaschinen in WISKI eingepflegt. Weiterhin gehen von den zwölf größten Wasserwerken an der Ruhr werktätlich über verschiedene Telekommunikationswege die gemessenen Rohwasserentnahmedaten des Vortags, die ein Maß für die Beanspruchung des Flusssystems Ruhr darstellen, in der Talsperrenleitzentrale ein.

Neben den hydrologischen und meteorologischen Messdaten sind für die Talsperrensteuerung auch meteorologische Vorhersagedaten insbesondere für die Modelltechnik von Bedeutung. Für zwölf Standorte im Einzugsgebiet der Ruhr werden vom Deutschen Wetterdienst (DWD) Punkt-Termin-Prognosen für Niederschlag, Lufttemperatur und Luftfeuchte erstellt und auf einem FTP-Server bereitgestellt. Dort befinden sich auch Bilder radargemessener qualitativer Niederschlagsdaten, die automatisiert alle 15 Minuten von der Talsperrenleitzentrale aus abgerufen werden. Zusätzlich werden Wetterwarnungen und täglich ein Wetterbericht für Nordrhein-Westfalen vom DWD per Fax übermittelt.

Die vorher beschriebenen selbst- bzw. fremderfassten und mittels verschiedener Kommunikationswege übertragenen Mess- und Vorhersagedaten bilden die Datenbasis des integrativen wasserwirtschaftlichen Datenmanagements.

11.3 Datenhaltung und Datenverarbeitung

Datenhaltung und Datenverarbeitung sind zwei eng und wechselseitig miteinander verknüpfte Prozesse. Zentrale Komponente der Datenhaltung ist dabei die WISKI-Datenbank basierend auf dem Datenbankmanagementsystem (DBMS) von ORACLE. In diese werden die von den SODA-Rechnern abgerufenen Messdaten automatisch als Originalzeitreihe abgelegt. Diese Zeitreihen besitzen mit 1-Minuten- (Niederschlag) bis 15-Minuten-Werten (Wasserstand, Abfluss) eine hohe zeitliche Auflösung. Unmittelbar im Anschluss daran kopiert der Berechnungsserver (WBS) als ersten Schritt der Datenverarbeitung die Originalzeitreihen in Produktivzeitreihen und berechnet anschließend auf Basis dieser hochauflösenden Daten abgeleitete Daten. Dies sind neben Tages-, Monats- und Jahreswerten auch transformierte Zeitreihen wie Abfluss (Q) aus Wasserstand (W) und Stauinhalt aus Stauhöhe unter Berücksichtigung der jeweils in der Datenbank hinterlegten gültigen Abfluss- oder Stauinhaltskurven. Bild 28 vermittelt am Beispiel des Pegels Hattingen/Ruhr einen Eindruck über die mit dem WISKI-Explorer auswählbaren Zeitreihen pro Station.

Neben dem Berechnungsserver ist der WISKI Service Provider (WSP) ein weiteres zentrales Modul im Prozess der Datenhaltung und -verarbeitung. Er automatisiert routinemäßig ablaufende Prozesse wie z. B. den Austausch von Abflussdaten zwischen den Datenbanken der Wassermengen- und Wassergütwirtschaft und die dateibasierte Bereitstellung von Messdaten in einem ASCII-Format für andere Anwendungen. Hierzu zählen neben der Webapplikation der Talsperrenleitzentrale insbesondere die verschiedenen Vor-

hersagemodelle. Mit diesen werden basierend auf den bereitgestellten Mess- und Vorhersagedaten Berechnungen durchgeführt, deren Ergebnisse gespeichert und innerhalb der Anwendungen visualisiert werden (siehe Kapitel 11.4).

Zentrale Hardwarekomponenten in der Talsperrenleitzentrale sind der Datenbankserver mit der WISKI-Datenbank und der Applikationsserver, auf dem WBS und WSP arbeiten. Datenbankserver und Applikationsserver sind durch Redundanz gegen Ausfall gesichert. Jeweils nachts wird die gesamte Datenbank gespiegelt, so dass bei einem Ausfall Datenlücken durch einen einfachen Abruf aller Stationen geschlossen werden können. Zum Ausgleich von Spannungsschwankungen im Stromnetz und zur Überbrückung kürzerer Stromausfälle sind die Rechner durch eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) abgesichert.

11.4 Anwendungen

Die datei- bzw. datenbankbasiert vorliegenden, hydrologischen und meteorologischen Mess- und Vorhersagedaten sind Eingangsgrößen für verschiedene Anwendungen, die entscheidungsunterstützend für die operationelle Talsperrensteuerung sowie für die Bereitstellung von Informationen im Intra- bzw. Internet eingesetzt werden.

11.4.1 WISKI-Client

Für jede Talsperrenbetriebsstelle ist ein und für die Talsperrensteuerung in Essen sind vier WISKI-Arbeitsplätze im Einsatz, die mit dem Datenbankserver vernetzt sind. Mit ihnen werden die Aufträge sowohl für die Abrufe mit DFÜ als auch für den WSP verwaltet. Zudem dienen sie im Rahmen des Zeitreihenmanagements der Erfassung, Plausibilisierung, Kontrolle, Korrektur und Visualisierung der Daten. Diese endgeprüften Daten stellen die Basis für ein umfassendes Berichtswesen dar, neben den mit WISKI direkt erstellbaren Monats- und Jahreslisten, Dauer- und Haupttabellen sowie gewässerkundlichen Jahrbuchseiten (DGJ-Seiten) sind dies Sicherheitsberichte für die Talsperren und der Geschäfts- sowie Ruhrwassermengenbericht.

Die im Rahmen der Talsperrensteuerung von den Mitarbeitern wahrgenommene Rufbereitschaft kann von zu Hause aus auf WISKI-Arbeitsplätze in der Talsperrenleitzentrale zugreifen, um auch außerhalb der Dienstzeiten und am Wochenende über aktuelle Informationen der Niederschlags- und Abflusssituation zu verfügen.

11.4.2 INTOUCH

Mit dem Umstieg auf ein datenbankgestütztes Abruf- und Zeitreihenmanagementsystem musste die Datenbereitstellung für das seit 1995 in der Talsperrenleitzentrale im Ein-

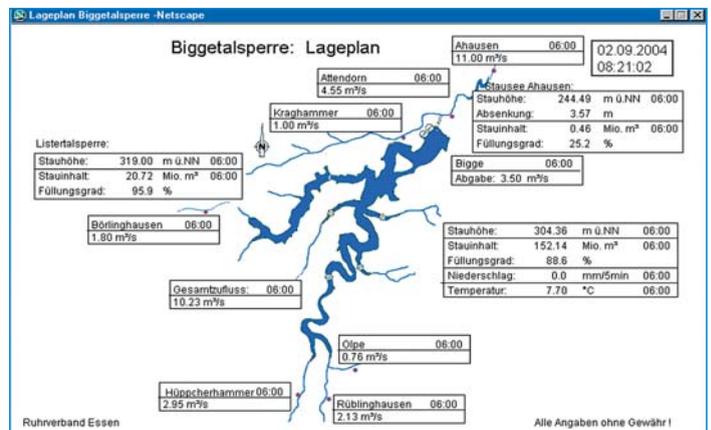


Bild 29: Lageplan der Biggetalsperre
Fig. 29: Situation outline of the Bigge reservoir

satz befindlichen Prozessvisualisierungssystem INTOUCH, das aus zwei Arbeitsplätzen und einem Fileserver besteht, angepasst werden. Es greift jetzt direkt auf die in der WISKI-Datenbank vorliegenden aktuellen Messwerte aller Stationen zu.

Die verschiedenen Messdaten werden in Prozessbildern themenbezogen zusammengefasst. So kann der Benutzer zwischen talsperrenbezogenen Lageplänen, gesamteinzugsgebietsbezogenen Übersichtsbildern, flussabschnittsbezogenen Abflusssituationen und weiteren Detailübersichten wählen, aus denen die jeweils letzten vorliegenden Messwerte der dargestellten Messstationen mit Zeitstempel versehen ersichtlich sind und entsprechende Ganglinien aufgerufen werden können. Eine Auswahl von elf dieser Prozessbilder ist auch im Internet verfügbar. Als Beispiel ist in Bild 29 der Lageplan der Biggetalsperre dargestellt.

In der INTOUCH-Anwendung wird werktätlich und während besonderer Abflusssituationen ein Lagebericht verfasst und für das Internet freigegeben, in dem neben einer Kurzfassung der aktuellen Wettervorhersage die Situation an den Talsperren und im Einzugsgebiet sowie die zu erwartende Abflussentwicklung in Form eines Bulletin dargestellt sind.

11.4.3 Modellergebnisse

Seit Inbetriebnahme der Talsperrenleitzentrale im Jahr 1995 sind sukzessive das Entziehungsvorhersagemodell EZVOR, das Hochwasservorhersagemodell VMOD für das Einzugsgebiet der Lenne, das Echtzeitbewirtschaftungsmodell RRM und als vorerst letztes das Hochwasservorhersagemodell VMOD für das gesamte Ruhreinzugsgebiet in den operativen Einsatz genommen worden. Einen Überblick über den Einsatz dieser Modelle gibt [5].

Aufbauend auf den Wasserentnahmen großer Wasserwerke des Vortages und den Temperaturvorhersagen des DWD berechnet das auf Fuzzy-Logic basierende Entziehungsvorhersagemodell EZVOR für einen fünftägigen Vorhersage-

zeitraum Entziehungswerte (Wasserbedarf) für die Kontrollquerschnitte Villigst und Mündung. Das Programm ist zusammen mit einem Wasserhaushaltsmodell (PRMS) und Bewirtschaftungsmodell Bestandteil des genesteten Modellsystems RRM. Unter Einbeziehung der Niederschlags- und Temperaturvorhersagen errechnet RRM auf Tagesbasis Abflussvorhersagen insbesondere für den Niedrig- und Mittelwasserbereich. Über Modellkonzeption und den praktischen Einsatz des Modells ist ausführlich im letzten Ruhrwassermengenbericht 2002 berichtet worden [6].

Mitte Dezember 2003 ist eine vorläufige Version des Hochwasservorhersagemodells VMOD für das gesamte Ruhr-einzugsgebiet in der Talsperrenleitzentrale implementiert worden. Da das Winterhalbjahr 2004 praktisch hochwasserfrei war, wurden nur anhand einzelner kleinerer Ereignisse erste Erfahrungen im Umgang mit dem Modell gesammelt. Das gesamte vorangegangene beschriebene Modellsystem ist auf zwei Rechnern installiert, die in das Netzwerk der Talsperrenleitzentrale integriert sind.

11.4.4 Radar/Fax

In Ergänzung zu den unterschiedlichen Vorhersagemodellen werden, wie oben beschrieben, qualitative Radarniederschlagsbilder des DWD abgerufen und visualisiert. Es handelt sich hierbei um das lokale Bild des Radarstandortes Essen (PL) und das im Wesentlichen Mitteleuropa umfassende, aus 15 deutschen und 9 benachbarten ausländischen Radarstandorten bestehende, internationale Kompositbild (PI). Diese Bilder erlauben einen ersten Eindruck von der Verteilung,

Zugrichtung und Intensität aufziehender Niederschlagsgebiete. Zusätzlich finden weitere im Internet frei verfügbare Vorhersagedaten anderer Wetterdienste bei der Talsperrensteuerung Berücksichtigung.

Der Faxserver empfängt Wettervorhersagen und -warnungen des DWD sowie Mitteilungen vor allem des Hochwasserwarndienstes für Ruhr, Lenne und Volme, der vom Staatlichen Umweltamt Hagen betrieben wird, und leitet sie außerhalb der Dienstzeiten an den Bereitschaftshabenden weiter.

11.4.5 Intra- und Internet

An den in der Leitzentrale verfügbaren Daten besteht ein großes öffentliches Interesse. Aus diesem Grund betreibt die Abteilung Mengenwirtschaft und Morphologie des Ruhrverbands seit 1997 eine Webseite, auf der eine Auswahl von Informationen aus der Leitzentrale zur Verfügung gestellt werden. Da dieses Angebot von Behörden, Einsatzkräften, Firmen, Wassersportvereinen und Bürgern sehr gut angenommen und häufig der Wunsch nach detaillierteren Informationen geäußert wurde, sind diese Seiten inhaltlich und technisch überarbeitet worden.

So steht seit August 2003 ein umfangreiches Angebot an hydrologischen und meteorologischen Daten im Internet unter den Adressen:

www.talsperrenleitzentrale-ruhr.de
www.ruhrverband.de/mm/

zur Verfügung.

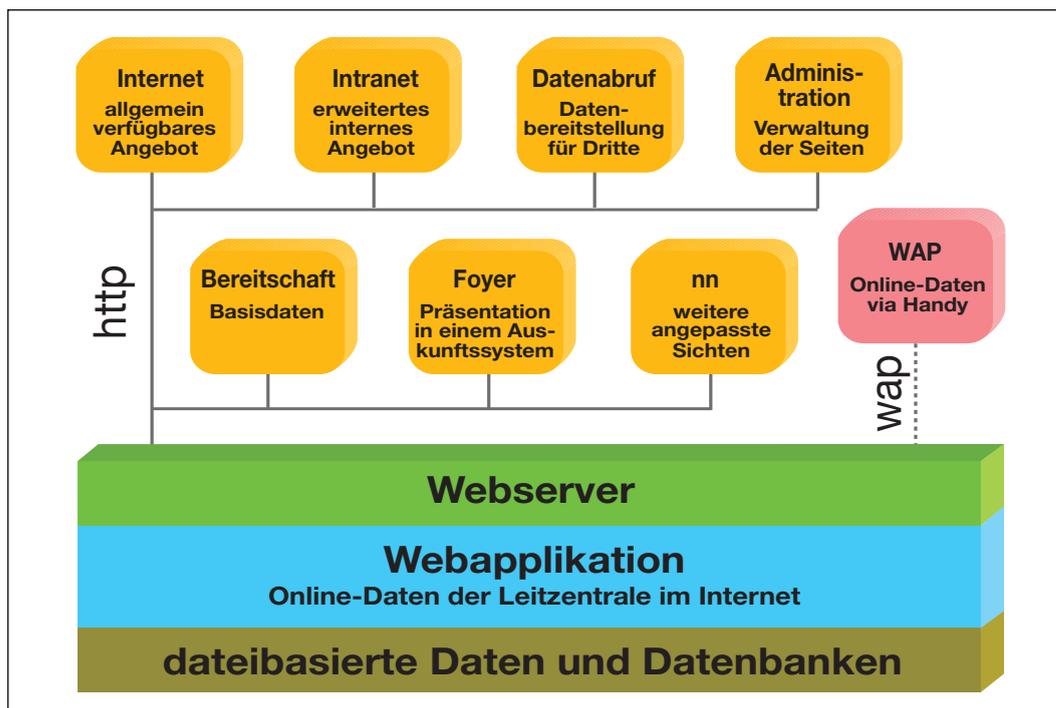


Bild 30: Architektur der Webapplikation der Talsperrenleitzentrale
 Fig. 30: Webapplication architecture of the reservoir operation center

Dazu werden Daten aus der dateibasierten Datenhaltung und aus Datenbanken über die Webapplikation „Onlinedaten der Leitzentrale im Internet“ so aufbereitet, dass diese im Internet präsentiert werden können. Hierzu werden z. B. aus Wasserstandsmesswerten Gangliniengrafiken erzeugt oder in Textdateien abgelegte Informationen dynamisch in das HTML- und PDF-Format konvertiert. Über einen Webserver werden diese Informationen dann im Internet zur Verfügung gestellt. Der Zugriff auf die Webapplikation kann auf verschiedenen Wegen und unterschiedlichen fachlichen Sichten erfolgen (siehe Bild 30).

Neben einem allgemein verfügbaren Angebot, das die wesentlichen Informationen aus der Leitzentrale beinhaltet, gibt es ein erweitertes Angebot im Intranet des Ruhrverbands mit speziellen Anwendungen, einen Zugriff für die Bereitschaft der Talsperrensteuerung mit zur Steuerung relevanten Informationen, einen Bereich zur Datenbereitstellung für Dritte (Verbandsmitglieder, Wasserwirtschaftsbehörden), einem Besuchern des Ruhrverbands zur Verfügung stehenden Foyersystem und einen Administrationsbereich. Zusätzlich wurde für die wichtigsten Informationen (Stauhöhen, Wasserstände und Lagebericht) ein Zugriff über WAP eingerichtet, um Einsatzkräften und Außendienstmitarbeitern einen Datenzugriff über Handy zu ermöglichen. Die aufgeführten Angebote können bei Bedarf um weitere Sichten ergänzt werden.

Bild 31 gibt einen Überblick über die auf der Internetseite der Talsperrenleitzentrale angebotenen Informationen. Neben

tabellarischen Übersichten (Wasserbogen, DGJ-Seiten) sind Prozessbilder (Ruhreinzugsgebiet, Talsperren) und Ganglinienbilder (Online-Daten) sowie Veröffentlichungen verfügbar.

Der **Wasserbogen** ist eine tabellarische Zusammenstellung von für die Steuerung des Talsperrensystems relevanten Daten, der einen schnellen Überblick über die wasserwirtschaftliche und meteorologische Situation im Ruhreinzugsgebiet für einen Zeitraum von acht Tagen ermöglicht. Ebenfalls in Tabellenform sind die jährlich nach den Richtlinien des Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuches erstellten **DGJ-Seiten**. Sie enthalten hydrologische Kenngrößen und dienen als Grundlage für die wasserwirtschaftliche Praxis und Forschung. Zur Auswahl stehen für die vom Ruhrverband betriebenen Pegel-Messstellen die jeweils aktuellen DGJ-Seiten für die Messgrößen Wasserstand (W) und Abfluss (Q).

Unter den Rubriken **Ruhreinzugsgebiet** und **Talsperren** finden sich die in Kapitel 11.4.2 beschriebenen Prozessbilder. Mit den in den Lageplänen der Talsperren enthaltenen, für die Steuerung wichtigsten Daten ist eine einfache Bilanzierung hinsichtlich Zu- bzw. Abnahme des Stauinhaltes möglich. Zudem geben weitere Bilder Aufschluss über das aktuelle Abflussgeschehen in Ruhr und Lenne sowie die aktuelle Niederschlagsituation im Ruhreinzugsgebiet.

Bei Auswahl der Gewässerpegel bzw. Stauhöhen unter der Rubrik **Online-Daten** erscheint im Fenster das Einzugsgebiet der Ruhr mit den jeweiligen über DFÜ verfügbaren Stationen. Bei Auswahl einer Station werden interaktiv der letzte vor-

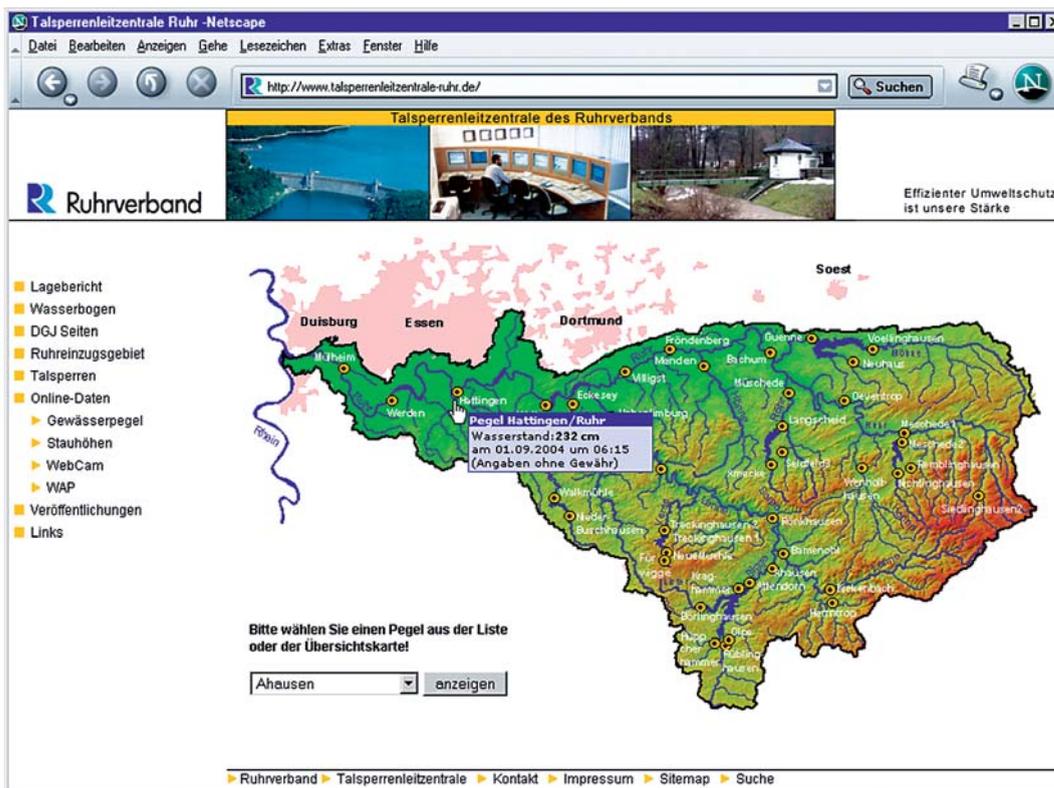


Bild 31: Informationsangebot der Talsperrenleitzentrale im Internet
Fig. 31: Information on the reservoir operation center available in the internet



Bild 32: Fließquerschnitt des Pegels Wetter Ruhr am 27. Februar 2004
 Fig. 32: Flow cross-section at the gauging station at Wetter/Ruhr on 27 February 2004

liegende Messwert (je nach gewählter Rubrik Wasserstand, Abfluss, Stauhöhe) sowie bei Anklicken die Ganglinie der letzten fünf Tage und deren Stammdaten angezeigt (Bild 31).

Zur besseren Einordnung der jeweiligen Abflusssituationen werden am Pegel Wetter tagsüber regelmäßig aktuelle Bilder des Gewässerquerschnittes angeboten (Rubrik **Webcam**). Zu diesem Zweck wird der entsprechende Wasserstand

des letzten Abrufs in das Bild eingebildet. Bild 32 zeigt den Fließquerschnitt an einem sonnigen Wintermorgen Ende Februar 2004.

Außerdem wird eine Auswahl von **Veröffentlichungen** über die Wassermengenbewirtschaftung im Ruhreinzugsgebiet im PDF-Format zum Download angeboten. Beginnend mit dem Jahr 2002 finden sich dort auch die jeweiligen Berichte „Ruhrwassermenge“.

Ein Ausbau der Internetseiten ist aufgrund der äußerst positiven Annahme des Angebotes und der für ein regional ausgerichtetes Webangebot mit einer ausgeprägt saisonalen Frequentierung sehr erfreulichen Zugriffsstatistik geplant.

11.5 Zusammenfassung und Ausblick

In Bild 33 ist das in den vorangegangenen Kapiteln beschriebene Datenmanagement mit den Schwerpunkten Datenbasis, Datenhaltung und -verarbeitung sowie den Anwendungen zusammenfassend dargestellt.

So steht mit der in den vergangenen Jahren erfolgten Einführung eines neuen datenbankgestützten Datenfernübertragungs- und Zeitreihenmanagementsystems sowie der Integration neuester wasserwirtschaftlicher Vorhersagemodelle für das gesamte Abflussspektrum vom Niedrig- über das

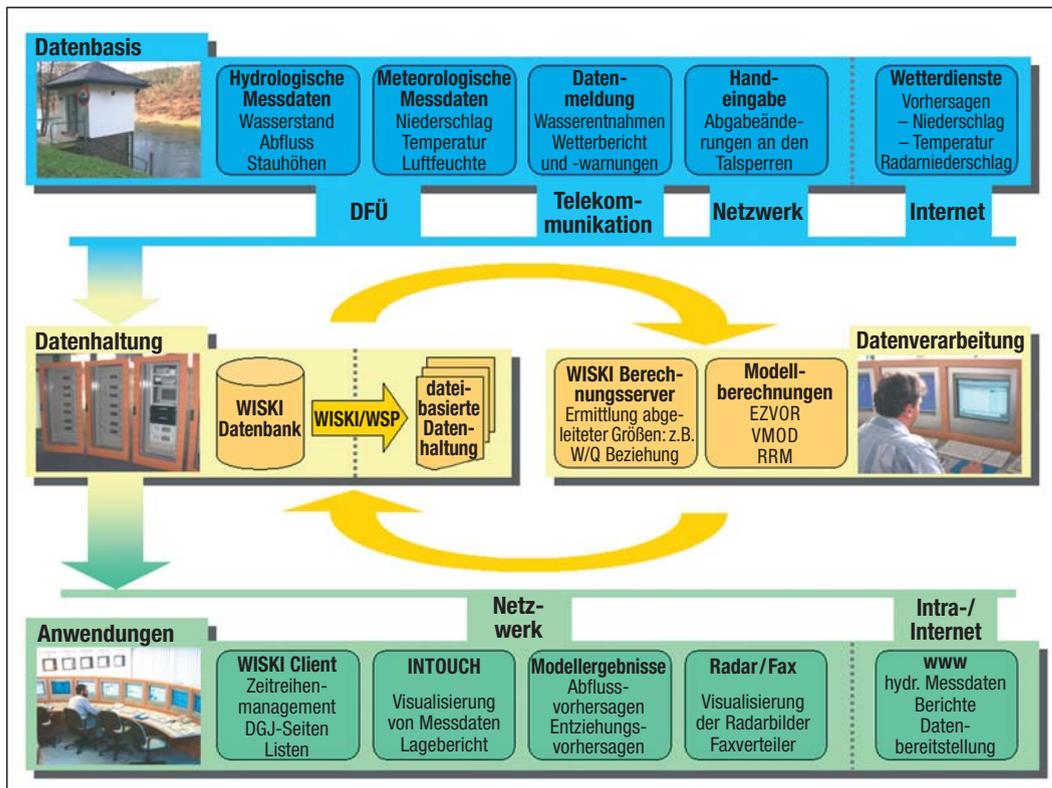


Bild 33: Datenmanagement Wasser-mengenwirtschaft
 Fig. 33: Data flow in water quantity management

Mittel- bis zum Hochwasser in der Talsperrenleitzentrale des Ruhrverbands in Essen ein an den Stand der Technik angepasstes Hard- und Softwareequipment für die operationelle Talsperrensteuerung zur Verfügung.

Das Datenmanagement Wassermengenwirtschaft ist integrativer Bestandteil des unter dem Namen CARO (**C**omputer **A**ided **R**eservoir **O**peration) zusammengefassten Decision Support Systems, das in [7] ausführlich beschrieben ist. In den vergangenen Jahren hat es sich sowohl bei Hochwasser (Februar 2002) als auch bei Niedrigwasser (Sommer 2003) bewährt.

Als wesentliche Neuerungen für die Talsperrenleitzentrale sind für die Zukunft die Nutzung des D-Kanals bei der Datenfernübertragung, die Erweiterung des Internetangebots hinsichtlich meteorologischer Zeitreihen sowie die Einrichtung eines GIS-Arbeitsplatzes zur räumlichen Analyse und Visualisierung der wasserwirtschaftlichen Datenbestände unter besonderer Berücksichtigung der aus den Hochwasseraktionsplänen bzw. Hochwassergefahrenkarten gewonnenen Erkenntnisse vorgesehen.

Literatur:

- [1] RuhrVG: Gesetz zur Änderung wasserverbandsrechtlicher Vorschriften für das Einzugsgebiet der Ruhr, Gesetz über den Ruhrverband (RuhrVG), 7. Februar 1990, Gesetz und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Düsseldorf (44), Nr. 21.
- [2] Jahresbericht Ruhrwassermenge 1995, Ruhrverband Essen 1996, Seite 37-46.
- [3] Göppert, H. G.; Morgenschweis, G.; Ihringer, J.; Plate, E. J.: Flood Forecast Model for the Improved Reservoir Management in the Lenne Catchment, Germany. Hydrological Sciences Journal 43, 1998, pp. 215-242.
- [4] Brudy-Zippelius, T.: Wassermengenbewirtschaftung im Einzugsgebiet der Ruhr: Simulation und Echtzeitbetrieb. Mitteilungen des Instituts für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe, Heft 221, 2003. <http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/vvv/2003/bau-geo/19/19.pdf> (2004-10-25).
- [5] Morgenschweis, G.: Echtzeitbewirtschaftung eines Flussgebietes am Beispiel der Ruhr. Wasserwirtschaft 91 (2001), 12, Seite 575-581. <http://www.talsperrenleitzentrale-ruhr.de/leitzentrale/content/veroeffentlichungen/echtzeitbewirtschaftung.pdf> (2004-10-25).
- [6] Jahresbericht Ruhrwassermenge 2002, Ruhrverband Essen 2003, Seite 31-41. http://www.talsperrenleitzentrale-ruhr.de/leitzentrale/content/veroeffentlichungen/ruhrwassermenge_2002.pdf (2004-10-25).
- [7] Morgenschweis, G.; zur Strassen, G.: CARO – Ein Decision Support System zur Wassermengenbewirtschaftung der Talsperren im Einzugsgebiet der Ruhr. KA-Korrespondenz Abwasser (2003), 50, H. 2, Seite 206-212.



Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen
Postfach 10 32 42, 45032 Essen
Telefon (02 01) 178-0
Fax (02 01) 178-14 25

Nachdruck – auch auszugsweise –
nur mit Quellenangabe gestattet.

Gedruckt auf umweltfreundlich herge-
stelltem Papier aus 50 % recycelten
Fasern.