

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Proceedings, Published Version

Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hg.)

FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG. Kolloquium am 15./16. Mai 2013 in Koblenz

BfG-Veranstaltungen

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/107643>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hg.) (2013): FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG. Kolloquium am 15./16. Mai 2013 in Koblenz.

Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG-Veranstaltungen, 4/2013).

http://doi.bafg.de/BfG/2013/Veranst4_2013.pdf.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.

Verwertungsrechte: Alle Rechte vorbehalten

4/2013

Veranstaltungen



FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen
hydrologischen Fachdienstes in der BfG

Kolloquium am 15./16. Mai 2013 in Koblenz

Koblenz, Mai 2013

Impressum

Herausgeber: Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
Postfach 20 02 53
56002 Koblenz
Tel.: +49 (0)261 1306-0
Fax: +49 (0)261 1306 5302
E-Mail: posteingang@bafg.de
Internet: <http://www.bafg.de>

Druck: Druckerei Fuck, Koblenz

Redaktionelle Bearbeitung:

Yvonne Strunck
Norbert Busch
Marcus Hatz

ISSN 1866 – 220X

DOI: 10.5675/BfG_Veranst_2013.4

URL: http://doi.bafg.de/BfG/2013/Veranst4_2013.pdf

Zitiervorschlag:

Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg.): FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG. Kolloquium am 15./16. Mai 2013 in Koblenz.

– Veranstaltungen 4/2013, Koblenz, Mai 2013, 164 S.;

DOI: 10.5675/BfG_Veranst_2013.4

URL: http://doi.bafg.de/BfG/2013/Veranst4_2013.pdf

Inhaltsverzeichnis

FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG	5
Wissensmanagement: Voraussetzung für Leistungsfähigkeit	
Thomas Maurer	7
Die Flusshydrologische Software FLYS – von den Anfängen bis hin zum webbasierten Fachdienst FLYS	
Norbert Busch	18
Das neue Modul M-INFO als Erweiterung zum Prozessverständnis Fluss – Historie, Bedarf und Notwendigkeit	
Stefan Vollmer	32
Die neuen Errungenschaften der Webanwendung für den hydrologischen Fachdienst FLYS der BfG	
Marcus Hatz und Sascha Teichmann	39
Die Bedeutung von Höhenbezugssystemen für Pegel	
Astrid Sudau.....	48
Hydraulische Modellierung und FLYS – zwei Produkte aus einer Hand	
Bastian Klein und Matthias Hammer	50
Kerndaten der WSV in FLYS – Stammdaten und Abflusstafeln	
Wilfried Wiechmann.....	58
Der „intelligente“ Datenkorb – ein integrales Spezialwerkzeug von FLYS	
Wolfgang Stürmer und Stefanie Ackermann	68
Datenbeispiel: Die Aufbereitung historischer Geodaten für FLYS – Die Binnenelbe um 1830/1850	
Jochen Rommel.....	75
Datenausblick: Wie Rohdaten und Ergebnisse der Klimaforschung verfügbar gemacht werden – KLIWAS und GGInA	
Stefan Albert und Klaus Fretter	85
Das neue Modul M-INFO in der FLYS-Anwendung – integrale Datenansichten und Datenhaltung	
Doreen Grätz	96

Inhaltsverzeichnis

Wasserstandsinformationen als Grundlage für ökologische Untersuchungen – Salix231-Methode zur Standortschnellansprache – Michael Schleuter.....	113
Nutzungspotenziale von FLYS für die WSV – aufgezeigt am Beispiel der Mosel und des Mains Eleonore Bernarding und Jörg Schackel	121
Die Thüringische Saale – eine Pilotstrecke für die Anwendung von FLYS an Landesgewässern Ralph Witter und Christian Reuter.....	129
Fachanwendungen als Webservice – Chancen und Pflichten für den Betrieb Timo Dickscheid	138
Dive4Elements, die neue Software für den Fachdienst FLYS - Bedeutung der Veröffentlichung Bernhard E. Reiter.....	147
SGM, PEGELONLINE & Co – moderne vernetzte IT-Systeme der WSV Dietmar Mothes.....	156

FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG

Die Flusshydrologische Software FLYS wird seit 1998 von der BfG in Zusammenarbeit mit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes entwickelt. In dieser Zeit ist FLYS zu einem umfassenden Wasserstandsinformations- und Analysesystem für Binnenwasserstraßen gereift, welches gemessene, abgeleitete Geobasis- und Geofachdaten sowie Ergebnisse aus der mathematischen Abflussmodellierung in einen Kontext bringt. Die Kerninformationen der Abflussmodellierung, die berechneten Wasserstände, werden dem Nutzer mit Hilfe von FLYS im Sinne eines „virtuellen Pegels“ flexibel und schnell für jeden Ort entlang der Bundeswasserstraßen bereitgestellt.

Im Rahmen des kofinanzierten EU-Projektes „LABEL“ hat FLYS eine umfassende Erneuerung erfahren. Die Umgestaltung der Software zu einem Webdienst im Geoportal der BfG, der Zugriff auf offizielle Datenbanken (u. a. SGM, SedDB) sowie die Verwendung von Freie-Software-Komponenten lassen FLYS zu einem dynamischen Werkzeug für die Lösung hydrologischer, morphologischer und ökologischer Fragestellungen werden. Hierzu trägt nicht zuletzt auch eine Vielzahl an neuen Auswertemöglichkeiten und Workflows bei.

Mit diesem Kolloquium wird der offizielle Startschuss für das neue FLYS gegeben. Deshalb werden im Rahmen der Vorträge verschiedene Stimmen gehört, die einen großen Bogen zwischen Entwicklung, Betrieb und Anwendung der Software aufspannen.

Wissensmanagement: Voraussetzung für Leistungsfähigkeit

Thomas Maurer

1 Einleitung

Im 15. Jahrhundert reiste Enoch von Ascoli im Auftrag des Papstes über die Alpen auf der Suche nach Handschriften klassischer Texte, die anderswo zitiert wurden, von denen aber nicht mehr bekannt war, ob sie noch irgendwo existierten. Auf diese Weise konnte er im Kloster Hersfeld u. a. die Germania wiederentdecken, die von TACITUS um das Jahr 100 n. Chr. verfasst worden war (s. z. B. WIKIPEDIA, 2013a).

Während Wissen früher rar gesät und schwer auffindbar war, haben wir in der Informationsflut von heute immer häufiger auch das gegenteilige Problem, nämlich in der Vielfalt das für uns Notwendige schnell und sicher selektieren zu können.

Damit sollte bereits illustriert sein, dass der Gegenstand dieses Beitrags, obwohl auf den ersten Blick möglicherweise trivial erscheinend, dies bei genauerer Betrachtung nicht ist.

Wer etwas leisten will, muss über Wissen verfügen. Und wenn dies selten oder vielfältig ist, muss es sorgfältig bewirtschaftet werden. Das ist bekannt und wird getan. Seit alters her, ausgehend von den Archiven, Schreibstuben und Schulen der Klöster, haben wir uns ein Instrumentarium aus zunehmend vielfältigen und vernetzten Organisationen und Medien zur Wissensbewirtschaftung geschaffen. Dazu gehören u. a. Schulen, Universitäten, Bibliotheken, Museen, Werkstätten, Labore, Bücher, Filme, Tonträger und in neuester Zeit auch elektronische Datenbanken, Informationssysteme und -dienste und das Internet. Bewirtschaften heißt, etwas in Raum und/oder Zeit zu verteilen; bezogen auf Wissen geht es dabei letztlich immer um die mehr oder weniger direkte Übertragung von Mensch zu Mensch, dem Wissensträger.

Seit den Anfängen sind wir weit gekommen und doch bleibt Wissen auch heute oft eine knappe Ressource von strategischer Bedeutung, die für manch eine Problemstellung ein Nadelöhr darstellen kann. Denn Wissen soll nicht nur getragen, sondern auch angewendet und in Wert gesetzt werden, und dies gilt angesichts der zunehmend alle Lebensbereiche erfassenden Ökonomisierung der Welt heute mehr denn je. Leistungsfähigkeit wird verlangt, d. h. die produzierte Menge einer bestimmten Qualität pro Zeit spielt eine immer größere Rolle.

Sowohl in der Betrachtung der (menschengemachten) technischen Welt als auch unserer natürlichen Umgebung haben wir den Anspruch, immer komplexere Systeme zu verstehen und zu beherrschen, in immer kürzerer Folge entstehende Innovationen, rapide wachsende

Datenmengen und -arten zu integrieren und gleichzeitig steigende Ansprüche an Antwortzeiten, Produktzyklen, Mengen und Qualitäten sowie serviceorientierte Kundenwünsche zu befriedigen. Darüber hinaus lautet die Parole vielerorts, dass die Aufgaben mit weniger Dauerpersonalbestand, sondern vermehrt in zeitlich begrenzter Zusammenarbeit – sei es per Vergabe oder mittels befristeter Zeitstellen – zu bewerkstelligen sind.

All diese Ansprüche erfordern, dass immer mehr Individuen immer arbeitsteiliger zusammenwirken müssen, sofern die Kapazität der Individuen nicht erheblich steigt (Wissens- und Erfahrungsschatz, Arbeitsqualität und -quantität). Mehr zusammenarbeitende Individuen bedeutet jedoch erhöhten Kommunikationsaufwand zum Austausch der notwendigen Daten, Fakten, Informationen und Fertigkeiten.

Dabei ist die Kommunikation zwischen den Individuen von herausragender Bedeutung für den Erfolg des ganzen arbeitsteiligen Prozesses. Ist sie unnötig umfangreich oder ausschweifend, mindert sie die Quantität pro Zeiteinheit. Ist sie zu knapp bemessen und lässt Wichtiges aus oder vermittelt gar Falsches, mindert sie die Qualität. Dabei hängt die adäquate Kommunikation natürlich stark von der Kapazität der kommunizierenden Individuen ab. Und leicht nachvollziehbar ist eine weitere Eigenart: Geringe Unzulänglichkeiten an nur wenigen kritischen Stellen der Kommunikation können gravierende nachteilige Folgen für das angestrebte Ganze haben.

Damit ist der Kern der Sache angesprochen: Wie kann durch Management – oder präziser: Bewirtschaftung – die beschriebene Kommunikation im Sinne der Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Ganzen unterstützt und verbessert, vielleicht sogar optimiert werden?

2 Daten, Information, Wissen

Bevor über Wissensmanagement gesprochen wird, ist es hilfreich, den Begriff des Wissens etwas näher zu beleuchten. Was genau ist Wissen eigentlich? Wie verhält sich Wissen zu Daten und Informationen? Je länger man nachsinnt, desto deutlicher wird, dass Wissen ein komplexer Gegenstand mit vielfältigen Facetten ist. Darüber ist viel geschrieben und debattiert worden. An dieser Stelle kann davon nur Weniges skizziert werden, insoweit es nämlich hilfreich ist für das Verständnis der Aspekte des Wissensmanagements.

Aus informationstheoretischer Sicht lässt sich das Verhältnis zwischen Daten, Information und Wissen wie von WIRTH (2000) zusammengefasst etwa folgendermaßen charakterisieren: *„Daten sind isolierte und uninterpretierte Fakten und Kennwerte der Realitätsbeschreibung. Informationen sind verknüpfte und mit Bedeutung versehene Daten. Von Wissen spricht man erst, wenn diese Informationen individuell verarbeitet sind und einen mehr oder weniger starken Bezug zur eigenen Erfahrungswelt erhalten haben.“* (s. a. ACKOFF 1989, BELLINGER et al. 2004). Nach diesem Verständnis ist Wissen deutlich an Personen gebunden, die Daten und Informationen aufgenommen, verarbeitet und kombiniert haben, um sie in einem Kontext anwenden zu können.

Dies ähnelt auf den ersten Blick dem Konzept des impliziten Wissens, letzteres unterscheidet sich per Definition aber in dem Punkt, dass es streng unabsichtlich, unbewusst und automatisch Gelerntes bezeichnet. POLANYI (1966) illustriert das dort *„tacit knowledge“* genannte, zu Deutsch „stilles“ oder eben implizites Wissen mit dem Satz *„We know more than we can*

tell.“ (“Wir wissen mehr, als wir auszudrücken vermögen“.) Derartiges Wissen ist fest in Individuen verankert, welche es oft auch nicht in Worte fassen können, weshalb es sich auch weniger vielfältig weitervermitteln lässt, sondern vor allem „gezeigt“ werden muss. Dieses Wissen ist gewissermaßen körperlich („*embodied knowledge*“). Eingängige Beispiele sind Fähigkeiten, die Säuglinge und kleine Kinder schon früh erlernen, wie etwa Gesichtserkennung, Erwerb der Muttersprache, Ballfangen oder Fahrradfahren.

Im Gegensatz dazu bezeichnet explizites Wissen solches, das schriftlich, verbal oder symbolisch ausgedrückt werden kann und damit nicht an Personen gebunden, frei verfügbar und konservierbar ist. Es ähnelt damit der Wissenscharakterisierung von SCHREYÖGG & GEIGER (2003), die folgende Kriterien festlegen, um Wissen von Nicht-Wissen zu unterscheiden:

- > Wissen muss Aussagecharakter haben und in Diskursen verhandelbar sein.
- > Wissen hat einen Geltungsanspruch und muss daher begründbar sein.
- > Wissen benötigt ein in einer Bezugsgruppe anerkanntes Prüfungs- oder Qualifizierungsverfahren für die Güte der Gründe. Sie müssen reflektiert und bezweifelt werden.

Die Kriterien der Prüfverfahren sind dabei entscheidend dafür, um welche Art von Wissen es sich handelt. Mögliche Kriterien sind z. B. Kategorien wie „wahr/unwahr“ (Wissenschaft) oder „profitabel/nicht-profitabel“ (Wirtschaft) oder „gerecht/ungerecht“ (Rechtswesen).

Dieser Wissensbegriff von SCHREYÖGG & GEIGER (2003) steht im Gegensatz zu dem bei ihnen „kompilativ-pragmatisch“ genannten Wissen als Summe denkbarer Bestimmungsgründe des Handelns. Eine entsprechende Wissensdefinition nach VON KROGH & KÖHNE (1998) lautet: „... *sämtliche Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Aufgaben einsetzen und welche Handlungen sowie Interpretationen u. a. von Informationen ermöglichen.*“ Entsprechend ihrer eigenen Definition sprechen SCHREYÖGG & GEIGER (2003) im Einklang mit POLANYI (1966) dem impliziten Wissen den Wissenscharakter ab, da es definitionsgemäß nicht expliziert werden kann.

Schließlich sei noch der von LYOTARD (1979) eingeführte Wissensbegriff des narrativen Wissens, des Erzählungswissens erwähnt, das gewissermaßen eine Zwischenstellung zwischen implizitem und explizitem Wissen einnimmt, nämlich explizit artikuliert wird, jedoch keinem formellen Legitimationsverfahren unterliegt. Die Akzeptanz in der kulturellen Verankerung der Erzählungen schafft eine implizite Selbstlegitimation. Damit handelt es sich um eine Art „latentes Wissen“ – im Gegensatz zur Könnerschaft auf Basis impliziten Wissens, das lediglich durch den Handlungserfolg legitimiert ist.

Die kurze Zusammenfassung unterschiedlicher Betrachtungsweisen des Wissensbegriffs bis hierher lässt die Vielschichtigkeit des Themas Wissensmanagement erahnen, und dass es unter ganz verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden kann bzw. muss. Auch wenn die Unterscheidungen teilweise akademisch spitzfindig anmuten mögen, sensibilisieren sie doch dafür, über unterschiedliche Arten des Wissenstransfers zu reflektieren.

3 Wissenserwerb, Wissensweitergabe, Wissenserweiterung

Erfindungsgeist, Neugier und Gewinnstreben befeuern den Wunsch, das bestehende Wissen immer effektiver und effizienter einzusetzen sowie es nach Möglichkeit zu erweitern. Dabei muss zwischen individuellem und kollektivem Wissen unterschieden werden. Neben den einzelnen Individuen erfordern unterschiedliche Kollektive (z. B. Arbeitsgruppen, Firmen, Institute, Staaten, Kulturen und Gesellschaften) verbunden mit ganz unterschiedlichen Zeit- und Handlungshorizonten entsprechend unterschiedliche Ansätze der Wissensweitergabe.

Im Kontext dieses Beitrags soll das Augenmerk schwerpunktmäßig auf eine fachwissenschaftlich beratende sowie auch angewandt forschende und entwickelnde Organisation gelegt werden. Weder der Wissenserwerb im Rahmen der Schulausbildung noch die Lenkung auf gesamtgesellschaftlicher Ebene stehen hier im Fokus.

Aufgrund der begrenzten Lebensspanne von Menschen, Organisationen und Projekten muss Wissen tradiert werden, soll es nicht verloren gehen. Dazu muss es einerseits von Wissensträgern ausgedrückt werden und andererseits wieder in die Köpfe von Menschen eindringen und sich dort halten, damit es koordiniert zum Einsatz gebracht werden kann. Der Transport wird auf der Senderseite durch Sprache und Schrift oder auch Demonstration, d. h. Vormachen, realisiert und auf der Empfängerseite fast ausschließlich über die Schnittstellen der Augen und Ohren aufgenommen sowie durch Wiederholung und Reflektion gefestigt. Diese Schnittstellen sind im Wesentlichen Konstanten, die sich auch bei aller technischen Weiterentwicklung von Kommunikationsmitteln und -medien nicht beschleunigen lassen.

Jedoch kann es Entlastung der menschlichen Schnittstellen geben, wo es gelingt, Wissen in standardisierten Geräten, Methoden und Prozeduren so zu verkapseln, dass sie ohne notwendige Kenntnis der inneren Struktur und Funktionsweise gewissermaßen mechanisch und mit qualitätsgesichertem Ergebnis blind angewendet werden können. Dadurch werden die Schnittstellen der Menschen zwar nicht leistungsfähiger, jedoch können sie sich auf andere, neue (noch nicht verkapselte) Dinge konzentrieren. Wissen lässt sich also durch Standardisierung verkapseln, ein wesentlicher Antrieb für das arbeitsteilige Miteinander und den damit verbundenen Fortschritt.

Wissensweitergabe kann grundsätzlich sowohl in Beziehungen Mensch zu Mensch, Mensch zu Maschine (und umgekehrt) als auch Maschine zu Maschine vollzogen werden. Nur Letzteres bietet grundsätzlich die Chance, die dem Menschen anhaftende Einschränkung der Schnittstellengeschwindigkeit zu überwinden, dies jedoch nur insoweit, wie sich bisher als implizites Wissen erachtetes Wissen explizieren und in Regeln fassen lässt.

Die im vorherigen Abschnitt diskutierten Arten des Wissens haben NONAKA & TAKEUCHI (1995) zur Formulierung des viel zitierten SECI-Modells inspiriert. Die Bezeichnung dieser Modellvorstellung für den Ablauf von Wissensbildungsprozessen in Unternehmen oder Organisationen ist ein Akronym aus den Anfangsbuchstaben der Worte Socialization, Externalization, Combination und Internalization. Abbildung 1 stellt nach NONAKA & KONNO (1998) den sich periodisch wiederholenden Prozess aus diesen vier Schritten dar, in dem zunächst in Individuen vorhandenes implizites Wissen durch Ausdruck (z. B. Schreiben) in explizites Wissen transformiert wird, das wiederum durch Kombination in Gruppen der Organisation weiterentwickelt neues implizites Wissen in den Individuen schafft, das sich im Rahmen der Sozialisation erneut weiterentwickelt und in der sogenannten Wissensspirale immer so fort das Wissen der Organisation fortentwickelt. Weitere Einzelheiten können z. B. WIDAWIKI (2013) entnommen werden.

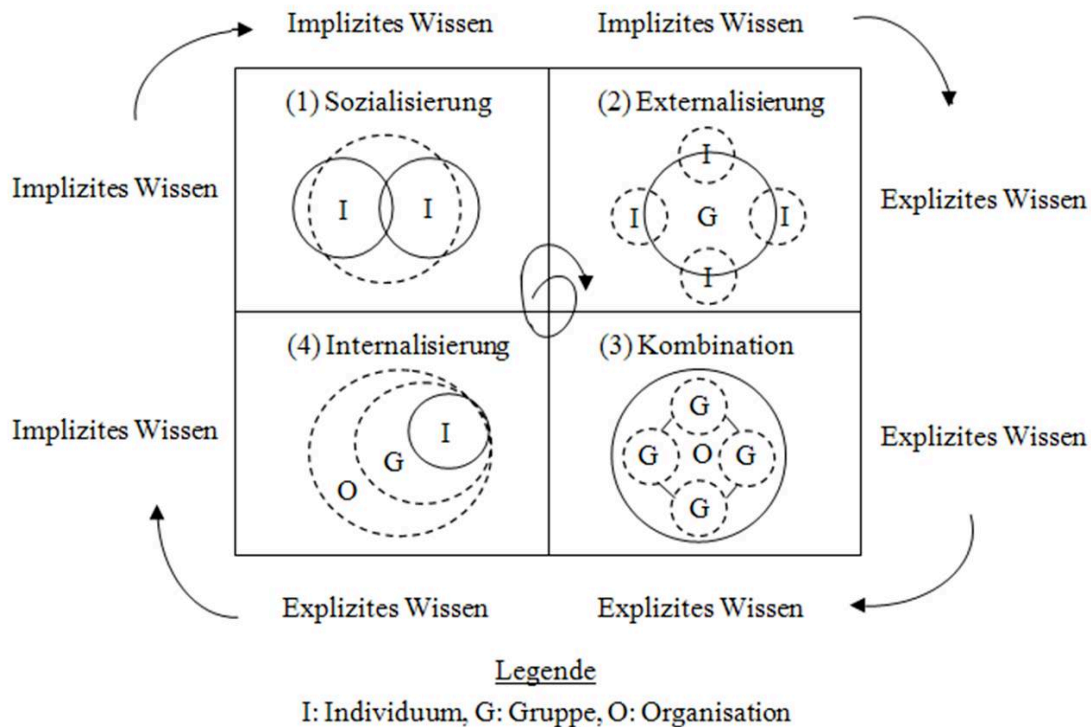


Abb. 1: Die Wissensspirale des SECI-Modells (Socialization, Externalization, Combination, Internalization) nach NONAKA & KONNO (1998) (deutsche Übersetzung: SANDRA KOLA, WIDAWIKI 2013)

4 Wissensmanagement

WIKIPEDIA (2013c) definiert Wissensmanagement (engl.: „knowledge management“) pragmatisch als „...die methodische Einflussnahme auf die Wissensbasis eines Unternehmens (organisatorisches Wissensmanagement) bzw. der eigenen Person (persönliches Wissensmanagement). Unter der Wissensbasis werden alle Daten und Informationen, alles Wissen und alle Fähigkeiten verstanden, die diese Organisation bzw. Person zur Lösung ihrer vielfältigen Aufgaben hat oder haben sollte.“ Nach NONAKA & TAKEUCHI (1995) ist Wissensmanagement „...der Prozess der kontinuierlichen Erzeugung von neuem Wissen, seiner organisationsweiten Verbreitung, und dessen rascher Einbeziehung oder In-Wertsetzung in neuen Produkten, Dienstleistungen, Technologien und Systemen.“ Wissensmanagement ist ein zusammenfassender Begriff für alle operativen Tätigkeiten und Managementaufgaben, die auf den bestmöglichen Umgang mit Wissen abzielen. Beiträge zum Wissensmanagement – theoretischer wie praktisch-anwendungsorientierter Art – werden in vielen Disziplinen entwickelt, insbesondere in der Betriebswirtschaftslehre, der Informatik, der Informationswissenschaft, der Sozialwissenschaft, der Pädagogik oder der Wirtschaftsinformatik (WIKIPEDIA 2013c).

In der Managementlehre hat sich, ausgehend von den richtungweisenden Arbeiten in den 1990er-Jahren (z. B. ACKOFF 1989, NONAKA & TAKEUCHI 1995, s. o.) sowie beflügelt von den Möglichkeiten, aber auch Herausforderungen, der stürmischen Entwicklung der vernetzten Informationstechnologien sowie Daten- und Informationsbestände, eine umfangreiche Literatur zum Thema Wissensmanagement ausgebildet, bis hin zu durch Ministerien und Fachverbänden bereitgestellten Leitfäden und Systematiken (BMWi 2007, BITKOM 2009).

Demnach gibt es eine Vielfalt an Wissensmanagement-Modellvorstellungen und auch eine große Zahl von Werkzeugen, die eingesetzt werden können, um die mit dem SECI-Modell prinzipiell beschriebenen Prozesse und Arten des Wissens (implizites/explizites Wissen) vor dem Hintergrund der Organisationskultur konkreter zu gestalten. Betont wird dabei die Wichtigkeit einer eingehenden Analyse, welche Werkzeuge für eine gegebene Organisation unter vorgegebenem Geschäftszweck (!) von vorrangigem Nutzen sind. Insbesondere hat jede Organisation zu jedem Zeitpunkt bereits ein wie auch immer geartetes Wissensmanagement, ohne das es notwendigerweise als solches bezeichnet oder wahrgenommen wird. Ziel einer Organisationsanalyse ist es, Verbesserungspotenziale aufzuspüren und diese gezielter und systematischer zu entwickeln. Dann können Maßnahmen des Wissensmanagements im besten Fall die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit erhöhen, Doppelarbeiten und Fehler vermeiden helfen, das Auffinden und den Zugriff auf Informationen erleichtern und beschleunigen, damit Entscheidungsfindungen verbessern, die Kooperationsbereitschaft fördern und die Kundenbindungen erhöhen.

Dabei geht es auf Ebene der **Einzelpersonen** darum, deren persönliche Fähigkeiten und Wissenstiefe zu fördern, z. B. durch Aus- und Fortbildungsangebote, aber auch durch Schaffen guter, kommunikationsfördernder Rahmenbedingungen, so dass ein Erfahrungsaustausch und eine Kultur des Teilens entstehen.

Auf Ebene der Organisation geht es um Geschäftsprozessentwicklung zur systematischen Förderung der **Wissensverteilung und -vernetzung in Gruppen**. Dabei sind zwei Arten zu unterscheiden: (1) Wissen, das kollektiv bis zu einem gewissen Grad gleichmäßig bei jedem Wissensträger vorhanden sein sollte und (2) das vernetzte (komplementäre) Wissen, d. h. dass jeder Wissensträger einen anderen Teil zum größeren Ganzen („Wissenskörper“) beisteuert, den ein Einzelner nicht mehr überblicken könnte.

Schließlich gibt es die Ebene der **unterstützenden Technik**, die schnell, einfach und gezielt Übersicht bietet und durch Automatisierung und Standardisierung von Overheads entlastet. Dabei geht es um die Wissenskodifizierung, den Grad der Definiertheit und Strukturiertheit des Wissens bis hin zur ausgeformten Beschreibung in Regeln, Normen und Gesetzen.

Abbildung 2 illustriert die empfohlene Vorgehensweise nach der BITKOM-Wissensmanagement-Prozess-Systematik (BITKOM 2009). Dabei passen Wissensarbeiter die Wissensqualität des Wissensmanagement-Systems an und verbessern sie fortlaufend. Unterstützt werden sie durch eine Wissensmanagement-Unterstützungseinheit, die das Wissensmanagement-System technisch und beratend als Infrastruktur bereitstellt und dies auch fortlaufend verbessert. Das Organisationsmanagement bzw. die Geschäftsführung schließlich unterstützen beide, indem sie Wissen und Wissensmanagement-System entsprechend der Organisationsziele strategisch planen und steuern und die Fokussierung auf das geschäftskritische Wissen sicherstellen. Die BITKOM-Wissensmanagement-Prozess-Systematik bietet ein tief heruntergebrochenes Schema zur Selbstanalyse einer gegebenen Organisation. Eine solche Analyse ist ein aufwendiges Unterfangen, und auch die anschließende Einführung einzelner Bausteine ist nicht umsonst zu haben.

Abschließend sei hervorgehoben, dass die geschilderte BITKOM-Prozess-Systematik getreu dem Motto *“If you can’t measure it, you can’t manage it.”* (KAPLAN & NORTON 1996) sehr betont, dass ein erfolgreiches Wissensmanagement Prozesse sowohl zur Messung der erreichten Wissensqualität und deren Wert etablieren muss, als auch zur Messung des Zustands und Werts des dazugehörigen Managementsystems.

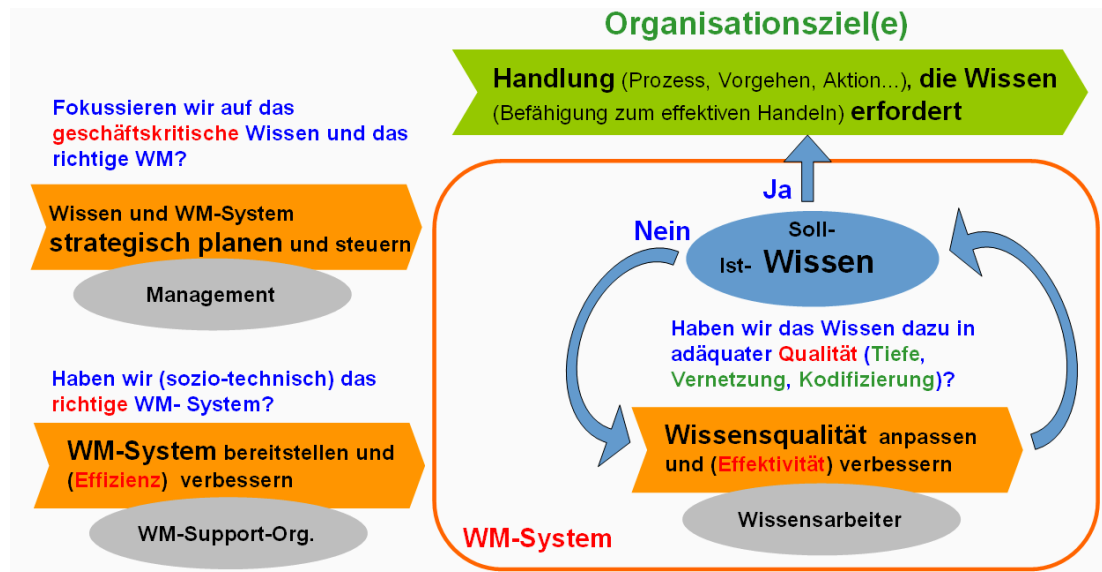


Abb. 2: Rollen, Prozesse und Zusammenspiel nach BITKOM-Wissensmanagement-Prozess-Systematik (BITKOM 2009)

5 Wissensmanagement im Kontext Beratung des Wassersektors

Die zuvor geschilderten Methoden lassen sich auch auf eine im Wasserbereich beratende, forschende und entwickelnde Organisation anwenden. Die persönlichen Fortbildungen, die diversen informellen und formelleren internen und externen Treffen und nicht zuletzt Fachveranstaltungen, wie die mit dem hier vorliegenden Tagungsband dokumentierte, entsprechen den Komponenten auf Ebene der Wissensförderung von Einzelpersonen und Wissensverteilung und -vernetzung in Gruppen. Im Bereich der unterstützenden Technik ist die Flusshydrologische Software FLYS ein Best-Practice-Beispiel für die Erstellung eines Wissensmanagements-Werkzeugs, das arbeitsentlastend, qualitätssichernd und vernetzend wirkt.

Wie in Abb. 3 dargestellt ist ein gut mit Instrumenten beschriebener Qualität gefüllter Werkzeugkasten ein Garant für einen hohen Service-Level (im Sinne fachlicher Tiefe und Qualität, fachlicher Breite und Schlagkraft) an sowohl Beratungs- als auch Forschungsleistung.

Allerdings machen wir uns nicht immer klar, dass ein solcher Werkzeugkasten als Teil eines Wissensmanagement-Systems einen Aufwand für dessen Unterhalt, Betrieb und Ausbau erfordert. Tabelle 1 illustriert die Parallele zwischen traditionellen (tangiblen) und moderneren (virtuellen) Elementen des Wissensmanagements sowie in kursiver Schrift die Voraussetzungen, damit solche Werkzeuge auch einsatzbereit sind und bleiben. Diese sind essenziell, ohne unterstützende Einrichtungen und Fachkräfte kann eine qualitätsgesicherte Weiterentwicklung nicht erfolgen. Da viele Werkzeuge hochgradig spezialisiert sind, ist der Anteil an implizitem Wissen bei deren Unterhalt, Betrieb und Ausbau besonders hoch. Dies bedeutet, dass Wissensübergabe ohne große Verluste eigentlich nur durch überlappende Zusammenarbeit von Vorgängern und Nachfolgern garantiert werden kann, eine Konstellation, die heutzutage aber leider nur in seltenen Fällen realisiert wird.

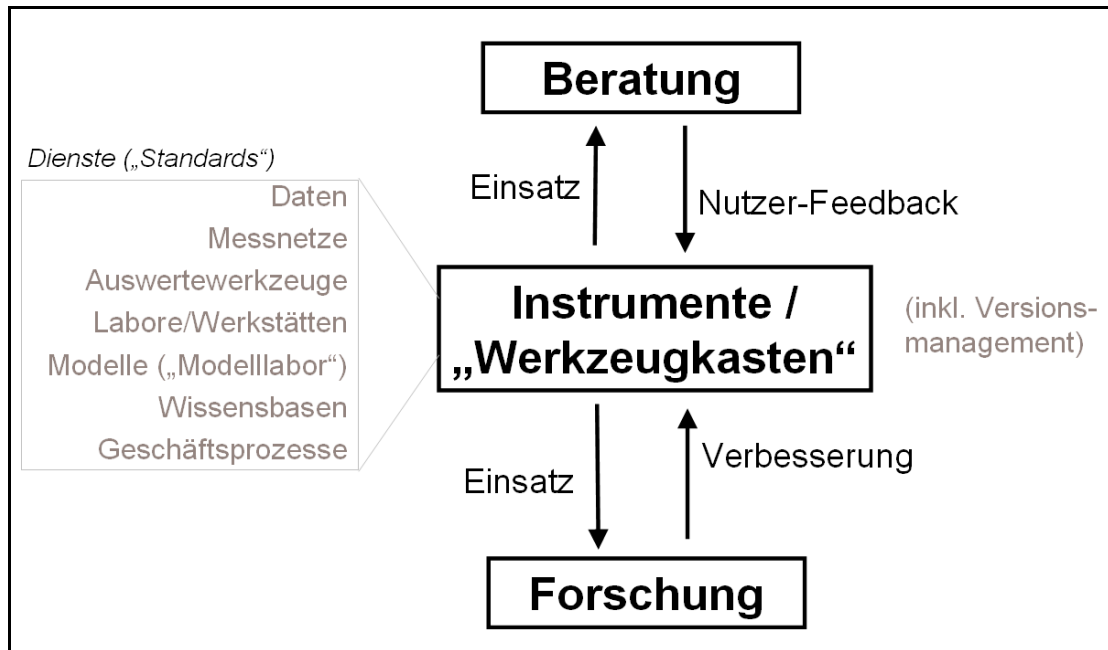


Abb. 3: Ein „Werkzeugkasten“ nach Stand der Technik ist Voraussetzung für die Erbringung fachgerechter Beratungsdienstleistungen ebenso wie solider wissenschaftlicher Arbeit.

Tabelle 1

Entsprechungen von Werkzeugen des Wissensmanagements in der tangiblen und der virtuellen Welt. Beide erfordern Betreiber, d. h. eine Mindestpersonalausstattung.

	Tangible Werkzeuge	Virtuelle Werkzeuge
<i>Grundlage</i>	<i>leistungsfähige Infrastrukturen (Räumlichkeiten, Versorgungen)</i>	<i>leistungsfähige IT-Dienste (Server, Netze, Datenbanksysteme)</i>
Wissensbasen	Bibliotheken Recherchedienste	Informationssysteme Datendienste
<i>Unterhalt, Betrieb, Ausbau</i>	<i>Bibliothekare</i>	<i>Wissensmanager</i>
Experimentier- einrichtungen	Werkstätten Labore	Modellsoftwaresysteme Modellanwendungen
<i>Unterhalt, Betrieb, Ausbau</i>	<i>Meister, Laboranten</i>	<i>Meister, Administratoren, Modellierer</i>

6 Ausblick – keine Nachhaltigkeit ohne Sicherung der Wissensbasis

Nachhaltig wirtschaften erfordert, die komplexen Zusammenhänge des Erdsystems und deren Beeinflussung durch menschliche Aktivität zu verstehen. Um das rasant anwachsende Wissen mit seiner Daten- und Informationsbasis zu bewahren, zu tradieren, einsatzbereit zu halten, brauchen wir auch auf hoher staatlicher und sogar zwischenstaatlicher Ebene bindende Wissensmanagement-Strategien analog zu denen von BMWi (2007) für kleine und mittlere Unternehmen und die öffentliche Verwaltung empfohlenen.

Am dringlichsten ist dabei die strikte Festlegung und Planung der Frage, wie Daten, die wir heute in großen Mengen und mit viel Aufwand messend erheben oder simulierend erzeugen, für die Zukunft gesichert werden. Für jedes Datenobjekt, das mit öffentlichen Mitteln erhoben wird, müsste ein Lebenszyklusplan erstellt werden, der festlegt,

- > wie tief das Datenobjekt dokumentiert werden muss,
- > wie lange das Datenobjekt vorgehalten werden muss,
- > wie verfügbar das Datenobjekt gemacht wird (Auffindbarkeit, technische Zugriffszeiten und Schnittstellen, rechtlicher und finanzieller Rahmen),
- > welche Einrichtung für die Umsetzung der definierten Anforderungen verantwortlich ist (ggf. über Jahrzehnte und Jahrhunderte) und wie diese entsprechend des Lebenszyklusplans finanziert wird.

Benötigt wird ein ähnlich rigores System, wie es mit Bibliotheken für Schriftgut bereits seit langem besteht; denn heute neu erstelltes Schriftgut beinhaltet zumindest im geowissenschaftlichen Bereich i. d. R. nur noch einen Bruchteil der erzeugten und verwendeten Informationen.

Wissen ist die einzige Ressource, die sich bei dauernder Nutzung vermehrt. Wahr ist aber auch, dass Wissen vielleicht nicht die einzige, aber doch eine der wenigen Ressourcen ist, die sich bei Nicht-Nutzung und Nicht-Pflege verflüchtigt, d. h. wenn das letzte Dokument und das letzte Gehirn verschwunden sind, die noch ein bestimmtes Wissen enthielten, dann muss dieses erst wieder mühsam neu entdeckt und aufgebaut werden.

Ein geflügeltes Wort spricht davon, dass wir „*Zwerge auf den Schultern von Riesen*“ seien (s. z. B. WIKIPEDIA 2013b). Damit dies auch künftig so bleibt, müssen wir unsere Beiträge liefern. FLYS ist ein Paradebeispiel dazu.

Literatur

- ACKOFF, R. L. (1989): From Data to Wisdom. Journal of Applied Systems Analysis, Volume 16, 1989 S. 3-9.
- BELLINGER, G., D. CASTRO, A. MILLS (2004): Data, information, knowledge and wisdom. <http://www.systems-thinking.org/dikw/dikw.htm>, (letzter Zugriff am 15.04.2013).
- BITKOM (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.) (2009): Wissensmanagement-Prozess-Systematik. Überblick und Checkliste für die Aktivitäten von Wissensmanagement in Organisationen (Version 3) http://www.bitkom.org/de/themen/54938_61676.aspx, (letzter Zugriff am 15.04.2013).
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2007): Wissensmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen und öffentlicher Verwaltung. Leitfaden Version 3, Juni 2007. <http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen.did=208198.html>, (letzter Zugriff am 15.04.2013).
- KAPLAN, R. S., D. P. NORTON (1996): The balanced scorecard. Translating strategy into action. Harvard Business School Press, Harvard.
- LYOTARD, J. F. (1979): La condition postmoderne. Rapport sur le savoir. Éditions de Minuit (dt.: Das postmoderne Wissen. Passagen Verlag, Wien 2012, 7. durchgesehene Auflage).
- NONAKA, I., H. TAKEUCHI (1995): The knowledge creating company. How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press, New York und andere (dt.: Die Organisation des Wissens. Campus Verlag, Frankfurt 1997).

- NONAKA, I., N. KONNO (1998): The concept of “ba”: Building a foundation for knowledge creation. In: California Management Review 1998, 40(3), S. 40-54.
- POLANYI, M. (1958): Personal Knowledge. Towards a Post- Critical Philosophy. Chicago.
- POLANYI, M. (1966): The tacit dimension. London.
- SCHREYÖGG, G., D. GEIGER (2003): Wenn alles Wissen ist, ist Wissen am Ende nichts?! Vorschläge zur Neuorientierung des Wissensmanagements. Die Betriebswirtschaft 63(1) S.7-22.
- VON KROGH, G., M. KÖHNE (1998): Der Wissenstransfer in Unternehmen. Phasen des Wissenstransfers und wichtige Einflussfaktoren. In: Die Unternehmung, 52. Jg, S. 235-252.
- WIDAWIKI (2013): http://widawiki.wiso.uni-dortmund.de/index.php/Implizites_Wissen, (letzter Zugriff am 15.04.2013).
- WIKIPEDIA (2013a): http://de.wikipedia.org/wiki/Enoch_von_Ascoli, (letzter Zugriff am 15.04.2013).
- WIKIPEDIA (2013b): http://de.wikipedia.org/wiki/Auf_den_Schultern_von_Giganten, (letzter Zugriff am 15.04.2013).
- WIKIPEDIA (2013c): <http://de.wikipedia.org/wiki/Wissensmanagement>, (letzter Zugriff am 15.04.2013).
- WIRTH, W. (2000): Nadelöhr Wissen: Wie aus Daten Information und aus Information Wissen wird. Schriftliche Fassung eines Vortrags für die Münchner Medientage 2000 im Rahmen des Panels 10.4 „Das Spiel des Wissens. Der Wandel von der Industrie- zur Wissensgesellschaft“, http://www.medientage.de/db_media/mediathek/vortrag/500114/wirth.pdf, (letzter Zugriff am 15.04.2013).



Kontakt:

Dr.-Ing. Thomas Maurer

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

Tel.: 0261/ 1306 5242

Fax: 0261/ 1306 5671

E-Mail: thomas.maurer@bafg.de

Jahrgang: 1963

1982-1989

Universität Karlsruhe
Studium des Bauingenieurwesens
Vertiefung Wasserwesen

1991-1997

Universität Karlsruhe
Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft (IHW),
Wissenschaftlicher Angestellter

1998-2000

Björnsen Beratende Ingenieure (BCE)

1998-1999: Gruppenleiter 2D-Abflussmodellierung

1999-2000: kommissarischer Leiter Abteilung
Hydroinformatik

seit 2000

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

2000-2005: Leiter Weltdatenzentrum Abfluss
(GRDC)

2006: Referatsleiter „Geoinformation und Fern-
erkundungsverfahren“

seit 2007: Referatsleiter „Wasserhaushalt,
Vorhersagen und Prognosen“

Die Flusshydrologische Software FLYS – von den Anfängen bis hin zum webbasierten Fachdienst FLYS

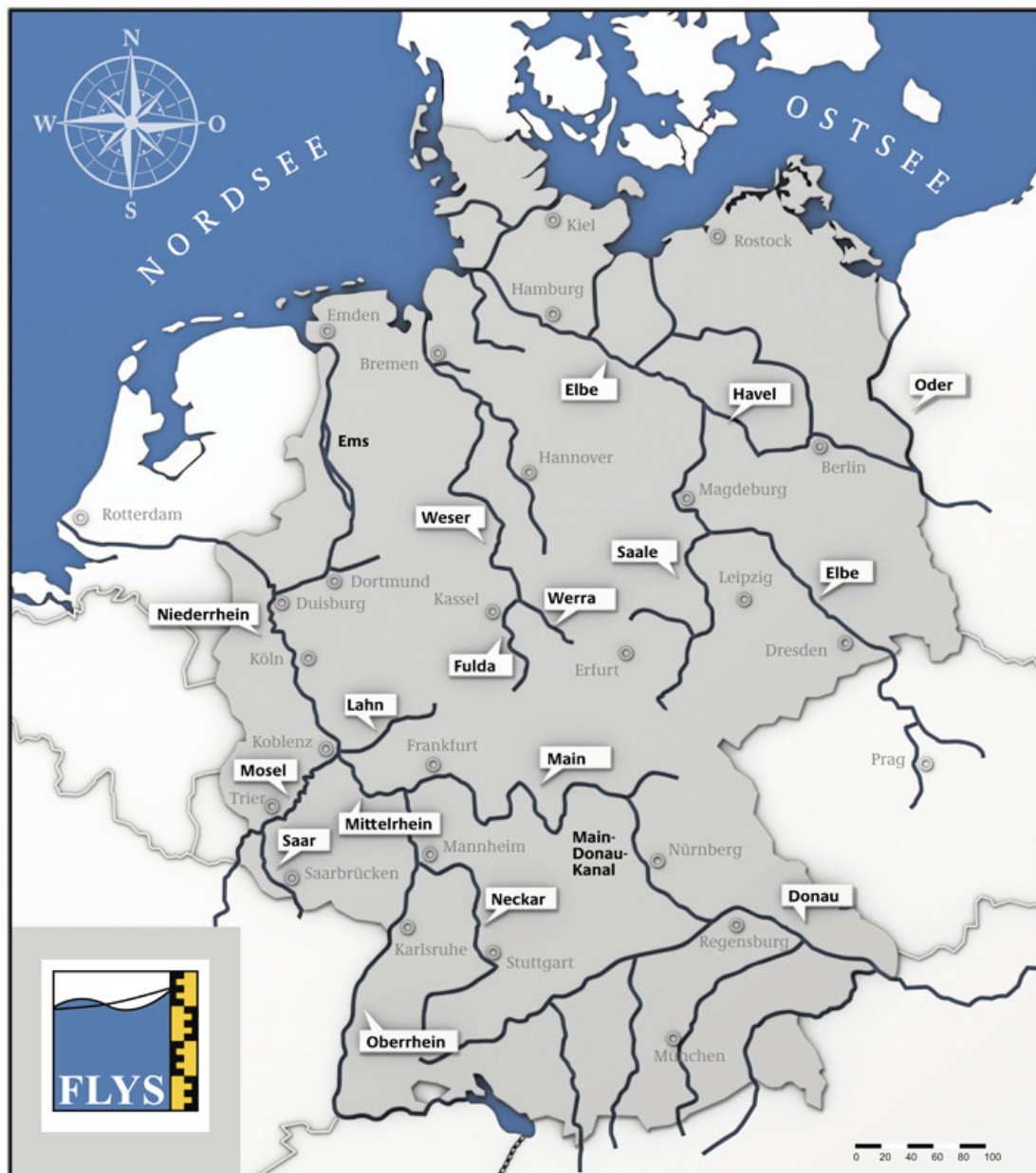
Norbert Busch

1 Einleitung

Die Flusshydrologische Software (FLYS) ist das umfassende Informations- und Analysesystem der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) für Wasserstände an den frei fließenden und staugeregelten Bundeswasserstraßen (BWaStr) in Deutschland. Seit 1998 ermöglicht das in Zusammenarbeit mit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) entwickelte System im Sinne eines „virtuellen Pegels“ die Betrachtung jedes beliebigen Ortes im Gewässerslängsschnitt (www.bafg.de/FLYS).

Mit Abschluss der nunmehr fünften Entwicklungsphase hat FLYS nicht nur eine erhebliche Erweiterung des Funktionsumfangs erfahren, z. B. durch die Hinzunahme eines Moduls für gewässermorphologische Auswertungen bzw. die Anbindung an offizielle Datenbanken der WSV und BfG. Es wurde in dieser mit finanzieller Förderung der EU im Interreg-Projekt LABEL (www.label-eu.eu) erfolgte Weiterentwicklung auch der technologische Sprung zu einer Webanwendung gewagt. Nun wird die neue Webversion – eine Fachanwendung in GGINA, dem Geportal der BfG – den bisherigen Nutzern und der hydrologischen Fachwelt im Rahmen eines Kolloquiums in Koblenz am 15./16. Mai 2013 präsentiert. Mit diesem Kolloquium wird zudem der Startschuss für den Betrieb des neuen hydrologischen Fachdienstes FLYS der BfG gegeben. Die seit ca. 15 Jahren in mehreren Vorgängerversionen entwickelte und bewährte Desktop-Version ist somit ein „Auslaufmodell“ und wird in einem Übergangszeitraum nur noch bis zum Abschluss der Web-FLYS-Pilotphase eingesetzt.

Nicht nur die FLYS-Startseite inkl. Logo sind verändert (Abb. 1). Erfahrene Anwender dieser Software dürfen sich auf zahlreiche Neuerungen in den bekannten und neuen Berechnungsarten freuen, die das Arbeiten mit ihr intuitiv und noch leichter gestalten. Dies wird von HATZ & TEICHMANN (2013, s. S. 39ff.) und STÜRMER & ACKERMANN (2013, s. S. 68ff.) näher beschrieben. Mit dem neuen Fachdienst FLYS wird versucht, den Anschluss an die rasante technologische Entwicklung im IT-Sektor wieder herzustellen. Das FLYS-Entwicklerteam in der BfG ist deshalb überzeugt, dass, wie schon mit den vorangegangenen Versionen der Software, auch mit der neuen Webversion noch mehr Anwendern der Zugang zu hydrologischen Informationen an BWaStr geöffnet wird.



Bitte das gewünschte Gewässer, mit einem Mausclick
auf den jeweiligen Namen auswählen

Abb. 1: Neue Startseite im Web-FLYS

2 Aufgabenwahrnehmung mit FLYS

FLYS stellt das Disziplinen übergreifende IT-Werkzeug zur nachhaltigen Nutzung aller Daten dar, die für die Erstellung sowie für den Betrieb numerischer Fließgewässermodelle an BWAstr benötigt und zur Beschreibung des dortigen gewässerkundlichen Zustands generiert werden. Die Wahrnehmung dieser Aufgabe in der BfG erfolgt gemäß Erlass des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) aus dem Jahre 2008 und fordert die hydrologische und gewässermorphologische Beschreibung gleichermaßen für den historischen, aktuellen und zukünftigen Zustand der Gewässer.

FLYS wird nach der Dokumentation der gewässerkundlichen IT-Verfahren, IT-Systeme und IT-Vorhaben in der WSV (IT-Doku Gwk, Vers. 2.1, Stand: Oktober 2009) als ein anerkanntes IT-System der Gewässerkunde in der WSV unter „IT-Systeme Anderer“ geführt. Vielfältige Zugriffsmöglichkeiten auf umfangreiche Geobasisdatensätze sowie gemessene und berechnete hydrologische Fachdaten unterstützen die Wasser- und Schifffahrtsämter, die im Rahmen ihres hydrologischen Informationsdienstes die Software FLYS im Sinne eines „virtuellen Pegels“ zwischen den real existierenden Pegeln einsetzen. Zahlreiche in der Software umgesetzte Funktionalitäten gründen sich auf Impulse und Anregungen von Nutzern in der WSV und geben ein Beispiel für eine klassische Win-win-Situation.

In vielen Länderbehörden der Wasserwirtschaftsverwaltung findet das BfG-System ebenfalls Anwendung; in jüngster Zeit insbesondere zur Generierung von Basisdaten (zum Beispiel Wasserspiegellagen für extreme Abflüsse), die zur Umsetzung der Vorgaben aus der EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie benötigt werden (MEUSER 2009).

Die BfG entwickelt FLYS – in Abstimmung mit ihren Partnern – eigenverantwortlich als Freie Software (Open Source Software). Somit kann FLYS lizenzkostenfrei genutzt werden. Diesen Vorteil erkennen im Wasserwirtschaftssektor auch immer mehr Consulting-Büros, die mit Hilfe von FLYS Beratungsleistungen erbringen (HATZ & BUSCH 2011). Insgesamt wurde die Software FLYS bzw. ihre Vorgängerversionen an ca. 120 verschiedene öffentliche und gewerbliche Institutionen im In- und Ausland verschickt.

3 Entwicklungsgrundsätze und Entstehungsgeschichte der Software FLYS

3.1 Entwicklungs- und Betriebsgrundsätze

In allen bisherigen FLYS-Entwicklungsphasen erfolgten Initiativen für Neu- und Weiterentwicklungen in Form von „Bottom-up“-Projekten. Allein die Anforderungen aus dem kontinuierlich gewachsenen Nutzerkreis bestimmten maßgeblich die zu realisierenden Anwendungsmöglichkeiten, die zu berücksichtigenden Daten sowie den Zyklus der Bereitstellung von Entstehungsversionen. Die vielfältigen Disziplinen, die sich mit dem Thema Wasser an BWAstr beschäftigen, ließen im Laufe der Zeit einen heterogen zusammengesetzten Nutzerkreis entstehen. Hier treffen sich Techniker, Ingenieure und Wissenschaftler. Sie formulierten ein breitgefächertes Anforderungsprofil, das im Zuge der Weiterentwicklung der Software FLYS nahezu vollumfänglich durch Module, Berechnungsarten und Funktionalitäten umgesetzt wurde. Seit den Anfängen dieser Softwareentwicklung in der BfG haben sich die mit den Nutzern vereinbarten Entwicklungs- und Betriebsgrundsätze kaum geändert. Sie können in sechs Punkten zusammengefasst werden:

- a) FLYS unterstützt Techniker im Alltagsbetrieb durch Informationen und den Wissenschaftsbetrieb durch Analysemethoden.
- b) FLYS aggregiert Daten unterschiedlicher Herkunft, Formate und Themengebiete, die fachlich zusammengehören.
- c) FLYS verwendet nur offizielle und abgestimmte Daten.
- d) FLYS bedient allgemein bekannte Darstellungsweisen und anerkannte Auswertemethoden.

- e) FLYS ist intuitiv bedienbar und benutzerfreundlich.
 - f) FLYS bleibt ein offenes System.
- a) Die umfangreiche FLYS-Datenbasis aus Messdaten und berechneten Daten erlaubt den Anwendern bei einer großen Auswahlmöglichkeit an Berechnungsarten, Wasserstände orts- oder streckenbezogen zu ermitteln und die so erhaltenen Ergebnisse im Bezug zu Messwerten auszuwerten. Dies setzt nur hydrologische Grundkenntnisse voraus (SCHLEUTER 2010). Darüber hinaus verfügt FLYS über mehrere Analysewerkzeuge, wie z. B. die Karten-gestützte Ermittlung von Überschwemmungsgebieten, die zeitliche Auswertung von Wasserspiegelfixierungen auf in ihnen enthaltenen morphologisch bedingten Wasserstandsänderungen und die Auswertung von Wasserspiegelfixierungen zur Ermittlung von Wasserspiegellagen für benutzerdefinierte Abflüsse (siehe Tabelle 2, Nrn. 2, 4, 16, 17). Die Anwendung dieser Werkzeuge setzt vertiefte Kenntnisse über hydrologische und hydraulische Zusammenhänge voraus. Entsprechende Berechnungsarten in FLYS sollten Experten vorbehalten bleiben (BUSCH et al. 2013, ROMMEL et al. 2012).
- b) Zur Erstellung und zum Betrieb großräumiger mathematischer Abflussmodelle an den BWaStr werden umfangreiche Geobasisdatensätze, wie Digitale Geländemodelle des Wasserlaufs (DGM-W), digitales Gewässernetz, Festpunktkoordinaten, digitale Karten usw. als Grundlagendaten benötigt. Hydrologische Fachdaten, z. B. gewässerkundliche Stammdaten, gemessene Pegelwasserstände, Abflusstafeln, Wasserspiegelfixierungen müssen für den Modellbetrieb ebenfalls zur Verfügung stehen. Diese verschiedenartigen zustandsbeschreibenden Modellinputdaten liegen nachhaltig im Zugriff der Software FLYS und können nach dem Wunsch der Anwender in vielfältiger Weise ausgewertet werden.
- c) Die mit den mathematischen Abflussmodellen in der BfG hydraulisch ermittelten Ergebnisse zu Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten bilden in FLYS das Grundgerüst des Informations- und Analysesystems. Diese Abflussmodelle werden laufend aktualisiert, Modellergebnisse mit den Auftraggebern abgestimmt und erst danach als FLYS-Datensätze gespeichert. Erläuterungsberichte zu den Modellierungen stehen den FLYS-Anwendern als Nachschlagewerke zur Verfügung. Amtliche Datensätze der WSV und der Länder (z. B. GIW, HSW, W(HQ_n) usw.) werden an prominenter Stelle sichtbar gemacht, so dass das System einen versehentlichen Irrtum ausschließt.
- d) Nicht nur „quantitative“ Gewässerkundler schätzen das Deutsche Gewässerkundliche Jahrbuch (DGJ) mit den darin enthaltenen W- und Q-Seiten für regional bedeutsame Pegel. Hier werden u. a. Informationen zu Tageswerten, Haupt- und Extremwerten, Dauerzahlen bereitgestellt. Auf Basis der hinterlegten Datensätze des modellierten Gewässerzustands können mit FLYS für diese im DGJ aufgeführten Angaben zu grundlegenden hydrologischen Größen die entsprechenden Werte für beliebige Orte entlang der Gewässer ermittelt sowie tabellarisch und grafisch dargestellt bzw. gespeichert werden.
- e) Die verschiedenen Berechnungsarten (Tabelle 2) verfügen über unterschiedliche Eingabeunterstützungssysteme, so dass dem Anwender umfangreiche Informationen zur Verfügung stehen, die insbesondere dem Gelegenheitsnutzer helfen, die gewünschten Ergebnisse zu erhalten. Des Weiteren wurde ein hydrologisch intelligenter Datenkorb entwickelt, der den Anwender zur Bearbeitung von Ergebnisdiagrammen bei Bedarf unterstützt, um zuvor erstellte Darstellungen durch Attribute aus der Datenbasis sinnvoll ergänzen und kontextbezogen auswerten zu können.

f) Eine akzeptierte Software befindet sich in ständiger Weiterentwicklung und ist somit niemals fertig. Von Version zu Version nahmen im Fall der Software FLYS sowohl die Anzahl der Berechnungsarten als auch die der Nutzer zu. Mit der Eröffnung des neuen Fachdienstes FLYS in der BfG wurde z. B. auf Initiative der Gewässermorphologie das Modul „M-INFO“ als weiteres Werkzeug integriert, um morphologische Fragen beantworten zu können. Auch in Zukunft bleibt diese Software für alle Disziplinen offen, soweit diese bereit sind, Verantwortung für den dauerhaften Betrieb des neuen Fachdienstes FLYS und für die Weiterentwicklung der Software zu übernehmen.

3.2 Entstehungsgeschichte der Software FLYS als Desktop-Lösung

Angepasst an die hydrologische Entwicklung des Einzugsgebiets befinden sich Pegel nur an wenigen ausgewählten Stellen im Gewässerlauf. Die dort gemessenen Wasserstände decken jedoch bei weitem nicht den Bedarf an umfassenden hydrologischen Informationen zwischen den Pegeln ab. Genau diese Informationslücke, welche sich in einer der klassischen Fragen in der Gewässerkunde (Welcher Wasserstand stellt sich an einem beliebigen Ort eines Gewässers in Abhängigkeit vom stationären Abfluss ein?) manifestiert, gleicht FLYS aus. Dabei ist FLYS kein hydraulisches Modell, sondern verarbeitet lediglich die zuvor in hydrodynamischen, eindimensionalen Abflusssimulationen ermittelten stationären Wasserspiegellagen, die den Abflussbereich zwischen Niedrig- und Hochwasser abdecken. Hierfür müssen im Vorfeld sogenannte „Gleichwertige Abflüsse“ im Längsprofil des Gewässers festgelegt und für diese modellgestützt die Wasserspiegellagen ermittelt werden. Abbildung 2 zeigt für die Rheinstrecke zwischen Iffezheim und Köln auf Haupt- und Extremwerten basierende Gleichwertige Abflüsse zwischen MNQ und HQ₂₀₀ als Randbedingung für Wasserspiegellagenberechnungen.

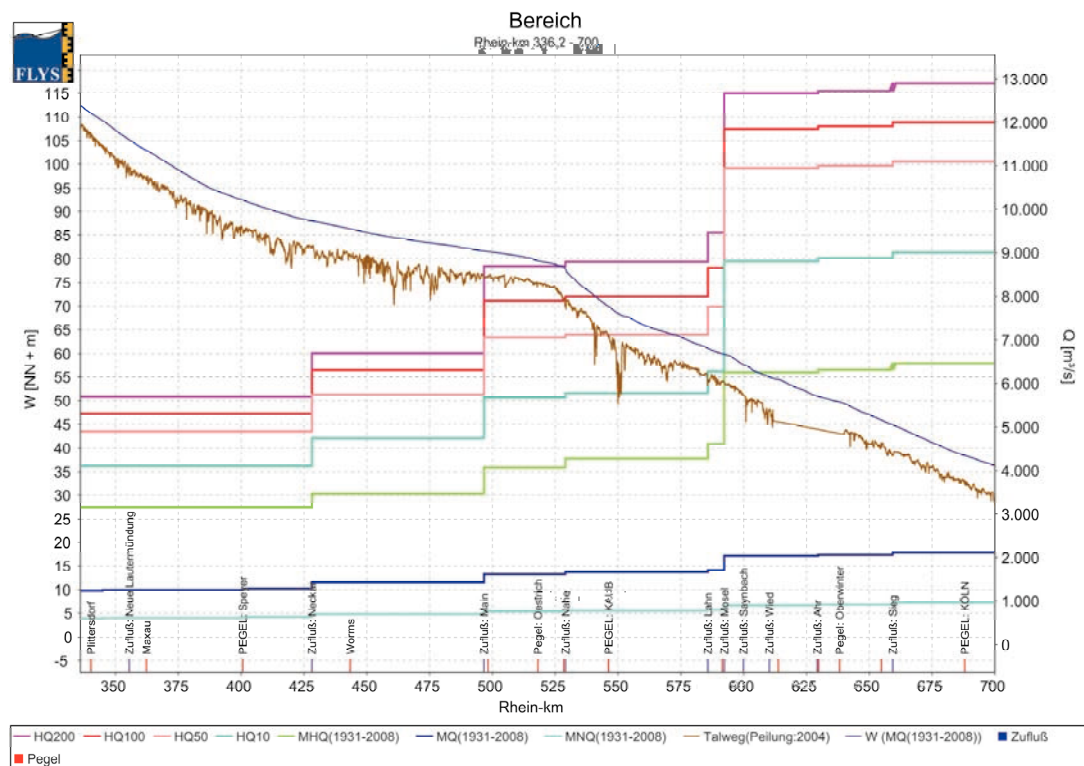


Abb. 2: Gleichwertige Abflüsse am Rhein zwischen Iffezheim und Köln

Bis Mitte der 1990er-Jahre stellte die BfG nach Abschluss beauftragter, hydraulischer Untersuchungen den Auftraggebern ausschließlich Berichte mit einem umfangreichen analogen Zahlenwerk an berechneten Wasserständen zur Verfügung (BUSCH et al. 1994). Aufgrund einer Initiative der WSV änderte sich dies grundlegend. Sie beauftragte 1998 die BfG, eine spezifische Auswertesoftware W-INFO zu erstellen, die diese hydraulisch ermittelten Wasserstände importiert und für beliebige, benutzerdefinierte Orte am Gewässer auswertet. Im selben Jahr entstand das Programm PROPLOT zur Visualisierung von Querprofilen mit der Möglichkeit, von W-INFO ermittelte Wasserstände zu importieren und zu visualisieren. Diese beiden auf der Computersprache Delphi basierten Stand-Alone-Programme bilden die Vorgängerprogramme der Software FLYS. Die Kosten zur Erstellung von vier Delphi-Programmen betragen insgesamt ca. 97.000 DM. Tabelle 1 dokumentiert die bisherigen FLYS-Entwicklungsphasen zwischen 1998 und 2013 anhand unterschiedlicher Kriterien (Zeitraum, Vergabeart, Auftragnehmer, besondere Merkmale, Kosten). Die Erstellung dieser Delphi-Programme durch Udo Chojetzki bezeichnet die **1. Phase** der FLYS-Entwicklung.

Tabelle 1

Phasen der FLYS-Entstehungsgeschichte zwischen 1998 und 2013

Zeitraum	1998 - 2001	2002 - 2004	2005 - 2006	2008 - 2009	2010 - 2013
Programm-Name	W-INFO, PROPLOT, WSPL, WINKTOOLS	FLYS	FLYS 2.0.4	FLYS 2.1.3	FLYS 3.0
Auftraggeber	div. WSÄ, BfG	BfG / Ref. U2	BfG / Ref. M1	WSA Trier	BfG / Ref. M2 (in Zusammenarbeit mit Ref. M1, M3, M4, U2, Z2)
Ausschreibung	-	beschränkt	öffentlich	-	öffentlich
Vergabe	freihändig	VOF in sinngemäßer Anwendung	VOF in sinngemäßer Anwendung	freihändig	VOF in sinngemäßer Anwendung
Auftragnehmer	and. inf. U. Chojetzki	BCE Björnßen, Koblenz	Intevation GmbH, Osnabrück	Intevation GmbH, Osnabrück	Intevation GmbH, Osnabrück
Programmiersprache	Delphi	Java	Java	Java	Java
besondere Merkmale	Stand-Alone- Programme	freie Software (FS) integrale Benutzeroberfläche	GIS-Applikation Fixierungsanalyse	hydrolog. Datenkorb	Webanwendung offizielle Datenbanken Veröffentlichung als FS
Kosten	97.000 DM	89.000 €	113.000 €	136.000 €	ca. 400.000 €

Einen weiteren Meilenstein auf dem Wege zur Flusshydrologischen Software FLYS setzte das vom BMVBS im Jahre 1999 initiierte Projekt „Ökologische Risikoeinschätzung für Maßnahmen im Bundesverkehrswegeplan“. Nach definierten Kriterien für verschiedene Schutzgüter waren geplante Baumaßnahmen der WSV an den BWaStr von der BfG und der

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) hinsichtlich des ökologischen Risikos zu bewerten, u. a. auch für das Schutzgut „Hydrologie“. Zu diesem Zweck wurde im Intranet der BfG ein File-Server mit den berechneten Wasserstands- und Querprofildaten eingerichtet, so dass die übrigen Schutzgutbearbeiter sich mit Hilfe der Programme W-INFO und PROPLOT ein Bild von dem Wasserstandsschwankungsvermögen und von Überschwemmungsverhältnissen in den von Ausbaumaßnahmen betroffenen Strecken der BWaStr machen konnten (BfG 2004).

Dieses erfolgreiche, in Zusammenarbeit mit der WSV bearbeitete, Projekt gab schließlich im Jahre 2002 die Veranlassung, die bestehenden Delphi-Programme auf dem Vergabewege zu verbessern und zu erweitern. Als Ergebnis der durchgeführten Ausschreibung wurde jedoch das Nebenangebot des Auftragnehmers Björnsen Beratende Ingenieure (BCE) akzeptiert, dem zufolge ein vollständiges „Reengineering“ aller bisherigen Stand-Alone-Programme unter einem gemeinsamen Dach und auf der Basis von Freie-Software-Komponenten erfolgen sollte. Die so 2004 in der **2. Entwicklungsphase** fertiggestellte Software erhielt den Namen Flusshydrologische Software FLYS. Auf die Vergabe einer Versionsnummer wurde noch verzichtet. Die Kosten für diese initiale FLYS-Version betragen ca. 89.000 €. Zahlreichen Dienststellen der WSV und Länderbehörden wurde die Software auf CD und Postweg bereitgestellt.

Bereits im darauffolgenden Jahr 2005 wurde aufgrund einer Beauftragung der BfG durch die WSV eine erneute Ausschreibung mit vorangegangenem Teilnehmerwettbewerb durchgeführt. Erstmals erfolgte eine Ausschreibung zur Weiterentwicklung der Software in sinngemäßer Anwendung der Vergabeordnung für freiberufliche Leistungen (VOF). Hauptziel war es, in FLYS ein weiteres Plug-In „Überschwemmungskarte“ zu installieren, mit dessen Hilfe Karten-gestützt digitale Überschwemmungsflächen unter Verwendung von eindimensional berechneten Wasserspiegellagen und Digitalen Geländemodellen ermittelt werden konnten (MEIBNER & KIEL 2009). Im Nachtrag dieser Ausschreibung wurde zudem das Plug-In „Fixierungsanalyse“ erstellt. Diese **3. Entwicklungsphase** konnte im Dezember 2006 abgeschlossen werden. Es wurde eine neue Software mit der Versions-Nummer FLYS 2.0.4 zur Verfügung gestellt, wobei Kosten in Höhe von 113.000 € entstanden.

Eines der Ziele der Software FLYS ist es, hydraulisch berechnete Daten mit den der Modellierung zugrunde liegenden Geobasis- und Geofachdaten sowie gemessenen oder amtlich festgelegten hydrologischen Fachdaten in einen Kontext zu bringen. Hierbei erhält der Anwender aus allen denkbaren Perspektiven einen Blick auf das Gewässer. Er kann optional auswählen zwischen

- > Punktbetrachtungen
- > Querprofilbetrachtungen
- > Längsschnittbetrachtungen
- > flächenhaften Betrachtungen im Kartenfenster

Um die genannten Betrachtungsweisen im Rahmen der Diagrammbearbeitungen zu optimieren, wurde die Software auf Basis der Version FLYS 2.0.4 im Rahmen der **4. Entwicklungsphase** mit einem hydrologisch intelligenten Datenkorb ausgestattet. Er bildet das Dach, unter dem aus dem breit gestreuten Angebot aus gemessenen und modellierten, morphologischen und hydrologischen Basis- und Fachdaten die Informationen ausgewählt werden können, welche sich in einen fachlich sinnvollen Kontext bringen lassen. Sowohl für reine Diagrammdarstellungen als auch vertiefte Analysen unterstützt der Datenkorb den Nutzer, indem er in

Abhängigkeit von der zu lösenden Aufgabe den verfügbaren Datenbestand sinnvoll eingrenzt (z. B. keine Abflusskurven in Gewässerlängsschnitten) und priorisiert (z. B. Wasserstand und Abfluss gehören zusammen) darstellt. Auf eine Ausschreibung wurde in dieser Phase aufgrund des dringenden Bedarfs in der WSV verzichtet und der mit der vorangegangenen Entwicklung beauftragte Auftragnehmer Intevation GmbH im April 2008 mit der Erbringung der Leistungen beauftragt. So entstand die Version FLYS 2.1.3, wofür Kosten in Höhe von 136.000 € anfielen. Erstmals wurde dem Nutzerkreis eine neue Version im Rahmen eines Kolloquiums der BfG am 24. März 2009 präsentiert (BfG 2009).

4 Von der Insellösung zu einem vernetztem Bestandteil in der BfG-/WSV-Geodateninfrastruktur

Der Bund, die Bundesländer und auch die Wasserverbände betreiben in Deutschland ein eng geknüpftes Pegelmessnetz im Zuständigkeitsbereich ihrer Gewässer. Daten aktuell gemessener Wasserstände an Pegeln werden von den Betreibern seit geraumer Zeit als Webservice der Allgemeinheit kostenfrei zum Download zur Verfügung gestellt. Beispielsweise hat der Bund mit Pegelonline (www.pegelonline.wsv.de) ein gewässerkundliches Informationssystem im Netz installiert.

Bereits kurz nach Beendigung der 4. Entwicklungsphase (2009) wurde von Anwendern vermehrt der Wunsch an die BfG herangetragen, die Informationen und Analysefunktionen des „virtuellen Pegels“ FLYS der Fachwelt ebenfalls über einen webbasierten Dienst bereitzustellen. Im Rahmen des von der EU geförderten Interreg-Projekts LABEL „Anpassung an das Hochwasserrisiko im Elbegebiet“ (2008-2012) konnte diese ambitionierte Aufgabe zu einem großen Teil bereits realisiert werden. Die Fördermittel wurden u. a. zur Finanzierung eines Projektmitarbeiters verwendet, so dass erstmalig in der BfG die Tätigkeit eines Wissenschaftlers hauptsächlich auf die FLYS-Weiterentwicklung konzentriert war.

Im Vorfeld einer VOF-Ausschreibung zur Weiterentwicklung der Software wurden zur Formulierung der vorläufigen Leistungsbeschreibung zahlreiche Interviews mit verschiedenen, zukünftigen Verantwortungsträgern in der BfG und Externen geführt, um die fachlichen und nichtfachlichen Anforderungen der Ausschreibung zu skizzieren. Befragt wurden

- > in der BfG die fünf Fachreferate der Abteilung „Quantitative Gewässerkunde“ sowie die Referate U2 „Ökologische Wirkungszusammenhänge“ und Z2 „Informationstechnik“ zu deren Mitarbeit in der Auftragsabwicklung und um Zuständigkeiten und fachliche Verantwortung im zukünftigen Fachdienst FLYS in der BfG zu eruieren,
- > die ehemaligen Auftragnehmer BCE GmbH, Intevation GmbH und Stadt-Land-Fluss Ingenieurdienste GmbH als Softwareberater in Hinblick auf die Umstellung einer Desktop-Anwendung auf eine Online-Anwendung,
- > die WSV-AG „IT-Binnen“ zur Anbindung von offiziellen WSV-Datenbanken in den Fachdienst FLYS der BfG.

Neben der Portierung aller bestehenden Funktionalitäten der Desktop-Version in die Webumgebung wurden in Zusammenarbeit mit ausgewählten Anwendern die folgenden Entwicklungsziele definiert, die im Rahmen der Weiterentwicklung größtenteils auch realisiert werden konnten:

- > Beseitigung von Datenredundanzen durch Anbindung offizieller Datenbanken der WSV (z. B. Stammdatenverwaltung gewässerkundlicher Messstellen (SGM)) und der BfG (z. B. Sedimentdatenbank (SedDB), historische Abflusstafeln für WSV-Pegel in der aufzubauenden Abflusstafeldatenbank (AFT-DB))
- > Beseitigung der Datei-basierten Datenhaltung zugunsten einer Datenbank-basierten Datenhaltung
- > Entwicklung eines neuen Moduls für morphologische Fragestellungen an den Bundeswasserstraßen
- > Verbesserung von genereller Bedienbarkeit und Ergebnisdarstellungen
- > Einbindung von FLYS als Online-Fachanwendung in das Geoportal GGInA/BfG
- > Veröffentlichung der entwickelten Software als Freie Software

Als Ergebnis der durchgeführten VOF-Ausschreibung wurde im November 2010 der Bieter Intevation GmbH erneut beauftragt, wodurch die **5. Entwicklungsphase** zur Weiterentwicklung der Software FLYS begann. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass diese nunmehr im Frühjahr 2013 abgeschlossene Weiterentwicklung die mit Abstand ambitionierteste Phase der bisherigen Softwareentwicklung sowohl in IT-technischer Hinsicht als auch bzgl. der angefallenen Kosten (ca. 400.000 €) und Zeitaufwände darstellt (Tabelle 1).

Zur Begleitung der Auftragsabwicklung wurde für die Dauer des Projekts eine Arbeitsgruppe eingerichtet, in der alle beteiligten Fachreferate der BfG, der Auftragnehmer Intevation GmbH sowie erfahrene FLYS-Anwender der Wasser- und Schifffahrtsämter Trier und Schweinfurt mitwirkten. In zahlreichen Workshops, bilateralen Abstimmungsgesprächen und Telefonkonferenzen wurden gemeinsam u. a. Konzepte zur Umsetzung der bestehenden Software, zur Bedienung der neuen Software sowie für den späteren Online-Betrieb erarbeitet und abgestimmt. Für alle bisherigen und neuen Berechnungsarten wurden Workflows entworfen, in denen die erforderlichen Schritte der interaktiven Benutzereingaben, berechnungsabhängige Eingabeunterstützungen sowie die tabellarischen und grafischen Ergebnisausgaben inkl. der Exportformate festgelegt wurden. Die Arbeiten zur auftragnehmerseitigen Qualitätssicherung sowie die Testanwendungen beim Auftraggeber mit den sukzessiv bereitgestellten Entstehungsversionen im Zuge der Softwareabnahme nahmen schließlich einen Umfang ein, der in diesem Ausmaß nicht erwartet war.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über implementierte Module und Berechnungsarten, die im Laufe der FLYS-Entwicklung entstanden sind. Insgesamt kann der Nutzer im neuen Webservice zwischen fünf Modulen auswählen. Mit „W-INFO“, „M-INFO“ und „Fixierungsanalyse“ werden im Dialog gewünschte Informationen zu Wasserstand und Morphologie bereitgestellt, lassen sich einfache Auswertungen sowie vertiefte Analysen vornehmen. Zwei weitere Module „Neue Karte“ und „Neues Diagramm“ dienen ausschließlich der Visualisierung. Optional stehen dem Nutzer in den drei Informations- und Analysemodulen der neuen Webversion insgesamt 17 Berechnungsarten zur Verfügung, von denen 11 in der 5. Entstehungsphase der Software FLYS vollständig neu konzipiert und entwickelt wurden.

Parallel zur Softwareentwicklung wurden in einem weiteren Teilprojekt die für den Desktop-Betrieb verwendeten File-basierten Daten in eine neu geschaffene FLYS-Kern-Datenbank (Oracle-DB) der BfG migriert. Hierfür wurde im Vorfeld der bisherige Datenbestand für hinterlegte BWaStr einer kritischen Überprüfung unterzogen. Es konnten im Bestand der bisherigen Daten festgestellte Redundanzen beseitigt, konsistente Datenformate für den zu entwickelnden Datenbank-Import erstellt und ansatzweise ein Metadatenkatalog aufgebaut wer-

den. Nichtoffizielle Daten im Zugriff der Desktop-Version wurden nicht in die Oracle-Datenbank der Webversion überführt. Anteilige Kosten für die extern erfolgte Datenmigration sowie für die Veröffentlichung der Software als Freie Software sind in den Gesamtkosten der 5. Entwicklungsphase (Tabelle 1, rechte Spalte) ebenfalls berücksichtigt. In diesem Zusammenhang bestätigte sich, dass die Entwicklung dieser gewässerkundlich-morphologischen Spezialsoftware nicht losgelöst von den heterogenen Datenbeständen der BWaStr erfolgen kann.

Tabelle 2

Implementierte Module und Berechnungsarten in FLYS 3.0

Nr.	Modul	Berechnungsart	Desktop-Version	Webversion
1	W-INFO	Wasserstand/Wasserspiegellage	x	(x)
2	W-INFO	Überschwemmungsfläche	x	x
3	W-INFO	Abflusskurve/Abflusstafel	x	x
4	W-INFO	Historische Abflusskurven		x
5	W-INFO	Dauerlinie	x	x
6	W-INFO	Benutzerdefinierte Abflusslängsschnitte	x	x
7	W-INFO	Differenzen	x	x
8	W-INFO	Bezugslinie		x
9	W-INFO	Auslagerung extr. Wasserspiegellagen		x
10	M-INFO	Mittlere Sohlhöhe		x
11	M-INFO	Sohlhöhendifferenz		x
12	M-INFO	Sohlbeschaffenheit		x
13	M-INFO	Sedimentfracht		x
14	M-INFO	Fließgeschwindigkeit		x
15	M-INFO	Transport-Abfluss-Beziehung		x
16	Fixierungsanalyse	Fixierungsanalyse	x	x
17	Fixierungsanalyse	Ausgelagerte Wasserspiegellage		x

Legende: x = neue Berechnungsart

Tabelle 3 enthält eine Zusammenstellung der BWaStr, für die gewässerkundliche und morphologische Datenbestände für die Webversion aufgebaut wurden. Die im EU-Projekt LABEL erhobenen Daten für die thüringische Saale sind zudem in dieser Datenbasis gespeichert. Bisher können morphologische Informationen nur für die frei fließenden Gewässer Rhein, Elbe und Oder bereitgestellt werden. Wie Tabelle 3 zu entnehmen ist, existieren jedoch gewässerkundliche Fachdatenbestände für zahlreiche staugeregelte BWaStr, so dass diese Daten nachhaltig für den klassischen Wasserstandsservice in FLYS genutzt werden können.

Die Verbesserung und Weiterentwicklung der Software FLYS zu einer Webanwendung und die damit verbundene Umstellung auf einen Datenbankbetrieb bzw. die Anbindung an offiziell bestehende Datenquellen sind notwendige Voraussetzungen für den technologischen Anschluss dieser Informationssoftware an heute gültige Standards der IT-Welt. Im gleichen Maße muss zudem vom Anbieter ein möglichst störungsfreier Online-Betrieb gewährleistet werden, damit eine hohe Nutzerakzeptanz und somit der Fortbestand der Software garantiert

ist. Zu diesem Zweck wurde der neue Fachdienst FLYS in der BfG etabliert, für den das Referat M2 federführend zuständig ist. Ihm zur Seite gestellt ist ein Referate und Abteilungen übergreifendes Gremium von Fachleuten, um sicherzustellen, dass der Fachdienst FLYS seinem Anspruch als Online-Service gerecht wird. Seine Aufgabe ist, dass der Server- und Netzbetrieb in der BfG möglichst reibungsfrei funktioniert und der Anschluss an die benötigten Datenbanken und Dienste gewährleistet ist. Diese Fachleute tragen auch die Verantwortung für die Inhalte der Datenbanken. Festgeschrieben wurden ihre Rollen im Fachdienst, die Vertreterregelung sowie einzuhaltende Reaktionszeiten bei Ausfall eines Teildienstes.

Tabelle 3

Bestand an gewässerkundlichen und morphologischen Daten für BWaStr in der FLYS-Datenbank

Ifd.Nr.:	Gewässer	Berechnungsstrecke		Bezugs- zustand Jahr	Berechnungs- modell	Hydro- logische Daten	Morpho- logische Daten
		von: Ort (km)	bis: Ort (km)				
1	Rhein	Iffezheim (336,2)	Grenze D - NL (865,4)	2005-2010 (**)	SOBEK	X	X
2	Neckar	Flochingen (0,0)	Mündung (202,6)	1990-1995	SOBEK	X	
2a	Neckar über Wehrrarme	Flochingen (0,0)	Mündung (202,6)	1990-1995	SOBEK	X	
3	Main	Trunstadt (378,5)	Würzburg (252,0)	1995 (**)	SOBEK	X	
		Würzburg (252,0)	Mündung (0,1)	1995 (**)	K-Wert	X	
3a	Main-Wehrrarm- Volkach	Abzweig (311,7)	Einmündung (299,6)	1995 (**)	SOBEK	X	
3b	Main-Wehrrarm- Limbach	Abzweig (369,2)	Einmündung (366,4)	1995 (**)	SOBEK	X	
4	Lahn	Gießen (-3,2)	Mündung (137,3)	2003	SOBEK	X	
5	Mosel	Perl (242,2)	Koblenz (1,9)	1998	K-Wert	X	
6	Saar	Güdingen UP (93,0)	Mündung (0,0)	2002-2010	SOBEK	X	
6a	Saar-Wiltinger- Bogen	Schoden (7,6)	Kanzern (0,0)	2002-2010	SOBEK	X	
7	Werra (Sommer-/ Winterzustand)	Heldra (11,69)	Hann.Münden (89,0)	2005	SOBEK	X	
8	Fulda (Sommer-/ Winterzustand)	Bad Hersfeld (-11,02)	Hann.Münden (108,7)	2005	SOBEK	X	
9	Weser	Hann. Münden (0,1)	Minden (204,0)	1993	K-Wert	X	
10	Elbe	Schöna (0,0)	Pegel Zollenspieker (598,3)	2003	SOBEK	X	X
11	Saale	Halle-Trotha (89,2)	Mündung (0,0)	1995	SOBEK	X	
11a	Saale in Thüringen	Zeutsch (242,1)	Stöben (183,6)			X	
12	Havel	Rathenow (103,9)	Mündung (148,4)	1995	SOBEK	X	
13	Oder	Eisenhütten- stadt (542,4)	Widuchowa (704,1)	2003	SOBEK	X	X
14	Donau	Kehlheim (2414,9)	Passau (2200,8)	2005	SOBEK	X	
14a	Donau über Schleusen- kanäle	Kehlheim (2414,9)	Passau (2200,8)	2005	SOBEK	X	
14b	Donau – Nebenarm Regensburg	Einmündung (2398,9)	Abzweig (2376,3)	2005	SOBEK	X	

* Aktualisierung bis Mitte 2013

** Aktualisierung bis Ende 2013

Stand: März 2013

Wie im Fall der Desktop-Version erfolgt die Freischaltung der Online-Version nach Antrag und Registrierung des zukünftigen Nutzers bei der BfG. Zusätzlich wird ein Nachrichtendienst (FLYS-Fachdienst@bafg.de) für die Nutzer installiert, über den Fehler in der jetzigen Version sowie Anregungen für die Weiterentwicklung per E-Mail an den Fachdienst FLYS gesendet werden können. Flankierend beginnt mit dem Termin der offiziellen Freischaltung der Online-Version eine 12-monatige Pilotphase, die genutzt werden soll, um den Betrieb des Fachdienstes FLYS in der BfG zu optimieren und die dringendsten Wünsche der Nutzer IT-technisch umzusetzen. Wie bisher schon bietet die BfG Schulungen für FLYS-Nutzer an.

5 Freie Software

Das FLYS-Team in der BfG erhofft sich insbesondere von der bis Mitte 2013 geplanten Veröffentlichung der Software als Freie Software zukunftsweisende Impulse für die weitere technische Entwicklung des Fachdienstes FLYS. Neben der bereits seit vielen Jahren bestehenden Anwendergemeinschaft soll sich mit der Veröffentlichung auch eine Entwickler-Community etablieren, die es zukünftig ermöglicht, Synergien mit anderen Softwareentwicklungen in der Wasserwirtschaft zu nutzen. Aufgerufen, sich an der Entwicklergemeinschaft zu beteiligen, sind vor allem Institutionen des Bundes und der Länder im Wasserbereich, Universitäten, Consulting-Büros und Softwareentwickler, welche wasserwirtschaftliche Fragestellungen beantworten.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Eröffnung des neuen Fachdienstes FLYS in der Bundesanstalt für Gewässerkunde im Mai 2013 ist die fünfte Entwicklungsphase der von der BfG seit 1998 in Zusammenarbeit mit ausgewählten Dienststellen der WSV erstellten Flusshydrologischen Software FLYS weitgehend abgeschlossen. Im Fokus dieser sehr ambitionierten Entwicklungsphase, die im Rahmen des Interreg-Projekts LABEL mit erheblichen Mitteln der EU gefördert wurde, stand die Beseitigung von Datenredundanzen durch Anbindung offizieller Datenbanken der WSV und der BfG sowie die Entwicklung eines neuen Moduls für morphologische Fragestellungen an den Bundeswasserstraßen. Die neue, verbesserte und erheblich weiterentwickelte Version dieser Informations- und Analysesoftware steht jetzt als Webservice unter dem Geoportal GGInA den Nutzern in der BfG, in den Dienststellen der WSV, in den Behörden der Länder, Universitäten, Ingenieurbüros zur Verfügung. Hierzu erteilt die BfG individuelle Zugangsberechtigungen. Die Webversion der Software entstand als Gemeinschaftswerk von sechs Fachreferenten der BfG.

Für die Sicherstellung dieser Fachanwendung ist in Zukunft der Fachdienst FLYS in der BfG verantwortlich. Er wacht als Referate und Abteilungen übergreifendes Gremium von Fachleuten über den möglichst störungsfreien Betrieb. Das FLYS-Entwicklerteam in der BfG ist gespannt über die Akzeptanz der Online-Version bei den Nutzern. Eine mit der Freischaltung der Online-Version beginnende 12-monatige Pilotphase soll zudem flankierend genutzt werden, um den neuen Fachdienst FLYS zu konsolidieren. Geplant ist die Veröffentlichung der entwickelten Software als Freie Software.

Mit Eröffnung des Fachdienstes ist ein wichtiges Etappenziel auf dem Weg erreicht, FLYS systematisch zu einem gewässerkundlichen, morphologischen und ökologischen Auswerteinstrument weiterzuentwickeln. Neben der fachlichen Weiterentwicklung des Systems ist deshalb eine der dringendsten Zukunftsaufgaben die noch stärkere technische und organisatorische Integration von FLYS in die Strukturen der Bundesanstalt für Gewässerkunde und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes. Nur so kann – in Zusammenarbeit mit allen an Entwicklung und Betrieb beteiligten Stellen – ein langfristiges und nachhaltiges Bestehen von FLYS gesichert werden.

Literatur

- Bundesanstalt für Gewässerkunde (2004): Mitteilungen Nr. 26, Methode der Umweltrisikoeinschätzung und FFH-Verträglichkeitseinschätzung für Projekte an Bundeswasserstraßen – Ein Beitrag zur Bundesverkehrswegeplanung –, Koblenz.
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (2009): Veranstaltungen 1/2009, Wasserstandsinformationssysteme der BfG für die Bundeswasserstraßen, Kolloquium am 24. März 2009 in Koblenz, 136 S.
- BUSCH, N., S. VOLLMER, M. HATZ (2013): Neue Auswertemethode zum Nachweis von Wasserstandsänderungen im Zusammenhang mit der morphologischen Entwicklung an Bundeswasserstraßen – dargestellt am Beispiel der Mittleren Elbe. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 57. Jahrgang, Heft 1, S. 4-13.
- BUSCH, N., U. CHOJETZKI, H. ENGEL, P.-J. GUNDERT (1994): Wasserspiegellagenberechnungen am Rhein vom Pegel Köln bis zur deutsch/niederländischen Grenze. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Bericht BfG-0862, Koblenz.
- HATZ, M. & N. BUSCH (2011): Die Flusshydrologische Software FLYS der BfG: Hydrologisches Informationssystem an der Schnittstelle zwischen Bund und Ländern. In: Tagung 19.-20. Januar 2011 in Kassel, GIS und GDI in der Wasserwirtschaft - Die Hochwasserrisikomanagementrichtlinie im Fokus von GIS und GDI, DWA.
- HATZ, M. & S. TEICHMANN (2013): Die neuen Errungenschaften der Webanwendung für den hydrologischen Fachdienst FLYS der BfG. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 39-47.
- MEIBNER, D. & U. KIEL (2009): Nutzung von hydraulisch eindimensional berechneten Wasserspiegellagen zur Erstellung von Überschwemmungskarten und Grenzen dieser Methodik. In: Veranstaltungen 1/2009 „Wasserstandsinformationssysteme der BfG für die Bundeswasserstraßen“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 66-78.
- MEUSER, A. (2009): Ermittlung von Gefahrenkarten am Mittelrhein. In: Veranstaltungen 1/2009 „Wasserstandsinformationssysteme der BfG für die Bundeswasserstraßen“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 87-97.
- ROMMEL, J., M. HATZ & T. WENIGER (2012): Verlaufskonstruktion der deutschen Binnenelbe um 1830/1850 zur Bearbeitung hydromorphologischer Fragestellungen im Zuge der Umsetzung europäischer Rahmen- und Managementrichtlinien. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 56. Jahrgang, Heft 6, S. 306-319.
- SCHLEUTER, M. (2010): Berechnung der Degradation von Auen mittels Wasserspiegeldifferenzenkurve. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 54. Jahrgang, Heft 5/6, S. 360-367.
- STÜRMER, W., S. ACKERMANN (2013): Der „intelligente“ Datenkorb – ein integrales Spezialwerkzeug von FLYS. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 68-74.



Kontakt:

Norbert Busch

Bundesanstalt für Gewässerkunde

56068 Koblenz

Am Mainzer Tor 1

Tel.: 0261/ 1306 5227

Fax: 0261/ 1306 5280

E-Mail: busch@bafg.de

Jahrgang: 1954

1974-1980

Studium der Meteorologie an der Rheinischen-Wilhelms-Universität Bonn

1984-1986

Weiterbildungsstudium Hydrologie-Wasserwirtschaft des DVWK und Universität Hannover

seit 1981

Wissenschaftlicher Angestellter der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

seit 1990: Leiter des Aufgabengebiets „Fließgewässermodellierung“ in den Ref. M1 und M2

seit 1997: zahlreiche SOBEK-Modellierungen an den Bundeswasserstraßen

seit 1998: Projektleiter zur Entwicklung der Software FLYS

Das neue Modul M-INFO als Erweiterung zum Prozessverständnis Fluss – Historie, Bedarf und Notwendigkeit

Stefan Vollmer

1 Einleitung

Seit dem Jahr 1998 entwickelt die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) die flusshydrologische Software FLYS als gewässerkundliches Informations- und Analysesystem für die BfG und die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV). Sie ist das Disziplinen übergreifende IT-Instrument zur nachhaltigen Nutzung von Daten, die im Umfeld der von der BfG wahrzunehmenden Aufgabe zur Beschreibung des gewässerkundlichen Zustands der Bundeswasserstraßen (BWaStr) verwendet und generiert (u. a. mit Hilfe numerischer Modelle) werden. Mit der Webplattform FLYS existiert nun ein referatsübergreifendes, transparentes Auswertewerkzeug für abiotische gewässerkundliche Parameter an BWaStr. Das neue Modul M-INFO stellt eine modulare Erweiterung der Software FLYS dar, welche vielfältige Anwendungsoptionen und Analysemöglichkeiten zur Verbesserung des Prozess- und Systemverständnisses für BWaStr bietet.

Für Unterhaltungszwecke der WSV, für hydrologische und gewässermorphologische Auswertungen sowie für die Kalibrierung mathematischer Abfluss-, Strömungs- und Transportmodelle für alle Wissenschaftsbereiche der Gewässerkunde werden vergleichende Analysen von z. B. Wasserspiegelfixierungen, Sohlpeilungen, Transportmessungen, Strömungs- und Flussbettuntersuchungen an den BWaStr benötigt. Die Messungen sollten insbesondere in den morphologisch aktiven Gewässerstrecken z. B. an Ober- und Niederrhein, an der Mittleren Elbe und an der Grenzoder sowie in allen Abflussbereichen von Niedrig- bis Hochwasser erfolgen. Die Analyse von Wasserspiegelfixierungen auf zeitlich mittel- bis langfristige Wasserstandsänderungen ist neben den Auswertungen von Peildaten und Messungen zum Sedimenttransport ein weiterer, unverzichtbarer Bestandteil eines auf Messdaten basierenden Auswerteinstruments (M-INFO, GRÄTZ 2013, s. S. 96ff.), welches für gewässermorphologische Untersuchungen an BWaStr und zur Formulierung und Erfolgskontrolle von Mess- und Unterhaltungskonzepten eingesetzt werden kann. Die Entwicklung des Gewässerbettes, von Wassertiefen-, Strömungs-, und Transportverhältnissen in den frei fließenden Binnenwasserstraßen kann mit Hilfe des morphologischen Moduls systematisch untersucht werden. Diese Datengrundlage für die flusshydrologische und morphologische Entwicklung in der Vergangenheit und im aktuellen Zeitraum wird u. a. zur Grundlage für die hydraulischen und morphologischen Flussgebietsmodelle.

2 Bedarf für M-INFO, Entwicklung von Anwendungsoptionen

Transportmessungen und Untersuchungen der Sohle geben Aufschluss über die Größe des Sedimenttransportes, über die Wechselbeziehung zwischen Geschiebe- und Suspensionsfracht, über die Korngröße der erodierten/abgelagerten Sedimente und über die Sortierungsprozesse an der Flusssohle. Diese Informationen sind ausschlaggebend, um das aktuelle morphologische Verhalten des Flusses zu verstehen und um Vorhersagen für die Zukunft treffen zu können. Echolotaufnahmen sind grundsätzlich die direkte und geeignete Methode, um Sohlhöhenänderungen zu bestimmen. Transportmessungen werden benötigt, um diese Veränderungen zu interpretieren. Des Weiteren sind Transportmessungen für die Entwicklung intelligenter Bagger- und Zugabestrategien und der Entwicklung morphologischer Vorhersagemodelle unerlässlich. Vergleichende Analysen von Kornverteilungen des Geschiebe- sowie des Sohlmaterials unter Einbeziehung von Parametern der sohlnahen Strömung erweitern die sedimentologisch-morphologischen Untersuchungsansätze.

Als indirekte Methode, um Rückschlüsse auf die großskalige Sohlentwicklung zu ziehen, wird weiterhin eine neu entwickelte Methode zur Analyse von Wasserspiegelfixierungen herangezogen. Der Vergleich dieser Wasserspiegellagenentwicklung mit Auswertungen zur Sohlhöhenentwicklung deutet darauf hin, dass Zusammenhänge zwischen großräumigen Sohlveränderungen und Tendenzen für die Wasserspiegellagen anhand der entwickelten Methodik besser nachvollzogen werden können als bisher. Durch die optimierte Abstimmung ihrer zeitlichen und räumlichen Messdatenauflösung kann die vergleichende Auswertung von Wasserspiegelfixierungen und Sohlpeilungen weiter verbessert werden.

Um eine kohärente systematische Analyse der sedimentologisch-morphologischen Zusammenhänge in den frei fließenden BWaStr zu ermöglichen, bedurfte es eines neuen Moduls (analog zum Modul W-INFO) innerhalb des FLYS-Konzeptes. Das neue Modul M-INFO nutzt und erweitert dabei die Funktionalitäten der Software FLYS für die umfassende vergleichende Analyse der abiotischen gewässerkundlichen Parameter.

Die Darstellung von Parametern und Ergebnissen über lange Zeiträume und für ganze Flussgebiete mündet im Analysewerkzeug FLYS in eine ausgereifte Visualisierung der Erkenntnisse. Eine Anzahl vordefinierter Diagrammdarstellungen bietet eine nutzergerechte Dynamik bei der Auswahl kleinerer und größerer Raum- und Zeitskalen und die gezielte Überlagerung mehrerer inhaltlich verbundener Parameter in einer vergleichenden Diagrammdarstellung (z. B. die Darstellung der Entwicklung der Sohlhöhenänderung und der Wasserspiegellagenänderung bei MNQ über 25 Jahre oder die Darstellung der mittleren Fließgeschwindigkeiten zusammen mit der Sohl Schubspannung und charakteristischen Kornparametern).

Das Disziplinen übergreifende Werkzeug FLYS wird im Kontext der gewässerkundlichen Datenhaltung-/Analyse- und Modellfamilie fortentwickelt.

Um u. a. mittels des neuen Moduls M-INFO die gewässermorphologische Entwicklung im Flussgebiet zu analysieren, werden im Rahmen des gewässerkundlichen Untersuchungsansatzes grundsätzlich zwei Methoden angewandt. Die erste Methode basiert auf Peilungen der Sohlhöhe, die zweite auf Transportmessungen. Die auf Grundlage dieser Methoden ermittelten Sohlhöhenänderungen des Gewässerbettes sind grundsätzlich verschieden. Dies liegt teilweise an der unterschiedlichen räumlichen Auflösung der beiden Methoden, aber auch

daran, dass beide Methoden nicht genau die gleiche Zeitspanne abdecken. Hinzu kommen Unsicherheiten u. a. bei den Sedimenttransportmessungen. Der Abgleich unabhängiger Datengrundlagen (Frachten und Peilungen) hilft bei der Reduzierung von Unsicherheiten.

Hilfreich ist daher zusätzlich die vergleichende Betrachtung der Sohlentwicklung mit den großskaligen Trends (zeitlich und räumlich) der Wasserspiegellagenentwicklung und der Veränderung des mittleren Sohlkorndurchmessers. Alle drei Datengrundlagen werden nach korrespondierenden Zeiträumen gruppiert und ausgewertet, um die Entwicklungen der Parameter Fracht, Sohlage und Wasserstand über vergleichbare Zeiträume zu gewährleisten.

Die im Untersuchungsansatz vorgesehene Gegenüberstellung der drei Parameter Wasserstandsänderung, Sohlhöhenänderung und Sedimentfracht unter Berücksichtigung der Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen soll die Kenntnis des hydraulisch-morphologischen Systems verbessern. Hinzu kommen vergleichende Anwendungs- und Analyseoptionen bzgl. einer Vielzahl weiterer morphologisch-sedimentologisch relevanter Parameter aus den Bereichen der sohnahen Strömung und Transport-Abfluss-Beziehungen.

3 Beispiele für Anwendungen im Modul M-INFO

3.1 Vergleichende Analyse von Geschiebefrachten auf Basis von Transportmessungen sowie auf Basis von Peilungen des Flussbettes

Um die morphologische Entwicklung zu analysieren, werden zwei Methoden angewandt. Die erste Methode basiert auf Echolotmessungen der Flusssohle, die zweite auf Transportmessungen. Die auf Grundlage dieser Methoden ermittelten Sohlhöhenänderungen sichern die längerfristigen und großräumlichen Trends in der Sohlhöhenentwicklung gegeneinander ab. Unterschiede in den beiden voneinander unabhängigen Analysen können teilweise auf die unterschiedliche räumliche Auflösung der beiden Methoden (Echolotaufnahmen liegen für alle Zeitpunkte der Erhebungen nur für die Fahrrinnenbreite vor, während Transportmengen annähernd über die gesamte Flussbreite erhoben werden.) zurückgeführt werden und darauf, dass beide Methoden nicht genau die gleiche Zeitspanne abdecken. Hinzu kommen bekannte Unsicherheiten insbesondere der aufwändigen Sedimenttransportmessungen. Hilfreich ist daher zusätzlich die vergleichende Betrachtung der Sohlentwicklung mit den großskaligen Trends (zeitlich und räumlich) der Wasserspiegellagenentwicklung (s. Kap. 3.2) und der Veränderung des mittleren Sohlkorndurchmessers (s. Kap. 3.3).

Mit den beiden voneinander unabhängigen Methoden werden Feststoffbilanzen für das Untersuchungsgebiet aufgestellt. Zum einen erfolgt die Bilanzierung der sohlhöhenrelevanten Fracht aus Jahresfrachten, die auf Grundlage von Transport-Abfluss-Beziehungen ermittelt werden. Zum anderen wird aus der (mittels Peilungen) beobachteten Sohlhöhenentwicklung eine rechnerische Feststoffbilanz erstellt, für die eine zusätzliche Berücksichtigung von Feststoffeinträgen, Geschiebezugaben, Baggerungen und Verklappungen sowie Vorlandsedimentation und Abrieb erfolgt. Die Feststoffbilanzierung anhand der Sohlhöhenentwicklung erfolgt für festgelegte Betrachtungszeiträume (Epochen-Vergleiche). Die Höhenänderung zwischen zwei Peilungen wird für 100-m-Abschnitte ermittelt.

Bei Kenntnis des Sedimenteintrags am oberstromigen Rand des Abschnittes lässt sich daraus die Fracht am unterstromigen Rand des Abschnittes bilanzieren als

$$V_{aus} = V_{ein} + \Delta z \cdot b \cdot l + V_{Zugabe} - V_{Baggerung} + V_{Verklappung} + V_{Neben} - V_{Vorland} - V_{Abrieb}$$

mit V_{aus} als der Fracht am unterstromigen Rand des Abschnittes, V_{ein} als den Frachteintrag am oberstromigen Rand, Δz der mittleren Sohlhöhenänderung im Abschnitt, b der Breite, über welche die Sohlhöhenänderung stattfand, l der Länge des Abschnittes, V_{Zugabe} als das Volumen, welches im Bilanzierungszeitraum im Abschnitt zugegeben wurde, $V_{Baggerung}$ als das Volumen, welches im Bilanzierungszeitraum im Abschnitt gebaggert wurde und $V_{Verklappung}$ als das Volumen, welches im Bilanzierungszeitraum im Abschnitt verklappt wurde.

Die Terme V_{Neben} , $V_{Vorland}$ und V_{Abrieb} bezeichnen die Volumina der Nebengewässereinträge, Vorlanddeposition und des Abriebverlustes, welche ebenfalls auf den Bilanzierungsabschnitt bezogen werden. Bei bekannten Einträgen am oberen Rand des Untersuchungsgebietes kann somit sukzessive die Gesamtfeststoffbilanz für das Untersuchungsgebiet aufgestellt werden.

Für die Umrechnung von Volumina der Flussbettveränderungen in Frachten müssen Abschätzungen der Porosität und Sedimentdichte (t/m^3) vorgenommen werden und sind Daten über Baggerungen und Umlagerungen erforderlich. Die entsprechende Bilanzierung ist durch eine Vielzahl von Algorithmen in M-INFO programmiert worden (Summation, Interpolation, variable Glättung, Skalenanpassung, Einheiten-Umrechnung). Das Produkt dieser Feststoffbilanzierung kann z. B. als Längsschnittdiagramm dieser kumulativen Frachtsumme als durchschnittliche Jahresfrachten im Vergleich zu gemessenen Sedimentfrachten dargestellt werden.

Aus dem Messdatenbestand der WSV/BfG werden nach einem einheitlichen Verfahren Transport-Abfluss-Beziehungen für alle Messstellen im Untersuchungsgebiet für die Betrachtungszeiträume aufgestellt. Es werden einheitliche Kriterien für die Elimination von stark abweichenden Einzelmessungen angewendet. Die Transport-Abfluss-Beziehungen werden für den Geschiebetransport, suspendierten Sand und die Spülfracht (Suspensionstransport ohne Sandanteil) getrennt aufgestellt. Der Vergleich der gemessenen Geschiebejahresfracht mit der auf Basis der Peilungen bzw. Volumenbilanzierung ermittelten Jahresfracht ist von besonderer Relevanz für die Analyse der gewässermorphologischen Entwicklung.

3.2 Vergleichende Analyse der Entwicklungen von Sohlhöhen des Flussbettes sowie von Wasserspiegellagen im Niedrig- bis Mittelwasserbereich

Zur Abschätzung der gewässermorphologischen Entwicklung an BWaStr werden in der BfG neben den Geschiebetransportmessungen und Sohlhöhenmessungen auch Wasserspiegelfixierungen herangezogen. Hierbei erfolgt ein Vergleich der morphologischen Transportdaten, hydrographischen Peildaten und hydrologischen Wasserspiegelfixierungen über zuvor festgelegte einheitliche Zeiträume, welche mindestens fünf Jahre umfassen und mit dem Begriff "Epoche" bezeichnet werden. Die Beurteilung erfolgt, wenn möglich, kontinuierlich über die Differenzenbildung zwischen den Epochen. Diese Datengegenüberstellung dient u. a. der Plausibilisierung der lokal an Messstellen erfassten Transportdaten, aus welchen Sohlhöhenänderungen aufgrund des Geschiebetransports entlang der gesamten Fließstrecke für den Epochenzeitraum ermittelt werden. Des Weiteren sichert der Differenzenvergleich von ermittelten Sohlhöhenänderungen für Peildatenepochen mit den entsprechenden Wasserstandsänderungen für Wasserspiegelfixierungsepochen die Datengenauigkeit aller drei Datenstandbeine mit unterschiedlichsten Messverfahren und Messgenauigkeiten zusätzlich ab.

Das von BUSCH et al. (2009) beschriebene Verfahren der Fixierungsanalyse (FLYS-Modul W-INFO) soll als indirekte Methode für Rückschlüsse auf die großskalige Sohlhöhenentwicklung herangezogen werden. Diese Methode sieht die Auswertung von überregional durchgeführten Wasserspiegelfixierungen vor. Die neue Auswertemethodik wurde hier eingesetzt, um zeitliche Änderungen von Wasserständen auf der Basis von Wasserspiegelfixierungen eines Zeitraums von ca. 30 Jahren nachzuweisen. Von besonderem Interesse sind Ergebnisse im niedrigen Abflussbereich, da sie eine deutliche Aussagekraft hinsichtlich von Sohlhöhenänderungen haben (BUSCH et al. 2013).

Da die durchgehend erfassten Wasserstandsänderungen streng genommen nur für die Pegelstandorte gelten, stellt sich die Frage, ob und wie sich die Wasserstände auf der Strecke zwischen den Pegeln verändert haben. Dazu können Wasserspiegelfixierungen ausgewertet werden. Um vergleichbare auf Messwerte gestützte, belastbare Aussagen zu morphologisch bedingten Wasserstandsänderungen für die gesamte Strecke zwischen zwei Pegeln zu erhalten, wird auf eine bewährte hydrometrische Auswertemethodik zurückgegriffen und diese auf Wasserspiegelfixierungen angewendet: In Analogie zur Auswertung von Abflussmessungen für die Erstellung von Abflusskurven an Pegeln werden allen in Wasserspiegelfixierungen gemessenen Wasserstände ihren entsprechenden Abflüsse zugeordnet, hieraus für jeden Gewässerkilometer Abflusskurven ermittelt und diese auf resultierende Wasserstandsänderungen für Epochen zeitlich analysiert. Das Verfahren, Wasserspiegelfixierungen nicht wie bisher üblich im Längsschnitt, sondern stationsweise wie Abflussmessungen auszuwerten, ist neu und setzt die sorgfältige hydrologische Plausibilisierung der Messungen (= Messort bezogene Abflusszuweisung) voraus. Erst durch diese Veredlung können die in zeit- und kostenaufwändigen Sondermessungen entlang der BWaStr erhobenen hydrologischen Daten für linienhafte morphologische Untersuchungen weiter verwendet und zeitlich analysiert werden (BUSCH et al. 2013).

3.3 Vergleichende Analyse von Korngrößen der Sohle und der Geschiebefracht

Untersuchungen der Sohle und Transportmessungen geben Aufschluss über die Größe des Sedimenttransportes, über die Wechselbeziehung zwischen Geschiebe- und Suspensionsfracht, über die Korngröße der erodierten/abgelagerten Sedimente und über die Sortierungsprozesse an der Flusssohle. Diese Informationen sind ausschlaggebend, um das aktuelle morphologische Verhalten des Flusses zu verstehen und um Vorhersagen für die Zukunft zu treffen. Ein großräumlicher Trend zur Vergrößerung der oberen Schicht der Gewässersohle wäre z. B. prinzipiell im Einklang mit einer im zurückliegenden Zeitraum beobachteten defizitären morphologischen Entwicklung. Die Analysen von Wasserspiegellage, Sedimenttransport und Sohlentwicklung werden durch die Analyse der Sedimentzusammensetzung ergänzt.

An frei fließenden BWaStr werden regelmäßige Transportmessungen mit Geschiebefängern durchgeführt. Nach Ablauf der Messzeit wird das im Fangkorb gesammelte Geschiebe entnommen und die Probenmasse sowie die Kornverteilung im Labor bestimmt. Die zur Verfügung stehenden Messdaten der Geschiebemessungen werden der Datenbank SedDB entnommen und für die Betrachtungszeiträume getrennt ausgewertet. Der Vergleich von Korngrößenlängsschnitten unterschiedlicher Jahre liefert Hinweise auf die Entwicklung der Korngrößenzusammensetzung der Sohle. Die Entwicklung der Korngrößenzusammensetzung wiederum lässt Rückschlüsse auf das Ausmaß von Erosionserscheinungen und auf Lagerungseffekte an der Flusssohle zu.

4 Zusammenfassung

In diesem hier in Grundzügen dargestellten dem FLYS-Modul M-INFO zugrunde liegenden integrativen Ansatz werden unterschiedliche hydrologische, morphologische und geodätische Messdaten Disziplinen übergreifend mit einheitlicher Zielsetzung ausgewertet. Von besonderer Bedeutung und erheblichem Nutzen ist dieses Verfahren für Streckenabschnitte an BWaStr, in denen ausgeprägte zeitliche Änderungen der Sohlhöhe und daraus folgend der Wasserspiegellage bei vergleichbaren Abflüssen stattfinden. Solche morphologisch aktiven Gewässerabschnitte existieren u. a. am frei fließenden Ober- und Niederrhein, an der Mittleren Elbe und an der Grenzoder. Bezüglich der Unterhaltung der BWaStr werden diese integrativen Untersuchungen als flankierender Bestandteil der Erfolgskontrolle angesehen. Die erzielten Ergebnisse können weiterhin zur Plausibilisierung von Feststofftransportmodellen im Rahmen der Beschreibung und Analyse morphodynamischer Prozesse verwendet werden.

Zum besseren Verständnis von gewässermorphologischen Prozessen und Entwicklungen entlang der frei fließenden Bundeswasserstraßen werden in der BfG Geschiebetransportmessungen, Peilungen und Untersuchungen der Flusssohle und Wasserspiegelfixierungen mit verschiedenen in FLYS enthaltenen Methoden ausgewertet. Hierfür werden für festgelegte Epochen zunächst Differenzen ermittelt und diese in einer anschließenden Synopse aller Ergebnisse in Hinblick auf sedimentologische, Sohlhöhen- und Wasserstandsveränderungen weiter analysiert.

Hier sind die grundsätzlichen Ansätze der Analysen von Wasserspiegelfixierungen auf zeitliche Wasserstandsänderungen im Zusammenhang mit morphologischen Auswertungen beschrieben. Bisher fanden gemessene Wasserstände aus Messkampagnen im Längsprofil der Bundeswasserstraßen in Ermangelung einer anerkannten Auswertemethodik für streckenhafte morphologische Untersuchungen nur wenig Beachtung. Im neuen Analysewerkzeug FLYS 3 wird eine Auswertemethodik angewendet, in dem die gemessenen Wasserstände aus Wasserspiegelfixierungen in Verbindung mit ihren Abflüssen stationsbezogen wie Abflussmessungen ausgewertet und zeitlich analysiert werden. Diese neue, in der Softwareversion FLYS 3 enthaltene Methodik der zeitlichen Auswertung von Wasserspiegelfixierungen hat sich bewährt und wird u. a. von BUSCH et al. (2013) und GRÄTZ (2013) im Detail beschrieben. Ergebnisse dieser Untersuchungen sind u. a. im Längsprofil dieser Gewässerstrecken für Epochen festgestellte, auf morphologisch veränderte Durchflüsse zurückzuführende Wasserstandserhöhungen und Wasserstandsabsenkungen. Diese aus Wasserspiegelfixierungen abgeleiteten signifikanten bzw. tendenziellen Wasserstandsänderungen an den untersuchten Gewässern werden im Zusammenhang mit festgestellten Sohlhöhenänderungen dargestellt und beschrieben. Dieser Disziplinen übergreifende Untersuchungsansatz ist durch die Interaktion der Module M-INFO und W-INFO in der neuen Version FLYS 3 umgesetzt und zeigt beispielhaft die vielfältigen Anwendungsoptionen des gewässerkundlichen Analysewerkzeuges.

Literatur

- BUSCH, N., M. LARINA, S. VOLLMER (2009): Analyse von Wasserspiegelfixierungen am Rhein zwischen Iffezheim und Mainz zur Ermittlung zeitlicher Wasserstandsänderungen zwischen 1978 und 2008. Bundesanstalt für Gewässerkunde im Auftrag der WSD Südwest, Bericht BfG-1634
- BUSCH, N., S. VOLLMER, M. HATZ (2013): Neue Auswertemethode zum Nachweis von Wasserstandsänderungen im Zusammenhang mit der morphologischen Entwicklung an Bundeswasserstraßen – dargestellt am Beispiel der Mittleren Elbe. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 57. Jahrgang, Heft 1, S. 4-13.
- GRÄTZ, D. (2013): Das neue Modul M-INFO in der FLYS-Anwendung – integrale Datenansichten und Datenhaltung. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 96-112.



Kontakt:

Dr. Stefan Vollmer

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

Tel.: 0261/ 1306 5481

Fax: 0261/ 1306 5280

E-Mail: vollmer@bafg.de

Jahrgang: 1971

1991-1999

Studium Bauingenieurwesen an der RWTH Aachen

1999-2003

Doktorand an der Universität Karlsruhe (TH)

seit 2003

Wissenschaftlicher Angestellter der Bundesanstalt für Gewässerkunde

Aufgaben:

2003-2009: Ansprechpartner für die Gewässermorphologie

seit 2010: Referatsleitung M3 "Grundwasser, Geologie, Gewässermorphologie"

Die neuen Errungenschaften der Webanwendung für den hydrologischen Fachdienst FLYS der BfG

Marcus Hatz und Sascha Teichmann

1 Einleitung

FLYS stellt das Disziplinen übergreifende IT-Werkzeug zur nachhaltigen Nutzung aller Daten dar, die für die Erstellung sowie den Betrieb numerischer Fließgewässermodelle an Bundeswasserstraßen benötigt und zur Beschreibung des dortigen gewässerkundlichen Zustands generiert werden. Als ein solches Instrument deckt FLYS den Bedarf an umfassenden hydrologischen Informationen auf der Strecke zwischen den gewässerkundlichen Pegeln ab, da die Pegel selbst – angepasst an die hydrologische Entwicklung des Einzugsgebiets – sich „nur“ an ausgewählten Lokalitäten am Gewässerlauf befinden.

Die Weiterentwicklung der bisher eingesetzten Anwendung FLYS 2.1.3 (BfG 2009) brachte zahlreiche technische Herausforderungen und funktionale Neuerungen mit sich. Zu den wesentlichen Aufgaben der letzten Entwicklungsphase (2010-2013) zählten:

- > die Portierung der bisher lokal zu installierenden Arbeitsplatz-Software in einen weltweit zugänglichen Internetdienst
- > die fachliche und technische Anbindung von Daten aus zentralen Datenbanken der WSV (z. B. der Stammdatenverwaltung gewässerkundlicher Messstellen SGM) und der BfG (z. B. der SedDB)
- > die Umsetzung von standardisierten hydrologischen Arbeitsweisen im Rahmen neuer Berechnungsarten oder Module (vor allem: Morphologie-Modul M-INFO); damit einhergehend die Verbesserung der Bedienerfreundlichkeit
- > die Veröffentlichung des dem Internetdienst zugrunde liegenden Softwareprodukts unter einer Freie-Software-Lizenz zur Generierung von Synergien für die zukünftige Weiterentwicklung (REITER 2013).

Im folgenden Beitrag sollen die drei erstgenannten Aspekte sowohl aus der softwareseitig-technischen Sicht des Entwicklers (siehe Kapitel 2) als auch aus dem hydrologisch-fachlichen Blickwinkel des Software-Anwenders (siehe Kapitel 3) dargestellt werden. Die Rahmenbedingungen des Betriebs – neben der Entwicklung und Anwendung die dritte wichtige Säule eines webbasierten Fachdienstes – werden in DICKSCHEID (2013, S. 138ff.) ausführlich behandelt.

2 Errungenschaften aus der Sicht des Software-Entwicklers

Die Errungenschaften auf der technischen Seite bestehen aus mehreren Aspekten, die sich auf verschiedene Schichten verteilen. Einige davon sind für den Nutzer sichtbar, der Großteil der Änderungen liegt jedoch außerhalb des sichtbaren Fokus.

Auf der Seite des Benutzers war es wichtig, die Interaktivität der Desktop-Anwendung in angemessener Weise auf das Web zu übertragen. Die Erwartungen reichen hier von einer hohen Responsivität, d. h. der unmittelbaren Reaktion des Programms auf Eingaben, bis hin zu einem hohen Wiedererkennungswert gegenüber der Altanwendung. Darüber hinaus musste ein einheitliches Konzept erstellt und umgesetzt werden, das die alten und neuen Berechnungsarten und die Präsentation der Ergebnisse weitestgehend vereinheitlicht (siehe Kapitel 3).

Auf den darunterliegenden Ebenen, die dem Anwender verborgen bleiben, waren eine Reihe von Veränderungen nötig, die die gestiegenen Ansprüche an das System mit sich bringen. Diese spiegeln sich sowohl in der Datenhaltung, in Aspekten der Skalierung, im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch und in den durchgeführten Berechnungen wider.

Um dem Nutzer an der Oberfläche eine hohe Interaktivität, gerade im Umgang mit Diagrammen und Karten zu bieten, fiel die technologische Entscheidung auf eine Lösung, die auf Seiten des Webbrowsers vollständig auf Javascript setzt. Daten- und rechenintensive Aufgaben werden in einer mehrstufigen Architektur auf dem Server ausgeführt.

Eine Webanwendung stellt andere Anforderungen an die Programmierung als eine Desktop-Anwendung. Durch die offensichtliche Verteilung des Systems treten Aspekte wie abgebrochene Verbindungen, z. B. durch unbeabsichtigt geschlossene Browser, oder die Nicht-Erreichbarkeit des zentralen Servers in den Vordergrund. Einige Berechnungen wie z. B. die Erstellung einer Überschwemmungsfläche dauern u. U. länger als die Zeit, die man bereit ist, direkt auf die Ergebnisse zu warten. In diesen Fällen will man nach einer Wiederanmeldung an dem Punkt weiterarbeiten, an dem man zuvor aufgehört hat. Insofern muss die Anwendung auf diese Szenarien vorbereitet sein.

Eine Desktop-Anwendung ist in der Regel auf die Interaktion mit nur einem Nutzer ausgelegt. Dies ist bei einer serverbasierten Anwendung anders. Mehrere gleichzeitig aktive Anwender greifen konkurrierend auf das Serversystem zu und teilen sich dort die Ressourcen. Hierfür wird eine sichere Nutzerseparation benötigt, aber dennoch will man sich in der Anwendung den Umstand zunutze machen, dass z. B. mehr als ein Benutzer an einem Gewässer arbeitet. Für diese sind die Basisdaten gleich und im Sinne der Ressourcenschonung sollten diese dann auch gemeinsam genutzt werden. Für die Nutzerseparation setzt FLYS auf eine Authentifizierung durch GGinA (ALBERT & FRETTER 2013, s. S. 85ff.).

Jeder einzelne Nutzer möchte die von ihm errechneten Ergebnisse mithilfe des Kerndatenbestands aus der Datenbank (STÜRMER & ACKERMANN 2013, s. S. 68ff.) sowohl in den Diagrammen als auch in den Karten erweitern. Zusätzlich sollen alte Berechnungsergebnisse ebenfalls zum Zwecke der Zusammenschau zur Verfügung stehen. Da nicht jeder Datensatz zu jedem Ergebnis passt, muss eine Kompatibilitätsmatrix für eine fachlich sinnvolle Zusammenstellbarkeit sorgen. In der Desktop-Anwendung geschah dies über Dateien im lokalen Dateisystem des Benutzers. In der Webanwendung steht dieses nicht mehr zur Verfügung. Die dateibasierte Datenhaltung ist in ein relationales Modell überführt worden, das mit einem

Datenbankmanagement verwaltet wird. Diese Neumodellierung ermöglicht einen wesentlich feingranulareren Zugriff auf die Daten. Um diese hinzugewonnene Flexibilität nutzen zu können, musste das aus der Desktop-Anwendung bekannte Konzept des "Datenkorbs" neu interpretiert werden (siehe Kapitel 3.1.4).

Für die Nachvollziehbarkeit der Berechnungen sind neben der Wahl des jeweiligen Verfahrens die eingegebenen Parameter die wichtigsten Informationen. Die neue FLYS-Anwendung erstellt nun serverseitig anhand dieser Parametrisierungen die entsprechende Kompatibilitätsmatrix. Um diese fachlich sinnvoll durchzuführen, wurde an dieser Stelle zur Steuerung des damit verbundenen Workflows die Freie Software Dive4Elements (REITER 2013, s. S. 147ff.; <http://dive4elements.wald.intevation.org>) benutzt und erweitert. Dive4Elements stellt ein Framework zur Verfügung, das ausgehend von vorzugebenden Arbeitsabläufen zustandsorientiert Eingaben entgegennimmt und entsprechende Ausgaben produzieren kann. Das besondere Augenmerk dieser Software liegt auf der Skalierbarkeit der damit verbundenen Prozesse. Durch Optimierungstechniken wie z. B. Caching können hier häufig vorkommende Nutzungsszenarien erkannt werden. Dies bezieht sich sowohl auf die Eingaben als auch auf die Ausgaben. Berechnen mehrere Nutzer gleiche Szenarien oder auch nur Teile davon, kann das System auf die bereits einmal erzeugten Ergebnisse zurückgreifen. Selbst wenn eine große Anzahl von Nutzern sehr verschiedenartige Berechnungen anstößt, sorgt das Dive4Elements-System dafür, dass die Gesamtleistung des Servers kalkulierbar bleibt.

Selbst unter Verwendung eines Softwaresrahmens wie Dive4Elements stellen die Implementationen der einzelnen Berechnungsverfahren einen wichtigen technischen Aspekt im Hinblick auf die Mehrbenutzerfähigkeit da. Auch hier mussten gegenüber der Desktop-Anwendung an den alten Berechnungen signifikante Optimierungen im Hinblick auf benötigte Rechenleistung und Speicherverbrauch durchgeführt werden. Einzelne Verfahren wurden teils um den Faktor 100 beschleunigt und der Speicherverbrauch auf ein Zehntel reduziert. Ein direkter Vergleich ist indes schwierig, da sich die Abarbeitung der Berechnungen, z. B. die Generierung von Fehlerberichten im Vergleich zur Desktop-Anwendung, verändert hat.

3 Errungenschaften aus der Sicht des Software-Anwenders

Die in Kapitel 2 beschriebenen technischen Neu- und Weiterentwicklungen waren Grundlagen dafür, die angestrebten funktionalen Verbesserungen und fachlichen Erweiterungen zu realisieren und diese den Anwendern mit hoher Performanz (Arbeitsgeschwindigkeit im Internet) und großer Bedienerfreundlichkeit (ergonomische Software) bereitstellen zu können. Die Verbesserungen bzgl. der Software-Ergonomie (Kap. 3.1) und die neuen Berechnungsarten (Kap. 3.2) werden in den nächsten Abschnitten kurz vorgestellt.

3.1 Software-Ergonomie

Software-Ergonomie befasst sich mit der Anpassung von Software an die Fähigkeiten, d. h. die Stärken und Schwächen, des Menschen bei der Mensch-Maschine-Interaktion. Ergonomische Software ist daher „gebrauchstaugliche“ Software, die den Benutzer bei seiner Arbeit unterstützt, ohne ihm Arbeitsschritte oder Probleme aufzubürden, die durch die Software selbst bedingt sind (siehe u. a. RUDLOF 2006).

3.1.1 Bedienkonzept und Benutzerführung

Das Bedienkonzept für den Fachdienst lehnt sich stark an die bestehenden Bedienwege aus FLYS 2.1.3 an. Es ermöglicht jedoch eine stärker strukturierte Benutzerführung als bisher, wodurch noch besser fachliche Denkweisen abgebildet werden und die Nachvollziehbarkeit der Bearbeitungsschritte gewährleistet bleibt. Hierzu trägt vor allem die deutliche Gliederung der Bildschirmoberfläche in die Bereiche (1) Projektverwaltung, (2) Parametereingabe, (3) Gewässer- und Pegelinformationen, (4) Auswahlunterstützung und (5) Ergebnisausgabe bei (Abb. 1). Über eine „wizardartige“ Bedienweise (6) erfolgt schrittweise die Parametereingabe, wodurch der Fokus des Anwenders immer auf den aktuell zu wählenden Parameter gelenkt wird. Unterstützung erfährt er dabei durch den sich dynamisch an den Bearbeitungsschritt anpassenden Auswahlunterstützungsbereich (7). Die Ergebnisausgabe erfolgt in verschiedenen Diagramm-Reitern (8).

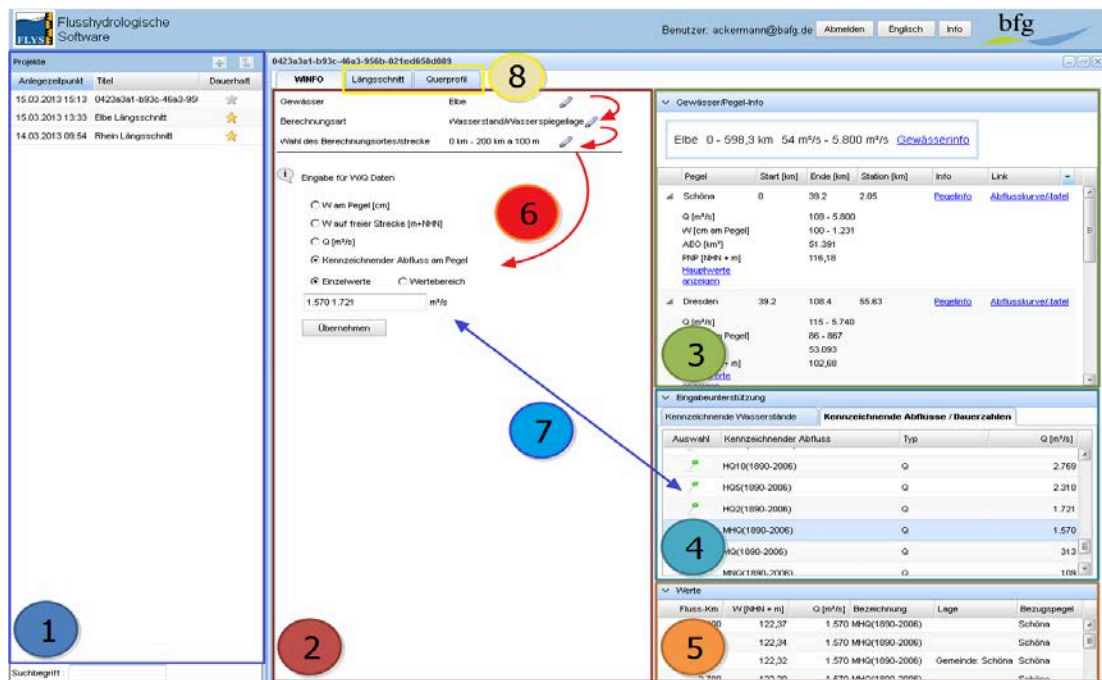


Abb. 1: Strukturierung und Nutzerführung in der neuen Weboberfläche von FLYS

3.1.2 Projektverwaltung

In der jetzigen Entwicklungsphase wurde die „Projektverwaltung“ neu eingeführt. „Projekte“ bilden die übergeordnete Struktur im Fachdienst, in die bei der Bearbeitung einer fachlichen Aufgabe (z. B. einer Wasserspiegellagenberechnung) alle Aktivitäten der Benutzeroberfläche (Eingabe der Parameter, Ausgabe der Ergebnisse, Ergebnisvisualisierung) eingebettet sind. Notwendig wurde dieser Schritt, da die originären Berechnungsergebnisse nicht mehr dateibasiert auf dem Arbeitsplatzrechner, sondern datenbankbasiert abgespeichert vorliegen.

Die Projektverwaltung bietet eine deutlich verbesserte Übersicht für den Anwender, der nun je Projekt die eingegebenen Parameter, die Ergebnisse und ihre Visualisierung in einem gemeinsamen Zusammenhang abspeichern und wieder aufrufen kann. Neben weiteren Funktionen, wie dem Duplizieren von oder dem Suchen nach Projekten, macht sie vor allem die Chance, die Projektverwaltung zukünftig zu einem System weiterzuentwickeln, mit dem Ergebnisse (Projekte) zwischen verschiedenen Anwendern online ausgetauscht werden könnten, zu einem Werkzeug mit großem Potenzial.

3.1.3 Ergebnisausgabe, -visualisierung und -export

Der Fachdienst FLYS bietet dem Anwender zahlreiche Möglichkeiten, die ermittelten Ergebnisse zu visualisieren und zu exportieren. Abbildung 2 zeigt in einer schematischen Darstellung die verschiedenen Wege, Arbeitsergebnisse als Tabellen oder Diagramme, im Fall von Überschwemmungsflächen auch als Karten, zu visualisieren. Die Darstellung erfolgt dabei – in Abhängigkeit von der gewählten Berechnungsart – automatisch in allen sinnvoll verfügbaren Sichtweisen: Zum Beispiel werden Wasserspiegellagen immer in der Querprofil- und in der Längsschnittansicht ausgegeben (8), verschiedene Reiter in Abb. 1). Die nutzergesteuerte Auswahl des zu erzeugenden Diagrammtyps entfällt.

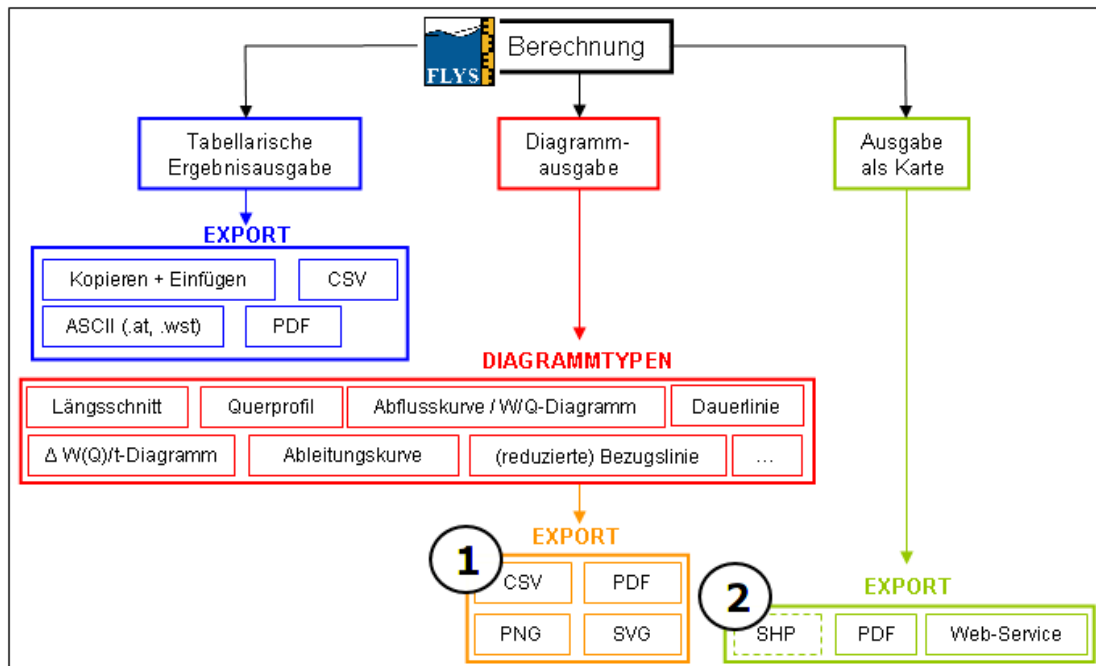


Abb. 2: Schematische Übersicht über Darstellungs- und Exportmöglichkeiten in FLYS

Die für den Export der Diagramme, Karten und Tabellen zur Verfügung stehenden Formate werden ebenfalls in Abb. 2 beschrieben. Zwei Besonderheiten sind bei den Exportformaten hervorzuheben:

- > Alle Daten, die in der Bildschirmansicht in einem Diagramm angezeigt werden, lassen sich innerhalb einer *.csv-Datei gesammelt exportieren. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn in einem Diagramm zusätzlich zu den Berechnungsergebnissen weitere Informationen über den Datenkorb (STÜRME & ACKERMANN 2013, s. S. 68ff.) hinzugeladen wurden (**Nr. 1** in Abb. 2).
- > Die berechneten Überschwemmungsflächen können als Webservice aus FLYS exportiert und in anderen GIS dargestellt werden. Die Realisierung des Exports im *.shp-Format ist in Kürze geplant (**Nr. 2** in Abb. 2).

3.1.4 Streckenintelligenz des Datenkorbs

Der Datenkorb unterstützt den Anwender in der Diagrammbearbeitung zur Erstellung von Ergebnisgrafiken. Als „hydrologisch intelligenter“ Datenkorb werden dem Nutzer in jeder grafischen Ansicht nur solche thematisch verwandten Informationen aus dem FLYS-Daten-

bestand zur Auswahl angeboten, die im Kontext der Berechnungsergebnisse und des gewählten Diagrammtyps fachlich sinnvoll sind. Diese Implementierung eines Themenfilters wurde bereits in der vorangegangenen Entwicklungsphase realisiert. Im Datenkorb des neuen Fachdienstes wurde die hydrologische Intelligenz um eine „Streckenintelligenz“ erweitert. Dies bedeutet, dass aus den fachlich sinnvollen Daten nur solche im Datenkorb zur Verfügung gestellt werden, für die auch Werte in der mit dem Diagramm betrachteten Strecke vorliegen. Weitere Informationen und Beispiele hierzu sind in STÜRMER & ACKERMANN (2013) zu finden.

3.2 Neue Module, Berechnungsarten und Funktionalitäten

Neben der Verbesserung der Software-Ergonomie stand aus Sicht des Anwenders natürlich die Erweiterung des hydrologischen Funktionsumfangs (d. h. der Auswertemöglichkeiten) im Vordergrund. So wurden neben dem vollständig neuen Modul M-INFO auch in W-INFO zahlreiche neue Analysemöglichkeiten (d. h. Berechnungsarten) geschaffen. Ebenfalls hinzuweisen ist an dieser Stelle auf das Expertenmodul „Fixierungsanalyse“, welches komplett überarbeitet wurde: alle in BUSCH et al. (2013) beschriebenen Auswertung- und Visualisierungsschritte sind nun innerhalb von FLYS durchführbar. Mit der in diesem Modul neu erstellten Berechnungsart „Ausgelagerte Wasserspiegellage“ lassen sich auf der Grundlage von gemessenen Wasserständen aus Wasserspiegelfixierungen für benutzerdefinierte Abflüsse und Zeiträume Wasserspiegellagen ableiten.

3.2.1 Das Morphologie-Modul M-INFO

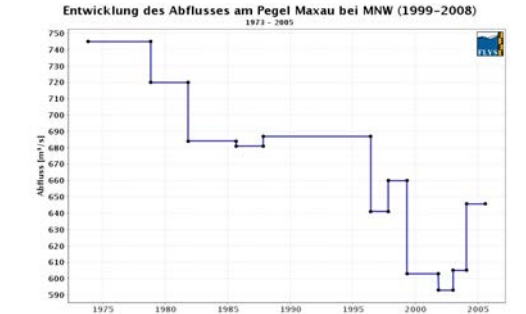
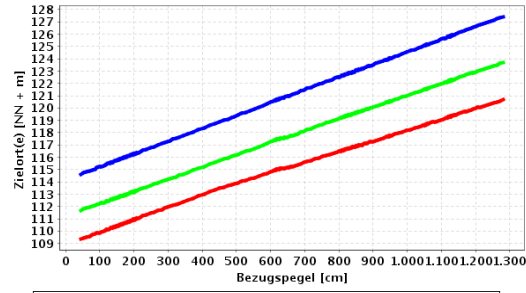
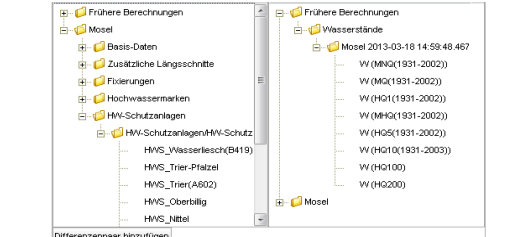

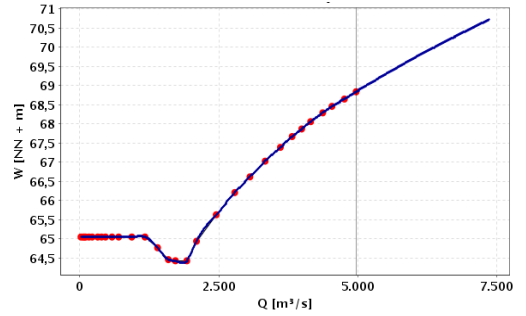
Ähnlich wie W-INFO für den Hydrauliker/Hydrologen soll M-INFO für den an morphologischen Fragestellungen interessierten Nutzer das zentrale Eintrittsportal in die Welt von FLYS sein. Hiermit wird der Anforderung Rechnung getragen, dass neben den hydrologisch-hydraulischen Parametern eine Vielzahl an weiteren physikalisch-morphologischen Einflussfaktoren die Gesamtsicht auf die Abiotik eines Gewässers beeinflusst. In Bedienführung, Ergebnisausgabe und -visualisierung analog zu W-INFO aufgebaut, stehen in M-INFO die sechs Berechnungsarten „Mittlere Sohlhöhe“, „Sohlhöhendifferenzen“, „Sedimentfracht“, „Sohlbeschaffenheit“, „Fließgeschwindigkeit“ und „Transport-Abfluss-Beziehung“ zur Auswahl. Einhergehend mit dieser funktionalen Erweiterung erfolgt auch die Erschließung neuer Datenquellen. Mehr Informationen zur Thematik bieten VOLLMER (2013, s. S. 32ff.) und GRÄTZ (2013, s. S. 96ff.).

3.2.2 Das Hydrologie-Modul W-INFO

Das in FLYS 2.1.3 bereits existierende W-INFO-Modul wurde um 5 neue Berechnungsarten erweitert. Dabei sind nur die beiden Berechnungsarten „Auswertung historischer Abflusstafeln“ und „Bezugslinienverfahren“ in FLYS als vollständig neu zu bezeichnen. „Differenzberechnung“, „Überschwemmungsfläche“ und „Auslagerung extremer Wasserspiegellagen“ waren schon immer in FLYS enthalten, hatten jedoch (als Spezialfälle der Bedienung oder als Expertentool) nicht den Charakter einer eigenständigen Berechnungsart. Tabelle 1 fasst die wichtigsten Merkmale der fünf genannten Berechnungsarten zusammen.

Tabelle 1

Übersicht über neue und neu konzipierte Berechnungsarten in W-INFO

Berechnungsart	Abbildungsbeispiel
<p>Auswertung historischer Abflusstafeln:</p> <p><u>Verfahren:</u> Auswertung historischer Abflusstafeln hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung gleicher Abflüsse oder Wasserstände am Pegel</p> <p><u>Daten:</u> Abflusstafelndatenbank der BfG, mit dem zur Zeit umfangreichsten Bestand historischer Abflusstafeln für Pegel an Bundeswasserstraßen</p> <p><u>Merkmale:</u> Auswertung nach W oder Q +++ absolute oder auf Bezugsniveau normierte Diagrammausgabe +++ erweitertes Abflusskurvendiagramm als Übersicht</p>	 <p>Entwicklung des Abflusses am Pegel Maxau bei MNW (1999-2008)</p>
<p>Bezugslinienverfahren:</p> <p><u>Verfahren:</u> Erstellung von Bezugslinien über den gesamten Wasserstandsschwankungsbereich für einen Bezugsort/-pegel und einen/mehrere Zielorte/-pegel</p> <p><u>Daten:</u> Zugriff auf 30 mit 1D-Modellen berechneten Wasserspiegellagen für stationäre Abflüsse aus dem FLYS-Datenbestand</p> <p><u>Merkmale:</u> absolute oder auf Nullniveau normierte Diagrammausgabe +++ Sonderform der Berechnungsart als Option „W am Pegel/W auf freier Strecke“ in der Berechnungsart „Wasserstand/Wasserspiegellage“</p>	 <p>Zielort(e) [NN + m]</p> <p>Bezugspegel [cm]</p> <p>— W(km 2,05) – W(km 30,0) — W(km 2,05) – W(km 20,0) — W(km 2,05) – W(km 10,0)</p> <p>Bezugslinien zw. Pegel Schöna/Elbe-km 10, 20 u. 30</p>
<p>Differenzenberechnung:</p> <p><u>Verfahren:</u> Berechnung von Differenzen zwischen Längsschnitten jeglicher Art</p> <p><u>Daten:</u> gesamter Längsschnitt-bezogener Datenbestand von FLYS sowie vom Nutzer berechnete Längsschnitte</p> <p><u>Optionen:</u> im Vgl. zu FLYS 2.1.3 als eigene Berechnungsart realisiert +++ Differenzberechnungen nicht nur für Wasserstandslängsschnitte möglich +++ Minuend und Subtrahend über Inline-Datenkorb auswählbar</p>	 <p>„Inline“-Datenkorb in der Auswahlunterstützung</p>
<p>Überschwemmungsfläche:</p> <p><u>Verfahren:</u> Ermittlung von Überschwemmungsflächen auf Basis von berechneten und im FLYS-Datenbestand befindlichen Längsschnitten</p> <p><u>Daten:</u> Geodatenbestand aus den 1D-Modellen sowie Längsschnitt-bezogener Datenbestand von FLYS; vom Nutzer berechnete Längsschnitte</p> <p><u>Merkmale:</u> im Vgl. zu FLYS 2.1.3 als eigene Berechnungsart in W-INFO realisiert +++ Shape-File-Upload nutzeigener Deichdaten +++ Digitalisierung von Deichen in Inline-Karte +++ Export als Webservice</p>	 <p>Tiefenlinienplan der Saar bei HQ20 (pot.) in Saarburg</p>
<p>Auslagerung extremer Wasserspiegellagen:</p> <p><u>Verfahren:</u> Ermittlung von Wasserspiegellagen für extreme Abflüsse durch Extrapolation von aus Modelldaten berechneten Abflusskurven</p> <p><u>Daten:</u> Zugriff auf 30 mit 1D-Modellen berechneten Wasserspiegellagen für stationäre Abflüsse aus dem FLYS-Datenbestand.</p> <p><u>Merkmale:</u> in FLYS 2.1.3 als Spezialfall der Fixierungsanalyse realisiert, nun als eigene Berechnungsart umgesetzt</p>	 <p>Prinzip der Extrapolation extremer Wasserspiegellagen</p>

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Entwicklung und Inbetriebnahme des Internetdienstes wurde FLYS – im Vergleich zu seinen Vorgängerversionen – auf eine komplett neue Ebene gestellt. Durch die Schaffung einer technologisch modernen Plattform mit einem stark erweiterten Angebot an Analyse-möglichkeiten und Daten ergeben sich somit hinsichtlich des potenziellen Nutzerkreises und der möglichen Einsatzgebiete zahlreiche neue Chancen. Denkbar sind hier die Implementierung eines Ökologie-Moduls („Ö-INFO“) und die Anbindung weiterer offizieller Datenbanken (WSP-Fix der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung, Daten aus „WasserBLiCK“). Dem gegenüber stehen jedoch ebenfalls Pflichten, die sich vor allem aus den Ansprüchen an den Betrieb eines Onlinedienstes (DICKSCHEID 2013) und durch die Veröffentlichung des zugrunde liegenden Softwareprodukts unter einer Freie-Software-Lizenz (REITER 2013) ergeben.

Neben der fachlichen Weiterentwicklung des Systems ist deshalb eine der dringendsten Zukunftsaufgaben die noch stärkere technische und organisatorische Integration von FLYS in die IT-Strukturen der Bundesanstalt für Gewässerkunde und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes. Nur so kann – in Zusammenarbeit mit allen an Entwicklung und Betrieb beteiligten Stellen – ein langfristiges und nachhaltiges Bestehen von FLYS gesichert werden.

5 Literatur

- ALBERT, S., K. FRETTER (2013): Datenausblick: Wie Rohdaten und Ergebnisse der Klimaforschung verfügbar gemacht werden – KLIWAS und GGInA. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 85-95.
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (2009): Veranstaltungen 1/2009, Wasserstandsinformationsdienste der BfG für die Bundeswasserstraßen, Kolloquium am 24. März 2009 in Koblenz, 136 S.
- BUSCH, N., S. VOLLMER, M. HATZ (2013): Neue Auswertemethode zum Nachweis von Wasserstandsänderungen im Zusammenhang mit der morphologischen Entwicklung an Bundeswasserstraßen – dargestellt am Beispiel der Mittleren Elbe. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 57. Jahrgang, Heft 1, S. 4-13.
- DICKSCHEID, T. (2013): Fachanwendungen als Webservice – Chancen und Pflichten für den Betrieb. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 138-146.
- GRÄTZ, D. (2013): Das neue Modul M-INFO in der FLYS-Anwendung – integrale Datenansichten und Datenhaltung. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 96-112.
- REITER, B. (2013): Dive4Elements, die neue Software für den Fachdienst FLYS - Bedeutung der Veröffentlichung. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 147-155.
- RUDLOF, C. (2006): Handbuch Software-Ergonomie. Usability Engineering. 2 überarbeitete Auflage. Unfallkasse Post und Telekom, Tübingen.
- STÜRMER, W., S. ACKERMANN (2013): Der „intelligente“ Datenkorb – ein integrales Spezialwerkzeug von FLYS. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 68-74.
- VOLLMER, S. (2013): Das neue Modul M-INFO als Erweiterung zum Prozessverständnis Fluss - Historie: Bedarf und Notwendigkeit. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 32-38



Kontakt:

Marcus Hatz

Bundesanstalt für Gewässerkunde
56068 Koblenz
Am Mainzer Tor 1
Tel.: 0261/ 1306 5574
Fax: 0261/ 1306 5280
E-Mail: hatz@bafg.de

Jahrgang: 1983

2003-2009

Studium der Geoökologie an der Universität Karlsruhe
(KIT)

seit 2009

Wissenschaftlicher Angestellter der Bundesanstalt für
Gewässerkunde, Koblenz

Projektbearbeitung:

2009-2012: EU-Interreg-Projekt „LABEL – Anpassung an das Hochwasserrisiko im Elbe-Einzugsgebiet“

seit 2009: Weiterentwicklung der Flusshydrologischen Software FLYS der BfG

seit 2011: KLIWAS-Projekt 4.05 „Prozessstudien zur Entwicklung der Eisbildung auf Wasserstraßen“



Kontakt:

Sascha L. Teichmann

Intevation GmbH
Neuer Graben 17
49074 Osnabrück
Tel.: 0541/ 33 50 83 636
Fax: 0541/ 33 50 83 99
E-Mail: teichmann@intevation.de

Jahrgang: 1974

seit 1995

Studium der Angewandten Systemwissenschaften an
der Universität Osnabrück

seit 2007

Software-Architekt und -Entwickler bei der
Intevation GmbH, Osnabrück

Die Bedeutung von Höhenbezugssystemen für Pegel

Astrid Sudau

Einrichtung und Betrieb von Pegeln dienen der Erfassung von Wasserstandsbeobachtungen und damit einer Vielzahl verschiedenster Anwendungen. Je nach Aufgabe werden unterschiedliche Anforderungen an die Pegel gestellt, wobei die Hauptaufgaben im Bereich der Gewährleistung von Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt und im Bereich des Küstenschutzes zu suchen sind. In zunehmendem Maße gewinnen die Wasserstandsbeobachtungen Bedeutung für die Klimaforschung.

Für Analysen langfristiger Wasserstandsänderungen sind neben zuverlässigen Wasserstandsbeobachtungen auch geodätische Informationen von entscheidender Bedeutung. Dies bedingt eine Analyse der geometrischen Beziehung zwischen Pegelfest- und Pegelnullpunkt und Analysen vertikaler Landbewegungen bzw. scheinbarer Höhenänderungen aufgrund von Systemänderungen amtlicher Höhenreferenzsysteme. Unterschiedliche Versionen der Pegelvorschrift hatten in der Vergangenheit zu verschiedenen Vorgehensweisen beim Umgang mit Höhenänderungen geführt. Infolgedessen weisen die Wasserstandsbeobachtungen nicht das Maß an Homogenität auf, welches für die Ableitung von langfristigen Trends nötig ist. Darüber hinaus führen tektonisch und anthropogen bedingte Vertikalbewegungen der Erdoberfläche zu vertikalen Pegelbewegungen. Häufig überlagern sich Wasserstandsänderungen und Vertikalbewegungen (Größenordnung teilweise einige mm/Jahr), und nicht erkannte Vertikalbewegungen können als langfristige Wasserstandsänderungen interpretiert werden bzw. reale hydrologische Änderungen werden nicht erkannt.

Um eine Trennung vertikaler Landbewegungen und langfristiger Wasserstandsänderungen zu ermöglichen, hat die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) 2008 begonnen, die wichtigsten Pegelstationen mit permanent arbeitenden satellitengestützten Messsystemen (GNSS-Systemen) auszustatten. Durch diese Stationen wird ein kontinuierliches Höhenmonitoring möglich. Damit verbunden sind Referenzierungen der Pegelnullpunkte sowohl im Höhenreferenzsystem der Landesvermessung als auch in einem globalen Höhenreferenzsystem. Letztere sind Voraussetzung für grenzüberschreitende Auswertungen.

Literatur

WEIß, R., A. SUDAU (2012): Geodätische Aspekte von Höhen und Höhenänderungen der Pegel und Pegelfestpunkte im Küstenbereich. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Jahrgang 56, Heft 5, S. 257-275.

Kontakt:

Dr. Astrid Sudau

Bundesanstalt für Gewässerkunde

56068 Koblenz

Am Mainzer Tor 1

Tel.: 0261/ 1306 5287

Fax: 0261/ 1306 5280

E-Mail: sudau@bafg.de

Hydraulische Modellierung und FLYS – zwei Produkte aus einer Hand

Bastian Klein und Matthias Hammer

1 Einleitung

Die zur hydraulischen Modellierung verwendeten geometrischen und hydrologischen Grundlageninformationen von 14 Bundeswasserstraßen werden in der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) im Aufgabenbereich M2-4 des Referates M2 „Wasserhaushalt, Vorhersagen und Prognosen“ nachhaltig im System FLYS vorgehalten bzw. bereitgestellt. Hierbei sind zunächst die Geodaten, wie beispielsweise Stationierung, Fließbereiche, Bauwerke, Querprofilspuren, Modellgrenzen, Pegelstandorte und Digitale Geländemodelle (DGM) zu nennen. Durch den jeweiligen zeitlichen Bezug kann anhand der Geobasisdaten, die die „Form“ eines Gewässers beschreiben, und der Geofachdaten, dem „Inhalt“ eines Gewässers, auch die morphologische Entwicklung eines Gewässers dargestellt, analysiert und abgeleitet werden. Die hydrologischen Fachdaten beinhalten z. B. Wasserspiegelfixierungen, hydrologische Haupt- und Extremwerte und Abflusstafeln der Pegel. Auch diese Daten werden in FLYS vorgehalten und bereitgestellt.

Die einheitliche Vorhaltung von abgestimmten offiziellen Modellierungsgrundlagen in FLYS ermöglicht die einfache Bereitstellung von Daten an Dritte und die Kontrolle neu einzupflegender Informationen. So können beispielsweise bereitgestellte Wasserspiegelfixierungen in einem Längsschnitt mit bereits anerkannten, offiziellen Messungen verglichen und über deren Verwendbarkeit zum Modellaufbau entschieden werden. Rückwirkend können dann im Modell verwendete Bruchkanten, Querprofile und simulierte Wasserstände in FLYS analysiert und als zusätzliche Information vorgehalten werden.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde erstellt und veröffentlicht im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Regensburg verkehrsbezogene Wasserstandsvorhersagen für die Donau-Pegel Pfelling, Deggendorf, Hofkirchen und Vilshofen. Zwischen April 2010 und März 2011 wurde das Wasserstandsvorhersagesystem WAVOS-Donau umfassend aktualisiert und optimiert sowie auf die Software SOBEK-River (©Deltares) (Version 2.12) umgestellt. Neben der Niedrig- und Mittelwasservorhersage wird das Modell in der BfG zur gewässerkundlichen Ist-Beschreibung und für Untersuchungen zu möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserstände der Bundeswasserstraßen im Rahmen des BMVBS-Forschungsprogramms KLIWAS eingesetzt.

Das Modellgebiet des hydrodynamischen Modells umfasst die Bundeswasserstraße Donau vom Pegel Kelheim (Donau-km 2414,80) bis zur Staustufe Jochenstein (Donau-km 2203).

Die wichtigsten Nebenflüsse Altmühl, Naab, Regen, Isar, Vils und Inn werden ab dem jeweils verwendeten Eingangspegel im Modell ebenfalls hydrodynamisch modelliert. Somit werden insgesamt ca. 318 Flusskilometer hydrodynamisch berechnet (siehe Abb. 1).

Die Datenhaltung, Pflege und Laufendhaltung sowohl der Geofachdaten als auch von hydrologischen Fachdaten wurde während des Projekts mit FLYS realisiert. Insbesondere die Kontrolle von Eingangsdaten, die Feststellung der stationären Kalibrierungsgüte und auch die Güte der aus dem DGM extrahierten Querprofile und der festgelegten Fließzonen wurden mit FLYS durchgeführt. Somit wurde diese Software gleichermaßen im Pre- und Postprocessing zur Erstellung des hydrodynamischen Modells der Donau verwendet.

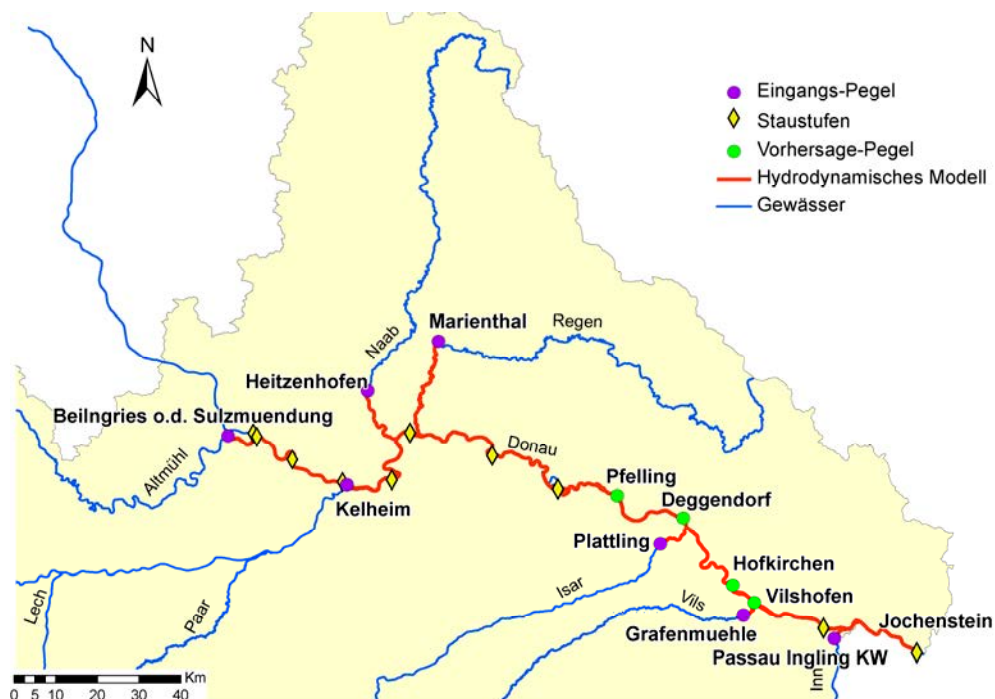


Abb. 1: Modellgebiet des hydrodynamischen Modells an der Donau

2 Stationäre Modellkalibrierung und -validierung

Die Grundlage für die stationäre Kalibrierung des hydraulischen Modells bilden gemessene Wasserspiegelfixierungen unterschiedlicher Abflussverhältnisse (z. B. Niedrigwasser, Mittelwasser und Hochwasser), die bei möglichst stationären Abflussverhältnissen durch Wasserspiegelnivellements ermittelt werden. Insgesamt wurden vier Wasserspiegelfixierungen für die Kalibrierung und zwei für die Validierung des Modells verwendet.

Da die Abflussverhältnisse bei den Messungen oft nicht über den gesamten Messzeitraum stationär sind, ist eine umfangreiche Plausibilisierung der Fixierung vor der Verwendung bei der Kalibrierung notwendig. Diese Plausibilisierung der gemessenen Wasserspiegelfixierungen und der zugeordneten hydrologischen Abflusslängsschnitte kann über die in FLYS bereitstehenden Werkzeuge erfolgen. An den Pegeln können die Modellergebnisse über die Abflusskurvenansicht mit den Abfluss- und Wasserstandswerten der Fixierungen und der offiziellen Wasserstands-Abfluss-Beziehung (s. Abb. 2) verglichen werden.

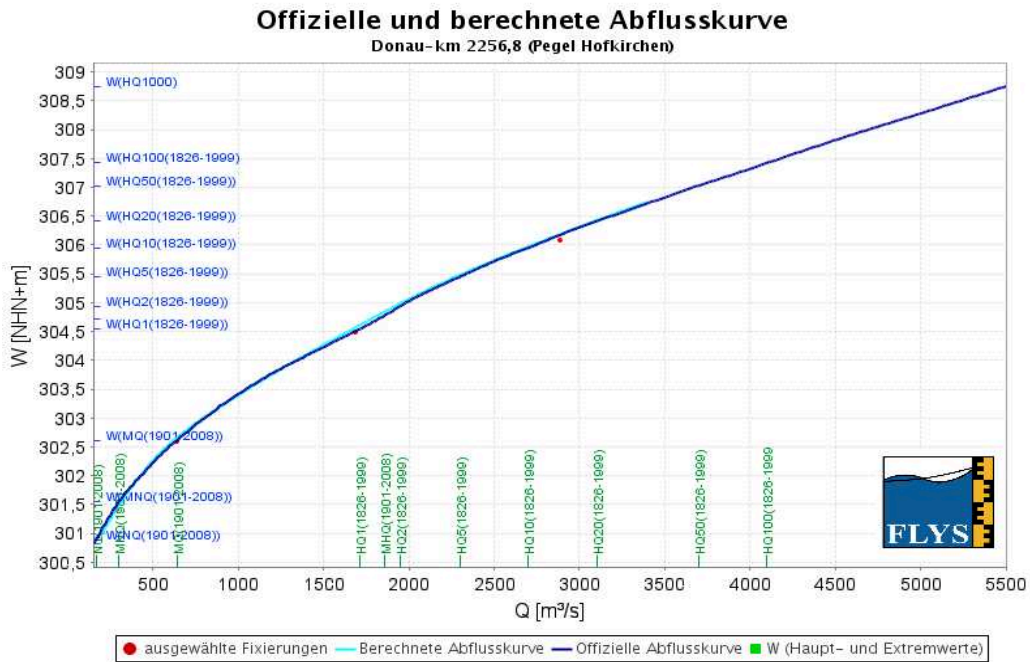


Abb. 2: Offizielle und simulierte Abflusskurve sowie ausgewählte Fixierungen am Pegel Hofkirchen im Vergleich

Während der Kalibrierung können in FLYS die simulierten Wasserspiegellagen visualisiert und mit gemessenen Wasserspiegelfixierungen verglichen werden (s. Abb. 3).

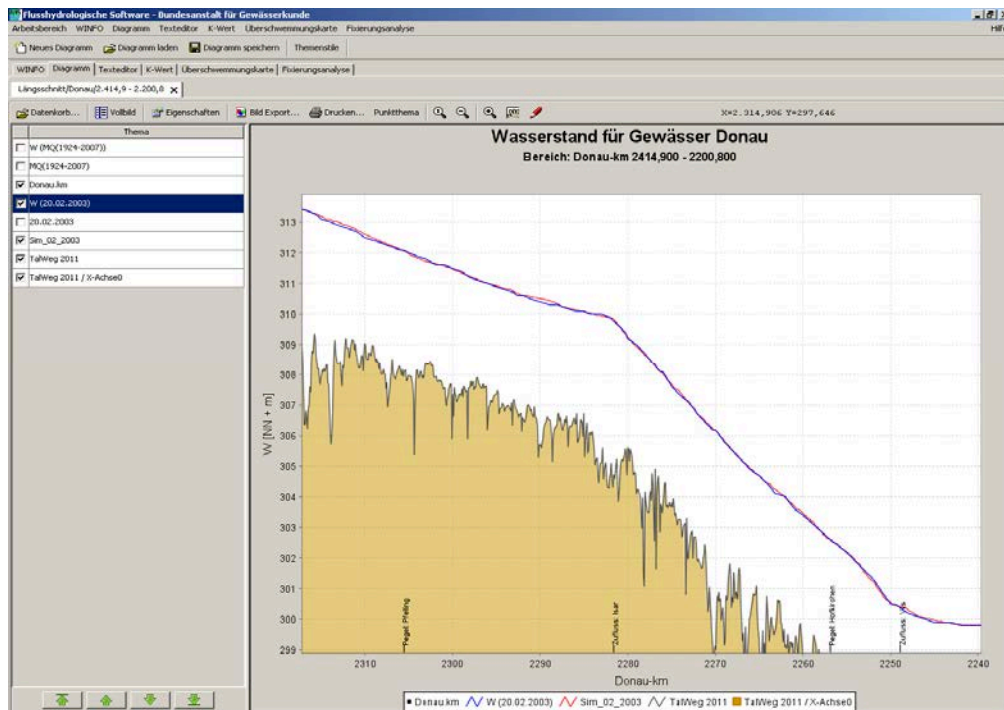


Abb. 3: Vergleich von Zwischenergebnissen während der Modellerstellung mit FLYS 2.1.3, simulierte Wasserspiegellage (rote Linie), gemessene Wasserspiegelfixierung (blaue Linie)

3 Validierung von abgeleiteten Geofachdaten

Für ein eindimensionales hydraulisches Modell wird das verwendete Querprofil aufgrund unterschiedlicher Oberflächenrauheit und Fließgeschwindigkeiten in mehrere Fließzonen aufgeteilt. Die Grenze zwischen dem Hauptgerinne und dem sich anschließenden Vorland, folgend als Uferlinie bezeichnet, wird üblicherweise zunächst in der „Aufsicht“ mit CAD oder GIS anhand der Digitalen Bundeswasserstraßenkarte, Luftbildern und weiterer Informationen festgelegt.

In FLYS kann die Uferlinie „klassisch“ in der Aufsicht, aber auch im Längs- und Querschnitt (in Abb. 4) mit weiteren Informationen dargestellt werden. In Abb. 4 (unten rechts) ist die zur Analyse ebenfalls einsetzbare Wasserstands-Abfluss-Beziehung, die sich aus den 30 stationären Simulationen ergibt, für einen Ort am Gewässer dargestellt.

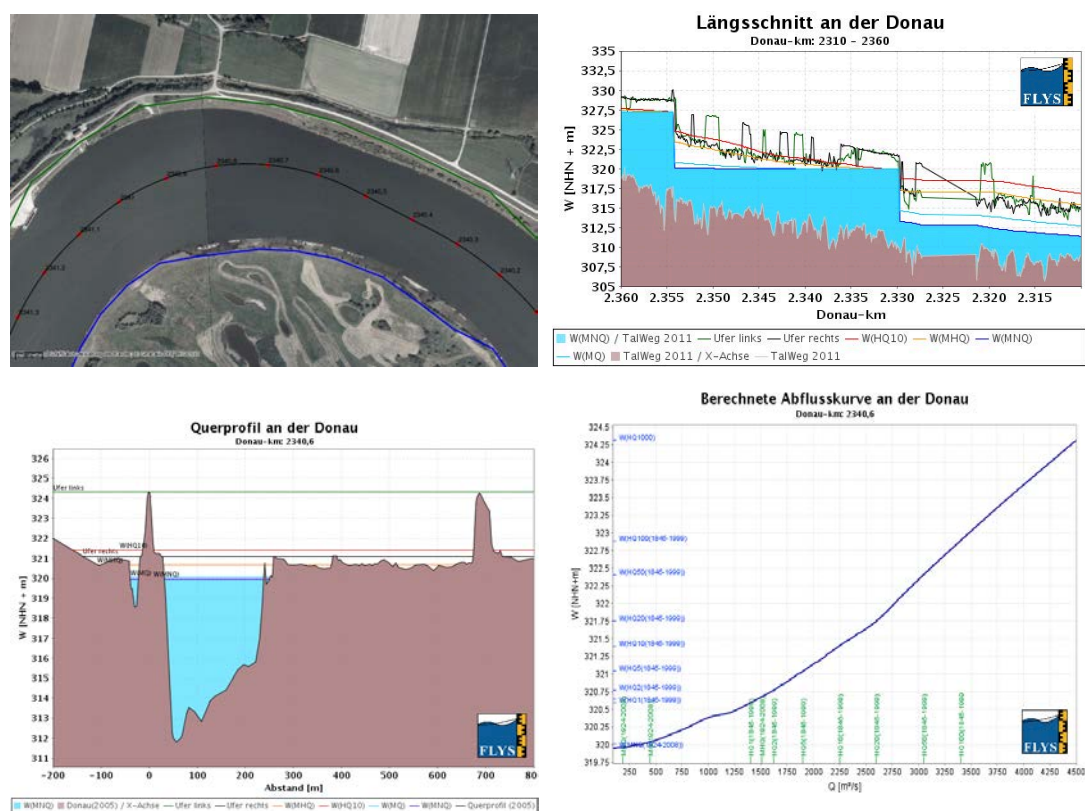


Abb. 4: Ansichten in FLYS als Kartenansicht, Längsschnitt, Querschnitt und Punkt Betrachtung (Donau-km 2340,6)

Anhand der vier Ansichten und der gleichzeitigen Visualisierung weiterer Informationen können die in FLYS verfügbaren Informationen zur Analyse von Modellannahmen und Ergebnissen verwendet werden. Mit zusätzlich dargestellten Wasserspiegellagen im Längsschnitt und im Querprofil wird deutlich, ob die gemessene und/oder simulierte Wasseranslagslinie mit den entsprechenden Bruchkanten des verwendeten Querprofils übereinstimmt.

Als Beispiel für die Analyse bzw. Identifizierung eines unplausiblen Bereichs der zunächst verwendeten „Uferlinie“ dient Abb. 5. Die in der Aufsicht (nicht dargestellt) noch plausible „Uferlinie Rechts“ stellt sich im linken Querprofilendiagramm anhand des Schnittpunkts (rosa

Kreis) zwischen „Uferlinie Rechts“ und der in schwarz dargestellten Geländehöhe des Querprofils sowie auch anhand der Wasserstände als unplausibel dar. Eine Anpassung und Nachführung der Uferlinie ergaben dann die rechts dargestellten, akzeptablen Schnittpunkte bzw. Ausuferungshöhen, die schließlich auch in FLYS übernommen wurden.

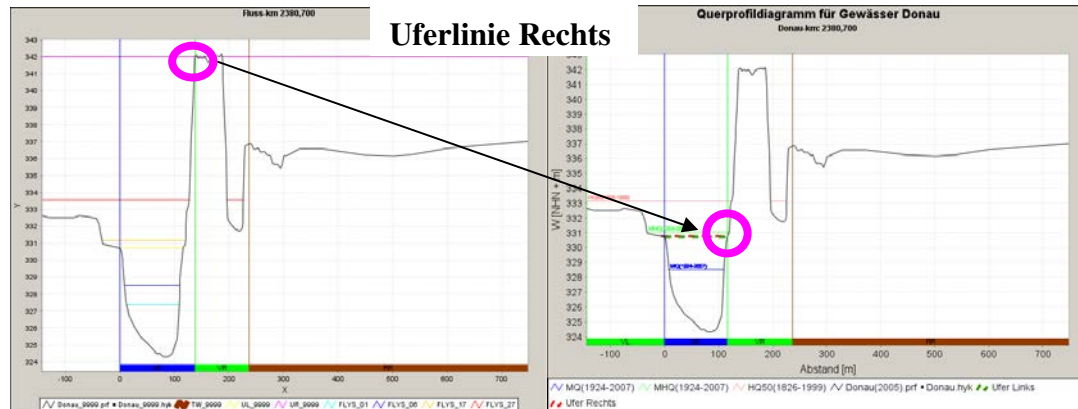


Abb. 5: Plausibilisierung mit FLYS 2.1.3, verbesserungswürdige (links) und akzeptable, nachgeführte Uferlinie (rechts) im Querprofil für Donau-km 2380,7 mit Wasserständen, Fließzoneneinteilung und Uferhöhen

4 Plausibilisierung des Modells durch 30 stationäre Wasserspiegellagen

Um in FLYS an jedem beliebigen Punkt im Gewässer Aussagen über Wasserstände und mittlere Fließgeschwindigkeiten für frei wählbare stationäre Abflusszustände ausgeben zu können, werden im Datenbestand eine definierte Anzahl mit einem hydrodynamischen Modell berechnete stationäre Wasserspiegellagen im Abflussbereich zwischen Niedrigwasser und extremem Hochwasser hinterlegt. Mit ihrer Hilfe lassen sich diese Informationen für jeden Punkt am Gewässer ableiten (siehe Abb. 6). An der Donau zwischen Kehlheim und Jochenstein wurden mit dem erstellten hydraulischen Modell insgesamt 30 stationäre Wasserspiegellagen berechnet, unter denen sich unter anderem auch folgende Haupt- und Extremwerte des Abflusses befinden: MNQ, MQ, HQ₁, MHQ, HQ₂, HQ₅, HQ₁₀, HQ₂₀, HQ₅₀, HQ₁₀₀.

In der Phase der Erstellung und Abnahme des hydraulischen Modells liefern diese 30 stationären Wasserspiegellagenberechnungen wichtige Validierungsgrundlagen und geben Aufschluss über eventuelle Unstetigkeiten in der Modellgeometrie, über festgelegte Fließzonen und über die gewählten Rauheitsbeiwerte.

In der Längsschnittdarstellung der simulierten Wasserstände und Geschwindigkeiten sollten sich die Linien nicht überschneiden. Ausnahmen hiervon müssen hydraulisch begründbar sein (z. B. im Ausuferungsbereich). Unstetigkeiten im Längsschnitt können auf Fehler in der abgeleiteten Modellgeometrie und der gewählten Fließzonenaufteilung hinweisen. In Abb. 6 sind Überschneidungen im Längsschnitt der mittleren Geschwindigkeiten deutlich zu erkennen. Im Rahmen der Modellerstellung des hydrodynamischen Modells der Donau konnten durch die vorgenommene Validierung der 30 stationären Wasserspiegellagen Unstimmigkeiten in der Modellgeometrie und der Einteilung der Fließzonen identifiziert und korrigiert werden.

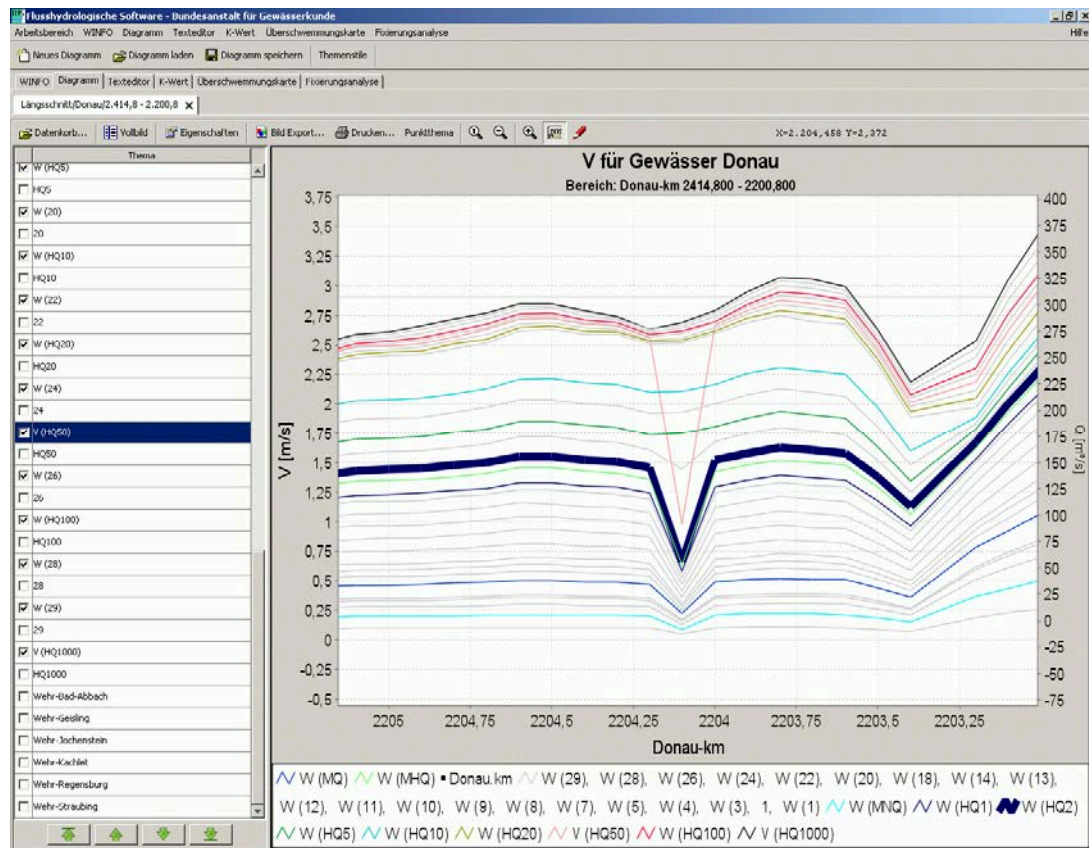


Abb. 6: Plausibilisierung von Zwischenergebnissen während der Modellerstellung mit FLYS 2.1.3, Längsschnitte der mittleren Fließgeschwindigkeiten aus 30 stationären Wasserpiegellagenberechnungen

5 Zusammenfassung und Ausblick

Für insgesamt 318 km Fließgewässer im Bereich der Bundeswasserstraße Donau wurde im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde im Jahr 2010 ein eindimensionales Wellenablaufmodell mit der Software SOBEK-River (©Deltares) erstellt, kalibriert und validiert. Das Modell wird in der BfG zur operationellen Mittel- und Niedrigwasservorhersage, der gewässerkundlichen Ist-Beschreibung und der Analyse von möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserstände der Donau eingesetzt.

Die einheitliche Datenbereitstellung, Datenhaltung, Pflege und Laufendhaltung sowohl der Geofachdaten als auch der hydrologischen Fachdaten wurde während des Projekts u. a. mit der Flusshydrologischen Software FLYS der BfG realisiert. Durch die bereitstehenden Funktionalitäten ist FLYS das optimale Plausibilisierungs-, Validierungs- und Visualisierungswerkzeug bei der Modellerstellung von hydrodynamischen Modellen.

Insbesondere die Kontrolle von Eingangsdaten, die Feststellung der stationären Kalibrierungsgüte und der Güte der aus dem DGM extrahierten Querprofile wurden mit FLYS durchgeführt. Anhand der mit FLYS analysierten Fließzonen konnten verbesserungswürdige Bereiche identifiziert, bearbeitet und anschließend im SOBEK-Modell nachgeführt werden.

Der Einsatz von FLYS zu Modellaufbau, Plausibilisierung, Datenhaltung und Revision eines hydrodynamischen Wellenablaufmodells hat sich bei der Neuerstellung des Modells für die Donau im vollen Umfang bewährt. Somit hat sich der parallele Aufbau und Einsatz dieser Software durchweg positiv auf Güte und Akzeptanz beider Werkzeuge ausgewirkt. Daher werden bei zukünftigen hydrodynamischen Modellerstellungen bzw. -aktualisierungen für Bundeswasserstraßen in der BfG immer parallel auch die FLYS-Grundlagendaten des Modellgebietes neu erstellt bzw. aktualisiert.

Literatur

HYDROTEC (2011): Erstellung SOBEK-River Modell Donau von Neu-Ulm bis Jochenstein, Projektbericht, im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde.

HYDROTEC (2011): Simulation von 30 stationären Abflusszuständen für den Aufbau eines FLYS-Datensatzes Donau im Bereich der BWStr Kelheim - Jochenstein, Projektbericht, im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde.



Kontakt:

Matthias Hammer

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

Tel.: 0261/ 1306 5384

Fax: 0261/ 1306 5280

E-Mail: Hammer@bafg.de

1990-1999

Studium des Bauingenieurwesens an der TU Darmstadt

seit 2000

Wissenschaftlicher Angestellter der Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Projektbearbeitung:

- | | |
|-----------|---|
| 2002 | Quantifizierung der Hochwassergefährdung für die Rheinanlieger unter Berücksichtigung von Deichversagen (DFNK) |
| 2003 | Grenzüberschreitende Auswirkungen von extremem Hochwasser am Niederrhein |
| 2005 | Nachweis 2005 zur Wirksamkeit wasserstandsreduzierender Maßnahmen gemäß Aktionsplan Hochwasser der IKSR |
| 2006 | Vorsorgende Hochwasserschutzmaßnahmen durch transnationale Raumordnung (ELLA) |
| 2008 | Einheitliche Grundlage für die Festlegung der Bemessungswasserspiegellage der Elbe auf der frei fließenden Strecke in Deutschland |
| 2009 | Hochwassergefahrenkarten des Rheins in Rheinland-Pfalz |
| 2010 | Nachweis 2010 zur Wirksamkeit wasserstandsmindernder Maßnahmen gemäß Aktionsplan Hochwasser der IKSR |
| seit 2012 | 2D-Modell der unteren Mittelelbe |



Kontakt:

Dr.-Ing. Bastian Klein

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

Tel.: 0261/ 1306 5256

Fax: 0261/ 1306 5280

E-Mail: klein@bafg.de

Jahrgang: 1975

1996-2003

Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität Berlin

2003-2009

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik an der Ruhr-Universität Bochum

seit 2009

Wissenschaftlicher Angestellter der Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Projektbearbeitung:

- | | |
|------------|--|
| 2009-2011 | Aktualisierung Wasserstandsvorhersagesystem WAVOS Donau |
| 2009-2011 | AdaptAlp (EU INTERREG IV) |
| 2010-2012 | ECCONET (EU FP7) |
| seit 2009: | KLIWAS „Wasserhaushalt, Wasserstand, Transportkapazität“ (BMVBS) |
| seit 2012: | F+E-Projekt: „Seamless Prediction: Quantifizierung und Reduktion von Unsicherheiten durch Datenassimilation und Ensembletechniken für Kurz-, Mittel- und Langfristvorhersagen der BfG“ |

Kerndaten der WSV in FLYS – Stammdaten und Abflusstafeln

Wilfried Wiechmann

1 Einleitung

Für die Anwendung der Desktop-Version FLYS-2.1.3 wurden bisher sowohl Stammdaten gewässerkundlicher Messstellen (SGM) als auch historische Abflusstafeln für Pegel an den Bundeswasserstraßen (BWaStr) redundant in einer dateibasierten Datenhaltung vorgehalten (HAMMER & ROST 2009). Bei diesen Daten handelt es sich um originäre hydrologische Daten der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), die hierfür seit geraumer Zeit selbst auch eigene zentrale und dezentrale IT-Systeme vorhält.

Nach einer Vereinbarung des FLYS-Entwicklerteams der BfG mit der AG IT-Binnen der WSV im Vorfeld der Ausschreibung zur Weiterentwicklung der Software FLYS zu einer Webanwendung (Februar 2010) sollen in Zukunft zum Betrieb des FLYS-Fachdienstes redundante Datenhaltungen weitgehend abgebaut und der Zugriff auf offizielle Datenbanken der WSV und der BfG ermöglicht werden (BUSCH 2013, s. S. 18ff.). Konkret wurden Beschlüsse zu Pegelstammdaten und historischen Abflusstafeln gefasst.

Da die BfG nach aktuellem Stand über die umfangreichste Sammlung an historischen Abflusstafeln für Pegel an BWaStr verfügt, sollen diese in Zukunft in einer von der BfG entwickelten Datenbank auf einem BfG-Server abgelegt werden. Diese von der BfG zu pflegende, zentrale Abflusstafel-Datenbank (AFT-DB) ist bis auf Weiteres die führende Stelle im Bereich der WSV zur Archivierung digitaler historischer Abflusstafeln für Pegel an den BWaStr. Der Fachdienst FLYS erhält ein lesendes Zugriffsrecht auf diese offizielle Datenbank und ermöglicht dem Nutzer, webbasiert u. a. spezifische hydrologische Auswertungen auf Basis historischer Abflusstafeln vorzunehmen. Diese im weiterentwickelten FLYS integrierten Auswertemöglichkeiten werden im Kapitel 2 näher vorgestellt.

Auch im Fall der Stammdaten gewässerkundlicher Messstellen soll der FLYS-Fachdienst der BfG in Zukunft keine redundante Datenspeicherung mehr betreiben. Vielmehr sind hier die maßgeblichen Stammdaten für Pegel an BWaStr zu verwenden, die offiziell mit Einführung der SGM-Datenbank Mitte 2013 von diesem neuen hydrologischen WSV-Dienst bereitgestellt werden. In welcher Form diese IT-technische Anbindung im Fachdienst FLYS umgesetzt wird, ist u. a. im Kapitel 3 beschrieben.

2 WSV-Abflusstafeln in FLYS

Das Wissen und Verständnis um das „Funktionieren“ von Fließgewässern bildet grundsätzlich die Voraussetzung jeder weitergehenden Betrachtung. Hydrologie, als die sich mit der Verteilung und den Erscheinungsformen von Wasser befassende Wissenschaft, und Hydraulik, unter der die Behandlung von Wasserströmungen in offenen Gerinnen zu verstehen ist, bilden daher zwei fundamentale Disziplinen. Sie stützen sich, z. B. bei der gewässerkundlichen Pegelstatistik zur Berechnung von Haupt- und Extremwerten, u. a. auf kontinuierlich gemessene Wasserstände an Pegeln und ermittelte Abflüsse. Die WSV betreibt ein eng geknüpftes Pegelmessnetz an den BWaStr in Deutschland. Wasserstände werden von der WSV gegenwärtig an mehr als tausend Pegeln erhoben; Abflüsse können auf Basis von Wasserstandsmessungen jedoch nur an ca. 170 Pegeln ermittelt werden. Der Abfluss wird i. d. R. nicht unmittelbar gemessen und ergibt sich rechnerisch durch die Anwendung der für den Pegel aktuell gültigen Abflusskurve. Diese auf Abflussmessungen basierende W/Q-Beziehung beschreibt im stationären Fall eine eindeutige Beziehung zwischen Wasserstand am Pegel und dem Abfluss. Die zahlenmäßige Umsetzung einer Abflusskurve für den Pegelwasserstand erfolgt durch Anwendung der Abflusstafel. Abflusskurven und Abflusstafeln werden von den jeweils regional zuständigen gewässerkundlichen Dienststellen der WSV erstellt und offiziell eingeführt. Neben einigen Pegelstammdaten (Pegelname, Messstellenummer, Gewässer, Lage, A_{E0} , Pegelnullpunkt (PNP), usw.) enthalten Abflusstafeln immer auch eine Angabe zur genauen Gültigkeitszeitspanne.

Abflusstafeln werden in der WSV seit mehr als 100 Jahren in Papierform gesammelt. Die Dienststellen der WSV sind auch verantwortlich für die Verteilung dieser wichtigen Grundlagen an regionale und überregionale Wasserbehörden des Bundes und der Länder sowie an weitere Institutionen des Wasserfachs. Dieses auch heute noch vielfach praktizierte Verteilungssystem birgt aufgrund wechselnder Zuständigkeiten, Datenredundanzen und Medienbrüchen Risiken in sich, was Informationsverluste auf allen Seiten einschließt. Rückwirkend eingeführte Abflusskurven führen zudem zu Brüchen und Inkonsistenzen im selbstgewählten Ordnungssystem. Seit ca. drei Jahrzehnten werden Abflusstafeln zur DV-Verarbeitung auch in elektronischer Form gespeichert. Dabei wurden in der Vergangenheit verschiedene Formate angewendet (z. B. ASCII-Format, proprietäres BfG-Format). Mit Einführung von WISKI 5 in der WSV im Jahr 2000 wurden viele W/Q-Beziehungen in das WISKI-System übernommen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf jüngeren Abflusskurven zur Berechnung der mit WISKI produzierbaren Abflusszeitreihen.

Seit mehreren Jahrzehnten werden für hydrologische Untersuchungen Abflusstafeln für Pegel an den BWaStr auch in der BfG benötigt und aufbewahrt. Da die BfG im Gegensatz zu den Dienststellen der WSV (mit regionaler Zuständigkeit) deutschlandweit Aufgaben wahrnimmt, entstand im Laufe der Zeit hier eine zentrale Sammelstelle für Abflusstafeln in der WSV. Seit über 10 Jahren werden Abflusstafeln im Referat M1 der BfG „Hydrometrie und gewässerkundliche Begutachtung“ in Excel-Dateien gespeichert. Diese Abflusstafel-Sammlung ist mit über 2000 Abflusstafeln die umfassendste digitale Sammlung in der WSV und enthält neben aktuellen Tafeln auch die historischen W/Q-Beziehungen für WSV-Pegel. Um diesen Bestand in Zukunft auch für Fachdienst FLYS (und darüber hinaus) nutzen zu können, werden hierfür seit 2012 die bei M1 geführten Abflusstafeln nochmals überprüft und vervollständigt. Im Bedarfsfall wird hierzu der Kontakt mit den zuständigen Stellen der WSV zwecks Klärung von Unstimmigkeiten hergestellt. Danach werden die Abflusstafeln in die vom Referat Z2 „Informationstechnik“ betriebene relationale Oracle-Datenbank AFT-DB übernommen.



● Lage der Pegel mit historischen Abflusskurven an Bundeswasserstraßen

Abb. 1: Übersicht der Pegel an BWAstr, für die im FLYS-Fachdienst historische Abflusskurven aus der Abflussdatenbank zur Verfügung stehen (Stand April 2013)

Die fachliche Anbindung des FLYS-Fachdienstes an die Abflusstafel-Datenbank wird über einen lesenden Zugriff realisiert. Technisch erfolgt dies durch einen regelmäßig durchgeführten Importprozess, der die Abflusstafeln in die FLYS-Kerndatenbank spiegelt. Hierbei findet eine technische Prüfung des Imports statt. **Die fachliche Zuständigkeit und Verantwortung für die AFT-DB obliegt gemäß der Aufgabenwahrnehmung innerhalb des Fachdienstes FLYS der BfG ausschließlich dem Referat M1.** Abbildung 1 zeigt im Hintergrund des Bundeswasserstraßennetzes die Lage der Pegel, für die historische Abflusskurven zur Verfügung stehen. Aus Darstellungsgründen sind hierin die Pegelnamen nicht aufgeführt. Die Tabellen 1 und 2 enthalten jedoch in Ergänzung zur Abb. 1 eine namentliche Zusammenstellung

aller Pegel, die im Zugriff des Fachdienstes liegen. Aktuell (Stand: April 2013) sind in der AFT-DB 930 Abflusstafeln für 86 Pegel an 14 BWaStr gespeichert. Die Tabellen 1 und 2 enthalten u. a. auch Informationen, für welche Zeitabschnitte seit Bestehen dieser Pegel Abflusstafeln in der Datenbank gespeichert sind sowie Angaben über die Anzahl bisher gültiger Abflusskurven (Quelle: SGM-DB, Stand: April 2013). Beispielsweise liegen für den bereits seit 1810 beobachteten Pegel Köln/Rhein insgesamt 18 Abflusstafeln nach 1816 in der Abflusstafel-Datenbank vor.

Tabelle 1

Angaben zu Pegeln an BWaStr und historischen Abflusskurven im Zugriff von FLYS (erster Tabellen-
teil, Fortsetzung siehe Tabelle 2)

Nr.	BWaStr.	Pegel	Messt.-Nr.	Fluss-km	beobachtet seit	aktueller PNP	Höhen- system	Abfluss- tafeln seit	Anzahl	jüngste Abfluss- tafel ab
1	Donau	Kelheim	10053009	2414,82	01.11.1923	337,10	m (ü. NN)	01.11.1939	12	01.01.2008
2	Donau	Kelheimwinzer	10054500	2409,70	01.11.1986	335,70	m (ü. NN)	01.11.2003	2	01.11.2003
3	Donau	Oberndorf	10056302	2397,38	11.12.1902	331,15	m (ü. NN)	01.08.1989	4	01.11.2003
4	Donau	Schwabelweis	10062000	2376,49	01.05.1986	324,49	m (ü. NN)	11.02.1961	6	01.11.2003
5	Donau	Pfelling	10078000	2305,53	1926	308,16	m (ü. NN)	01.05.1960	4	01.11.2003
6	Donau	Hofkirchen	10088003	2256,86	01.06.1925	299,60	m (ü. NN)	02.07.1961	13	01.11.2003
7	Donau	Achleiten	10094006	2223,05	01.11.1900	287,70	m (ü. NN)	01.11.1989	4	01.11.1994
8	Elbe	Schöna	501010	2,05	01.01.1932	116,18	m (ü. NHN)	31.10.1980	8	01.01.2008
9	Elbe	Dresden	501060	55,63	1776	102,68	m (ü. NHN)	01.11.1939	17	01.11.2010
10	Elbe	Riesa	501110	108,40	01.01.1919	88,01	m (ü. NHN)	01.11.2004	4	01.02.2004
11	Elbe	Torgau	501261	154,15	1816	75,15	m (ü. NHN)	01.11.1947	16	01.11.2010
12	Elbe	Wittenberg	501420	214,10	01.07.1817	62,44	m (ü. NHN)	01.11.1957	12	01.11.2010
13	Elbe	Vockerode	501480	245,62	01.01.1906	55,93	m (ü. NHN)	01.11.2000	8	01.11.2010
14	Elbe	Aken	502010	274,75	01.08.1885	50,21	m (ü. NHN)	01.11.1941	12	01.11.2010
15	Elbe	Barby	502070	294,80	1841	46,11	m (ü. NHN)	01.11.1882	15	01.03.2006
16	Elbe	Magdeburg-Strombrücke	502180	326,67	1898	39,89	m (ü. NHN)	01.11.1929	8	01.03.2006
17	Elbe	Magdeburg-Rothensee	502210	333,12	1925	37,19	m (ü. NHN)	01.11.2000	3	01.03.2006
18	Elbe	Tangermünde	502350	388,20	1882	27,56	m (ü. NHN)	01.11.1963	7	01.03.2006
19	Elbe	Wittenberge	503050	453,92	1848	16,72	m (ü. NHN)	01.11.1900	5	01.11.1998
20	Elbe	Darchau / Neu Darchau	5930010	536,44	1874	5,68	m (ü. NN)	01.11.1925	9	01.07.2002
21	Fulda	Rotenburg	42700100	13,49	1928	179,52	m (ü. NHN)	01.11.1948	34	01.11.2007
22	Fulda	Grebanau	42700202	53,72	1949	151,01	m (ü. NHN)	01.11.1948	23	01.11.2003
23	Fulda	Bad Hersfeld	42710050	119,80	01.11.1967	193,89	m (ü. NN)	01.08.1976	5	01.01.2005
24	Fulda	Guntershausen	42900100	65,20	01.04.1894	140,90	m (ü. NN)	01.07.1951	70	01.01.2001
25	Fulda	Bonaförth	42900201	105,50	01.01.1900	117,68	m (ü. NHN)	01.11.1953	18	01.11.2007
26	Havel	Rathenow UP	580650	103,94	01.11.1748	24,52	m (ü. NHN)	01.01.2008	1	01.01.2008
27	Havel	Havelberg Stadt	580790	145,29	01.11.1810	21,57	m (ü. NHN)	01.01.2008	1	01.01.2008
28	Lahn	Gießen Klarwerk	25800100	-3,21	24.09.1970	150,00	m (ü. NHN)	01.07.2004	1	01.07.2004
29	Lahn	Leun neu	25800200	25,10	01.01.1970	135,00	m (ü. NN)	01.05.1974	3	01.11.2008
30	Lahn	Kalkofen neu	25800600	106,45	01.11.1970	86,39	m (ü. NN)	01.11.1975	3	01.11.2007
31	Main	Trunstadt	24300202	378,44	31.10.1974	223,40	m (ü. NN)	01.11.1975	7	01.11.1993
32	Main	Schweinfurt Neuer Hafen	24300304	330,79	01.06.1966	201,16	m (ü. NN)	01.11.1955	16	01.11.1993
33	Main	Würzburg	24300600	251,97	01.10.1823	164,55	m (ü. NN)	01.11.1822	9	01.09.1990
34	Main	Steinbach UP	24500201	200,37	10.04.2000	146,33	m (ü. NN)	01.11.1951	9	01.05.1999
35	Main	Faulbach	24700109	146,63	01.11.1955	128,28	m (ü. NN)	01.07.2002	1	01.07.2002
36	Main	Kleinheubach	24700200	121,72	01.11.1952	119,62	m (ü. NN)	01.11.1952	14	01.11.1993
37	Main	Obernau	24700302	92,39	01.01.1955	107,80	m (ü. NN)	01.11.1985	1	01.11.1985
38	Main	Krotzenburg UP	24700334	63,23	10.04.2000	82,90	m (ü. NN)	01.07.2002	1	01.07.2002
39	Main	Frankfurt-Osthafen	24700404	37,59	01.11.1963	90,64	m (ü. NN)	01.11.1945	11	01.01.2000
40	Main	Raunheim	24900108	12,21	31.10.1975	82,90	m (ü. NN)	01.11.1978	6	01.11.1987
41	Mosel	Perl	26100100	241,80	01.11.1967	138,50	m (ü. NN)	01.11.1967	2	19.11.1982
42	Mosel	Trier UP	26500100	195,33	01.11.2011	121,00	m (ü. NN)	01.11.2002	1	01.11.2002
43	Mosel	Trier UP alt	26509100	195,32	01.07.1964	121,00	m (ü. NN)	01.11.1910	6	01.11.2002
44	Mosel	Cochern	269000400	51,60	22.10.2001	77,00	m (ü. NN)	01.11.1907	8	01.11.1982

Tabelle 2

Angaben zu Pegeln an BWaStr und historischen Abflusskurven im Zugriff von FLYS (Fortsetzung von Tabelle 1)

Nr.	BWaStr.	Pegel	Messst.-Nr.	Fluss-km	beobachtet seit	aktueller PNP	Höhen-system	Abfluss-tafeln seit	Anzahl	jüngste Abfluss-tafel ab
45	Neckar	Plochingen	23800100	202,56	01.01.1962	245,90	m (ü. NN)	01.11.1942	12	26.04.1978
46	Neckar	Laufen	23800500	125,43	1948	159,41	m (ü. NN)	01.11.1957	1	01.11.1957
47	Neckar	Rockenau Schleuse UP	23800680	61,36	01.11.1951	119,74	m (ü. NN)	01.11.1951	3	01.11.1978
48	Neckar	Rockenau SKA	23800690	60,71	01.01.1946	119,74	m (ü. NN)	01.11.1984	6	01.11.2004
49	Neckar	Heidelberg UP	23800760	26,10	01.01.1946	103,26	m (ü. NN)	01.11.1982	2	01.11.1995
50	Oder	Hohensaaten-Finow	6030080	664,95	01.01.1954	0,16	m (ü. NN)	01.08.1959	14	07.02.1997
51	Oder	Eisenhüttenstadt	6030000	554,10	01.01.1990	25,16	m (ü. NN)	01.11.1969	10	01.11.2006
52	Rhein	Maxau	23700200	362,33	1813	97,79	m (ü. NN)	01.11.1945	21	01.08.2005
53	Rhein	Worms	23900200	443,37	01.01.1818	84,16	m (ü. NN)	01.06.1939	16	01.11.1997
54	Rhein	Mainz	25100100	498,27	1818	78,43	m (ü. NN)	01.11.1900	18	01.11.2006
55	Rhein	Kaub	25700100	546,23	1855	67,68	m (ü. NN)	01.11.1899	12	01.11.2006
56	Rhein	Koblentz	2590070	591,50	01.11.1955	57,67	m (ü. NN)	01.11.1986	4	01.11.2009
57	Rhein	Andernach	27100400	613,78	01.09.1818	51,47	m (ü. NN)	01.11.1900	14	01.11.2006
58	Rhein	Bonn	2710080	654,78	19.01.1820	42,66	m (ü. NN)	01.11.1950	9	01.11.2000
59	Rhein	Köln	2730010	688,00	01.01.1810	34,98	m (ü. NN)	01.11.1816	18	01.07.2001
60	Rhein	Düsseldorff	2750010	744,19	1766	24,48	m (ü. NN)	01.11.1900	21	01.04.2003
61	Rhein	Ruhrort	2770010	780,80	1815	16,09	m (ü. NN)	01.11.1900	21	01.11.2002
62	Rhein	Wesel	2770040	814,00	1800	11,20	m (ü. NN)	01.11.1899	20	01.06.2005
63	Rhein	Rees	2790010	837,40	13.05.1947	8,73	m (ü. NN)	01.11.1900	27	01.06.2005
64	Rhein	Emmerich	2790020	851,90	01.01.1804	8,00	m (ü. NN)	01.11.1900	18	01.06.2005
65	Saale	Rudolstadt	570270	258,00	1890	190,16	m (ü. NHN)	01.11.1997	1	01.11.1997
66	Saale	Rothenstein	570280	224,21	17.07.1884	151,11	m (ü. NN)	26.04.1994	1	26.04.1994
67	Saale	Carburg Stöben	570330	187,00	1922	118,61	m (ü. NN)	06.01.2003	1	06.01.2003
68	Saale	Halle-Trotha UP	570810	89,15	1816	69,34	m (ü. NN)	01.01.1958	8	01.11.1993
69	Saale	Bernburg UP	570910	36,05	1913	55,11	m (ü. NN)	01.11.1927	9	01.11.1990
70	Saale	Calbe-Gröden	570940	17,43	1886	49,36	m (ü. NN)	01.11.1957	3	01.11.1984
71	Saar	Schöden SKA	2640084	7,19	07.01.2000	133,00	m (ü. NN)	01.11.1990	2	01.11.1993
72	Saar	St. Annual	26400220	90,91	31.07.1993	183,25	m (ü. NN)	01.11.1993	2	01.11.2000
73	Saar	Saarbrücken UP	26400300	85,26	01.04.1865	181,06	m (ü. NN)	01.11.1970	2	01.11.1990
74	Saar	Fremersdorf	26400550	48,51	04.03.1965	165,50	m (ü. NN)	05.01.1981	7	01.11.1996
75	Werra	Heldra	41700105	11,69	01.01.1900	168,02	m (ü. NN)	01.01.1952	35	01.11.2007
76	Werra	Allendorf	41900104	48,32	01.08.1968	143,52	m (ü. NN)	01.11.1969	8	01.11.2007
77	Werra	Letzter Heller	41900206	86,68	01.11.1940	117,40	m (ü. NN)	01.01.1936	12	01.11.2007
78	Weser	Hann. Münden	43100109	0,65	01.11.1954	114,95	m (ü. NN)	01.01.1953	20	01.11.2007
79	Weser	Wahnbeck	43900105	35,97	1972	98,00	m (ü. NN)	01.01.1973	9	01.11.2007
80	Weser	Karlsthafen	45100100	45,52	1956	94,05	m (ü. NN)	01.11.1948	13	14.10.2007
81	Weser	Höxter	45300109	69,62	1955	84,85	m (ü. NN)	01.11.1954	15	01.11.2007
82	Weser	Bodenwerder	45300200	110,72	1954	69,39	m (ü. NN)	01.01.1850	21	01.11.2007
83	Weser	Hamel-Wehrbergen	45700207	139,68	01.11.1967	57,85	m (ü. NN)	01.01.1950	18	01.11.2007
84	Weser	Rinteln	45900109	163,24	01.01.1967	49,62	m (ü. NN)	01.11.1973	7	01.11.2007
85	Weser	Vietho	45900208	184,01	1820	41,66	m (ü. NN)	01.11.1820	27	01.11.2007
86	Weser	Porta	47100100	198,36	01.11.1935	37,04	m (ü. NN)	02.01.1938	22	01.11.2007

Möglichst genaue aktuell gültige Wasserstand-Abfluss-Beziehungen werden für diverse Aufgabenwahrnehmungen nicht nur von der klassischen Quantitativen Gewässerkunde gefordert. Zunehmend ist auch die Gewässermorphologie an aktuellen und historischen Abflusskurven interessiert, da sie temporär für einen lokalen Gewässerabschnitt die Durchflussverhältnisse abbilden und somit u. a. auch Ergebnisse möglicherweise nicht abgeschlossener morphodynamischer Prozesse darstellen. So wurde gleichermaßen von Hydrologen und Gewässermorphologen der Wunsch an das FLYS-Entwicklerteam herangetragen, in der zu entwickelnden Webversion auch Auswertetools für historische Abflusskurven der AFT-DB zu integrieren, um diese optional auf zeitliche Wasserstandsänderungen (ΔW) bzw. Abflussänderungen (ΔQ) analysieren und bewerten zu können. Die Abb. 2 bis 4 zeigen für den ausgewählten Pegel Maxau/Rhein Anwendungsbeispiele mit dem neuen Web-FLYS.

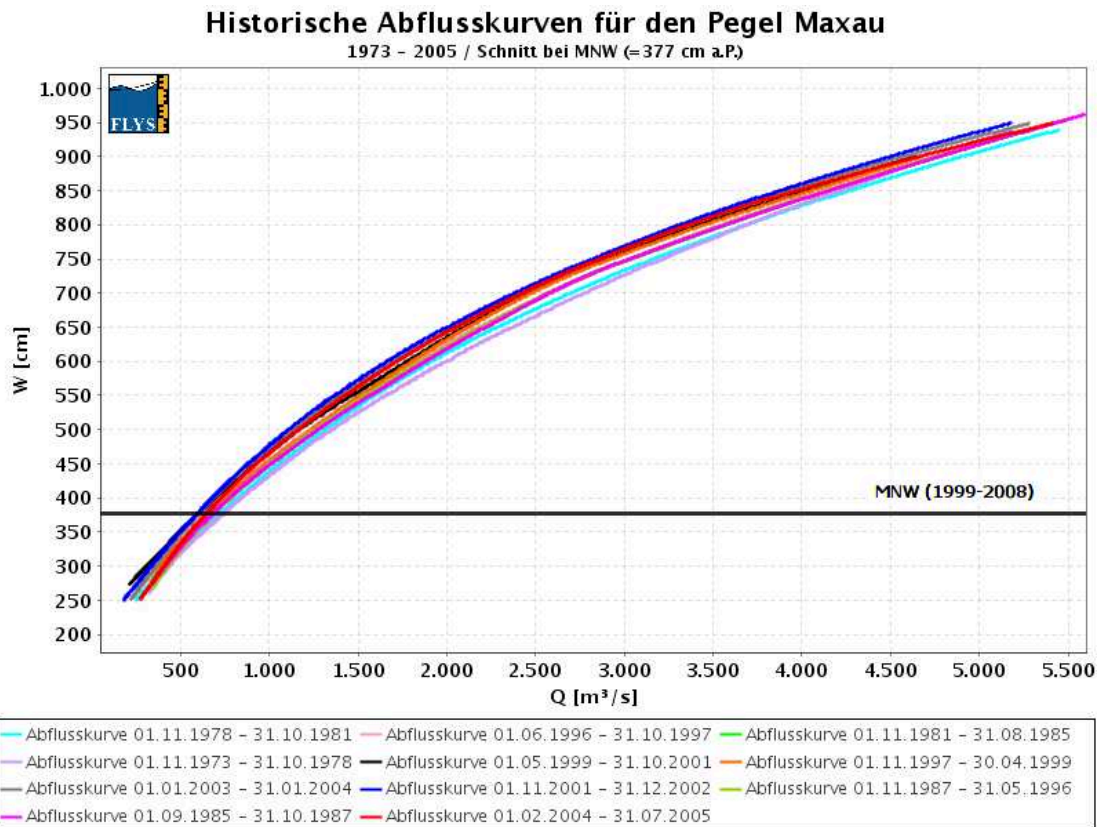


Abb. 2: Historische Abflusskurven für den Pegel Maxau/Rhein zwischen 1973 und 2005 und MNW = 377 cm a.P. bzgl. des Zeitraums 1999-2008 (Quelle: DGJ 2008)

Der Fachdienst enthält im Modul W-INFO jetzt die neue Berechnungsart „Historische Abflusskurven“. Der Nutzer kann gemäß der von ihm gewählten Eingabereihenfolge nach Auswahl des Gewässers, des Pegels und des Zeitabschnitts die hierfür gültigen Abflusskurven in einem W/Q-Diagramm (Abb. 2) visualisieren. Diese lassen sich für beliebige Schnitte optional hinsichtlich ihrer zeitlichen Q- und W-Änderungen in einem Q/t- Diagramm (Abb. 3) bzw. W/t-Diagramm (Abb. 4) weiter auswerten. Parallel ermöglicht FLYS auch eine Auswertung der ΔQ - und ΔW -Änderungen in $\Delta Q/t$ - bzw. $\Delta W/t$ -Diagrammen, die an dieser Stelle nicht gezeigt werden.

Aus der Schar der 11 zeitlich zwischen 1973 und 2005 gültigen, in Abb. 2 dargestellten, Abflusskurven für den Pegel Maxau/Rhein erkennt man, dass sich die W/Q-Verhältnisse im Bereich des Pegels im Verlauf dieser ca. 30 Jahre erheblich verändert haben. Unter gleichen Wasserständen a.P. werden aufgrund geänderter Durchflussverhältnisse 2005 größtenteils deutlich geringere Abflüsse des Rheins als 1973 abgeführt. Bei dem für eine Auswertung in Abb. 2 gewählten Schnitt bei MNW (Bezugszeitabschnitt 1999-2008, = 377 cm a.P.) beträgt die Abflussänderung ΔQ augenscheinlich ca. 150 m³/s in dieser Zeitspanne. Auf eine Ursachenforschung für diese verminderte Leistungsfähigkeit des Rheinprofils am Pegel Maxau wird in diesem Zusammenhang verzichtet. Bei einem deutlich höheren Wasserstand von 750 cm a.P. (Schnitt in Abb. 2 nicht dargestellt) werden hier gemäß den historischen Abflusskurven in den unterschiedlichen Zeitspannen Abflüsse registriert, die sich um fast 500 m³/s unterscheiden. Eine genauere zeitliche Analyse der temporär gültigen Durchflüsse

$Q=f(t)$ bzw. Durchflussänderungen $\Delta Q=f(t)$ ist in einem W/Q-Diagramm nicht möglich. Diese lassen sich leicht ermitteln, wenn man alle zwischen 1973 und 2005 gültigen historischen Abflusskurven hinsichtlich der Abflüsse für MNW = 377 cm a.P. auswertet und die erhaltenen Werte $Q=f(t)$ bzw. $\Delta Q=f(t)$ in einem Zeitdiagramm chronologisch darstellt. Änderungen im Zeitverhalten der Abflüsse des Rheins sind im Stufendiagramm der Abb. 3 deutlich feststellbar.

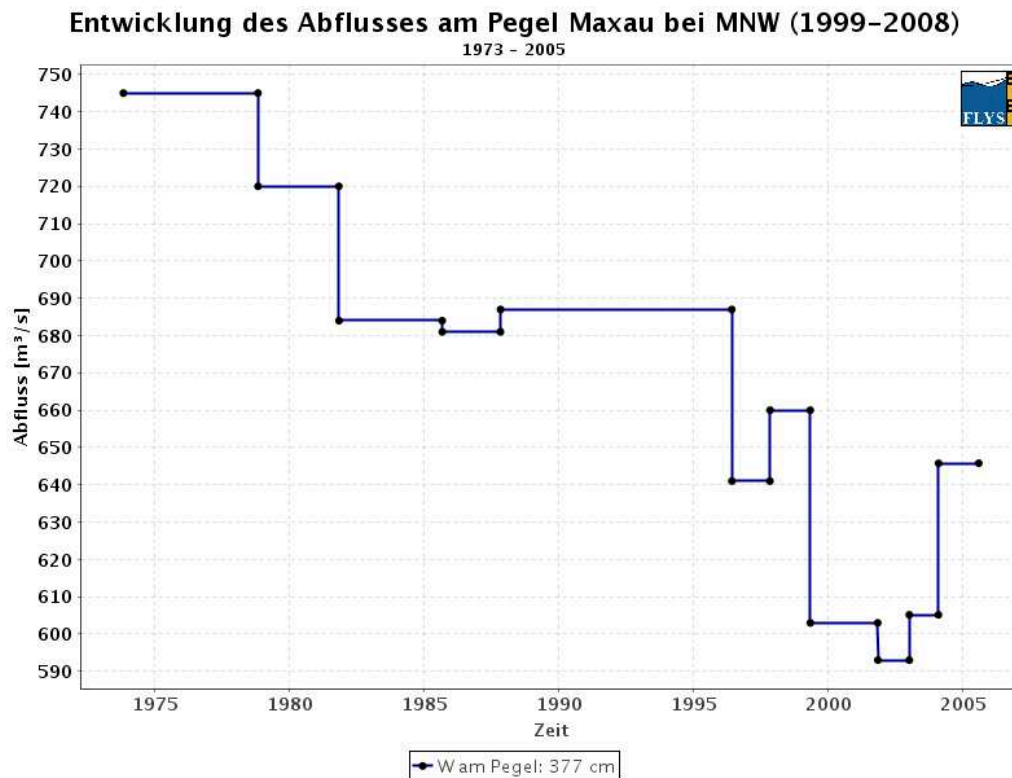


Abb. 3: Zeitverhalten der Abflüsse am Pegel Maxau/Rhein nach Auswertung historischer Abflusskurven zwischen 1973 und 2005 für MNW = 377 cm a.P. bzgl. des Zeitabschnitts 1999-2008 (Quelle: DGJ 2008)

Aus dem zeitlichen Verlauf der Abflüsse für $W = 377$ cm a.P. ist nach Abb. 3 am Pegel Maxau zwischen 1973 und 2005 beim Abfluss eine deutlich abnehmende Tendenz zu erkennen, was auf eine sukzessiv verminderte Leistungsfähigkeit des dortigen Querprofils zurückzuführen ist. Wurde bei diesem Wasserstand um 1975 noch ein Abfluss von ca. $745 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeführt, reduzierte sich dieser 2005 auf ca. $592 \text{ m}^3/\text{s}$. Den jüngeren Abflusskurven nach 2006 zur Folge ergibt sich neuerdings eine Tendenzumkehr im mittleren Niedrigwasserbereich hin zu größeren Abflüssen.

Eine alternative Möglichkeit, historische Abflusskurven auszuwerten, bietet diese neue Berechnungsart im Modul W-INFO, indem für gleiche benutzerdefinierte Abflüsse die sich einstellenden Wasserstände für unterschiedliche Gültigkeitszeitspannen ermittelt werden. In Abb. 4 wird beispielhaft gezeigt, wie sich der Wasserstand am Pegel Maxau zwischen 1973 und 2005 für einen Abfluss von $Q = 1250 \text{ m}^3/\text{s}$ im Rhein entwickelt hat. Eine allgemeine Tendenz zu höheren Wasserständen am Pegel ist aus diesem Stufendiagramm klar erkennbar.

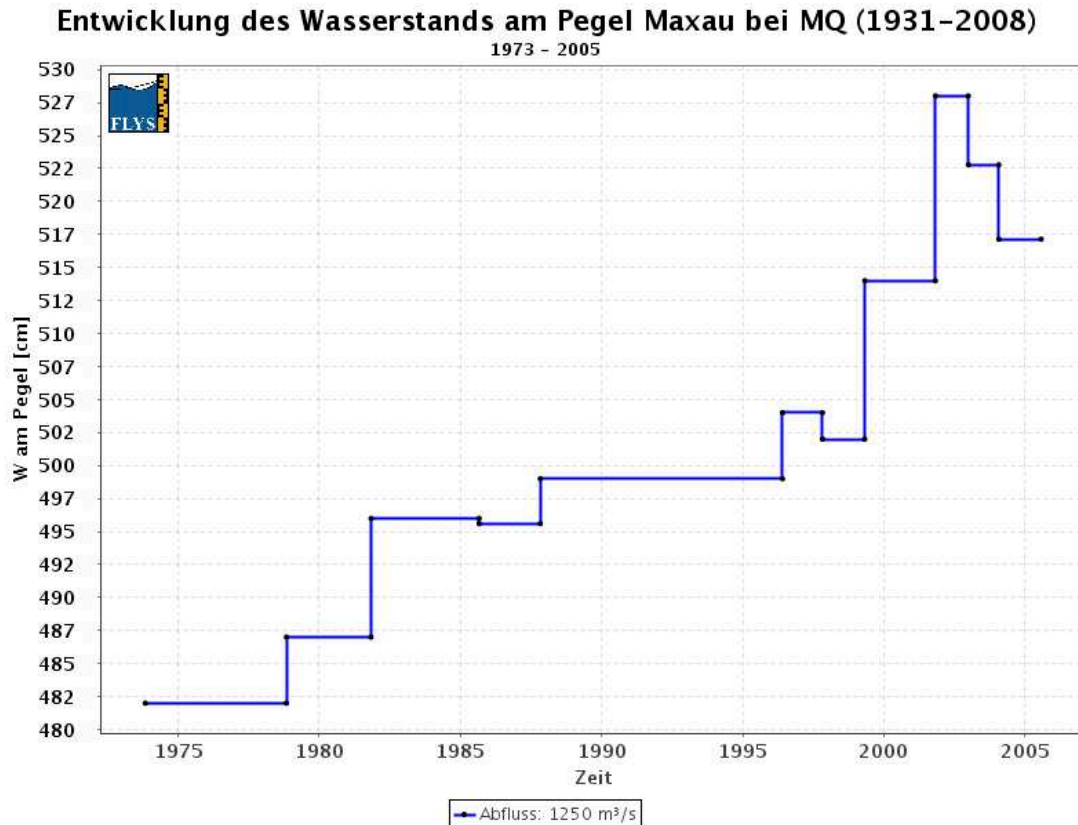


Abb. 4: Zeitverhalten der Wasserstände am Pegel Maxau/Rhein nach Auswertung historischer Abflusskurven zwischen 1973 und 2005 für einen Abfluss von $Q = 1250 \text{ m}^3/\text{s}$

3 Stammdaten von WSV-Pegeln in FLYS

Neben den Abflusstafeln spielen die Stammdaten der WSV-Pegel in FLYS eine wichtige Rolle. Sie werden zum einen benötigt, um als beschreibende Parameter dem Nutzer weitergehende Informationen zu den Verhältnissen am Pegel zu liefern. Hierfür werden während der FLYS-Berechnung in der Auswahlunterstützungsfunktion „Gewässer-/Pegel-Info“ Daten wie die Gewässerstationierung des Pegels, die Fläche des oberirdischen Einzugsgebiets oder der aktuelle Pegelnullpunkt präsentiert. Das in der neuen Version FLYS 3.0 aufgebaute Gewässer-WIKI, welches ebenfalls zahlreiche Stammdaten der Pegel enthält und darstellt, soll in der nächsten Entwicklungsphase mit offiziellen Daten aus der SGM-Datenbank befüllt werden. Eine fachliche Anbindung besteht jedoch bereits in der jetzigen Version des FLYS-Fachdienstes.

Die aus der SGM-Datenbank bereitstehenden Informationen werden jedoch nicht nur in der Oberfläche visualisiert. Sie stellen vielmehr auch wichtige Eingangsdaten für die einzelnen Berechnungsarten innerhalb von FLYS dar. So greifen z. B. Wasserspiegellagenberechnungen, die über die Eingabeoption „W am Pegel“ eine Angabe in [cm] erfordern, auf den offiziellen Pegelnullpunkt aus der SGM-Datenbank zu, um bei Bedarf den eingegebenen Wert auf eine absolute Höhe umrechnen zu können. Ähnlich verhält es sich, wenn es darum geht, mit FLYS berechnete Abflusskurven an einem Pegel wahlweise mit der Einheit [cm] oder [m+N(H)N] darzustellen.

Die dritte Säule, die die SGM-DB bei der Verwendung von FLYS darstellt, stützt die Fundamente der Software. Da der Zugriff auf die SGM-Datenbank mittels eines Web-Feature-Services aktuell noch nicht verfügbar ist, werden tagesaktuell durch einen standardisierten Export-Import-Mechanismus alle benötigten Informationen aus der SGM-Datenbank in die FLYS-Kerndatenbank transferiert. Die durch diese technische Anbindung notwendige Überprüfung der Konsistenz der Daten aus mehreren Datenquellen (SGM-Datenbank, AFT-Datenbank, FLYS-Kerndatenbank) erfolgt auf Basis der Messstellennummern der Pegel aus SGM.

Bei der fachlichen und technischen Anbindung der SGM-Datenbank wurde vor allem eines deutlich: Datenredundanzen können nur abgebaut werden, wenn die zur Verfügung stehenden Datenquellen einen plausibilisierten und konsistenten Datenbestand vorweisen können. Deshalb muss nach Ansicht der Mitglieder des FLYS-Fachdienstes weiterhin dafür gesorgt werden, dass die Daten in der SGM-Datenbank auf Konsistenz und Richtigkeit überprüft werden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der fachlichen und technischen Anbindung der Datenbestände aus der AFT-Datenbank (historische Abflusstafeln) und der SGM-Datenbank (Stammdaten gewässerkundlicher Messstellen) hat FLYS zum ersten Mal in größerem Umfang Anstrengungen betrieben, offizielle Datenbestände an das System anzubinden und somit Datenredundanzen abzubauen.

Dass dies durchaus ein steiniger Weg sein kann, wurde in diesem Projekt deutlich: Neben der Aufgabe, die technischen Schnittstellen für den Datenaustausch zu schaffen, entstanden vielfältige Frage- und Problemstellungen über die Aktualität, Vollständigkeit und Richtigkeit der angebotenen Daten aus den originären Datenquellen. Dies liegt insbesondere daran, dass sich sowohl AFT-DB als auch SGM-Datenbank noch im Aufbau befinden. Nach den abschließenden Qualitätsprüfungen der Datenbanken kann FLYS vollständig von den Vorteilen der zentralen Datenbestände profitieren. Der Pflegeaufwand bezüglich Abflusstafeln und Pegelstammdaten wird minimiert und sowohl Korrektheit als auch Aktualität der Datenbestände sind gesichert. Hier waren und sind die jeweils verantwortlichen Betreuer der genannten IT-Systeme (AFT, SGM) gefordert, die Ansprüche und Anforderungen der Datennutzer (FLYS, weitere Fachdienste, Direktnutzer) durch sorgsame und stetige Pflege der Datenbestände zu hören und in Abstimmung mit den genannten Gruppen zu erfüllen. Nur so kann die Abschaffung doppelter Datenhaltungen auch weiterhin ein lohnendes Ziel für alle beteiligten Parteien sein. Für Konsistenz und Aktualität der AFT-DB ist ein funktionierender Informationsfluss zwischen WSV und BfG erforderlich, der gewährleistet, dass bei Korrekturen bisheriger Tafeln oder Einführung neuer Tafeln eine zeitnahe Umsetzung in der Datenbank erfolgt.

Literatur

- BUSCH, N. (2013): Die Flusshydrologische Software FLYS – von den Anfängen bis hin zum web-basierten Fachdienst FLYS. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 18-31
- HAMMER, M., W. ROST (2009): Nutzung des Datenkorbs für vergleichende hydrologische Zwecke. In: Veranstaltungen 1/2009 „Wasserstandsinformationsdienste der BfG für die Bundeswasserstraßen“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 29-42.



Jahrgang: 1961

Organisationsprogrammierer

seit 1993

Technischer Angestellter der Bundesanstalt für Gewässerkunde

Projektbearbeitung:

- Hydrologische Datenbank HYDABA
- Fachadministrator des WISKI-Systems in der BfG
- Mitarbeit in der Arbeitsgruppe IT-Binnen (Verfahrensbetreuer)

Kontakt:

Wilfried Wiechmann

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

Tel.: 0261/ 1306 5340

Fax: 0261/ 1306 5642

E-Mail: wiechmann@bafg.de

Der „intelligente“ Datenkorb – ein integrales Spezialwerkzeug von FLYS

Wolfgang Stürmer und Stefanie Ackermann

1 Einleitung

Die gewässerkundliche Ist-Analyse an den Bundeswasserstraßen gehört zu einer der wichtigsten Aufgaben der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG). Hierfür – und für weitere Anwendungen – erstellt und betreibt die BfG seit fast 40 Jahren mathematische Modelle, die für großräumige Untersuchungen der hydrologischen, morphologischen und ökologischen Situation eingesetzt werden. Im Rahmen der Ergebnisanalyse, der Pflege und der Ergebnisverwaltung dieser in Dauer- und Projektaufgaben eingesetzten Modelle entstehen große Datenmengen. Um diese Daten dauerhaft und einheitlich nutzen zu können, wurde die Flusshydrologische Software, kurz FLYS, im Jahre 2004 ins Leben gerufen.

FLYS ist kein hydraulisches Modell, sondern verarbeitet u. a. die zuvor in hydrodynamischen, eindimensionalen Abflussmodellen ermittelten stationären Wasserspiegellagen. Die Abflussmodelle und die mit ihrer Hilfe berechneten Wasserspiegellagen werden in regelmäßigen Abständen aktualisiert. Durch die Nachführung dieser Daten in FLYS kann die Software nachhaltig für den Wasserstandsinformationsdienst und für wasserstandsbezogene Analysen an den Bundeswasserstraßen eingesetzt werden. Dabei nutzt FLYS nicht nur die beschriebenen Kerndaten (d. h. die Wasserstände), sondern bezieht vielfältige im Pre- und Postprocessing der Modellierung entstandene Geobasis- und Geofachdaten mit ein. Diese geben dem Anwender die Möglichkeit, die Daten und Analyseergebnisse aus allen denkbaren Perspektiven in der von ihm gewünschten Form zu betrachten und zu präsentieren.

Für einen strukturierten und intelligenten Zugriff auf diese Daten wurde in der FLYS-Version 2.1.3 der „Datenkorb“ entwickelt. Er unterstützt den Anwender in der Diagrammbearbeitung zur Erstellung von Ergebnisgrafiken. Als „hydrologisch intelligenter“ Datenkorb werden dem Nutzer in jeder grafischen Ansicht nur solche thematisch verwandten Informationen aus dem FLYS-Datenbestand zur Auswahl angeboten, die im Kontext der Berechnungsergebnisse und des gewählten Diagrammtyps fachlich sinnvoll sind.

In der fünften Entwicklungsphase, die die Software zu einem internet- und datenbankbasierten Fachdienst machte, wurde FLYS um ein neues Modul für morphologische Fragestellungen (GRÄTZ 2013, s. S. 96ff.) erweitert. Auch in diesem Modul stehen die Funktionen des Datenkorbs nun zur Verfügung. Darüber hinaus wurde der Datenkorb mit einer zusätzlichen Streckenintelligenz ausgestattet, die den Zugriff auf den Datenbestand für den Nutzer nochmals einschränkt und vereinfacht.

2 Daten und Datenmanagement in FLYS

Seit Inbetriebnahme von FLYS im Jahre 2004 hat sich den Wünschen der Nutzer in der BfG, der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) und den Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder folgend, nicht nur der Funktions- sondern auch der Datenumfang erheblich vergrößert. Um mit einem webbasierten Fachdienst weiterhin dynamisch auf den umfangreichen Informationsbestand zugreifen zu können, erfolgt die Datenhaltung nun nicht mehr in einem Dateisystem, sondern in einer zentralen Datenbank. Hierzu mussten die Struktur und die Inhalte des existierenden Dateisystems der Version FLYS 2.1.3 plausibilisiert und ggf. neu strukturiert werden. In diesem Zuge wurden – wenn möglich – redundant vorliegende Daten durch den Zugriff auf die originären Datenquellen ersetzt, so dass vor allem die hydrologischen Kerndaten (s. Kap. 1) in die FLYS-Fachdatenbank überführt werden mussten. Trotzdem wurde der Datenumfang erheblich erweitert, da für das neue Modul M-INFO nun auch ein großer Bestand an gewässermorphologischen Fachdaten vorliegt (GRÄTZ 2013).

Für den Zugriff auf offizielle, FLYS-externe Datenbanken und -bestände wurden neue Schnittstellen geschaffen. Die im Folgenden genannten Datenbanken sind nun fachlich und technisch an FLYS angebunden und somit für den Nutzer verfügbar:

- > **Abflusstafeldatenbank (AFT-DB) der BfG:** Diese Datenbank enthält den zurzeit umfangreichsten Bestand an aktuellen und historischen Abflustafeln (AFT) der Pegel an den Bundeswasserstraßen (BWaStr).
- > **SGM-Datenbank der WSV:** Diese Datenbank enthält die Stammdaten gewässerkundlicher Messstellen (SGM) der BWaStr und ist fachlich an FLYS angebunden. Dies bedeutet, dass – wie auch bei der AFT-DB – die vorhandenen Datenbestände in FLYS und SGM automatisiert und in regelmäßigen Abständen auf Konsistenz überprüft und ggf. aktualisiert werden.
- > **Sedimentdatenbank (SedDB) der BfG:** Die sedimentologische Datenbank der BfG enthält wichtige Daten für das Morphologie-Modul M-INFO und ist über einen Live-Zugriff an FLYS angebunden.

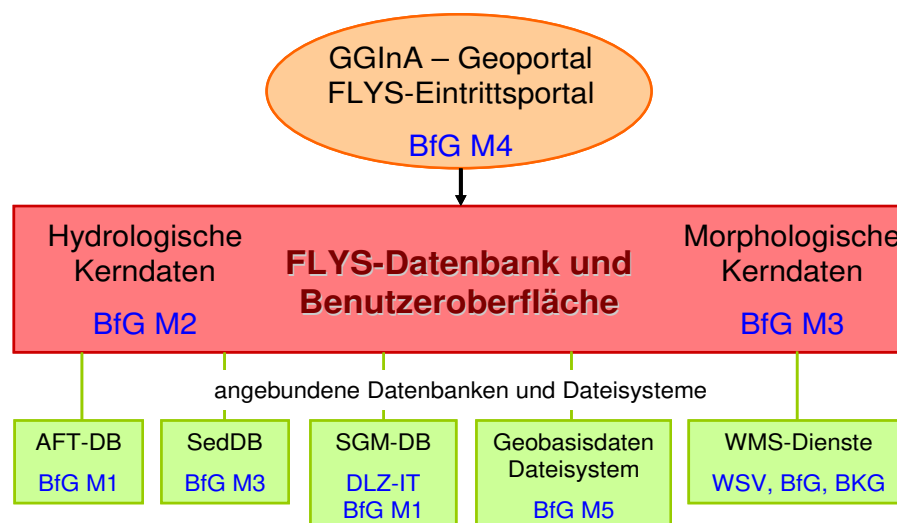


Abb. 1: FLYS-Fachdatenbank und die angeschlossenen offiziellen Daten der WSV und BfG

Zusätzlich kann im Kartenmodul, wie in FLYS 2.1.3 schon realisiert, der Zugriff auf Luftbilder und Kartenmaterial via Web-Map-Service (WMS) erfolgen. Zukünftig wird auch angestrebt, alle relevanten Geobasisdaten (vor allem digitale Geländemodelle), die in der BfG im Referat Geodäsie (M5) erstellt und verwaltet werden, ebenfalls an zentraler Stelle für FLYS abzulegen. Hier wird momentan noch auf einen redundanten Datenbestand in der FLYS-Fachdatenbank zugegriffen.

Eine detaillierte Zusammenstellung aller vorliegender Datentypen (sowohl in fachlicher als auch in technischer Hinsicht) und über die in FLYS verfügbaren Bundeswasserstraßen findet sich in (BUSCH 2013, s. S. 18ff.). Hierauf soll im folgenden Abschnitt nicht mehr näher eingegangen werden. Vielmehr soll im nächsten Kapitel der Fokus auf den Anwendungsmöglichkeiten des „intelligenten Datenkorbs“ liegen.

3 Nutzung des Datenkorbs in FLYS

Der Datenkorb unterstützt den Anwender in der Diagrammbearbeitung zur Erstellung von Ergebnisgrafiken. Als „hydrologisch intelligenter“ Datenkorb werden dem Nutzer in jeder grafischen Ansicht nur solche thematisch verwandten Informationen aus dem FLYS-Datenbestand zur Auswahl angeboten, die im Kontext der Berechnungsergebnisse und des gewählten Diagrammtyps fachlich sinnvoll sind. Diese Implementierung eines Themenfilters wurde bereits in der vorangegangenen Entwicklungsphase FLYS 2.1.3 realisiert. Im Datenkorb des neuen Fachdienstes wurde die hydrologische Intelligenz um eine „Streckenintelligenz“ erweitert. Dies bedeutet, dass aus den fachlich sinnvollen Daten nur solche im Datenkorb zur Verfügung gestellt werden, für die auch Werte in der mit dem Diagramm betrachteten Strecke vorliegen.

3.1 Der Datenkorb als Themenfilter am Beispiel eines Längsschnittdiagramms

Das Längsschnittdiagramm dient der Darstellung von Informationen entlang der ausgewählten Gewässerstrecke. In einem klassischen Längsschnittdiagramm, welches mit der gleichnamigen Berechnungsart in W-INFO erzeugt werden kann, lassen sich die Wasserstandsverhältnisse eines Gewässers im Überblick sehr gut darstellen. Sinnvolle Informationen, die der Datenkorb für das Diagramm „Längsschnitt“ anbietet, sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Mit einer durch FLYS generierten Wasserspiegellage für einen gewählten Gewässerabschnitt werden bei Wahl des Längsschnittdiagramms automatisch (d. h. *aktiv vorbelegt*) die Höhe des Wasserspiegels auf der Ordinate und die Stationierung des Gewässers auf der Abszisse dargestellt. *Inaktiv vorbelegt*, d. h. in der Themenliste des Diagramms aufgelistet, aber im Diagramm noch nicht dargestellt, wird der dem generierten Wasserstand zugrunde liegende stationäre Abfluss. Dieser wird bei Aktivierung (Anhaken in der Themenliste) anhand der rechten Ordinate quantifiziert. Der Datenkorb selbst hält weitere sinnvolle Informationen zur Vorauswahl bereit, wie Hochwasserschutzanlagen, Hochwassermarken, gemessene Wasserstände aus Wasserspiegelfixierungen, Staulinien, Gewässersohle und weitere Orts- bzw. Streckenangaben (Pegel, Brücken, Zuflüsse etc.). Diese kann der Anwender *optional* zu seinem Diagramm hinzufügen.

Abbildung 2 beschreibt anhand eines Beispieldiagramms für die Mosel nochmals die unterschiedlichen Datentypen und ihre Priorisierung.

Tabelle 1

Sinnvolle, vom Datenkorb angebotene Informationen im Diagrammtyp „Längsschnitt“

Thema	aktiv vorbelegt	inaktiv vorbelegt	optional
berechnete Wasserstände	x		
Abfluss zu den berechneten Wasserständen		x	
amtliche Wasserstände (für HQ ₁₀₀ und GIQ)	x		
Wasserspiegelfixierung(en)			x
Orts- und Streckenangaben (Zuflüsse, Brücken, Ortschaften, Pegel, Wehre, Häfen, etc.)	x		
Hochwasserschutzanlagen			x
Hochwassermarken			x
zusätzliche Längsschnitte, z. B. Staulinien (bei staugeregelten Gewässern), Talweg (Gewässersohle), mittlere Fließgeschwindigkeiten, Wasserstände für gleichwertige Abflüsse, etc.			x
eigene FLYS-Berechnungen			x
Wasserstände aus Basisdaten			x

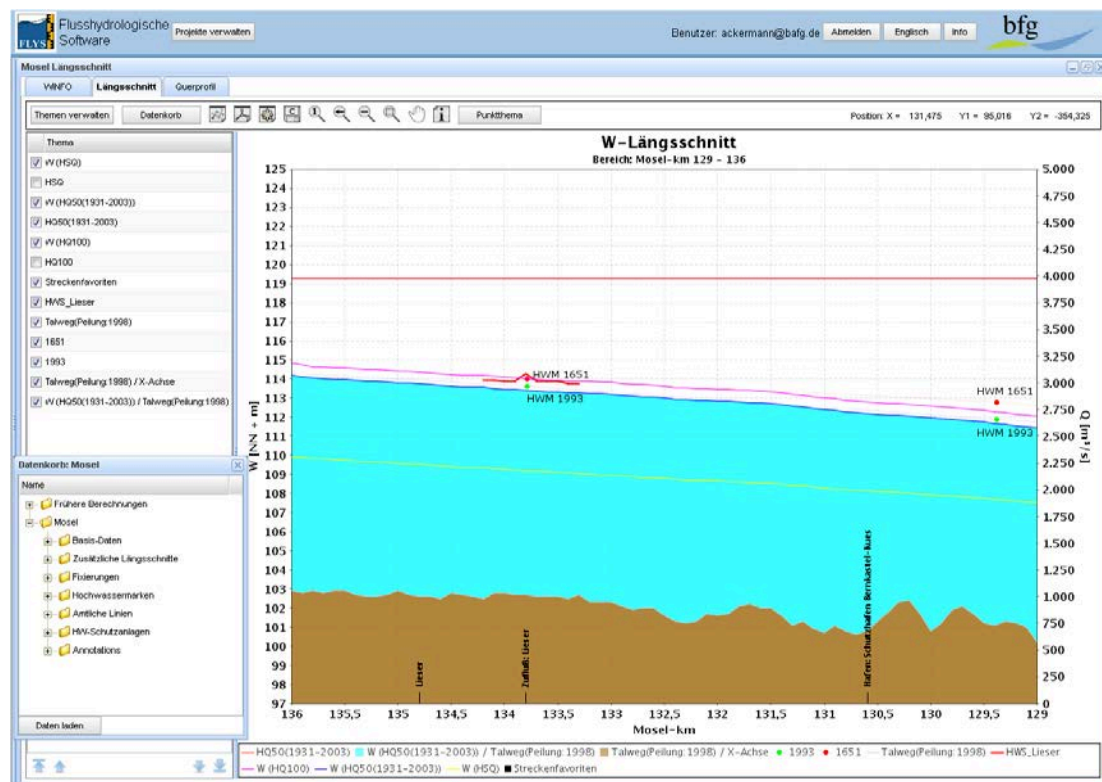


Abb. 2: Diagramm: Längsschnitt am Beispiel einer Gewässerstrecke an der Bundeswasserstraße Mosel

Eine mögliche mit dem Längsschnittdiagramm durchzuführende Analyse ist die gleichzeitige Darstellung von berechneten stationären Wasserspiegellagen in Zusammenhang mit den Höhen von Hochwasserschutzmaßnahmen, Hochwassermarken und Sohlhöhen bzw. Talwegen (s. Abb. 2). Aus dem Längsschnittdiagramm (s. Abb. 2) können für die gezeigte Moselstrecke folgende Informationen gewonnen werden:

- > Der Hochwasserschutz Lieser an der Mosel kehrt Hochwasserereignisse bis HQ_{50} .
- > Im Bereich des Hochwasserschutzes befindet sich eine Hochwassermarken des Ereignisses von 1651 im Bereich eines derzeitigen HQ_{100} . Eine Hochwassermarken von 1993 weist dem Ereignis für diesen Ort eine Wahrscheinlichkeit größer HQ_{50} zu.

Die im vorangegangenen Absatz für das Längsschnittdiagramm dargestellten Funktionen des Datenkorbs sind analog für alle weiteren in FLYS möglichen Diagrammtypen (Abflusskurve, Dauerlinie, Differenzendiagramm, Spezialdiagramme der Fixierungsanalyse, M-INFO-Diagramme, ...) verfügbar. Dies gilt auch für die Kartenansicht, wo jedoch beim hinzuladbaren Datenbestand naturgemäß ein stärkerer Fokus auf den Geobasis-/Geofachdaten (im Gegensatz zu den in Tabelle 1 beschriebenen hydrologischen Fachdaten) liegt.

3.2 Die neue „Streckenintelligenz“ des Datenkorbs

Hatte der Datenkorb bisher in FLYS nur die Funktion eines fachlichen und diagrammspezifischen Themenfilters (siehe Kapitel 3.1 / BfG 2009), so wurde dieser im neuen Fachdienst mit einer „Streckenintelligenz“ ausgestattet. Dies bedeutet, dass der Datenkorb nur noch solche Daten optional zur Verfügung stellt, die sich auf den vom Benutzer gewählten Gewässerabschnitt beziehen. Abbildung 3 macht den Unterschied anhand eines Vergleichs der Datenkörbe aus FLYS 2.1.3 (rechts) und Web-FLYS 3.0 (links) für einen Längsschnitt an der Mosel deutlich. Im „neuen“ Datenkorb (links) zeigt sich, dass bei einer durchgeführten Berechnung für die Berechnungstrecke im Bereich von Zell (Mosel-km 80 bis 90) über den Datenkorb nur noch in diesem Bereich vorliegende Hochwasserschutzanlagen hinzugeladen werden können. Im „alten“ Datenkorb (rechts), der noch keine Streckenintelligenz besitzt, werden noch alle im Datenbestand befindlichen Hochwasserschutzanlagen an der Mosel zur Auswahl angeboten.

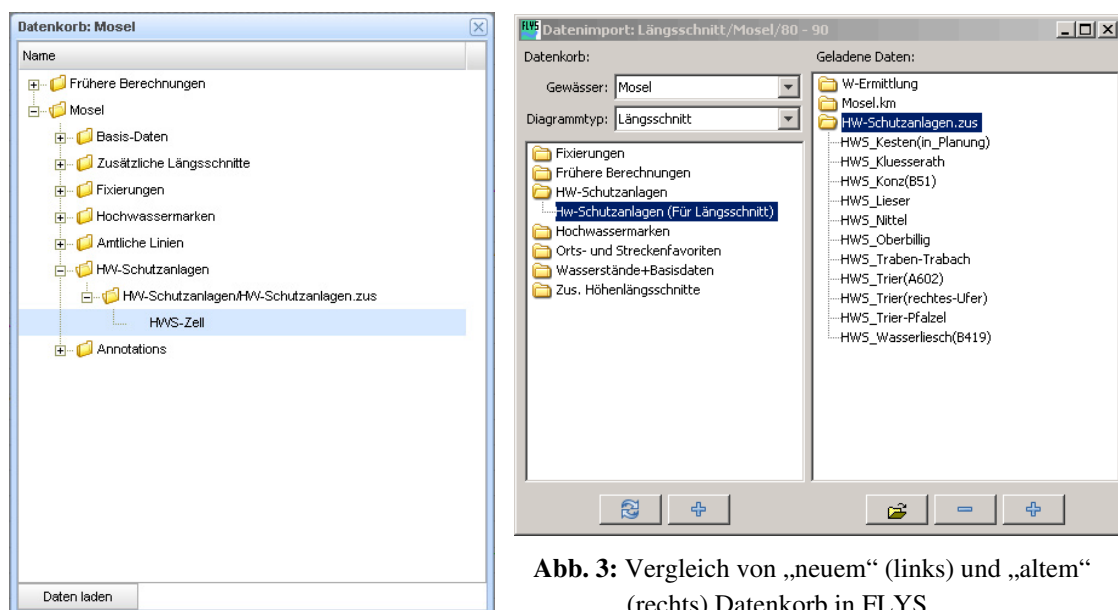


Abb. 3: Vergleich von „neuem“ (links) und „altem“ (rechts) Datenkorb in FLYS

3.3 Weitere Neuerungen für den Datenkorb

Nicht nur für die Anwendung, auch für die Administration des FLYS-Fachdienstes brachte die Weiterentwicklung des Datenkorbs positive Effekte mit sich. Der „neue“ Datenkorb ist frei konfigurierbar und kann in seiner Struktur ohne „Umprogrammierung“ der Software angepasst werden. Dies wird immer dann hilfreich werden, wenn neue Benutzeranforderungen auf die BfG zukommen oder bisher noch nicht berücksichtigte Datenbestände eingebunden werden sollen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der im Auftrag der BfG entwickelten Software FLYS steht dem Anwender ein einfaches und plattformübergreifendes Analyse- und Informationssystem zur Verfügung. Das System stellt die Ergebnisse von vorangegangenen mathematischen Abflussmodellen einheitlich über eine intuitiv zu bedienende Oberfläche bereit. Informationen können schnell erfasst und verständlich veröffentlicht werden. Hierbei spielt der in FLYS realisierte Datenkorb eine zentrale Rolle. In FLYS 3.0 wurden folgende Erweiterungen des Datenkorbs realisiert:

- > Der web- und datenbankbasierte FLYS-Fachdienst stellt erstmals für alle Benutzer die gleiche Benutzeroberfläche und den gleichen Datenbestand zur Verfügung.
- > Der Datenkorb wurde um den Bestand für morphologische Fragestellungen erweitert.
- > Datenredundanzen wurden durch Anbindung offizieller Datenbanken der WSV und der BfG reduziert.
- > Die Filterfunktionen des Datenkorbs wurden um die Komponente „Streckenintelligenz“ erweitert.

Perspektivisch können bei der Weiterentwicklung von FLYS nun die folgenden Funktionserweiterungen des Datenkorbs diskutiert werden:

- > Erweiterung des Datenbestands, z. B. um Daten aus dem Bereich der Ökologie
- > Anbindung weiterer offizieller Datenbanken (z. B. WSP-Fix der WSV, Festpunkt-Datenbank)
- > Verwaltung von Metadaten über den Datenkorb
- > erweitertes und verbessertes Hinzuladen von benutzerspezifischen Datenbeständen
- > benutzerspezifische Konfiguration des Datenkorbes durch den Anwender

5 Literatur

Bundesanstalt für Gewässerkunde (2009): Veranstaltungen 1/2009, Wasserstandsinformationssysteme der BfG für die Bundeswasserstraßen, Kolloquium am 24. März 2009 in Koblenz, 136 S.

BUSCH, N. (2013): Die Flusshydrologische Software FLYS – von den Anfängen bis hin zum webbasierten Fachdienst FLYS. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 18-31

GRÄTZ, D. (2013): Das neue Modul M-INFO in der FLYS-Anwendung – integrale Datenansichten und Datenhaltungen. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 96-112.



Kontakt:

Wolfgang Stürmer

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz
Tel.: 0261/ 1306 5245
Fax: 0261/ 1306 5280
E-Mail: stuermer@bafg.de

Jahrgang: 1961

1982-1989

Maschinenbaustudium an der FH Koblenz

seit 2010

Technischer Angestellter der Bundesanstalt für
Gewässerkunde, Koblenz

Projektbearbeitung (seit 2010):

Weiterentwicklung der Flusshydrologischen Soft-
ware FLYS der BfG

Weiterentwicklung der Vorhersagesoftware
WAVOS

Mitarbeit der Erstellung und Anwendung verschie-
dener SOBEK-Modelle für Bundeswasserstraßen



Kontakt:

Stefanie Ackermann

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz
Tel.: 0261/ 1306 5396
Fax: 0261/ 1306 5280
E-Mail: ackermann@bafg.de

Jahrgang: 1985

2008-2010

Ausbildung zur Vermessungstechnikerin beim
Wasser- und Schifffahrtsamt Aschaffenburg

seit 2012

Technische Angestellte der Bundesanstalt für Ge-
wässerkunde, Koblenz

Projektbearbeitung (seit 2012):

Unterstützung bei der Weiterentwicklung der
Flusshydrologischen Software FLYS der BfG

Pflege des Datenbestands der Flusshydrologischen
Software FLYS

Unterstützung bei der Erstellung und Anwendung
von SOBEK-Modellen

Datenbeispiel: Die Aufbereitung historischer Geodaten für FLYS – Die Binnenelbe um 1830/1850

Jochen Rommel

1 Einleitung

1.1 Relevanz von Altkarten

Aus dem Altkartenbild von Flussniederungen kann unter bestimmten Voraussetzungen der Referenzzustand der hydromorphologischen Struktur abgeleitet werden (FLEISCHHACKER & KERN 2011). Zustandsvergleiche dienen dem morphologischen Prozessverständnis unter Randbedingungen, die geringer anthropogen beeinflusst waren als derzeit, beispielsweise an der Elbe hinsichtlich laufverlegender Uferverformungen vor der wasserbaulichen Uferfixierung (ROMMEL et al. 2012b). Darüber hinaus erfordert die Analyse statistisch seltener Abflussereignisse den Rückgriff auf historische Ereignisse. Diese sind jedoch nur unter Berücksichtigung der wesentlichen Veränderungen im relevanten Abflussbett sinnvoll mit der Gegenwart vergleichbar (SCHUMACHER 2005).

1.2 Datenerarbeitung für FLYS

Aufgrund der genannten Bedeutung von Altgeodaten lag es nahe, die im Datenbestand der Flusshydrologischen Software FLYS zur Elbe bereits vorliegenden hydrometrischen Altdaten, durch Kartendaten zu ergänzen, wie etwa in der Form historischer Ufer- oder Deichlinien. Im Rahmen des EU-Interreg-Projekts „LABEL – Anpassung an das Hochwasserrisiko im Elbeinzugsgebiet“ und im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) bewerkstelligte der Autor die entsprechende Altkartenrecherche und Datenaufbereitung. Zu dokumentieren war die gesamte deutsche Binnenelbe unter Berücksichtigung von Überschwemmungsfächenkartierungen, soweit vorhanden. Die Elbe fließt dort frei mit Ausnahme eines 1960 bei Elbe-km 585,9 vor Hamburg erbauten Wehres als unterstromige Grenze der Dokumentationsstrecke. Die Bearbeitung wurde Anfang 2012 abgeschlossen und die Vorgehensweise und Erkenntnisse in einem BfG-Bericht festgehalten (ROMMEL et al. 2012a). Auf die Überschwemmungsfächenkartierungen wird im vorliegenden Beitrag nicht näher eingegangen.

2 Recherche

Im Hinblick auf die Dokumentationskriterien (Kap. 3.1) musste bei der Kartenrecherche die wasserbauliche und kartografische Entwicklung (Kap. 2.1f.) berücksichtigt werden. Es waren Kartenserien des 18. oder 19. Jahrhunderts zu ermitteln, die einerseits ausreichend spät entstanden, um kartografisch ausgereift zu sein, und andererseits früh genug datieren, um einen Zustand vor den intensiven Ausbauphasen der Elbe wiederzugeben.

2.1 Wasserbauliche Entwicklung (19. Jahrhundert)

Eindeichungen der Elbaue begannen im Verlauf des 12. Jahrhunderts und waren bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts bereits weit fortgeschritten. In der Reaktion auf extreme Hochwasser erfolgte bis etwa 1900 eine Ertüchtigung der Deiche und der Umbau zu einem schmaleren vereinheitlichten Hochwasserbett (Elbstrombauverwaltung 1898).

An der Binnenelbe sind Laufverkürzungen durch Mäanderdurchstiche vorwiegend für das 18. und 19. Jahrhundert dokumentiert (ROMMEL 2000). Abgesehen von zumeist lokalen Ufersicherungen begann der Ausbau nach einer politischen Übereinkunft der Anrainerstaaten (Elbschiffahrtskommission 1822) im 19. Jahrhundert und wurde regional unterschiedlich ab den 1830er- bzw. 1840er-Jahren verstärkt. Die hauptsächlichen Arbeiten bis zum durchgängigen Uferverbau mit Bühnen und Uferdeckwerken erfolgten im Zeitraum zwischen 1866 und 1888 (Elbstrombauverwaltung 1898).

2.2 Kartografische Entwicklung (18. und 19. Jahrhundert)

Bis etwa 1720 sind zur Elbe – mit wenigen Ausnahmen – nur qualitativ verwertbare Karten überliefert. Aus der Zeit um 1760 bis 1790 existieren einige Kartierungen, die größere Abschnitte der deutschen Binnenelbe abdecken (z. B. Sächsische Meilenblätter, Karte von Schulinburg-Schmettau, Kurhannoversche Landesaufnahme). Für Einzelheiten der Gewässerstruktur sind diese Karten meist zu grob angelegt. Die Kartografie war im 18. Jahrhundert durch Geheimhaltung in ihrer Entfaltung noch eingeschränkt und überwiegend nicht trigonometrisch fundiert (BR LGB 2009). Erst die Abschaffung der Leibeigenschaft der Bauern und die Agrarreform ab 1807 schufen die Voraussetzungen und den Bedarf für die Aufstellung eines kommunalen Grundstückskatasters mit entsprechend detaillierten lokalen Karten ab ca. 1820 (BR LGB 2009). Als Grundlage für die Flussbauarbeiten an der Elbe wurden spezielle Stromkartenserien im Zeitraum ca. 1817 bis 1855 geschaffen (ROMMEL et al. 2012a). Darüber hinaus wird die Elbe auf den systematischen topografischen Landesaufnahmen aus dem gleichen Zeitraum dargestellt (z. B. Preußische Urmesstischblätter). Die erste durchgängig einheitliche Elbstromkarte im Maßstab 1:10.000 wird 1885 herausgegeben (JÜNGEL 1993) und bildet eine Grundlage der Kartendarstellungen im Elbstromwerk (Elbstrombauverwaltung 1898).

2.3 Archive

Durch frühere Arbeiten für eine Studie zur Laufentwicklung der Binnenelbe im Zeitraum 1730 bis 1890 (ROMMEL 2000) war der Verfasser damit vertraut, dass relevante Altkarten zur Elbe vorwiegend in den Hauptarchiven der Bundesländer sowie Einrichtungen der Stiftung Preußischer Kulturbesitz in Berlin lagern.

3 Kartenauswahl

3.1 Kriterien

Die Altkartenbasis der Laufrekonstruktion sollte ein Maßstabsverhältnis von M 1:20.000 möglichst nicht unterschreiten (Detaillierung). Entsprechend der Reichweite des FLYS-Elbe-Systems war eine lückenlose Rekonstruktion auf 586 Flusskilometern gefragt. Der abgebildete Gewässerzustand sollte konsistent sein, d. h. ohne extreme Alters- und Maßstabssprünge.

Angestrebt war außerdem eine möglichst geringe anthropogene Beeinflussung im Mittelwasserbett. Vor diesem Hintergrund zielte die Recherche auf Stromkartenserien um M 1:5.000 aus der Zeit um 1830 (ca. 1820 bis 1840).

Die Überschwemmungsflächendokumentation sollte ein bis zwei Hochwasserereignisse vor dem Jahr 1900 mit möglichst weitreichender Abdeckung entlang der Binneneibe umfassen.

3.2 Ergebnis

Es wurde festgestellt, dass Überschwemmungsflächen vor 1900 entsprechend des oft regionalen Charakters extremer Hochwasserereignisse nicht mit der gewünschten Laufreichweite kartiert wurden. Kartierungen an der Unteren Mitteleibe ab der Havelmündung waren nicht zu ermitteln. Aufgenommen wurden Überschwemmungsgrenzen des Frühjahrshochwassers 1845 und Septemberhochwassers 1890 für Elbe-km 0 bis 121,7 (Königreich Sachsen).

Die konkurrierenden Kriterien für die Laufrekonstruktion konnten vollständig bzw. deutlich überwiegend eingehalten werden:

Tabelle 1

Abdeckung der Kartenauswahlkriterien für die Laufstrecke der deutschen Binneneibe

Kriterium	Einhaltung in Längsrichtung [100 % : auf 586 Fluss-km]	Hinweis
Detaillierung M 1: ≤ 20.000	95 %	M 1:25.000 für je ca. 15 Fluss-km um Elbe-km 264 und 484
Durchgängige Rekonstruktion	100 %	
Alter um 1830	79 %	Zustand „um 1850“ für Elbe-km 229-269 und 502-586

Abstriche mussten vor allem hinsichtlich des Zielalters „um 1830“ gemacht werden. Im Längsverlauf wurde auf ca. 125 Fluss-km (21 % der Gesamtlänge) auf Kartierungen „um 1850“ ausgewichen. Dies betraf vor allem die unterste Laufstrecke ab Elbe-km 502. Dort wurde die Elbe zwar in den 1820er-Jahren kartiert, die Karten sind jedoch nur lückenhaft überliefert, so dass zugunsten der Konsistenz stattdessen Stromkarten aus dem Zeitraum 1848 bis 1861 herangezogen wurden. Somit ist die Rekonstruktion dort vergleichsweise stärker verkehrswasserbaulich beeinflusst. Auf den 40 Kilometern ab Elbe-km 229 ist das Alter (1842) der genutzten Stromkarten weniger gravierend, da im Herzogtum Anhalt der Uferverbau relativ spät intensiviert wurde (JÜNGEL 1993). Mit einer Altersspanne von 1817 bis 1838 wird die überwiegende Kartenbasis „um 1830“ als ausreichend konsistent eingestuft. Die stromwasserbauliche Beeinflussung ist in der Regel überschaubar (91 % unverbaut für zwei Beispielstrecken in ROMMEL et al. 2012b) und wurde im Rahmen des Projektes dokumentiert (s. Abb. 3). Dadurch sind die wichtigsten Voraussetzungen für die Auswahl von Referenzstrecken zur hydromorphologischen Struktur erfüllt (FLEISCHHACKER & KERN 2011). Quer zur Fließrichtung sollte die Rekonstruktion das Überschwemmungsgebiet der Elbe in der um 1830/1850 eingedeichten bzw. durch natürliche Höhen begrenzten Breite abdecken.

Historische Elbstromkarten sind in der Hochwasserbreite oft unvollständig, weil sie als Arbeitskarten im Maßstab um 1:5.000 handhabbare Kartenflächen aufweisen mussten. Dadurch entstand bei der Rekonstruktion breiter Elbauen für das Projekt die Notwendigkeit, Stromkarten mit topografischen Karten im Maßstab 1:25.000 zu kombinieren (Abb. 1), wodurch sich zwangsläufig lokale Inkonsistenzen durch Alters- und Maßstabssprünge ergaben (Abb. 4).

Die Flussläufe und Siedlungsflächen der Abb. 1 entsprechen den gegenwärtigen Verhältnissen.

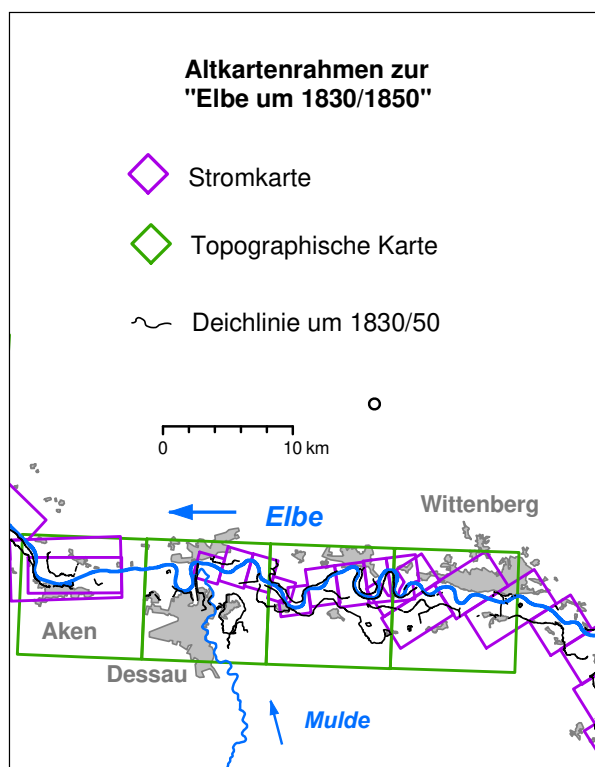


Abb. 1:
Altkartenabdeckung der Elberekonstruktion
anhand von Kartenrahmen.
Ausschnitt Elbe-km 204-282. Aus: Anhang zu
ROMMEL et al. (2012a), verändert.

4 Geodatenbearbeitung

4.1 Kartenreproduktion und Georeferenzierung

Alle recherchierten Elbe-Altkarten wurden in einer BfG-internen Metadatenbank erfasst, welche die Fortschreibung einer Kartenerfassung zur Elblaufentwicklung ELWICK (ROMMEL 2000) darstellt. Die dabei erzeugte ELWICK-ID dient als Schlüssel zum Kartenverzeichnis im Projektbericht (ROMMEL et al. 2012a) und zu der Georeferenzierungsdokumentation der genutzten Einzelkartenblätter. Tabelle 2 zeigt exemplarisch die Angaben zu den bei der Stadt Aken (Elbe-km 275,5) verwerteten Kartenblättern. Der Ausschnitt aus der Dokumentation der Kartenrahmen in Abb. 1 zeigt, dass in der Überlieferung von Stromkarten um 1830/50 bei Dessau eine Lücke besteht, die anhand von topografischen Altkarten geschlossen wurde. Diese Karten waren in dem Elbabschnitt der Abb. 1 auch deshalb erforderlich, weil der Darstellungsbereich der Stromkarten teils sehr eng dem Fluss folgt (Abb. 2) und das Überschwemmungsgebiet unvollständig abdeckt (siehe Deichlinien in Abb. 1).

Tabelle 2

Angaben zu Einzelkartenblättern der Elblaufrekonstruktion und ihrer Georeferenzierung
(ROMMEL et al. 2012a)

Elbe-km von	bis	Alter um 1830/50	Blatt- Bez.	Maßstab	Pass- punkte	RMS ¹ [m]	Hinweis	ELWICK- ID ¹
267,0	281,4	1852	(2313)	1:25.000	10	9,95	Preuß. Urmesstischblatt [Aken]	211
269,3	279,2	1826	-	1:10.000	8	12,74		43
269,3	281,1	1838	1a	1:20.000	6	7,77		120

¹Erläuterung der Abkürzungen RMS und ELWICK-ID im Text.

Als Vorarbeit zur Abzeichnung von Objekten für die FLYS-Datenhaltung wurden in der Regel durch archiveigene Werkstätten rund 200 Kartenblätter für die BfG digital reproduziert, und davon 183 georeferenziert. Mit Rücksicht auf vorliegende Vergleichsdaten wurden die Karten in den herkömmlichen Gauss-Krüger-Koordinatensystemen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) der Elbe georeferenziert, die noch vom geteilten Deutschland herühren.

Unter einer Georeferenzierung versteht man die Zuordnung von Geodaten zu einem Koordinatenraum unter Nutzung einer Karten- oder Luftbildreferenz und Passpunkten. Dabei verbleibt durch Ungenauigkeiten eine Restspannung zwischen dem Lagebezug der Passpunkte, der als RMS-Fehler (root mean square) aus der Wurzel der durchschnittlichen quadratischen Abweichung ermittelt wird. Der RMS-Wert in Metern jedes einzelnen Passpunktes hilft dabei, ungeeignete Passpunkte zu eliminieren (Ausreißer). Der RMS-Mittelwert aller Punkte einer Karten-Georeferenzierung ist darüber hinaus ein Anhalt dafür, mit welchen Verzerrungen im georeferenzierten Kartenbild zu rechnen ist (BEINEKE 2001) und wurde neben der Passpunktanzahl dokumentiert (Tabelle 2). Der bei der Georeferenzierung erzielte RMS-Gesamtdurchschnitt beträgt 8,95 m, wobei gewöhnlich die Stromkarten im Maßstab von 1:3.900 - 1:10.000 deutlich geringere, d. h. bessere Werte aufweisen als die Karten im Maßstab 1:20.000 - 1:25.000 (Werte in Tabelle 2: Ausnahme). Die Genauigkeit der digitalisierten Geometrien (Kap. 4.2) wird aus den bei der Bearbeitung gesammelten Erfahrungen auf ca. das Doppelte des RMS-Fehlers geschätzt, d. h. zu durchschnittlich 10 m bzw. 50 m für die beiden genannten Maßstabsbereiche (ROMMEL et al. 2012a).

4.2 Digitalisierung und begleitende Sachdaten

Mit der Reproduktion von Karten staatlicher Archive (Beispiel in Abb. 2) erwirbt man ein Einzelnutzungsrecht, weshalb die georeferenzierten Altkarten bei der BfG verbleiben, wohingegen die davon auszugsweise abgeleiteten Geodaten (Abb. 3 und 4) über die BfG hinaus wissenschaftlich verfügbar sind. Für die Digitalisierung ausgewählt wurden Uferlinien einschließlich Inseln, Uferbauwerken und Deichlinien sowie Altgewässer im historischen Überschwemmungsgebiet. Im GIS wurde übergreifend im Arbeitsmaßstab M 1:3.000 gearbeitet, um eine möglichst gleichförmige Detailauflösung zu erzielen. Flächenobjekte unter ca. 100 m² und weniger als ca. 5-10 m breite Wasserläufe entfielen, da sie in den mit 1:25.000

am größten aufgelösten Grundlagenkarten maßstabsbedingt nicht mehr dargestellt waren bzw. im Arbeitsmaßstab nicht mit vertretbarem Aufwand durch getrennte Uferlinien gezeichnet werden konnten. Somit fehlen kleinste Sandbänke und Altwasser respektive schmale Gewässer und Entwässerungsgräben in der Rekonstruktion.

Neben der Kartenkennung (ELWICK-ID) und dem Kartenmaßstab wurden je nach Objektart verfügbare Altersattribute beigefügt und die Objekte kategorisiert, wie beispielsweise die Strombauwerke in Buhnen und Ufersicherungen (Abb. 3). Zur hydrologischen Einstufung der Uferlinien und Altwässer relevante Kartierungswasserstände sind nur auf einem Teil der Altkarten eingetragen. Gegebenenfalls sind diese Wasserstände mit Bezug auf den zugeordneten Pegel und Hauptwerte der ältesten im Elbstromwerk (Elbstrombauverwaltung 1898) verfügbaren Zeitreihe den Attributtabelle der Kartenrahmendaten (Abb. 1) zu entnehmen. Eine Übersicht der Geodatenattribute enthält ROMMEL et al. (2012b), weitergehende Angaben finden sich im Projektbericht (ROMMEL et al. 2012a).

4.3 Geodatenbeispiel

Abbildung 2 zeigt einen Altkartenausschnitt bei Elbe-km 275-276 mit am unteren Ufer ab 1819 datierten Buhnen (s. Abb. 3), die offenbar dem Uferschutz an einer Inselumläufigkeit dienten. Das im Kartenbild obere Ufer ist abgesehen von einer schraffierten Ufersicherung nahezu unverbaut. Das Fehlen vegetationsfreier Uferbänke lässt auf eine Kartierung bei Mittelwasser schließen. Die Kartendarstellung beschränkt sich auf einen uferbegleitenden Streifen. Abbildung 3 erläutert im Vergleich zur Uferlinie 2010, welche flussnahen Objekte auf der Grundlage dieser Karte von 1826 digitalisiert wurden. Nur Altwasser innerhalb des Deichvorlandes wurden berücksichtigt und die Digitalisierung der Deichlinie an der flächigen Hochlage in der Stadt Aken unterbrochen.

Aufgrund der begrenzten Darstellungsreichweite der dargestellten Stromkarte wurde das flussferne Überschwemmungsgebiet (Abb. 4 oben) auf der Basis des topografischen Urmess-tischblattes *Aken* von 1852 rekonstruiert, da keine geeignete ältere Karte zur Verfügung stand. Die Gesamtrekonstruktion der „Elbe um 1830/50“ beinhaltet im Beispielabschnitt also eine zeitliche Inkonsistenz: Ein Polderdeich wurde nach 1826 verändert und war bis 1852 von einem Deichbruch betroffen, wofür ein großes Kolk-Altwasser (rechts oben in Abb. 4) spricht, das im 26 Jahre älteren Zustand (rechts oben in Abb. 3) fehlt.

Die teilweise aus mehreren Altkarten zusammengesetzte Rekonstruktion ging an den Übergängen teilweise mit Lageversätzen einher. Daher wurde entschieden, zwei Versionen der Altzustandsdokumentation zu erstellen (ROMMEL et al. 2012a):

- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| 1. Version „Geglättet“ | „Elbe um 1830-50“ |
| 2. Version „Detailerhalt“ | „Elbe um 1830“ + „Elbe um 1850“ |

Für die Version 1 wurden alle Geodaten zusammengefasst und an den Altkartenübergängen auftretende Ufer- oder Deichlinienversätze geglättet. In der 2. Version blieben die Alterskategorien getrennt und größere Lagespannungen wurden zur Transparenz der begrenzten Passgenauigkeit der heterogenen Altkartenbasis beibehalten. Durch Überblendung beider Versionen kann lokal nachvollzogen werden, welche Glättungen erfolgten. Anhand der Geodatenattribute ist auch für die zusammenfassende Rekonstruktion der „Elbe um 1830-50“ belegt, auf Karten welchen Alters und Maßstabs die jeweiligen Objekt(abschnitt)e beruhen.

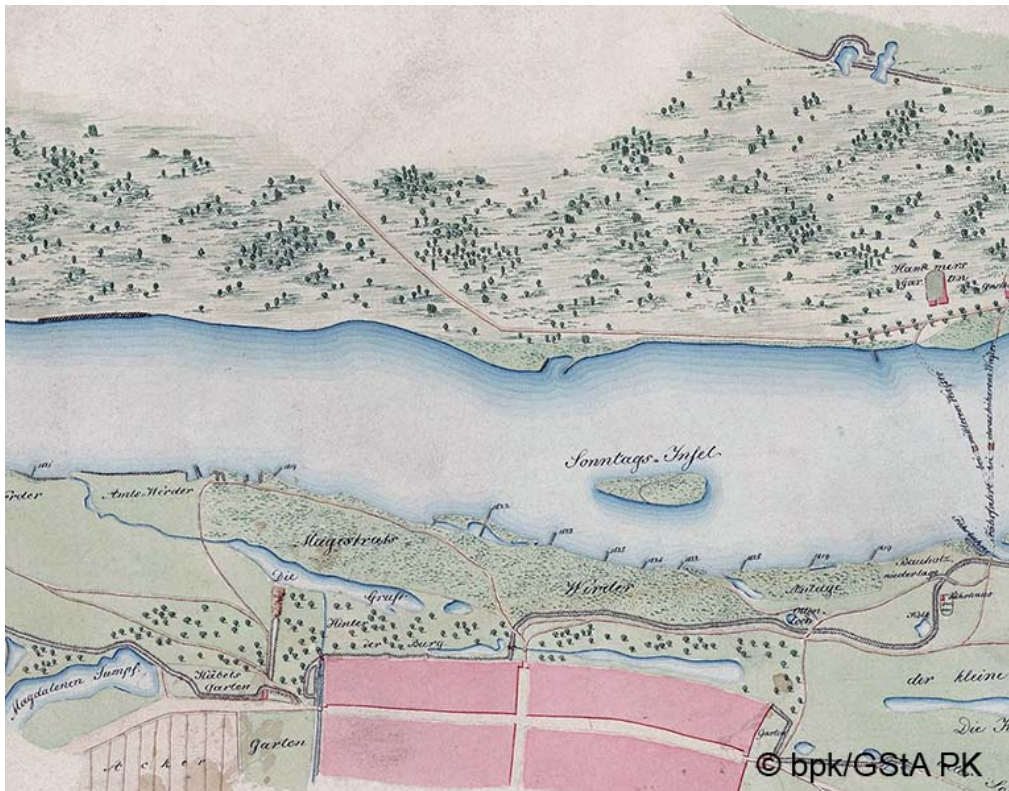


Abb. 2: Elbstromkarte 1826 bei Aken (Elbe-km 275f.) mit altersdatierten Bühnen am stadtseitigen Ufer. Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz Berlin, XI. Hauptabteilung Allgemeine Kartensammlung Signatur C 50.362, veränderter Ausschnitt. Original M 1:10.000, verkleinert. Karte genordet, Fließrichtung links.

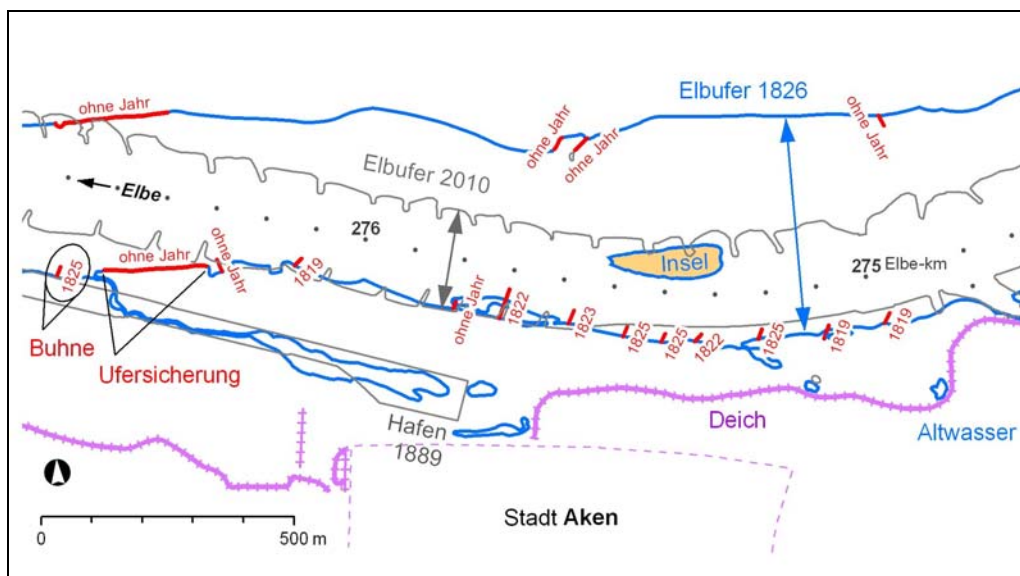


Abb. 3: „Elbe um 1830“ - flussnah vektorisierte Objektauswahl zum Altkartenausschnitt bei Aken (Abb. 2) im Abgleich zur Uferlinie 2010 (Mittelwasser) der Digitalen Bundeswasserstraßenkarte 1:2.000 © 2010ff, WSV. Strombauwerke mit Baujahr. Siehe Abb. 4 zur Attributierung der Deichlinien

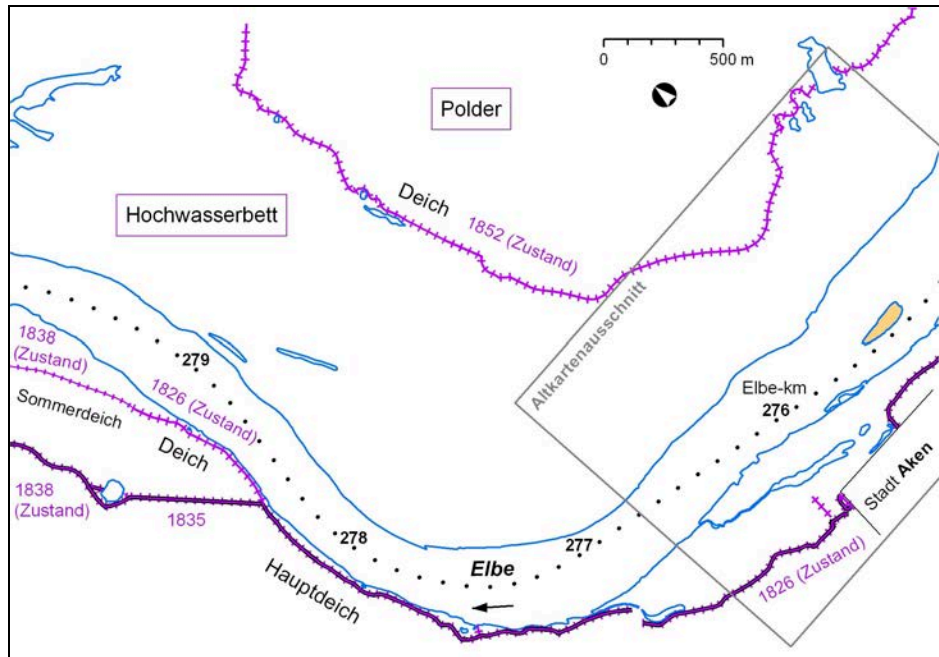


Abb. 4: Typisierung und Alterszuordnung von Deichen der „Elbe um 1830/50“ bei Aken, (Elbe-km 275-280 auf aktueller Gewässerachse), abgeleitet von drei Altkarten (Tabelle 2, linker Rand Abb. 1). Aus ROMMEL et al. (2012a), verändert. Strombauwerke nicht dargestellt. Rechteck: Lage Altkartenausschnitt in Abb. 2

5 Zusammenfassung und Ausblick

Zur Ergänzung der Elbe-Datenbasis der Flusshydrologische Software FLYS wurden historische Geodaten recherchiert und aufbereitet (ROMMEL et al. 2012a). In Anbetracht der Entwicklungen von Uferausbau und Kartografie bestand die Zielsetzung darin, einen wenig verkehrswasserbaulich beeinflussten Zustand der Elbe in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts zu rekonstruieren. Überwiegend konnten hierzu Stromkarten im Maßstab 1:4.000 bis 1:20.000 der Zeit um 1830 herangezogen werden. Aufgrund von Lücken der Kartenüberlieferung und zur Abdeckung des Überschwemmungsgebietsbreite wurde diese Altdatengrundlage durch topografische Karten M 1:25.000 und Kartierungen der Zeit um 1850 ergänzt.

Die Lagegenauigkeit der abgeleiteten Daten wird auf rund 10 m bis 50 m geschätzt und sinkt in der Regel mit dem Maßstabsverhältnis der Kartengrundlage. Digitalisiert wurden Ufer- und Deichverläufe sowie Inseln und Altwasser innerhalb des eingedeichten Überschwemmungsgebietes der deutschen Binnenelbe. Damit liegt – erstmals durchgängig georeferenziert – ein historisches Gesamtbild der „Elbe um 1830/1850“ zwischen Schöna und Geesthacht (Elbe-km 0-586) vor. Die dokumentierten Verhältnisse unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht von der Gegenwart, da der Großteil der wasserbaulichen Umgestaltung der Elbufer um 1850 noch bevorstand. Diese Umgestaltung schlug sich im Kartenbild vor allem in der Einengung des Mittelwasserbettes (Abb. 3) und dem Verlust nahezu aller Elbinseln nieder. Im Hochwasserbett wurden seit der Mitte des 19. Jahrhunderts die Deichlinien in mehreren Laufabschnitten einschneidend verändert. Zusätzlich zu der Gesamtreakonstruktion wurden für den oberstromigen Abschnitt bei Elbe-km 0 bis 122 kartierte Überschwemmungsgrenzen der extremen Hochwasser von 1845 und 1890 aufgenommen.

Die vektorisierten Geodaten und begleitend erhobene Objektattribute sind über FLYS zur wissenschaftlichen Auswertung verfügbar. Die um 1830/1850 bereits vorliegende bauliche Beeinflussung kann anhand der ebenfalls digitalisierten historischen Buhnen und Ufersicherungen nachvollzogen werden.

Erste exemplarische Nutzungen der Altgeodaten durch ROMMEL et al. (2012b) veranschaulichen das Auswertungspotenzial hinsichtlich hydromorphologischer Strukturen und ihrer Veränderung. Darüber hinaus bieten die Daten Nutzungsperspektiven für bodenkundliche, ökologische und hydrologische Fragestellungen. Hierzu wäre es hilfreich, auf der Grundlage der georeferenzierten Karten weitergehende Digitalisierungen vorzunehmen (beispielsweise zur Vegetation/Landnutzung), die im Aufwandsrahmen des abgeschlossenen Dokumentationsprojektes (ROMMEL et al. 2012a) nicht realisierbar waren.

Danksagung

Der Autor dankt Norbert Busch und Marcus Hatz vom Referat M2 der BfG für die bezüglich der Elbeforschung weitsichtige Beauftragung und fachlich engagierte Unterstützung des Projektes samt seiner Dokumentation. Ein besonderer Dank geht an Tobias Weniger aus Halle, der im Unterauftrag einen großen Teil zur aufwändigen Erarbeitung der Geodaten beitrug.

Literatur

- BEINEKE, D. (2001): Verfahren zur Genauigkeitsanalyse von Altkarten. – Schriftenreihe Studiengang Geodäsie und Geoinformation 71, Universität der Bundeswehr, München.
- BR LGB (Hrsg.) (2009): Die Vermesser am Fluss. Was historische und aktuelle Vermessung und Kartographie zum Biosphärenreservat Flusslandschaft Elbe-Brandenburg erzählen. - Begleitband z. Ausstellung. Biosphärenres. Flusslandschaft Elbe-Brandenburg (BR), Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB), Potsdam.
- Elbschiffahrtskommission (Hrsg.) (1822): Elbe-Schiff-Fahrts-Acte vom 21. Juni 1821 - aus dem Wiener Kongress (1814/15) hervorgegangener Vertrag der Uferstaaten. Kaiserl. Königl. Hof- u. Staats-Druckerei, Wien.
- Elbstrombauverwaltung (Hrsg.) (1898): Der Elbstrom, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse (Elbestromwerk) – Reimer, Berlin. Mehrere Bände und Atlas.
- FLEISCHHACKER, T. & K. KERN (2011): Hydromorphologische Referenzbedingungen an Wasserstraßen. - In: Veranstaltungen 1/2011 „Erfassung und Bewertung des hydromorphologischen Zustandes in Wasserstraßen“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 70-77.
- JÜNGEL, K. (1993): Die Elbe – Geschichte um einen Fluß. Anita Tykve, Böblingen.
- ROHDE, H. (1971): Eine Studie über die Entwicklung der Elbe als Schifffahrtsstraße - Mitt. des Franziskus-Instituts für Grund- u. Wasserbau der Techn. Univ. Hannover, Heft 36.
- ROMMEL, J. (2000): Laufentwicklung der deutschen Elbe bis Geesthacht seit ca. 1600. Studie im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.
- ROMMEL, J., M. HATZ, N. BUSCH (2012a): Recherche und Aufbereitung von Inhalten historischer Karten der Elbe zur Nutzung in der Flusshydrolog. Software FLYS. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Bericht BfG-1724, Koblenz.
- ROMMEL, J., M. HATZ & T. WENIGER (2012b): Verlaufsrekonstruktion der deutschen Binnenelbe um 1830/1850 zur Bearbeitung hydromorphologischer Fragestellungen im Zuge der Umsetzung europäischer Rahmen- und Managementrichtlinien, Hydrologie und Wasserbewirtschaftung Jahrgang 56, Heft 6, S.306-319.
- SCHUMACHER, U. (2005): Historic Maps promote recent Flood Risk Research – the Case of the Upper Elbe River. In Internat. Cartogr. Assoc. (Hrsg): XXII. Internat. Cartographic Conference, 2005. Mapping approaches into a changing world. A Coruna.



Kontakt:

Jochen Rommel

Geowissenschaftliches Büro
Batschenhofer Str. 6
73569 Eschach
Tel.: 07175/ 922466
E-Mail: geo-rommel@web.de

Jahrgang: 1969

1991-1998

Studium Diplom-Geologie an der Universität
Karlsruhe und Univ. of Massachusetts, Amherst

1998-2001

Freier Mitarbeiter der ECOS Umwelt, Gesell. f.
techn. u. wissensch. Umweltschutz mbH, Aachen

seit 1999

Selbständiger Naturwissenschaftler
(Flussmorphologie, Historische Geographie, GIS)

Projektauswahl (Auftraggeber):

- 1999-2001: Laufentwicklung der dt. Elbe (BfG)
- 2002 Künstliche Gewässer Baden-
Württemberg nach Altkarten (RIVER
CONSULT)
- 2003-2010: Ufer- u. Vorlandauflandung der dt.
Binnenelbe seit 1850 (BAW)
- 2004-2005: Historische Entwicklung des Nieder-
rheins und seiner Vorländer als Folge
des Bergbaus (BAW)
- 2010-2011 Genehmigungsplanung Altwasseran-
bindung Elbe-km 541,3 in Koop. mit
RIVER CONSULT (Biosphärenreservat
Niedersächsische Elbtalau)
- 2011-2012 Rekonstruktion der dt. Binnenelbe
um 1830/1850 zur Nutzung in FLYS
(BfG)

Datenausblick: Wie Rohdaten und Ergebnisse der Klimaforschung verfügbar gemacht werden – KLIWAS und GGInA

Stefan Albert und Klaus Fretter

1 Einleitung

1.1 Was ist KLIWAS?

Die Abkürzung KLIWAS steht für **“Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt – Entwicklung von Anpassungsoptionen“** – ein Ressortforschungsprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Es wurde im März 2009 gestartet, die Laufzeit ist derzeit bis Ende 2013 ausgelegt. In KLIWAS arbeiten die vier Fachbehörden des BMVBS zusammen: die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und der Deutsche Wetterdienst (DWD). Ziel ist die Erforschung der Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt sowie die Entwicklung von Anpassungsoptionen. Detaillierte Informationen zum Forschungsprogramm sind auf der KLIWAS-Website (<http://www.kliwas.de>) zu finden.

KLIWAS deckt ein sehr breites fachliches Spektrum ab, in dessen Rahmen eine Fülle unterschiedlichster Datenprodukte erzeugt wird. KLIWAS ist in fünf Vorhaben unterteilt, welche wiederum jeweils ungleichmäßig in Projekte aufgeteilt sind, so dass insgesamt 30 verschiedene Projekte existieren. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ("Modellierer") in diesen 30 Projekten erzeugen Datenprodukte, welche angemessen, also nach wissenschaftlichen Standards, verwaltet werden müssen.

1.2 Was ist GGInA?

Hydrologische und wasserwirtschaftliche Daten sind in der Regel Geodaten. Die Information des Raumbezuges ist elementar, um Daten in thematischen Karten zu präsentieren und per Mausklick auswerten zu können: *Wo liegt was? Was ist in der Nähe? Was genau wurde dort gemessen oder beobachtet? Was passiert an dieser Stelle, wenn sich ein Umweltparameter, z. B. der Wasserstand ändert?* Diese Fragen zeigen, dass der Umgang mit Geodaten zu den täglichen Aufgaben in der BfG gehört. Als nationale, wissenschaftliche Institution begegnet die BfG dem Thema sowohl auf der konzeptionellen als auch auf der operativen Ebene.

Mit dem BfG-Geoportal „GGInA“ (Gewässerkundliches Geographisches Informations- und Analysesystem) steht verwaltungsintern und öffentlich der Zugang zu einer modernen Geodateninfrastruktur (GDI) zur Verfügung. Über das Geoportal mit seinen standardisierten offenen Systemschnittstellen besteht ein webbasierter Zugang zur Welt der BfG-Geodaten für Mensch und Maschine (<http://geoportal.bafg.de>).

Über das BMVBS- und BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)-fokussierte Engagement hinaus ist die BfG als zentraler Dienstleister für die Wasserwirtschaftsverwaltungen der Bundesländer im Auftrag der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) tätig. Die folgenden Aspekte werden von GGInA adressiert:

- > Alle relevanten und in der BfG digital verfügbaren Ressourcen (i.w.S. Umweltinformationen) mit und ohne Raumbezug
 - sichten, ordnen und beschreiben,
 - „einfach“ zugänglich machen durch
 - o eine Katalogrecherche (anstatt „Ich kenne eine(n), der/die etwas darüber weiß“),
 - o eine kartenbasierte Auskunftsanwendung: den „Map Explorer“,
 - o spezielle Fachanwendungen wie z. B. FLYS, die Sediment-Datenbank oder das Sedimentkataster WSV-Lab.
- > Anschluss an andere Dienste-Anbieter über standardisierte Schnittstellen (v. a. GDI-DE-konform)
- > Präsentation in einem Webportal, nutzbar für Partner und Dritte, geschützt vor „Unbefugten“

Im Ergebnis soll GGInA als Werkzeug dazu dienen, die Aufgaben mithilfe der bestmöglichen Informationen effizienter erledigen zu können.

2 KLIWAS-Methoden und GGInA-Komponenten

2.1 KLIWAS-Methoden zur Bereitstellung von Datenprodukten

2.1.1 Motivation/Leitfaden

Wie erwähnt werden in KLIWAS viele Datenprodukte von den beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern erstellt. Diese Datenprodukte müssen verwaltet werden. Dazu wurde im Oktober 2011 ein **Leitfaden** mit dem Titel "Dokumentation und Versionierung von Datenprodukten der KLIWAS-Modellkette" (Version 0.1) ausgearbeitet.

Dieser **Leitfaden**, der zur Zeit die Version 1.6* hat, dient dazu, eine verlässliche und im gesamten KLIWAS-Programm abgestimmte und vereinbarte Grundlage für die Handhabung und Verwaltung (das heißt vor allem: Versionierung, Dokumentation, Veröffentlichung) der Datenprodukte aus allen KLIWAS-Projekten zur Verfügung zu haben, in dem verbindlich vereinbart ist, wie Datenprodukte und deren Metadaten zu benennen, zu versionieren und zu veröffentlichen sind.

* Bezeichnung der Datei auf der projektspezifischen Kommunikationsplattform (BSCW-Server) ist "8_2012_Leitfaden_Dokumentation_KLIWAS_V1_6_20130320.pdf "

2.1.2 Namenskonvention

Für die Ablage von Daten mit komplexem Entstehungshintergrund ist die Einhaltung einer Namenskonvention erforderlich. Aus der Dokumentation in den Metadaten bzw. an den Datei- und/oder Verzeichnisnamen werden die Stufen der KLIWAS-Modellkette kenntlich gemacht. Voraussetzung für die Durchsetzung einer einheitlichen Namenskonvention war die Benennung aller in KLIWAS verwendeten Modelle. Die Festschreibung der Modellnamen erfolgte im **Leitfaden**, der somit als **Referenzdokument** dient.

Für den Teil der Modellkette *Emissionsszenario/globale Klimamodelle/regionale Klimamodelle* wurde ein Akronym eingeführt.

Im Leitfaden findet man die Tabelle des in KLIWAS eingebrachten 19er-Ensembles. Zusätzlich erhält man die Informationen zu den in der Namenskonvention angewandten Akronymen von Emissionsszenario (Greenhouse Gas-(GHG-) Forcing), Globalmodell (GCM), Regionalmodell (RCM), räumlicher Auflösung, zeitlicher Auflösung, Zeitspanne, Variablenamen sowie statistischen Downscaling- und Biaskorrekturverfahren. Zur Erklärung des Dateinamens dient das Beispiel in Abb. 1.

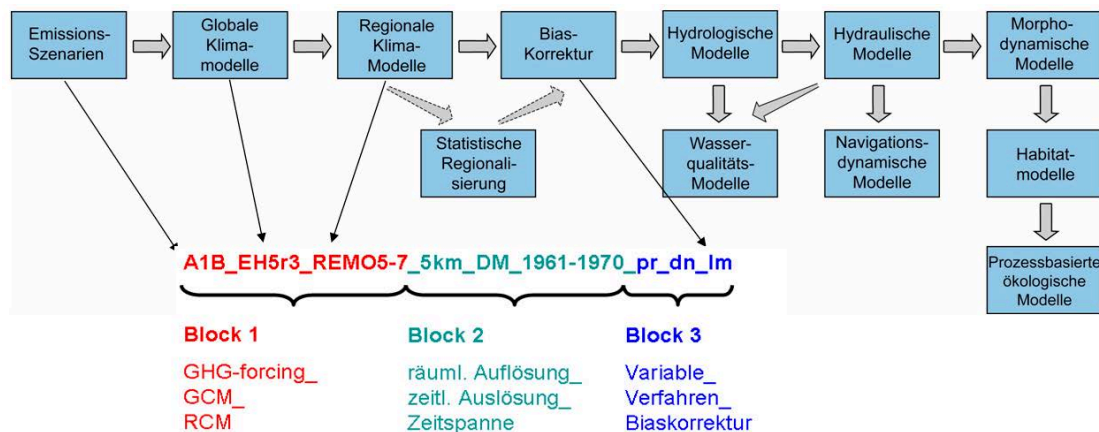


Abb. 1: Aufbau der Namenskonvention am Beispiel des KLIWAS-Projektes 1.02

Der Dateiname besteht aus 3 Blöcken: Beginnend mit der im Akronym festgesetzten Kombination des GHG-Forcing, der GCM und RCM (A1B_EH5r3_REMO5-7), gefolgt von einigen Zusatzinformationen, wie räumliche und zeitliche Auflösung sowie der Zeitspanne, die der Datensatz abdeckt (5km_DM_1961-1970) und endend mit der Kette "Variable, Downscaling- und Biaskorrekturverfahren", wie z. B. "pr_dn_lm" (pr = precipitation_amount, dn = DOWNIE bzw. Downscaling von Niederschlagssummen, l m = Linear Scaling).

So enthält die Datei „A1b_EH5r2_REMO5-7_5km_DM_1961-1970_pr_dn_lm“ die Tageswerte (DM) des Gebietsniederschlages (pr) für den Zeitraum 1961 bis 1970, basierend auf dem Emissionsszenario (A1B), dem Global Climate Model ECHAM5 (run3) und dem Regional Climate Model REMO (in 5 km horizontaler Auflösung), das mit Linear-Scaling-Verfahren (l m) korrigiert wurde.

Idealerweise wird die Namenskonvention direkt am Dateinamen angewendet. Wo das aus technischen Gründen nicht möglich ist, soll dies am Verzeichnisnamen geschehen. Zudem wird die Namenskonvention bei der Dokumentation in den Metadaten verlangt.

2.1.3 Versionierung

Im Verlauf des Forschungsprogramms werden von den einzelnen Modellierern sukzessive verbesserte Modellergebnisse angeboten. Diese neuen Modellergebnisse ersetzen oder ergänzen in der Modellkette ältere, wodurch sich zwingend die Notwendigkeit einer Versionierung der Datensätze ergibt. So muss für jeden Modelllauf eindeutig geklärt sein, mit **welcher Version der Eingangsdaten** gearbeitet wurde. Diese Dokumentation muss auch entsprechend in den Berichten und Veröffentlichungen zu finden sein (siehe Kap. 2.1.4).

In den beteiligten Fachbehörden gibt es unterschiedliche Strategien zur Versionierung der Datenprodukte. Daher ist es **Aufgabe des Datenmanagements**, diese Strategien für die Projektmitarbeiter sowie weitere Nutzer der Datenprodukte transparent zu machen. Allen Vorgehensweisen gemeinsam ist die Verknüpfung von Versionsnummern mit einem bestimmten **Qualitätsniveau**. Hierbei wird klar unterschieden, ob sich ein Datenprodukt im Bearbeitungsstatus (z. B. Version 0.5) befindet, oder es sich um eine konsolidierte Fassung bzw. eine Vollversion (z. B. Version 1.0) handelt. Dies hat wiederum **Auswirkung** auf die **Zugriffsberechtigung** und den Anwendungsbereich. Daten, die sich **noch** in einem Bearbeitungsstatus befinden, werden lediglich den Projekten oder vertraglich gebundenen Kooperationspartnern zur Verfügung gestellt. Konsolidierte Fassungen können bereits an externe mit bestimmten Interessen (z. B. Forschung) weitergegeben werden. Für die **Veröffentlichung** (jedermann) sind nur Datenprodukte vorgesehen, die eine Vollversion (z. B. Version 2.0) erreicht haben. Die Abstufungen hinsichtlich des Qualitätsniveaus haben zudem Auswirkungen auf die Veröffentlichungsbedingungen. So müssen für Daten, die bereits eine erste Konsolidierung (z. B. Version 1.0) erreicht haben, Metadaten zur Verfügung gestellt werden.

In den Metadaten zum Datenprodukt wird auf **vorherige Versionen** hingewiesen und die Unterschiede dargestellt.

2.1.4 DOI-Registrierung

Es ist in der Vergangenheit allgemein aufgefallen, dass Speicherorte von Dokumenten, z. B. wegen Neustrukturierungen von Servern, immer kurzlebiger geworden sind. Deshalb wurde bei Zugriff auf eine Ressource die Notwendigkeit einer Unabhängigkeit vom Speicherort erkannt. Um diese Unabhängigkeit vom Speicherort zu implementieren, wurde der DOI (Digital Object Identifier) konzipiert. Der DOI kann, analog zur ISBN bei Büchern, ein digitales Objekt eindeutig identifizieren und zwar unabhängig vom Speicherort. Die Registrierung eines DOI erfolgt bei der Registrierungsagentur dataCite (<http://www.datacite.org>). Das DOI-System leistet ein Mapping von DOI zum Dokument, indem etwaige Änderungen bei Adresse/Pfad und/oder Dokumentname im DOI-System aktualisiert werden.

Im Rahmen des Forschungsprogramms KLIWAS werden eine Vielzahl von Datenprodukten produziert, auf deren Grundlage Publikationen erstellt werden und die zudem auch über KLIWAS hinaus auf großes Interesse der Forschungsgemeinschaft und Fachöffentlichkeit stoßen.

Über die Vergabe eines DOI werden diese Datenprodukte in eine zitierfähige Form gebracht. Wegen der bewussten Unabhängigkeit von der physischen Speicheradresse ist der DOI ein dauerhafter persistenter Identifikator, der zur Zitierung und Verlinkung von elektronischen Ressourcen verwendet wird.

Von den beteiligten Fachbehörden sind die BfG und der DWD als Datenzentren bei dataCite gemeldet und können entsprechend DOI vergeben. Für die Registrierung einer Ressource (Datenprodukt, Publikation, Poster etc.) mit einem DOI müssen der Ressource aktuelle und strukturierte Metadaten zugeordnet werden. Hierfür stellt dataCite ein eigenes Metadaten-schema zur Verfügung. Neben den Metadaten muss dem DOI eine URL mitgeliefert werden. Nach Vorgabe von dataCite muss diese URL entweder direkt auf die Ressource oder auf eine Internetseite verweisen, die ausreichend Informationen über Inhalt und Ansprechpartner zur Ressource liefert. Durch die hinterlegte URL dient der DOI gleichzeitig als Hyperlink.

Über die Metadatenkataloge der Fachbehörden werden bereits strukturiert die Metadaten zu verschiedenen Ressourcentypen (Datensätze, Datensatzserien, Anwendungen, Gutachten etc.) erfasst. Somit bietet sich an, die Metadateninformationssysteme in die Vergabe eines DOI für ein Datenprodukt einzubinden. Als Beispiel wird im Folgenden der Workflow zur DOI-Registrierung an der BfG vorgestellt:

Nach erfolgreicher manueller Erstellung der ISO-Metadaten für ein Datenprodukt im Geoportal der BfG können diese automatisch über ein Transformationskript (XSLT) in das Metadaten-schema der DOI-Registrierungsagentur transformiert werden. Letzteres geschieht automatisch bei einem speziell gekennzeichneten DOI-Export.

Anschließend wird erstens der DOI, zweitens das transformierte Metadattendokument und drittens die zugehörige URL bei dataCite registriert, indem diese drei Bestandteile in eine spezielle Eingabemaske eingetragen und gesendet werden.

Die hinterlegte URL verweist wiederum bei Adressierung/Auflösung des DOI auf die Detailansicht des Metadateneintrags im Geoportal der BfG. Eine Änderung des Speicherortes und somit des Zugriffs auf eine Ressource muss so lediglich im Metadatenkatalog gepflegt und nicht bei dataCite gemeldet werden.

Durch die Einbindung des Metadatensystems in den DOI-Registrierungsprozess erfolgt diese Registrierung für alle Beteiligte einheitlich. Zudem lässt sich aus dem Metadatenkatalog ein einheitliches Format für Zitate generieren. So werden Redundanzen bei der Beschreibung der Ressource sowie der Erstellung der Zitate vermieden. Die Generierung der Literaturzitate aus den ISO-Metadaten erfolgt an der BfG ebenfalls über Transformationskripte. Angeboten werden die Formate „RIS“ und „bibTEX“. Diese können in die jeweilige Literaturverwaltungssoftware importiert werden.

2.1.5 KLIWAS-Rechercheclient

Die aus der Forschung generierten Datenprodukte werden zunächst in GGInA und in den Metadateninformationssystemen der beteiligten Partnerbehörden BAW, BSH und DWD dokumentiert und beschrieben. Das geschieht über Metadaten-sätze, welche den ISO-Normen 19115, 19119 und 19139 für Geodatensätze entsprechen.

Die Metadatenkataloge verfügen über offene Schnittstellen, so dass eine Recherche nach KLIWAS-Datenprodukten aus dem Portal jeder beteiligten Behörde heraus erfolgen kann. Dazu wurde der **KLIWAS-Rechercheclient** realisiert. Es handelt sich dabei um eine Webanwendung, welche lesend auf diese vier Metadatenkataloge zugreift und das Suchergebnis geordnet nach Herkunft bzw. Quellsystem darstellt (s. Abb. 2).

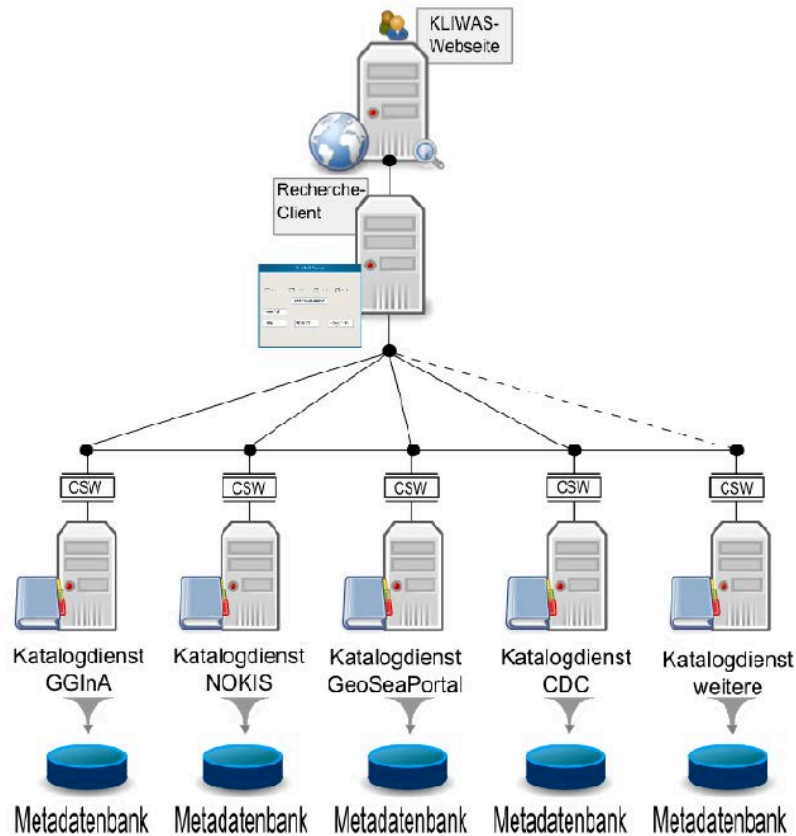


Abb. 2: Systemarchitektur des KLIWAS-Rechercheclients

Die Nutzer können so die wesentlichen Datenanbieter und Informationsquellen lokalisieren und gezielt zu Daten im Kontext zur Klimafolgenforschung recherchieren. Da die KLIWAS-Webseite eine wesentliche Stelle des KLIWAS-Programmes in der öffentlichen bzw. gesellschaftlichen Wahrnehmung ist, wird der Rechercheclient dort integriert.

Das Erscheinungsbild des Rechercheclients ist den Abb. 3 und 4 zu entnehmen.

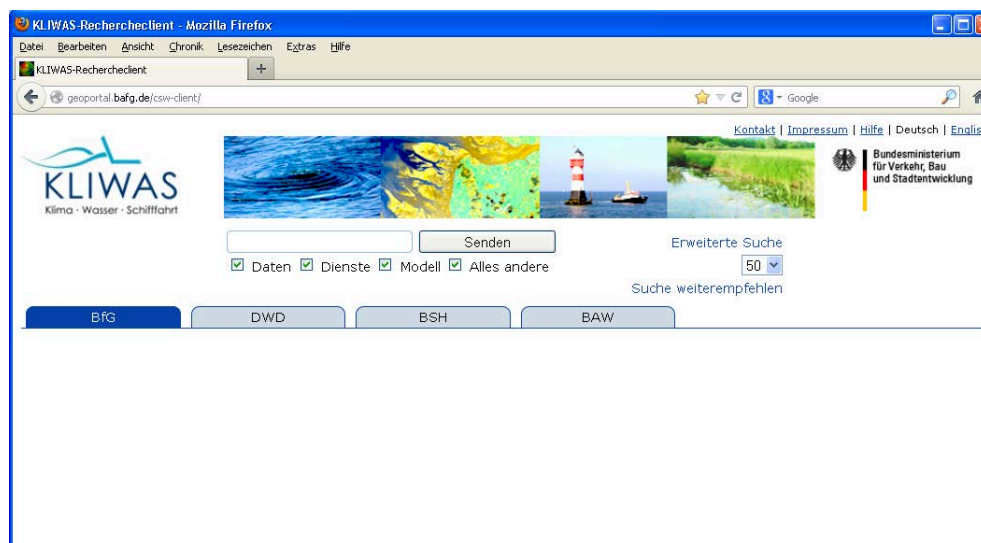


Abb. 3: Die Nutzeroberfläche des KLIWAS-Rechercheclients

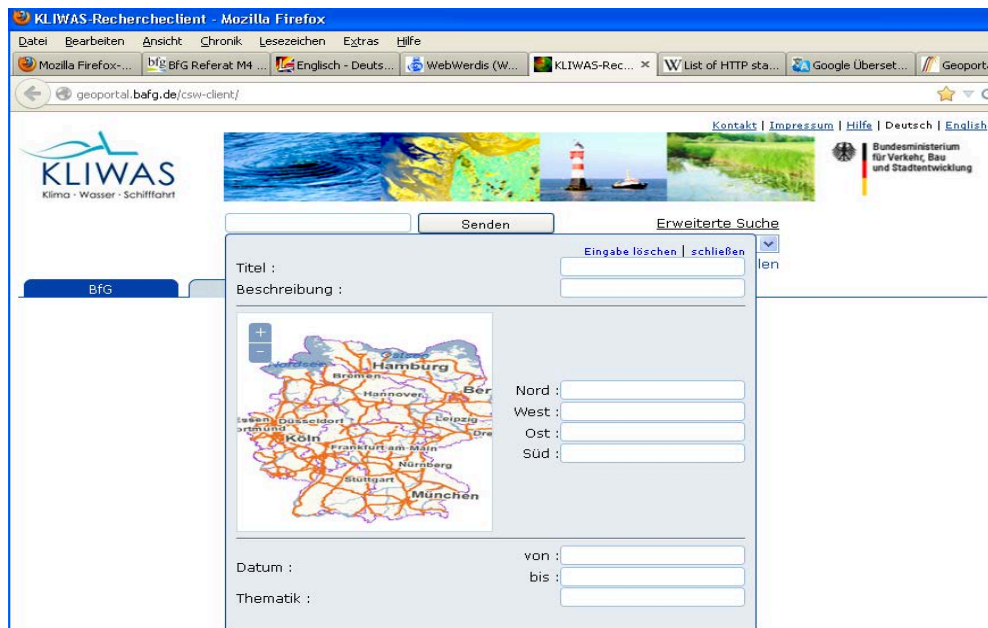


Abb. 4: Die Nutzeroberfläche für die *Erweiterte Suche*

2.2 GGIInA-Komponenten

Das Geoportal GGIInA besteht im Wesentlichen aus vier zentralen Komponenten, neun Fachanwendungen (u. a. auch die Fachanwendung FLYS) und auf Datenhaltungsebene aus einer Auswertedatenbank (siehe Abb. 5). Der Zugriff auf das Portal kann mit und ohne Passwort erfolgen. Im nicht eingeloggt Zustand werden alle Berechtigungen über die Domäne gesteuert, aus der der Anwender-PC zugreift. Im eingeloggt Zustand sind die Berechtigungen personenbezogen für den jeweiligen Anwender.

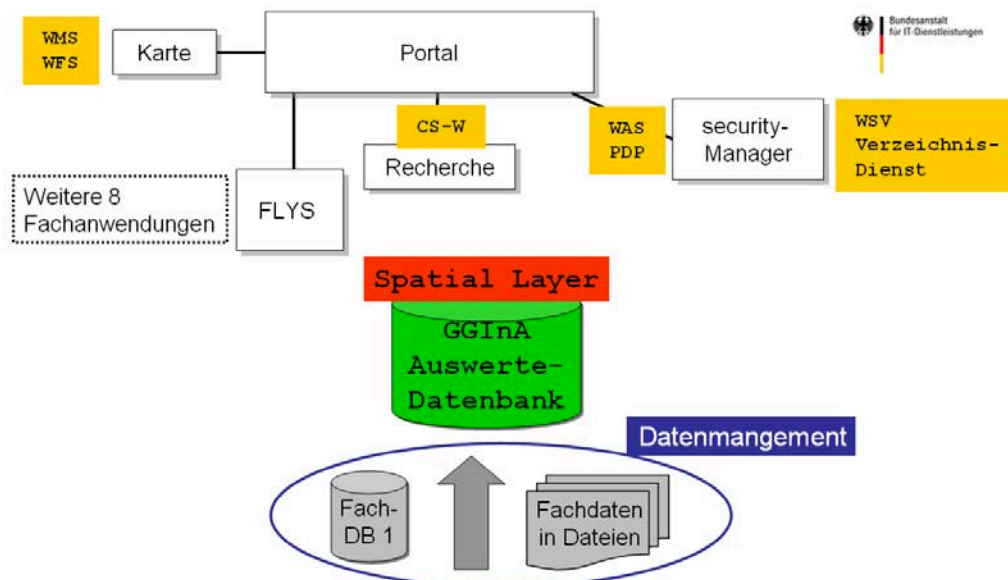


Abb. 5: Die Komponenten von GGIInA

Die Kartenkomponente erlaubt es u. a., standardkonform WebMapServices zu konsumieren. Dort ist auch ein Verzeichnis für Bundeswasserstraßen (BWaStr) eingebaut, das BWaStr-km in Koordinaten umwandeln kann und umgekehrt. Als Ergebnis wird in der Karte die BWaStr-Achse dargestellt. Die Umrechnung von Koordinaten in BWaStr-km wird grafisch per Mausklick unterstützt.

In GGInA gibt es fünf fachlich unterschiedliche Kartenkomponenten: den allgemeinen mapClient, den WasserBLiCK mapExplorer, den Hydrologischen Atlas von Deutschland, den KLIWAS mapClient und den mapClient für Berichte, Gutachten und Planungsgrundlagen. Alle Kartenkomponenten – bis auf den WasserBLiCK mapExplorer – sind technisch identisch, liefern aber eine unterschiedliche thematische Sicht auf Deutschland. Dazu werden jeweils bestimmte Kartendienste eingeblendet. Im Hydrologischen Atlas von Deutschland hat der Anwender beispielsweise die Auswahl aus ca. 40 spezifischen Themenkarten.

Die Recherchekomponente ist der zentrale Bestandteil des Portals zur Verwaltung von Metadaten. Zur Recherchekomponente gehört auch ein Metadateneditor, der ISO- oder INSPIRE-konforme Metadatendokumente veröffentlichen kann. Die Recherche bietet über die einfache Suche, die erweiterte Suche und die Suche via Fachkategorien verschiedene Möglichkeiten. Bei der Recherche kann auf externe Kataloge zugegriffen werden, die vom GGInA-Administrator eingerichtet werden müssen. Jeder Anwender stellt für sich ein, welche externen Kataloge er nutzen möchte.

Über den securityManager kann der Administrator des Portals die Zugangsberechtigungen steuern. Die Benutzerverwaltung ist dabei „hybrid“, d. h. die meisten Benutzer werden aus dem WSV-Verzeichnisdienst übernommen. Der Administrator kann zusätzlich Benutzer anlegen, die dort nicht registriert sind, wie z. B. Ingenieurbüros oder Mitarbeiter von externen Labors oder Universitäten.

FLYS ist eine der neun angeschlossenen Fachanwendungen. Der Zugang zur Fachanwendung wird ebenso über den GGInA securityManager gesteuert. Außerdem verfügt FLYS intern über eine rollenbasierte Anwendungssteuerung.

2.2.1 Zeitreihen in GGInA

Sowohl Rohdaten als auch Ergebnisse der Klimaforschung liegen oftmals in Form von Zeitreihen vor. An erster Stelle sind hier die hydrometeorologischen Zeitreihendaten zu nennen, die als Input für die hydrologische Abflussmodellierung dienen. Die Abflussmodellierung liefert wiederum Zeitreihendaten zu Abflüssen und Wasserständen. Darüber hinaus entstehen im Rahmen der KLIWAS-Forschung weitere Zeitreihendaten, wie beispielsweise zur Wassertemperatur und zum Sauerstoffgehalt.

Derzeit existiert im Geoportal der BfG kein System, um diese Zeitreihen zu organisieren, ansprechend sowie leichtgewichtig zu visualisieren und den Nutzern webbasiert zur Verfügung zu stellen.

Zur Bereitstellung von Sensordaten (z. B. Abfluss, Wasserstand) und somit von Zeitreihendaten existiert beim Open Geospatial Consortium (OGC) die Sensor Web Enablement (SWE) Initiative. Seit März 2009 besteht eine von der World Meteorological Organization (WMO) und OGC gemeinsam betriebene Hydrology Domain Working Group, die die Ergebnisse des OGC aufgreift und in ihrer Domäne zu etablieren versucht (siehe LOOSER 2011). Im Juni letzten Jahres wurde WaterML 2.0 als OGC-Standard für den Austausch von hydrologischen Daten angenommen. Die BfG arbeitet zur Zeit an einer Implementierung dieser Standards. Erste Ergebnisse sind Abb. 6 zu entnehmen.

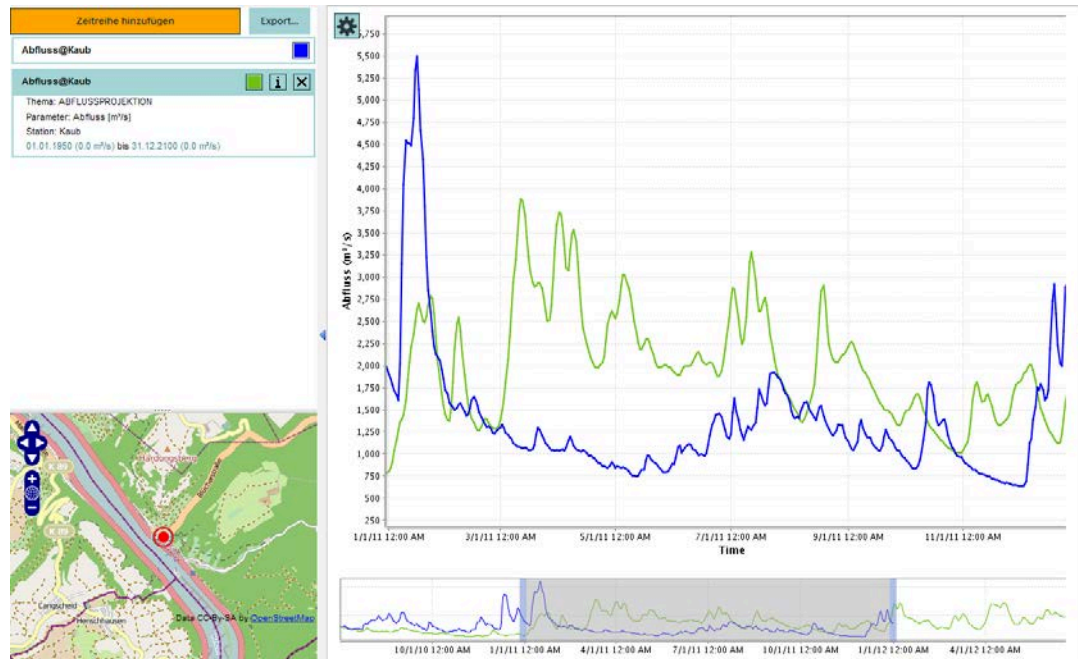


Abb. 6: Bildschirmabzug des Zeitreihenclients

Der Zugriff auf eine Zeitreihe erfolgt momentan in drei Stufen: 1. Datenquelle (Sensor Observation Service = SOS) auswählen, 2. Messstelle anklicken in Karte oder in Liste, 3. Zeitreihe auswählen. Dann öffnet sich das oben gezeigte Fenster. Es können bis zu fünf Zeitreihen einer Art (Einheit) dargestellt werden. Wenn die Einheiten nicht zueinander passen, stellt der Client auf der rechten Seite eine zusätzliche Skala dar. In Abb. 6 sind zwei Abflusszeitreihen dargestellt, einmal als geprüfte Tagesmittelwerte (blau) und einmal als Ergebnis einer bestimmten KLIWAS-Abflussprojektion (grün).

3 Zusammenfassung und Ausblick

Sowohl die Flusshydrologische Software FLYS als auch das Geoportal GGInA sind Werkzeuge, um Modellergebnisse nachhaltig zu verwalten sowie diese dem Nutzer strukturiert wieder zur Verfügung zu stellen. Während der Fokus von FLYS als **Fachanwendung** zur gewässerkundlichen Ist-Beschreibung auf der Abbildung **stationärer Gewässerzustände** (der Vergangenheit, der Gegenwart und der Zukunft) liegt (vgl. BUSCH 2013, VOLLMER 2013), versteht sich GGInA (und speziell der in Kapitel 2.2.1 beschriebene Zeitreihenclient) als **Geodatenkatalog**, welcher die **instationären Grundlagenergebnisse** (Zeitreihen) der Klimamodellierung zur Verfügung stellt.

Trotz dieser unterschiedlichen Ausrichtung können beide Systeme – nicht nur aufgrund der technischen Nähe innerhalb des Geoportals – zukünftig noch vieles voneinander lernen. So sind in FLYS verstärkt Fragen der Datenversionierung und des Umgangs mit Metadaten zu klären – Aufgaben, die in GGInA und für das KLIWAS-Programm (sowie darüber hinaus) bereits angegangen und gelöst wurden. Im Gegensatz dazu bietet FLYS bereits ein breites Spektrum an Möglichkeiten, Daten nicht nur webbasiert bereitzustellen, sondern diese auf derselben Plattform auch zu visualisieren und zu analysieren – eine Anforderung, die an moderne Webanwendungen verstärkt herangetragen wird.

Literatur

- BUSCH, N. (2013): Die Flusshydrologische Software FLYS – von den Anfängen bis hin zum webbasierten Fachdienst FLYS. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 18-31.
- KESSLER, S., E. NILSON & S. KOFALK (2012): Ergebnisse des Forschungsprogramms KLIWAS und Nutzen für wasserwirtschaftliche Fragen der Anpassung an den Klimawandel. Tagungsband 45. Essener Tagung Wasser- und Abfallwirtschaft.
- LOOSER, U. (2011): Standardisation in Hydrology, Activities of the OGC/WMO Hydrology Domain Working Group. Presentation, 3rd Session of the CHy Advisory Working Group, WMO Geneva Switzerland December 2011, (letzter Zugriff am 08.04.2013)
http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/chy/chy13/documents/awg3/presentations/GRDC-Standardisation_in_Hydrology.pdf.
- VOLLMER, S. (2013): Das neue Modul M-INFO als Erweiterung zum Prozessverständnis Fluss – Historie, Bedarf und Notwendigkeit. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 32-38.



Kontakt:

Klaus Fretter

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Referat M4 - Geoinformation und
Fernerkundung, GRDC
56068 Koblenz

Am Mainzer Tor 1

Tel.: 0261/ 1306 5143

Fax: 0261/ 1306 5333

E-Mail: fretter@bafg.de

Jahrgang: 1970

10/1993-04/2000

Studium Diplom-Geographie an der Rheinischen
Friedrich-Wilhelms Universität Bonn

11/2000-12/2002

Mitbegründer und Geschäftsführer der lat/lon Ge-
sellschaft für raumbezogene Informationssysteme,
Bonn

seit Juni 2003

Wissenschaftlicher Angestellter der Bundesanstalt
für Gewässerkunde

seit 2008: Ansprechpartner für den Bereich
Geoinformatik und GDI

Projektbearbeitung:

seit 06/2003: WasserBLICK

seit 2005: GGInA



Kontakt:

Stefan Albert

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Referat M4 - Geoinformation und
Fernerkundung, GRDC
56068 Koblenz

Am Mainzer Tor 1

Tel.: 0261/ 1306 5212

Fax: 0261-1306/5333

E-Mail: albert@bafg.de

Jahrgang: 1962

Dipl. Informatiker

seit 28.01.2013 in der BfG

Datenmanagement im BMVBS-Ressort-
forschungsprogramm KLIWAS

Das neue Modul M-INFO in der FLYS-Anwendung – integrale Datenansichten und Datenhaltung

Doreen Grätz

1 Einleitung

Einen neuen Anwenderbereich in der *Flusshydrologischen Software (FLYS)* eröffnet das in der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) entwickelte morphologische Modul M-INFO. Nicht nur seiner Bezeichnung – das W aus W-INFO wird zu einem M gespiegelt –, sondern auch in der Nutzerführung und Darstellung stellt es das Pendant zu W-INFO dar. Fachlich ist es die Ergänzung der Hydrologie um die Änderungen, Bewegungen und Transportmengen von Feststoffen an und über der Sohle sowie die daran anknüpfende Visualisierungsmöglichkeit von Schubspannungen und Fließgeschwindigkeiten. Dies ermöglicht einen umfassenderen Blick auf die Bundeswasserstraßen mit Anknüpfungspunkten an weitergehende ökologische Betrachtungen.

Das neue Modul M-INFO ermöglicht die Zusammenschau der bisher in FLYS integrierten Auswertungsmöglichkeiten von Wasserstands- und Abflussdaten mit Ergebnissen unterschiedlichster Fachauswertungssoftware für Peildaten sowie die Erfassung von Abflüssen und Fließgeschwindigkeiten. Des Weiteren können durch Anbindung der Sedimentdatenbank (SedDB) auch Auswertungen aufgenommener Sohlbeprobungen und Geschiebemessungen sowohl in FLYS mit den bereits genannten Daten gegenübergestellt als auch morphologisch ausgewertet werden. So ermöglicht z. B. die Berechnungsart „Sohlbeschaffenheit“ die Berechnung von Sedimentdichte und Porosität an der Sohle und die Berechnungsart „Transport-Abfluss-Beziehung“ erstellt funktionale Abhängigkeiten zwischen dem Feststofftransport und dem Abfluss für verschiedene Kornfraktionen.

M-INFO stellt somit für den an morphologischen Fragestellungen interessierten Nutzer ein vollkommen neues Werkzeug dar, welches sowohl Informationen bereitstellt, als auch Berechnungen ermöglicht.

2 Berechnungsarten innerhalb des neuen FLYS-Moduls M-INFO

M-INFO bietet Zugriff auf zahlreiche neue hydraulisch-morphologische Parameter, die für Berechnungen und Darstellungen in Diagrammen herangezogen werden. Dafür sind in diesem Modul analog zu W-INFO sechs neue Berechnungsarten entstanden (VOLLMER 2013, s. S. 32ff.), die folgend vorgestellt werden. Es ist für dieses Modul zu beachten, dass nicht bei jeder Berechnungsart eine „echte“ Berechnung durchgeführt wird, sondern teilweise nur Visualisierungen bereits vorliegender Daten unter einem bestimmten Themenkomplex erfolgen.

2.1 Mittlere Sohlhöhe

Beim Berechnungsverfahren „mittlere Sohlhöhe“ werden die aus den originären Vermessungsdaten durch die BfG zuvor ermittelten querprofilgemittelten Sohlhöhen unterschiedlicher Jahre/Epochen¹ im Längsschnitt für eine Strecke des Gewässers dargestellt. Die Ausgabe der mittleren Sohlhöhen erfolgt sowohl tabellarisch, als auch in einem Längsschnittdiagramm und visualisiert somit importierte Daten. Hierbei können mehrere Längsschnitte mittlerer Sohlhöhen (aus unterschiedlichen Jahren/Epochen) innerhalb eines Diagramms bzw. einer tabellarischen Ergebnisansicht im Vergleich mit berechneten Wasserspiegellagen (korrespondierender Jahre/Epochen) dargestellt werden. Bei der Darstellung im Längsschnittdiagramm können über den intelligenten Datenkorb (s. Kap. 3) noch weitere sinnvolle Daten angezeigt werden.

Bisher wurden die mittleren Sohlhöhen aus bereitgestellten Peildaten der Wasser- und Schifffahrtsämter (WSÄ) von der BfG mithilfe der Auswertungssoftware HyDAP für Einzeljahre erstellt. Hierbei wurden 100 m lange Auswertungspolygone verwendet. Die Ermittlung von Peildatenepochen erfolgte durch arithmetische Mittelwertbildung der Einzeljahre über einen zuvor definierten Epochenzeitraum. Die Epochendefinition wurde innerhalb von Auswertungen der BfG anhand verfügbarer Messdaten für Peildaten, Wasserstände und Feststofftransport vorgenommen, um unterschiedliche hydraulische Parameter (z. B. Änderungen von Wasserspiegellagen und Sohlhöhen) miteinander vergleichen zu können.

2.2 Sohlhöhendifferenz

Das Berechnungsverfahren „Sohlhöhendifferenz“ ermittelt Differenzen aus den vorliegenden Daten zu mittleren Sohlhöhen (unterschiedlicher Jahre/Epochen) für eine ausgewählte Berechnungsstrecke. Analog zur vorherigen Berechnungsart können auch hier mehrere berechnete Differenzen innerhalb eines Diagramms bzw. einer tabellarischen Ergebnisansicht im Vergleich mit berechneten Längsschnitten von Wasserspiegeldifferenzen (z. B. mit dem Modul Fixierungsanalyse ermittelt) und über den Datenkorb sinnvolle Daten (s. Kap. 3) vom Anwender dargestellt werden. Beispielsweise werden von der BfG vorberechnete Daten zu Sohlhöhenänderungen aus Frachtberechnungen via Import in der FLYS-Datenbank (FLYS-DB) zur Verfügung gestellt.

Für den Nutzer ist bei dieser Berechnungsart wichtig, die zeitliche Abfolge von Minuend und Subtrahend zu beachten. Zur Darstellung von Erosion als negativen und von Sedimentation als positiven Wert ist die zeitlich weiter zurückliegende mittlere Sohlhöhe (Subtrahend) von der zeitlich näher am aktuellen Datum liegenden (chronologisch später ergibt den Minuend) abzuziehen.

2.3 Sohlbeschaffenheit

Für die Berechnungsart „Sohlbeschaffenheit“ wird mittels automatisierter Aufrufe auf die Sedimentdatenbank (SedDB) der BfG zugegriffen und somit unerwünschte redundante Datenhaltung zu anderen WSV-Verfahren vermieden (BUSCH 2013, s. S. 18ff.). In der SedDB werden alle sedimentologischen Daten in strukturierter Form und konsistenten Formaten auf dem Oracle-Server der BfG vorgehalten. Basierend auf diesem Datenbestand mit Informatio-

¹ Eine Epoche ist ein vom Auswerter definierter Zeitraum, der mindestens 5 Jahre umfassen sollte.

nen zu Sieblinien der Gewässersohle und des Sohlgeschiebes bzw. zu den charakteristischen Korndurchmessern wird anhand eines vorgegebenen Berechnungsweges die Porosität der Sedimente und ihre Dichte bestimmt. Die Berechnung der Porosität erfolgt anhand der Gleichung:

$$n = 0,353 - 0,068 \sigma + 0,146 p$$

- σ Standardabweichung der Korngrößenverteilung
 p Anteil der Fraktion kleiner 0,5 mm

$$\sigma = \sqrt{\sum p_i (\varphi_i - \varphi_m)^2}$$

$$\varphi_i = -^2 \log(D_i) = -\log_2(D_i) = -\log(D_i)/\log(2)$$

$$\varphi_m = \sum p_i \varphi_i$$

- D_i spezifischer Korndurchmesser der Fraktion (Mittelwert, Median) [mm]
 p_i Anteil der Sedimentfraktion i = Anteil der Korngrößenklasse i
 φ_i spezifischer Korndurchmesser der Fraktion (Mittelwert, Median) (phi Skala)
 φ_m mittlerer Korndurchmesser (phi Skala)
 σ Standardabweichung des Korngrößenbereichs (phi Skala)

Die Berechnung der Sedimentdichte erfolgt anhand der Gleichung:

$$\rho_{\text{Sediment}} = (1 - n) * \rho_{\text{Mineral}}$$

- n Porosität
 $\rho_{\text{Mineral}} = 2650 \text{ kg/m}^3$ (bei Sand)

Die Ergebnisausgabe dieser beiden berechneten Sohlbeschaffenheitskennwerte (Porosität und Sohdichte) und der aus der SedDB visualisierten charakteristischen Korndurchmesser der Sohle und des Geschiebematerials erfolgt tabellarisch und im Längsschnittdiagramm.

2.4 Sedimentfracht

Die Ermittlung von Sedimentfrachten konnte bisher aufgrund der unterschiedlichen Formate und Auswertungswege nicht als FLYS-interne Berechnung umgesetzt werden. Deswegen ist in diesem Fall eine FLYS-externe Datenberechnung der Einzelkomponenten der Geschiebefracht mit anschließendem Import in die FLYS-DB notwendig. In der Berechnungsart „Sedimentfracht“ werden aus den von der BfG vorberechneten Kornfraktionen² des Geschiebe- und Suspensionstransports die Gesamtsedimentfrachten für Gewässerstrecken von Einzeljahren oder Epochen berechnet.

Fraktionen des Suspensionstransports:

- a) Schwebstoff
- b) suspendierter Sand

Fraktionen des Geschiebetransports:

- c) Sand
- d) Fein-/Mittelkies
- e) Grobkorn (enthält Korngrößen > 16 mm)

² Eine Kornfraktion umfasst einen definierten Korngrößenbereich (s. DIN 18123).

Für Einzeljahre ergibt sich die Gesamtsedimentfracht als Summe aus a), b), c), d) und e). Sobald für eine der fünf Frachtgruppen a) - e) keine Werte vorliegen, kann keine Berechnung der Gesamtfracht im Jahr erfolgen. Die Ermittlung der Epochenfrachten berechnet zuerst die Epochenmittelung jeder einzelnen Frachtgruppe. Anschließend wird die Epochengesamtsedimentfracht berechnet, welche sich aus der jeweiligen Summe der Epochenmittelwerte von a), b), c), d) und e) zusammensetzt. Dabei dürfen auch Einzeljahreswerte einer Frachtgruppe fehlen. Der Nutzer bekommt aber in der FLYS-Oberfläche einen Hinweis zu Fehlwerten angezeigt.

Basierend auf den im Datenbestand befindlichen Informationen zu mittleren Sohlhöhen (Sohlhöhendifferenz), den morphologisch aktiven Gewässerbreiten, der Dichte der Sedimente und ihrer Porosität können Massenbilanzen bestimmt werden. Die hieraus resultierende Fracht aus Sohlhöhendifferenz wird ebenfalls von der BfG vorberechnet, da die Sedimentbilanzierung zahlreiche Iterationsschritte unter Einbeziehung von komplexen Prozessen, wie Kornabrieb, Vorlandsedimentation, Sedimentmanagement und Frachteintrag aus Zuflüssen beinhaltet.

Die Ergebnisausgabe der Gesamtsedimentfracht und der berechneten Fracht aus Sohlhöhendifferenz sowie der Komponenten Geschiebefracht, Sandfracht und Schwebstofffracht erfolgt nach vorheriger Auswahl der Ausgabeeinheiten [m^3/a] bzw. [t/a] durch den Nutzer tabellarisch und im Längsschnitt. Zusätzlich können in der Diagrammdarstellung, wie bei allen Berechnungsarten in FLYS, über den Datenkorb wieder sinnvolle Daten (s. Kap. 3), z. B. die morphologisch aktive Breite, hinzugeladen werden.

2.5 Fließgeschwindigkeit

In dieser Berechnungsart wird der Zusammenhang zwischen W-INFO und M-INFO als hydraulische Wechselwirkung an der Wasserstraße konkret sichtbar, denn hier werden basierend auf den Berechnungsergebnissen hydraulischer Modelle der BfG berechnete Längsschnitte der Fließgeschwindigkeiten und Sohlschubspannungen für ausgewählte Abflusslängsschnitte über das gesamte Abflussspektrum des Gewässers visualisiert. Auch importierte punktuelle Abflussmessungen aus den Abfluss-Datenbanken (Agila) der WSÄ und weitere sinnvolle Daten (z. B. charakteristische Korndurchmesser Sohle/Geschiebe) der FLYS-DB können hier über den Datenkorb ins Längsschnittdiagramm hinzugeladen werden.

Die Ergebnisausgabe der Fließgeschwindigkeit (gemittelt über die gesamte Gewässerbreite sowie gemittelt über die Breite des Hauptgerinnes) und der Sohlschubspannung (gemittelt über die Breite des Hauptgerinnes) erfolgt sowohl tabellarisch als auch im Längsschnitt. Zusätzlich können in der Diagrammdarstellung über den Datenkorb sinnvolle Daten (s. Kap. 3) hinzugeladen werden.

2.6 Transport-Abfluss-Beziehung

Basierend auf den im Datenbestand der Sedimentdatenbank der BfG (SedDB) befindlichen Informationen zu den Sedimenttransportmessungen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) werden die funktionalen Zusammenhänge zwischen Transport und Abfluss ermittelt. Im komplexen FLYS-internen Berechnungsverfahren wird zwischen dem Gesamttransport und den Einzelkomponenten Geschiebe- und Schwebstofftransport unterschieden. Dies führt

zur Erstellung verschiedener Transport-Abfluss-Beziehungen der unterschiedlichen Fraktionen (s. Tabelle 1) unter Anwendung der Potenzfunktion $S = a \cdot Q^b$. Für definierte Epochen werden diese Potenzfunktionen auf Basis der SedDB-Daten durch die BfG FLYS-extern vorberechnet und in die FLYS-DB importiert, so dass diese anschließend über den Datenkorb hinzugeladen werden können.

Tabelle 1

Fraktionsgrenzen bei der Erstellung der Transport-Abfluss-Beziehungen in FLYS

	Abkürzung	Fraktion
A	S _{S-F}	Sedimenttransport von Feinkornanteil <0,063 mm (Suspensionstransport)
B	S _{S-S}	Sedimenttransport von Sand 0,063 - 2 mm (Suspensionstransport)
C	S _{BL-S}	Sedimenttransport von Sand 0,063 - 2 mm (Geschiebetransport)
D	S _{BL-FG}	Sedimenttransport von Fein- und Mittelkies 2 - 16 mm (Geschiebetransport)
E	S _{BL-CG}	Sedimenttransport von Grobkornanteil 16 - 125 mm (Geschiebetransport)
F	S _{BL-1}	Sedimenttransport von Geschiebe-gesamt 0 - 125 mm
G	S _{BL-2}	Sedimenttransport von Geschiebe-gesamt-sohlhöhenrelevant 0,063 - 125 mm

Die Gesamtfraktion S_{BL-1} beinhaltet allein das Geschiebe an der Sohle, wohingegen bei der Ermittlung der Gesamtfraktion S_{BL-2} auch der Anteil des bettbildenden Sandes als Teil des Suspensionsmaterials Berücksichtigung findet.

$$S_{BL-1} = S_{BL-S} + S_{BL-FG} + S_{BL-CG}$$

$$S_{BL-2} = S_{S-S} + S_{BL-S} + S_{BL-FG} + S_{BL-CG}$$

Zur besseren Lesbarkeit der Diagramme zu den Kornfraktionen erfolgen deren Darstellungen als Einzeldiagramme, die über Registerreiter ausgewählt werden können. Zusätzlich wird eine zusammenfassende Übersichtsdarstellung erstellt, welche aus der Spiegelung der Einzeldiagramme entsteht, so dass auch die Konfigurationen der Einzeldiagramme Berücksichtigung finden.

In den Diagrammen der Transport-Abfluss-Beziehungen werden sowohl die in der Berechnung verwendeten Grunddaten aus der SedDB, als auch die Punkte und die Funktionslinie der einzelnen Iterationsschritte nach dem Entfernen der Ausreißer dargestellt. Als Ausreißer werden je Iterationsschritt die Werte aus der weiteren Funktionsberechnung entfernt, welche um ein Vielfaches (i. A. Zwei- bis Dreifaches) der Standardabweichung von der Funktion entfernt liegen. Durch die reduzierte Datenmenge ergibt sich ein neuer Funktionsverlauf, auf welchen erneut der Ausreißertest angewendet wird. Diese Iterationsschleife wird solange fortgeführt, bis kein Ausreißer mehr entsteht.

3 Grundbaustein Datenhaltung der morphologischen Daten

Die Datenhaltung der morphologischen Daten in der FLYS-DB für die Anwendung im Modul M-INFO wird in Abb. 1 in der Datenbaumstruktur dargestellt. Diese ist aufgrund der verwendeten Begriffe für das geübte Anwenderpublikum der Hydrologie und Morphologie

selbsterklärend. Erklärend sollte nur auf den Ordner „Basisdaten“ hingewiesen werden, in welchem die Dateien des Informationstools „Messstelleninfo“ (s. Kap. 4) abgelegt sind. Momentan werden die seitens der WSÄ bereitgestellten Daten zu Peilungen, Transportmen- gen und -zusammensetzungen sowie Fließgeschwindigkeiten durch die BfG z. T. bereits aus- gewertet, bevor die Formatierung in die Importformate erfolgt.

M-Info

- └ Basisdaten
- └ Feststofftransport-Abfluss-Beziehung
- └ Fixierungsanalyse
 - └ Wasserspiegeldifferenzen
 - └ Wasserspiegellagen
- └ Fracht
 - └ Quellen_Senken
 - └ Einzeljahre
 - └ S-Q-Beziehung_xxxx-yyyy
 - └ ...
 - └ S-Q-Beziehung_xxxx-yyyy
 - └ Epochen
 - └ S-Q-Beziehung_xxxx-yyyy
 - └ ...
 - └ S-Q-Beziehung_xxxx-yyyy
- └ Geschwindigkeit_Schubspannung
 - └ Modellmessungen
 - └ v-Messungen (Agila)
- └ morphologische_Breite
- └ Sedimentdichte
- └ Sohlhoehen

Abb. 1: Datenhaltung in der FLYS-DB für die morphologischen Daten des Moduls M-INFO

Der durch STÜRMER & ACKERMANN (2013, s. S. 68ff.) bereits umfassend beschriebene intel- ligente Datenkorb stellt sich für die morphologischen Daten des Moduls M-INFO, wie in Tabelle 2 zusammengefasst, dar.

Erläuterungen zu Tabelle 2:

Initial hinzugeladene Daten sind Daten, die bei der Diagrammerstellung von FLYS automa- tisch eingeladen werden. Hierbei wird in *aktiv* und *inaktiv vorbelegte Daten* unterschieden. Erstere sind in der Themenauswahl automatisch auf sichtbar gestellt. *Inaktive Daten* werden in ihrer Priorität der Darstellung des Diagramminitialzustands eher als nachrangig in FLYS definiert, können aber durch „Häkchen setzen“ direkt aktiviert und dargestellt werden. Hinter optional hinzuladbaren Daten verbergen sich weitere für diese Berechnungsart und Dia- grammdarstellung sinnvolle Daten der FLYS-DB, welche durch den Nutzer über den Button „Datenkorb“ im Diagramm eingefügt werden können.

Tabelle 2

Übersicht des intelligenten Datenkorbs für die Berechnungsarten des Moduls M-INFO

Initial hinzugeladene Daten		optional hinzuladbare Daten
aktiv vorbelegt	inaktiv vorbelegt	
Berechnungsart: Mittlere Sohlhöhen		
Streckeninformationen		
originale Kurve der querprofilgemittelten Sohlhöhen von Einzeljahren/Epochen		
		berechneter Wasserstand/ausgelagerte Wasserspiegellage für die Einzeljahre/Epochen aus „Fixierungsanalyse“
		amtliche Wasserstände und dazugehörige Abflüsse
		Wasserspiegelfixierungen
		berechneter Wasserstand/Wasserspiegellage
		morphologisch aktive Breite
		gepeilte Breite
Berechnungsart: Sohlhöhendifferenz		
Differenzen querprofilgemittelter Sohlhöhen von Einzeljahren/Epochen [cm]		
Differenzen querprofilgemittelter Sohlhöhen von Einzeljahren/Epochen [cm/a]		
Streckeninformationen		
	der Differenz zugrunde liegende Sohlhöhen einzelner Jahre/Epochen	
	berechneter Delta-W-Längsschnitt für die untersuchten Epochen aus „Fixierungsanalyse“ (bestätigtes Ergebnis bereits veröffentlichter Analysen)	
		berechneter Delta-W-Längsschnitt für die untersuchten Epochen aus „Fixierungsanalyse“ (ermittelt aus vom Nutzer selbst durchgeführten Fixierungsanalysen)
		epochengemittelte Wasserstands-differenzen, ermittelt mit Delta-W-t-Diagramm
		amtliche Wasserstände und dazugehörige Abflüsse
		Wasserspiegelfixierungen
		frühere W-Berechnungen aus W-Längsschnitt
		berechneter Wasserstand/Wasserspiegellage

Initial hinzugeladene Daten		optional hinzuladbare Daten
aktiv vorgelegt	inaktiv vorgelegt	
Berechnungsart: Sohlhöhendifferenz (Fortsetzung)		
		Berechnungsergebnisse aus „Differenzen“
		Berechnungsergebnisse aus „Fließgeschwindigkeit“
		Sohlhöhen
		Sohlhöhenveränderung aus Frachtberechnung
		morphologisch aktive Breite
Berechnungsart: Sedimentfracht		
Gesamtsedimentfracht [m ³ /a bzw. t/a]		
berechnete Fracht aus „Sohlhöhendifferenz“, wenn Zeitraum gleich dem der Diagrammdarstellung		
	berechnete Fracht aus „Sohlhöhendifferenz“, wenn Zeitraum ungleich dem der Diagrammdarstellung	
Streckeninformationen		
	Geschiebefracht	
	Sandfracht	
	Schwebstofffracht	
		Quellen/Senken Fracht
		Berechnungsergebnisse aus „Differenzen“
		Berechnungsergebnisse aus „Sohlhöhendifferenz“
		Berechnungsergebnisse aus „Fließgeschwindigkeit“
		morphologisch aktive Breite
Berechnungsart: Sohlbeschaffenheit		
Sohlkorndurchmesser		
	initiale Messdaten Sohlkorndurchmesser	
Geschiebekorndurchmesser		
	initiale Messdaten Geschiebekorndurchmesser	
Streckeninformationen		
		Porosität
		Sedimentdichte Gewässersohle
Berechnungsart: Fließgeschwindigkeit		
berechnete (SOBEK) Fließgeschwindigkeit gemittelt über Gesamtprofil		
berechnete (SOBEK) Fließgeschwindigkeit gemittelt über Hauptgerinne		
berechnete (SOBEK) Schubspannung gemittelt über Hauptgerinne		

Initial hinzugeladene Daten		optional hinzuladbare Daten
aktiv vorgelegt	inaktiv vorgelegt	
Berechnungsart: Fließgeschwindigkeit (Fortsetzung)		
Streckeninformationen		
	der Fließgeschwindigkeit zugrunde liegender Abflusslängsschnitt	
	gemessene Fließgeschwindigkeit	
		Geschiebekorndurchmesser
		Sohlkorndurchmesser
Berechnungsart: Transport-Abfluss-Beziehung		
Gesamtsedimenttransport-Abfluss-Beziehung (für Epochen)		
	Geschiebetransport-Abfluss-Beziehung (für Epochen)	
	Sandtransport-Abfluss-Beziehung (für Epochen)	
	Schwebstofftransport-Abfluss-Beziehung (für Epochen)	
		Grunddaten für die Geschiebetransport-Abfluss-Beziehung
		Grunddaten für die Sandtransport-Abfluss-Beziehung
		Grunddaten aus der Schwebstofftransport-Abfluss-Beziehung
		berechnete W-Q-Beziehung aus W-INFO
		mit Fixierungsanalyse ermittelte W-Q-Beziehung (für Epochen)
		W-Q-Beziehung (Pegel)

4 Benutzerführung und Ansichten in Web-FLYS

Um den Wiedererkennungswert der Software FLYS zu erfüllen und zur einheitlichen Nutzerführung orientiert sich der Aufbau des Moduls M-INFO am Aufbau der Oberfläche in W-INFO. Darin wird die Nutzeransicht in die Bereiche Projektverwaltung, Parametereingabe, Informationen zu morphologischen Messstellen, Ergebnisausgabe und Auswahlunterstützung unterschieden (HATZ & TEICHMANN 2013, s. S. 39ff.), welche dem Anwender hilfreiche Informationen zur Eingabedefinition bereitstellt. Diese Bereiche des Web-FLYS-Fensters kann der Nutzer individuell anpassen, was das Arbeiten mit FLYS deutlich optimiert.

Nach der Vorauswahl des Moduls – in diesem Fall M-INFO – erfolgt die Wahl des zu betrachtenden Gewässers. Bisher liegen hierzu Daten der frei fließenden Gewässer Rhein, Elbe und Oder in der FLYS-Datenbank vor (BUSCH 2013). Diese Datenhaltung kann je nach Nutzerinteresse natürlich noch erweitert werden.

Anschließend erfolgt die Auswahl einer der sechs in M-INFO möglichen Berechnungsarten (s. Abb. 2). Nun hat der Anwender mit nur wenigen Mausklicks die dem geübten Desktop-FLYS-Nutzer bereits vertraute Eingabemaske des zu untersuchenden Streckenabschnitts erreicht. Hierbei bieten die beiden Reiter „Orte“/„Strecke“ die optimale Auswahlunterstützung.

Allerdings kann, wie bei allen anderen Fenstern auch, weiterhin die Eingabe manuell erfolgen. Die Auswahlunterstützung wird bei allen weiteren Eingabefeldern konsequent fortgeführt. Dies kann in Form von Informationen zu morphologischen Messstellen (Messstelleninfo als Pendant zu Gewässerinfo), Datumsdefinitionen, Übersichten zu verfügbaren Messwerten (z. B. vorliegende Daten in der SedDB) oder in Form von Tooltips sein. Somit füllt sich Eingabebereich um Eingabebereich quasi selbsterklärend von oben nach unten bis zur Eingabebestätigung durch den Nutzer mit Aktivierung des Felds „Übernehmen“.



Abb. 2:
Auswahlmöglichkeit der Berechnungsarten in M-INFO

Die anschließend entstehende Berechnungsausgabe/-tabelle kann im Excel üblichen CSV-Format oder als PDF-Format exportiert werden. Bei Grafiken/Diagrammen stehen noch zusätzlich das Bildformat PNG sowie für Vektorgrafiken das SVG-Format zur Verfügung. Die Grafikanpassung kann über den bereits aus Desktop-FLYS bekannten Themenstileditor und die angezeigten Werkzeuge erfolgen, so dass publikationsfähige Grafiken entstehen.

Das erstellte Projekt kann vom Bearbeiter durch Aktivieren des Sterns per Mausklick in der Projektverwaltung dauerhaft gespeichert und umbenannt werden. Hierbei werden alle vorgenommenen Parametrisierungen, auch die des Themenstileditors gespeichert. Dies ermöglicht über „Projekt duplizieren“ gleiche Layouts für gleiche Darstellungsparameter bei unterschiedlichen Eingangsdatensätzen.

5 Morphologische Daten als Teil integraler Datenansichten in FLYS

5.1 M-INFO Berechnungsart „Sohlhöhendifferenz“

Mithilfe der Berechnungsart „Sohlhöhendifferenz“ können Änderungen der Sohlhöhe direkt in Bezug zu geänderten Niedrigwasserspiegellagen betrachtet werden. Diese Informationen verschnitten im Längsschnittdiagramm der Berechnungsart „Sohlhöhendifferenz“ ergibt ein die Fachdaten in ihrer Aussagefähigkeit und Zuverlässigkeit stützendes Bild, welches auch bei Absicherung des Frachtlängsschnitts aus Feststofftransportdaten verwendet wird. Hierfür werden vorab im Modul „Fixierungsanalyse“ die für diesen Zeitraum aus Niedrigwasserspiegellagen ermittelten Wasserstandsänderungen berechnet und hier über den „Datenkorb“ hinzugeladen.

Anhand der beispielhaften Darstellung zu dieser Berechnungsart (s. Abb. 3) soll an dieser Stelle aber auf weitere Möglichkeiten in Web-FLYS hingewiesen werden. So können im Längsschnittdiagramm der „Sohlhöhendifferenz“ die originären Ausgangssohlhöhen, also verwendeter Minuend und Subtrahend, benutzerfreundlich durch Aktivieren in der Themen-

verwaltung hinzugefügt werden. Zusätzlich können auch die verwendeten Rohdaten sowohl der originären Sohlhöhen als auch der berechneten Sohlhöhendifferenz eingeblendet werden. Der Unterschied zwischen den Themen mit der Bezeichnung „(Rohdaten)“ zu denen ohne Zusatz liegt in einer softwareseitig durchgeführten Mittelwertbildung hinter der Nutzeroberfläche begründet. Diese ist zoomwertabhängig definiert, um das „Flimmern“ der berechneten Kurve zur lesbaren Darstellung umzuformen. Je näher in die Darstellung ins Detail gezoomt wird, desto mehr gleichen sich die Kurven ohne Namenszusatz denen der „(Rohdaten)“ an.

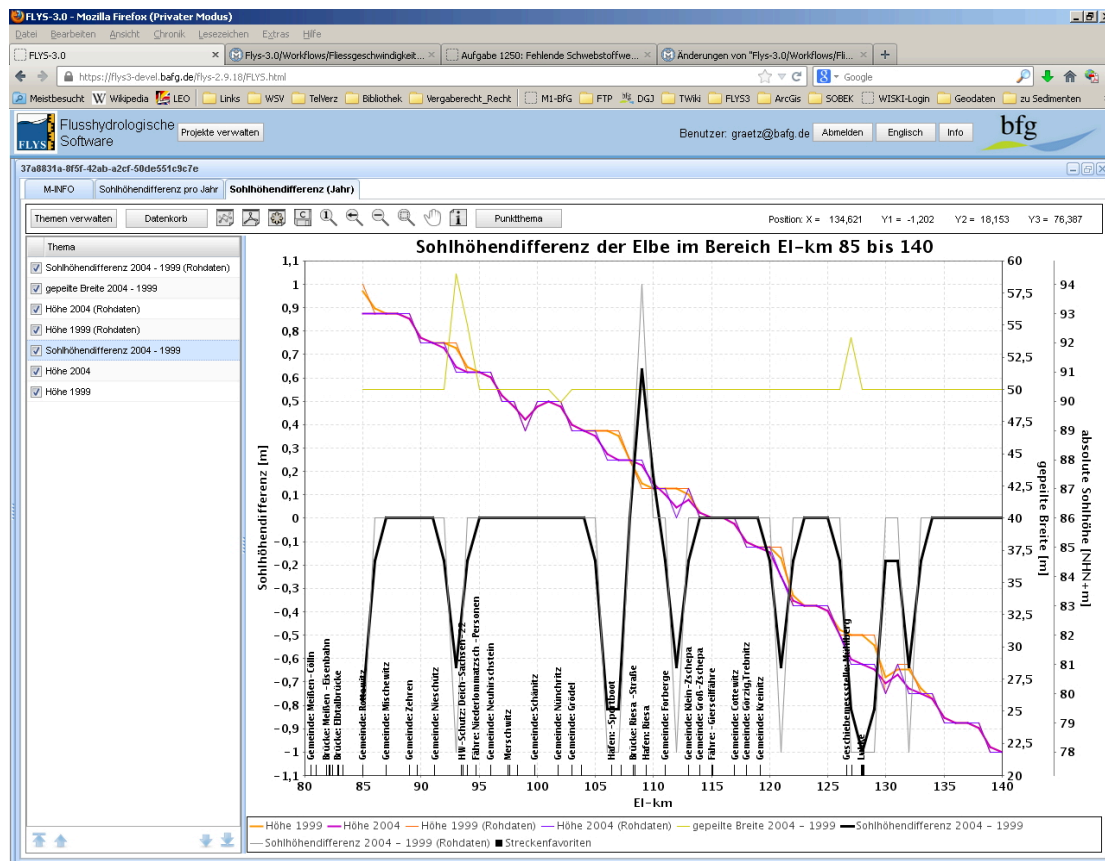


Abb. 3: Längsschnittdiagramm der M-INFO Berechnungsart „Sohlhöhendifferenz“ (erzeugt mit FLYS-Version 2.9.15)

Zum Zweck der Kurvenglättung wird ein gewichtetes gleitendes Mittel innerhalb eines definierbaren Fensters verwendet. Die Gewichtung wird dabei als "inverse distance weighted" mit Exponent 1 ($w = 1/d$) vorgenommen.

- > Das Diagramm zeigt einen Abschnitt von ≤ 50 km: Mittelung über einen 2 km breiten Datenabschnitt.
- > Das Diagramm zeigt einen Abschnitt von ≤ 100 km: Mittelung über einen 10 km breiten Datenabschnitt.
- > Das Diagramm zeigt einen Abschnitt von ≤ 500 km: Mittelung über einen 20 km breiten Datenabschnitt.

Zwischen diesen Werten wird linear interpoliert. Für eine Strecke von km 100 bis km 300 ergibt sich also folgende Fensterbreite:

Diagrammbereich x-Achse (*actual_range*) = Fluss-km 100 bis Fluss-km 300 = 200 km

Bereich der Mittelwertbildung (*actual_radius*)

$$= 5 + (\text{actual_range} - 100) * (10 - 5) / (500 - 100) \Rightarrow \text{actual_radius} = 6,25 \text{ km} * 2 \Rightarrow 12,5 \text{ km}$$

Die Mittelwertbildung erfolgt über einen 12,5 km langen Abschnitt der Sohlhöhendifferenzdaten.

5.2 M-INFO Berechnungsart „Sedimentfracht“

Für die Bewirtschaftung von Bundeswasserstraßen ist die Betrachtung des Frachtlängsschnittes mit Mengenaussagen zu transportierten Feststofffrachten von Bedeutung. Zur Auswertung der SedDB-verwalteten Geschiebemessungen errechnet die BfG die zugehörigen Jahresfrachten, welche in die FLYS-DB importiert werden. Dadurch erhält jeder FLYS-Nutzer die Möglichkeit, sich Längsschnittdiagramme der Jahresfrachten für die morphologisch üblichen Fraktionen über die Auswahl „Einzeljahre“ innerhalb der Berechnungsart „Sedimentfracht“ zu erstellen. Hierbei wird aus den Fraktionen des Suspensions- und des Geschiebetransports die Gesamtfracht mittels Summenbildung über alle Fraktionen ermittelt und im Längsschnittdiagramm visualisiert (s. Kap. 2.4).

Ausgehend von der Darstellung des Längsschnittdiagramms in Web-FLYS (s. Abb. 4) können auch alle im Diagramm dargestellten Werte im Excel-üblichen CSV-Format exportiert werden, wodurch jeder Nutzer auch die Möglichkeit der Datenweiterverarbeitung erhält.

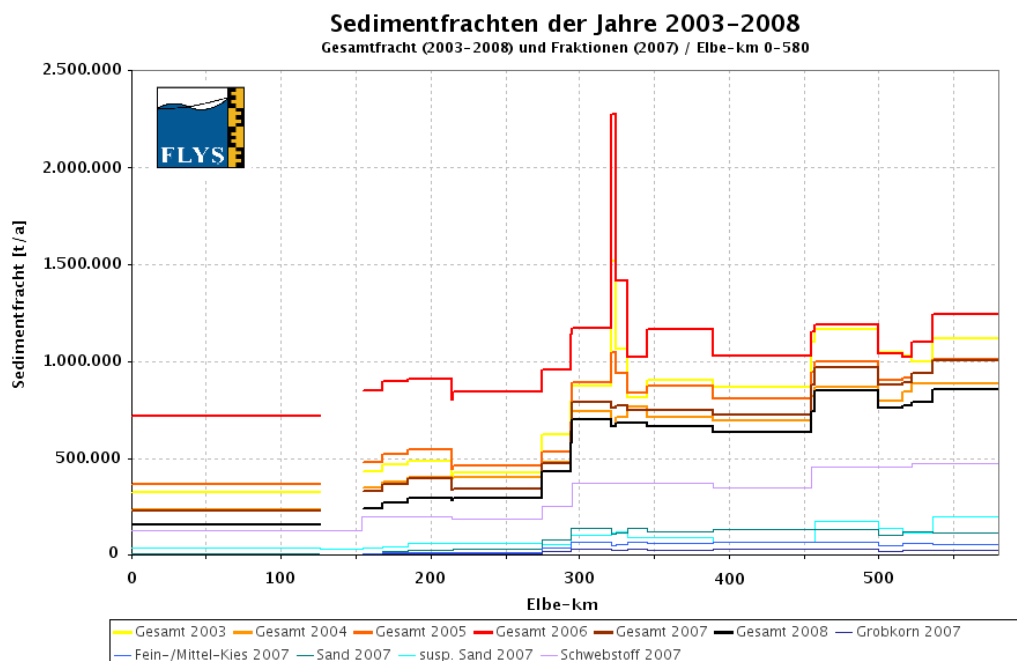


Abb. 4: Längsschnittdiagramm der M-INFO Berechnungsart „Sedimentfracht“ für die Einzeljahre 2003-2008 der gesamten Binnemelbe

Zusätzlich zu den Jahresfrachten besteht auch die Möglichkeit, sich über einen begrenzten Zeitraum, sogenannte Epochen, gemittelte Frachten errechnen zu lassen. Hierfür wählt der Anwender in der Berechnungsart „Sedimentfracht“ die Auswahl „Epochen“. Dabei wird für den gewählten Zeitraum für die fünf Fraktionen des Suspensions- und Geschiebetransports

- a) Schwebstoff
- b) suspenderter Sand
- c) Sand
- d) Fein-/Mittelkies
- e) Grobkorn

das arithmetische Mittel der Frachten je Fraktion gebildet und anschließend die Gesamtfracht durch Aufsummieren der Fraktionsmittelwerte errechnet (s. Kap. 2.4) und im Längsschnitt-diagramm visualisiert (s. Abb. 5).

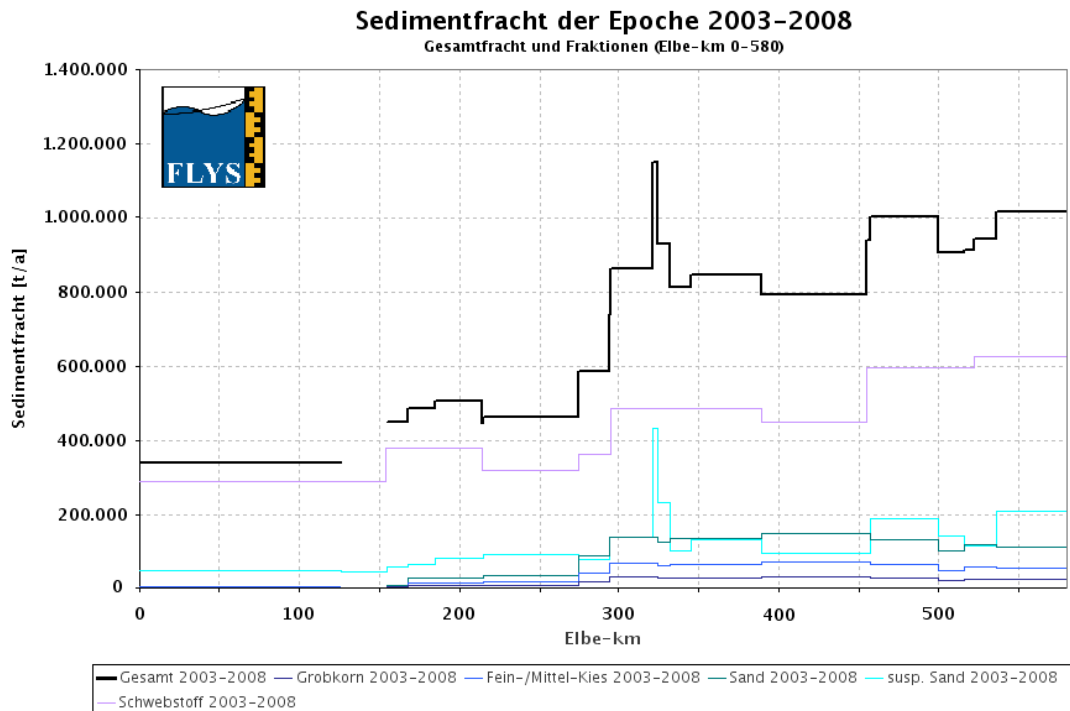


Abb. 5: Längsschnittdiagramm der M-INFO Berechnungsart „Sedimentfracht“ der Epoche 2003-2008 für die gesamte Binneneibe

Zusätzlich können in der Diagrammdarstellung über den Datenkorb weitere Daten hinzugeladen werden, die einen direkten Zusammenhang zu den Frachten der Transportmessungen abbilden, wie z. B. die ermittelten Frachten aus der Sohlhöhenänderung. Aber auch Informationen mit indirektem Zusammenhang, wie die morphologische Breite oder Berechnungsergebnisse der Sohldifferenzen, können hinzugeladen werden (s. Kap. 3).

5.3 M-INFO Berechnungsart „Transport-Abfluss Beziehung“

Wie bereits in Kap. 2.6 näher erläutert, werden in der Berechnungsart „Transport-Abfluss Beziehung“, basierend auf den im Datenbestand der SedDB befindlichen Informationen zu den Sedimenttransportmessungen der WSV, die funktionalen Zusammenhänge zwischen Transport und Abfluss ermittelt. Dabei wird im FLYS-internen Berechnungsverfahren zwischen dem Gesamttransport und den fünf Einzelkomponenten des Geschiebe- und Schwebstofftransports (s. Kap. 5.2) unterschieden. Dies führt zur Erstellung verschiedener Transport-Abfluss-Beziehungen (S-Q-Beziehungen) der unterschiedlichen Einzelfraktionen; ein Beispiel stellt Abb. 6 dar.

Anwenderfreundlich werden diese in einer Übersichtsdarstellung je Geschiebemesstelle, z. B. zum Erstellen einer publikationsfähigen Grafik, zusammengefasst (s. Abb. 7). In dieser Übersichtsgrafik werden die erstellten sechs S-Q-Beziehungen quasi gespiegelt und somit in ihren vorgenommenen Formatierungen nebeneinander dargestellt.

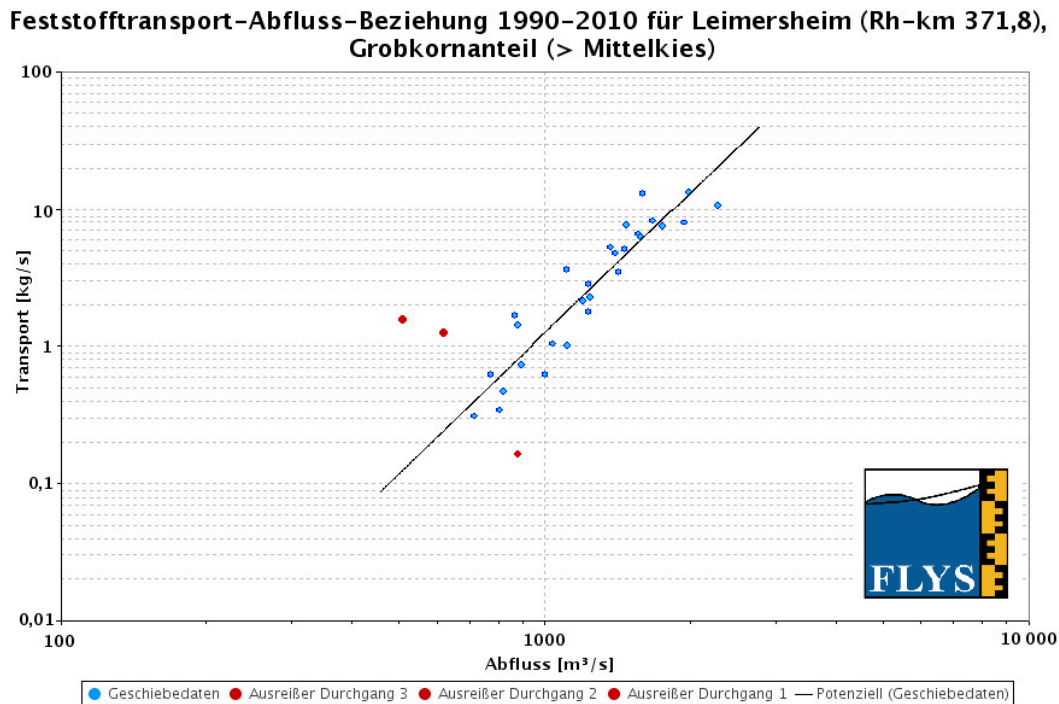


Abb. 6: S-Q-Diagramm der M-INFO Berechnungsart „Transport-Abfluss-Beziehung“ für die Grobkornfraktion im Zeitraum 1990-2010 an der Geschiebemesstelle Leimersheim (Rhein-km 371,8)

Da bei der Erstellung der S-Q-Beziehungen eine Iterationsschleife bezüglich unsicherer Ausreißerwerte durchgeführt wird (s. Kap. 2.6), ergeben sich, bzgl. der Abweichung der Werte um ein Vielfaches der Standardabweichung von der S-Q-Funktion, verschiedene Ausreißer je Testdurchgang. Durch das softwareinterne Ablegen dieser Ausreißer in verschiedenen Themen können auch die „Zwischenfunktionen“ jedes Iterationsschrittes anhand von Werten und Kurvenverläufen nachvollzogen und für die weitere Nachbearbeitung verwendet werden.

Vom Kurvenverlauf, welcher im Gegensatz zur Wasserstand-Abfluss-Beziehung keinen exponentiellen Graphen wiedergibt, sollte man sich nicht irritieren lassen, denn die Darstellung der angewandten Potenzfunktion $S = a \cdot Q^b$ führt aufgrund der doppellogarithmischen Achsen zum linearen Verlauf.

$$S = a \cdot Q^b$$

$$\Rightarrow \log(S) = \log(a \cdot Q^b) = \log(a) + \log(Q) \cdot b$$

Über den Datenkorb können zusätzlich die S-Q-Beziehungen der vordefinierten/amtlichen Epochen, die auf Basis der SedDB-Daten durch die BfG vorberechnet wurden, sowie die unter Verwendung von W-INFO ermittelten Wasserstand-Abfluss-Beziehungen hinzugeladen werden (s. Kap. 3).

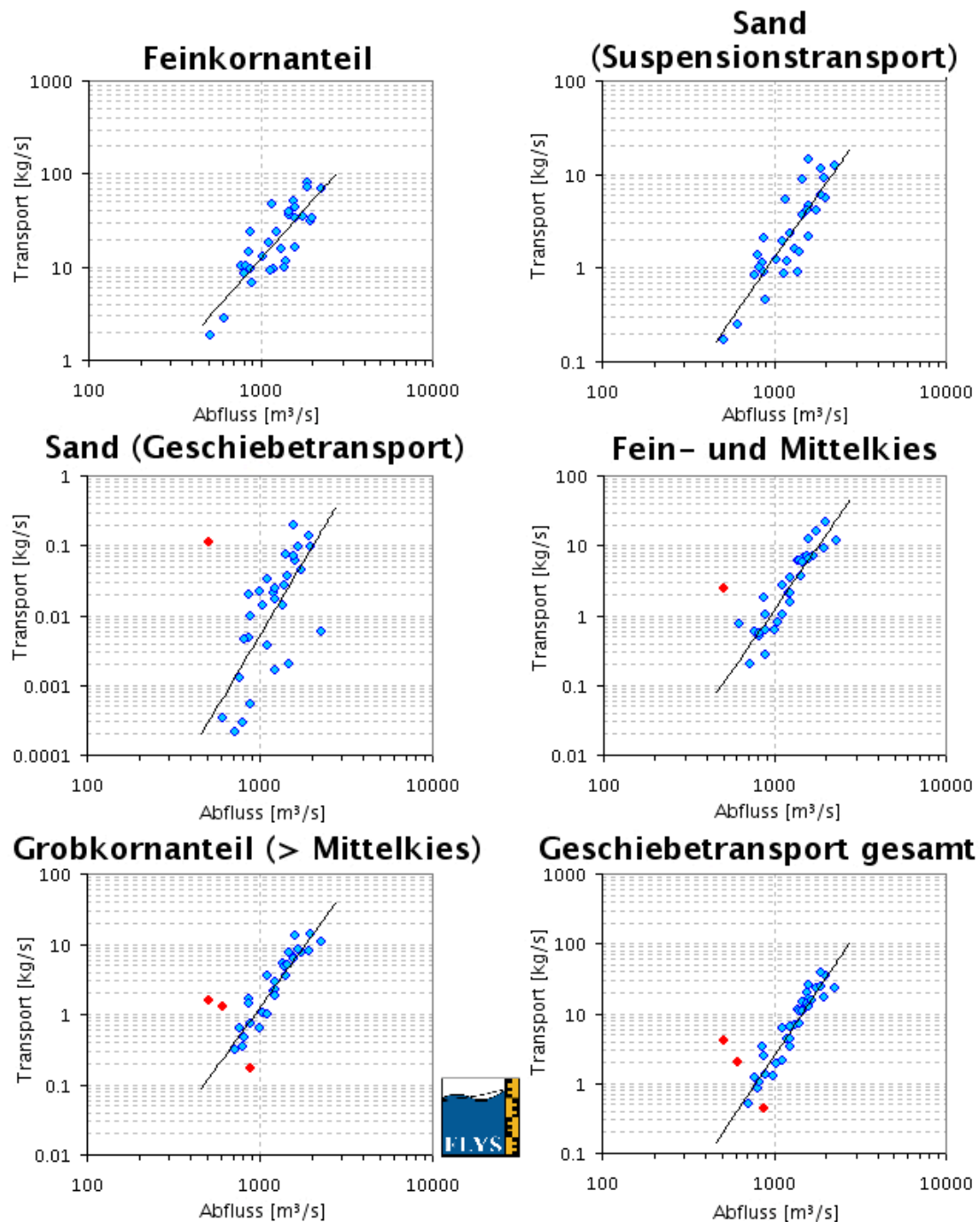


Abb. 7: Übersichtsdarstellung der S-Q-Diagramme aller Fraktionen an der Geschiebemesstelle Leimersheim (Rhein-km 371,8) für den Zeitraum 1990-2010

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Umsetzung des den Anwendern bisher bekannten Desktop-FLYS auf ein webbasiertes Analysetool schafft nicht nur mehr Nutzerspaß durch erhöhte und zeitgemäße Anwenderfreundlichkeit, sondern auch neue Analysewerkzeuge und Informationsbereitstellung für den morphologisch interessierten Nutzer. Durch den Aufbau des neuen Morphologiemoduls

M-INFO wird in den sechs Berechnungsarten (s. Kap. 2) „Mittlere Sohlhöhe“, „Sohlhöhen-differenz“, „Sedimentfracht“, „Sohlbeschaffenheit“, „Fließgeschwindigkeit“ und „Transport-Abfluss-Beziehung“ die Möglichkeit integraler Datensichten geschaffen, wobei ein hinterlegter intelligenter Datenkorb (s. Kap. 3 und STÜRMER & ACKERMANN 2013, s. S. 68ff.) den Nutzer in der Auswahl unterstützt. Ergänzt wird dies durch das Informationstool Messstellen-info, welches dem Nutzer Informationen zu morphologischen Messstellen übersichtlich und via direktem Zugriff in der Anwenderansicht offeriert.

Die integralen Datensichten (s. Kap. 5) schaffen die Verschneidung von hydrologischen mit morphologischen Informationen der Bundeswasserstraßen und somit einen neuen erweiterten Blick auf den Zusammenhang zwischen Wasserständen und Sohlhöhen sowie Fließgeschwindigkeiten und Sohlschubspannungen als Ursache für den Feststofftransport. Des Weiteren wird durch Anbindung der Sedimentdatenbank (SedDB) die Zugriffsmöglichkeit auf aktuelle Daten zu Geschiebe und Sohlmaterial, ohne redundante Datenhaltung, zur Erstellung von Feststofftransport-Abfluss-Beziehungen (S-Q-Beziehungen) und zur Abbildung charakteristischer Kornparameter initiiert. Die S-Q-Beziehungen stellen dabei die wichtige Basis zur Erstellung von Frachtlängsschnitten dar, die beispielsweise bei der Bewirtschaftung von Bundeswasserstraßen herangezogen werden.

Generell ermöglicht M-INFO die nachhaltige Datennutzung morphologischer Daten und bietet dank moderner Datenbankhaltung und der Nutzung frei zugänglicher Software die Möglichkeiten zur Funktions- und zur Datenerweiterung in einem beinahe beliebigen Rahmen.

Wir – die BfG als Anbieter des FLYS-Fachdienstes eingebettet in das Geoportal GGInA (ALBERT & FRETTER 2013, s. S. 85ff.) – möchten Sie dazu einladen, diese Anwendung in die Beantwortung Ihrer wiederkehrenden Fragestellungen des Arbeitsalltags zu integrieren und sich nicht davor zu scheuen, durch Kritik, Impulse und Anregungsvorschläge zur Weiterentwicklung dieser Software beizutragen: Denn FLYS ist eine Entwicklung auf dem Fachgebiet der Gewässerkunde von Anwendern für Anwender und profitiert von der klassischen Win-win-Situation (BUSCH 2013).

Literatur

- ALBERT, S., K. FRETTER (2013): Datenausblick: Wie Rohdaten und Ergebnisse der Klimaforschung verfügbar gemacht werden – KLIWAS und GGInA. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 85-95.
- BUSCH, N. (2013): Die Flusshydrologische Software FLYS – von den Anfängen bis hin zum webbasierten Fachdienst FLYS. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 18-31.
- HATZ, M., S. TEICHMANN (2013): Die neuen Errungenschaften der Webanwendung für den hydrologischen Fachdienst FLYS der BfG. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 39-47.
- STÜRMER, W., S. ACKERMANN (2013): Der „intelligente“ Datenkorb – ein integrales Spezialwerkzeug von FLYS. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 68-74.
- VOLLMER, S. (2013): Das neue Modul M-INFO als Erweiterung zum Prozessverständnis Fluss - Historie: Bedarf und Notwendigkeit. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 32-38.



Kontakt:

Doreen Grätz

Bundesanstalt für Gewässerkunde
56068 Koblenz
Am Mainzer Tor 1
Tel.: 0261/ 1306 5142
Fax: 0261/ 1306 5302
E-Mail: graetz@bafg.de

Jahrgang: 1980

1998-2002

Studium der Wasserwirtschaft an der Hochschule
Magdeburg-Stendal

2003-2007

Technische Angestellte im Wasser- und Schiff-
fahrtsamt Koblenz , Fachgebiet Hydrologie

seit 2007

Technische Angestellte der Bundesanstalt für Ge-
wässerkunde, Koblenz

Projektbearbeitung:

- seit 2007: zuständig für die binnenmorphologi-
sche Datenhaltung
Erstellung und Anwendung von mor-
phologischen 1D-Modellen der
Software SOBEK
- 2007-2009: Erstellung eines SOBEK-Modells für
das Elbegebiet unter Berücksichti-
gung wichtiger Nebenflüsse
- 2010-2013: Entwicklung und Datenhaltung der
Flusshydrologischen Software FLYS
der BfG für die Morphologie
- 2011-2013: Untersuchung der großräumlichen
hydraulisch-morphologischen Ent-
wicklung der Grenzoder

Wasserstandsinformationen als Grundlage für ökologische Untersuchungen – Salix231-Methode zur Standortschnellansprache –

Michael Schleuter

1 Beurteilung der Umwelt, warum?

Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das die EG-Wasserrahmenrichtlinie in deutsches Recht umsetzt, fordert für unsere Gewässer einen guten Zustand der Wasserkörper und der sich anschließenden Aueflächen. Für die Planung gilt es Methoden zu finden, mit denen man ohne viele langfristige Kartierungen und Geländebegehungen die Gewässerufer und die angrenzenden Aueflächen so charakterisieren kann, dass man eine Beurteilungsbasis erreicht, die unzulängliche Gewässerabschnitte erkennen lässt und die Vorplanungen für etwaige Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Situation ermöglicht.

2 Salix231-Methode

Durch den Vergleich der Höhe der Wuchsplätze von Weiden (KREMPEL 2009, MOSNER et al. 2009) mit der Höhe des MHW (mittleres Hochwasser) und des MW (Mittelwasser) wurde ein Zusammenhang gefunden, der direkt auf die ökologische Qualität der Ufer und angrenzenden Auen schließen lässt (SCHLEUTER 2010). Die Korrelation der Wuchsplatzhöhen von 2637 Silberweiden mit der Wasserspiegellage des MHQ (mittlerer Hochwasserabfluss) ergab, dass die Weidenwuchsplätze (Y) rein rechnerisch 2,31 m unter der Höhe des mittleren Hochwassers (Z) liegen ($Y = Z - 2,31$; bei einem $R^2 = 0,996$). Setzt man den erhaltenen Wert in Relation zur Wasserspiegellage des Mittelwasserabflusses (MQ), so erhält man einen Wert X, der proportional zur Degradation von Auen durch Erosionserscheinungen am Betrachtungsort ist ($X = MHW - 2,31 - MW$). Dieser Wert X wird Salix231-Faktor genannt. Zur Visualisierung der Formeln und Werte siehe Abb. 1.

Bei kleinem X (0 bis 0,4 m) steht der Fluss noch mit seinen Auen in einem natürlichen Gleichgewicht. Ansteigende Wasserspiegellagen führen sofort zur Ausuferung, das Wasser übt seine selektierende und segensreiche Wirkung für die Aue aus. Die Sohlschubspannung an der Gewässersohle nimmt wegen der frühzeitigen Ausuferung bei steigenden Wasserständen nur unwesentlich zu und die Erosion hält sich dadurch in Grenzen, so dass die Materialnachlieferung von oberstrom den Substratverlust nach unterstrom ausgleichen kann.

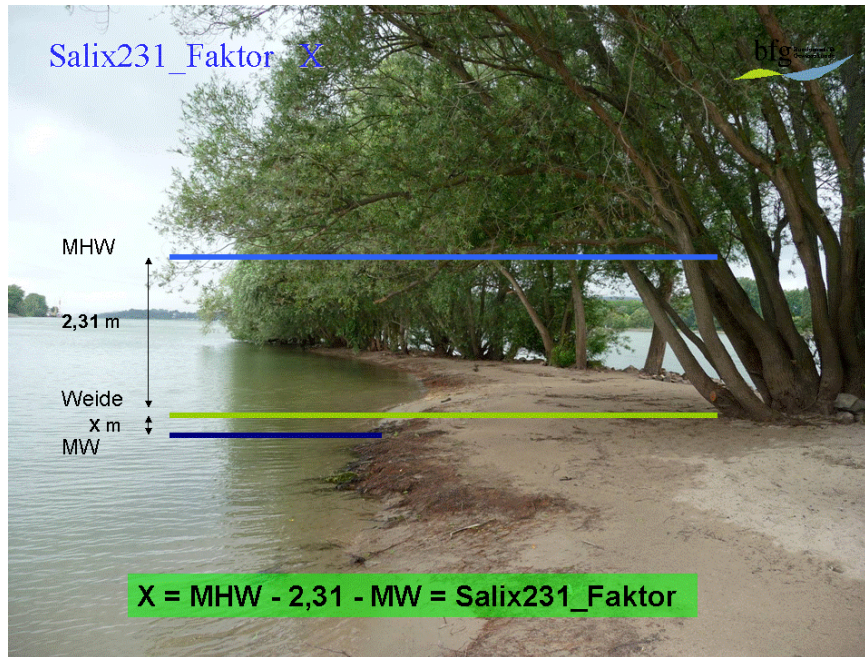


Abb. 1: Visualisierung der Berechnungsformeln

Bei großem X (1,0 bis 2,0 m und größer) koppelt sich der Fluss immer mehr von seinen Auen ab. Das Wasser ufert oft erst bei Abflusswerten von 2 MQ oder noch höher aus. Die Vegetation erhält längst nicht mehr die Überschwemmungszeiten, die für eine gute Ausprägung von Auenlebensgemeinschaften notwendig sind. Weichholzauestandorte entwickeln sich zu Hartholzauestandorten. Altwässer, Feuchtflächen, Sümpfe und temporäre Gewässer verschwinden oft ganz. Nur noch sehr hohe Hochwasser zeigen, dass man sich in einer Aue befindet.

Nimmt X negative Werte an, so bedeutet das, dass der Standort vernässt. Das ist grundsätzlich noch nicht negativ oder auenunüblich. Aber bei fehlender Schwankungsamplitude des MW zum NW ist die Konsequenz, dass der Standort überstaut und damit dauernass ist.

Mit Hilfe der Dauerlinien (siehe auch Abb. 2), die in FLYS vorhanden sind, ließ sich eine Zuordnung der Höhenlagen und der Zeit der Überflutung herleiten. Über die ermittelte Formel $F = -70,559 * \ln(X + 0,50) + 88,711$ lässt sich die Anzahl der Überschwemmungstage berechnen, die an den veränderten Standorten noch vorkommen und die die Vegetation beeinflussen können.

3 Notwendige Eingangsinformation

Die Eingangsdaten, die man für das oben dargelegte Verfahren zur Beurteilung benötigt, sind denkbar übersichtlich und alle in FLYS vorhanden, beziehungsweise mit FLYS generierbar (BUSCH 2009). Man benötigt die Werte von MHW, MW und MNW (mittleres Niedrigwasser). Für eine detailliertere Standortansprache sind auch die Querprofile dazu hilfreich, die ebenfalls in FLYS abgelegt sind (s. auch Abb. 3).

Ein Abstand der Messpunkte (Querprofile) von 100 Metern hat sich als ausreichend erwiesen. Die Werte der Hauptpegel, die oft über 100 km auseinander liegen, geben zwar einen punktuellen Überblick, sind aber mit einfachen Mitteln nicht zu interpolieren und dementsprechend für eine Streckenansprache unbrauchbar.

Definierte Klassengrenzen von Überflutungszeiten lassen sich, da das System auf MW normiert ist, in Übersichtslängsschnitte übernehmen. Dies ermöglicht eine umfassende Ansprache der Gewässerabschnitte.

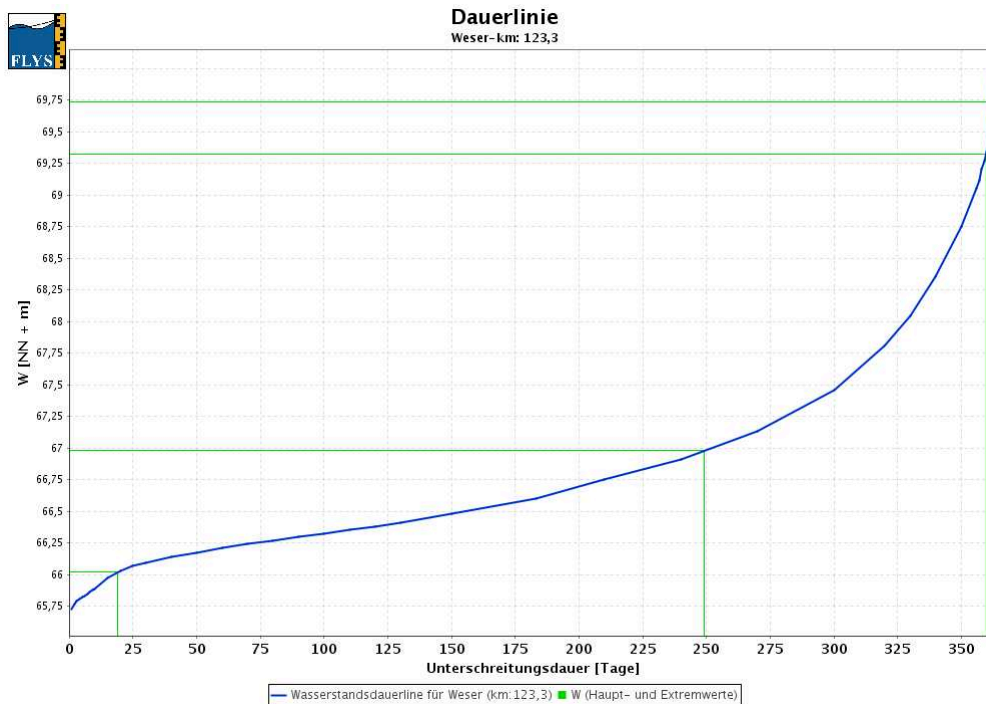


Abb. 2: Beispiel einer Dauerlinie aus FLYS bei Weser-km 123,3, über die man die Anzahl der Überflutungstage an einem Standort bestimmen kann

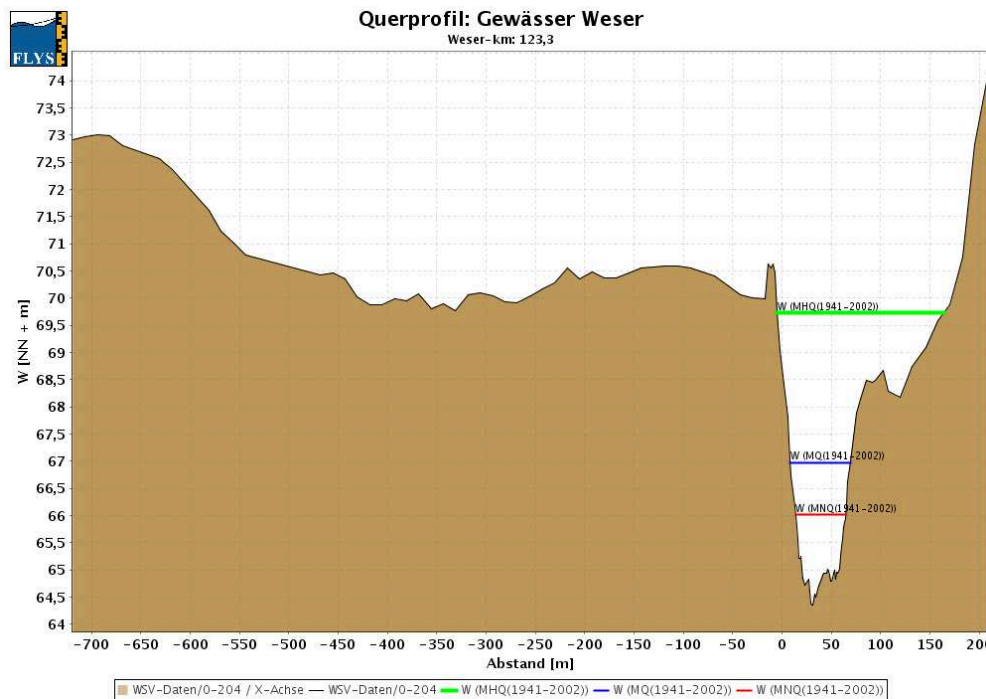


Abb. 3: Muster eines Querprofils von Weser-km 123,3, wie es in FLYS abgelegt ist

4 Einsatzmöglichkeiten

Die möglichen Einsatzgebiete des dargestellten Berechnungsverfahrens sind vielfältig. Es reicht vom Auffinden der Bereiche mit guter oder schlechter Auequalität an frei fließenden Gewässern bis zur Einschätzung der Eintiefung des Gewässerbettes durch menschliche Aktivitäten mit der Möglichkeit, auch Substratbilanzen zu erstellen. Eine Berechnung des derzeitigen Besiedlungspotenzials der Auebereiche auf der Basis der Überschwemmungstage unter Einbeziehung der zeitlichen Klassengrenzen für die Vegetationszonierung erlaubt eine Abschätzung des Sanierungsbedarfes bei Einbeziehung eines Leit- oder Wunschbildes. Darüber hinaus kann man eine Wirkungsüberprüfung von Ausbau- oder Sanierungsmaßnahmen machen, indem man die Werte des Ist-Zustandes den Werten des Prognose-Zustandes, deren Grundlagen man aus hydrodynamisch-numerischen Modellen gewinnen kann, gegenüberstellt (siehe dazu Kapitel 6, Anwendungsbeispiel Donau).

5 Anwendungsbeispiel Weser

Im Längsschnitt der Oberweser (Abb. 4) kann man erkennen, dass der Wert von km 0 bis 60 um den Wert +50 cm schwankt und dass von km 60 bis 75 nahezu 1 m Erosion (E) erreicht wird. Von km 125 bis 134 paust sich die Stauhaltung Hameln ab. Unterhalb bis Minden bleiben die Werte relativ hoch zwischen 60 und 100 cm, bis die Werte im Stau des Wehres Petershagen wieder abfallen. Die Schwankungsamplitude von MW bis MNW liegt durchgehend unter 1 m und entspricht damit dem guten Zustand, der an anderen frei fließenden Abschnitten unserer Flüsse wie Elbe und Donau ermittelt wurde. Selbst im Staubereich des Wehres Hameln ist diese Amplitude noch fast 50 cm, was die Grenze für einen Silberweiden-Auwald darstellt. Viel weniger würde die Pflanzengesellschaft des *Salicetum albae* (Silberweiden-Auwald) zum *Pruno-Fraxinetum* (Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald) umbauen.

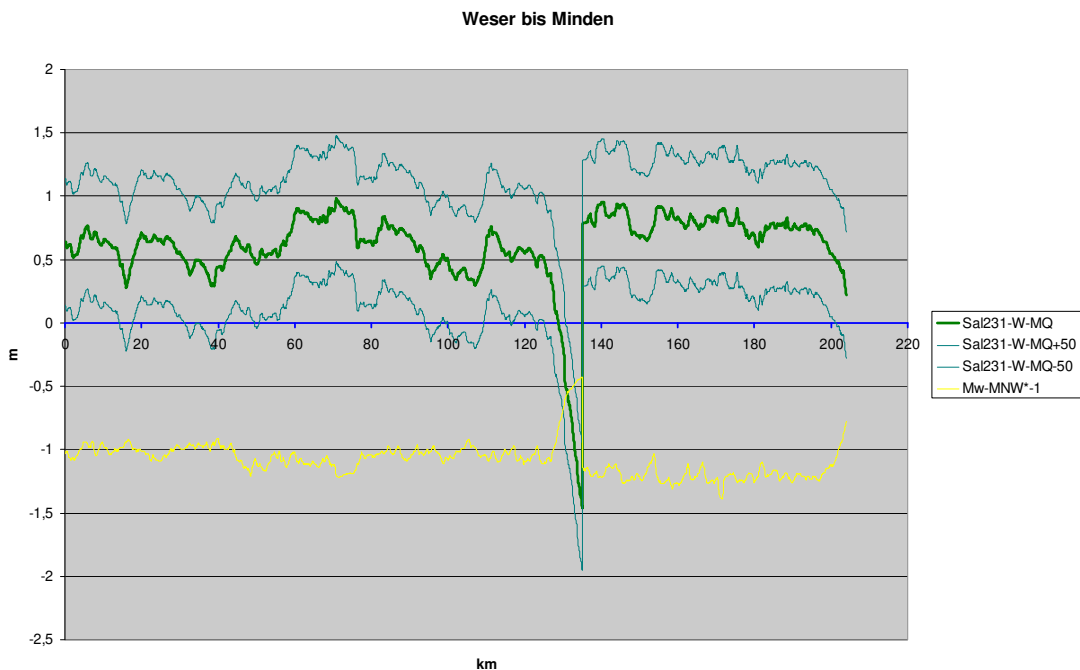


Abb. 4: Salix231-Faktor (grün) im Längsschnitt der Weser bis Minden mit der Amplitude +/- 50 cm (blau) und der Höhe des MNW unter MW (gelb)

6 Anwendungsbeispiel Donau

Zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Donau gibt es zwei Varianten, die in einer sogenannten EU-Studie auf die technische Machbarkeit und die ökologische Verträglichkeit geprüft wurden (EU-Studie 2012). Variante A umfasst einen flussregelnden Ausbau mit Buhnen, Parallelwerken, Kolkverbau, Sohlsicherungen, Sohl- und Uferabgrabungen. Bei Variante C 2,80 sind im Hauptanteil der Strecke ähnliche Maßnahmen wie bei A vorgesehen, nur zwischen der Isar und dem Ort Winzer soll die gewünschte Wasserhöhe mit einer Stützschwelle bei Aicha erreicht werden. Im Zuge der Planungen wurden auch die zukünftigen Wasserspiegellagen berechnet. Auf dieser Basis kann man den Effekt der Varianten auf Ufer und Aue darstellen.

In Abb. 5 verdeutlicht die blaue Linie den derzeitigen Zustand. Unterhalb der Staustufe Straubing hat sich das Gewässer eingetieft. Der Schwerpunkt der Vegetation liegt im Bereich der Hartholzaue. Unterstrom von Donau-km 2015 liegen die ermittelten Salix231-Werte bei 30 bis 40 cm, die Bedingungen für eine Weichholzaue sind recht günstig. Die besten Abschnitte findet man im Umfeld der Isarmündung vor. Ab Donau-km 2270 fallen die Werte beständig. Die Wasser der Donau laufen in den Stau Kachlet. Dargestellt ist die Kurve aber nur bis nach Vilshofen. Die rote Kurve gibt die Situation bei einem möglichen Ausbau nach Variante A wieder. Diese Kurve zeichnet den Verlauf des Ist-Zustandes nach, im Schnitt ist es aber überall 10 bis 20 cm tiefer, also durchgehend feuchter. Das verbessert eigentlich die Situation der Aue mit ihrer typischen Tier- und Pflanzenwelt. Der Effekt der Variante C 2,80 folgt auch über weite Strecken der Entwicklung von Variante A. Entscheidend anders ist aber der Abschnitt von km 2285 bis 2273, wo man den Effekt der Stauhaltung deutlich erkennt. Ab der Isarmündung bei Donau-km 2280 nimmt auch die Amplitude der Niedrigwasserstände soweit ab (gestrichelte grüne Linie), dass mit einer Veränderung der Vegetationseinheiten zu rechnen ist. Seitens der Ausbaunehmer ist deshalb parallel zur Donau ein Rinnensystem mitgeplant, das diese negativen Effekte auffangen soll. Diese Effekte sind in der Grafik aber nicht dargestellt.

7 Anwendungsbeispiel Rhein

In Abb. 6 sieht man im Längsschnitt den derzeitigen Zustand des Rheins. Unterhalb Iffezheim, bei km 345 und km 370 erkennt man noch annähernd optimale Bedingungen für eine Auenentwicklung. Doch dann schließt sich eine Strecke mit fast 1 m Sohlverlust an. Erst im Rheingau, im Mündungsgebiet von Main und Nahe, sind die Bedingungen für eine gut ausgeprägte Weichholzaue wieder sehr gut. Danach verliert der Rhein Richtung Niederlande mehr und mehr an Sohle, bei Rees (Rhein-km 840) sind es dann fast 2,5 m Eintiefung. Es wäre sicher noch mehr, wenn man in diesem Abschnitt dem Rhein nicht ständig große Mengen Material zugeben würde.

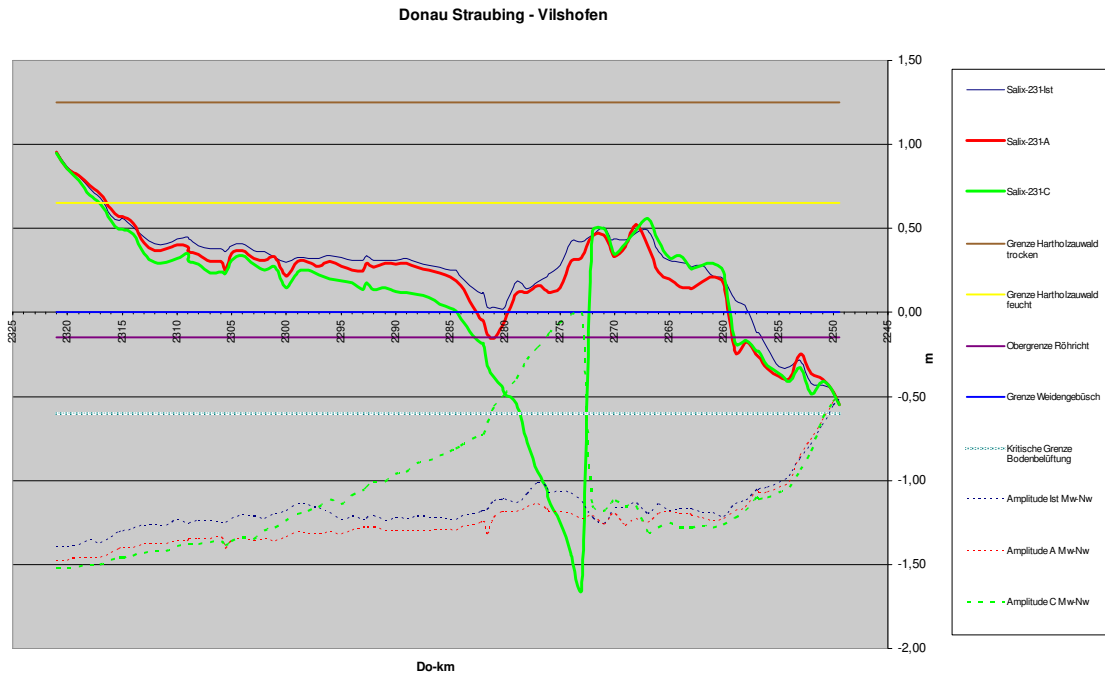


Abb. 5: Längsschnitt der Donau von Straubing bis Vilshofen mit Salix231-Faktor (blau) des Ist-Zustandes, (rot) Variante A, Regelung mit Buhnen und Parallelwerken und (grün) Variante C 2,80, eine Variante mit einer zusätzlichen Staustufe. Die Schwankungsamplitude des MNW ist gestrichelt in den Farben der Varianten dargestellt. Zusätzlich sind die Grenzen der groben Vegetationseinheiten noch in die Abbildung eingefügt.

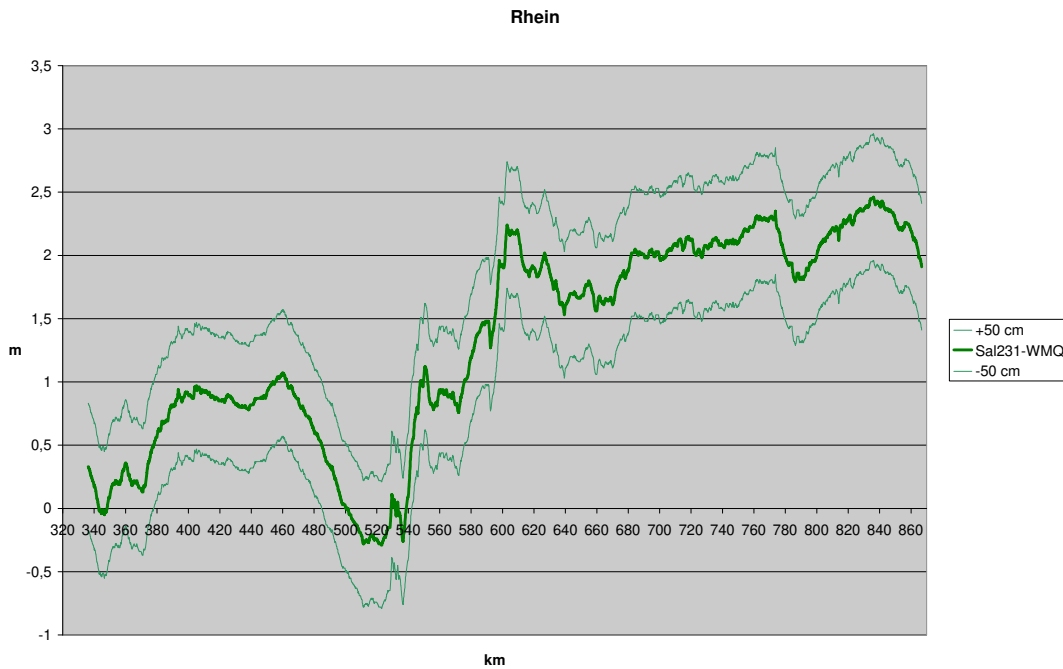


Abb. 6: Salix231-Faktor (grün) im Längsschnitt des Rheins von Iffezheim bis zur Ländergrenze zu den Niederlanden mit der Amplitude des Faktors von +/- 50 cm (grau)

8 Zusammenfassung

Auf der Basis der Wasserspiegellagen MHW, MW, MNW wurde ein Index berechnet, der für frei fließende Flüsse eine Beurteilung der Lebensbedingung der angrenzenden Ufer und Aueflächen erlaubt. Die benötigten Daten dazu können mit der Software FLYS generiert werden. Die Auswertung von Pegelstandorten mit derselben Software ist wenig effektiv für die Beurteilung einer Flussstrecke. An den Beispielen Weser, Rhein und Donau wurde die Vorgehensweise und Einsatzmöglichkeit erläutert. Die nachfolgende Abb. 7 gibt einen Überblick der benutzten Formeln und Eingangsgrößen.

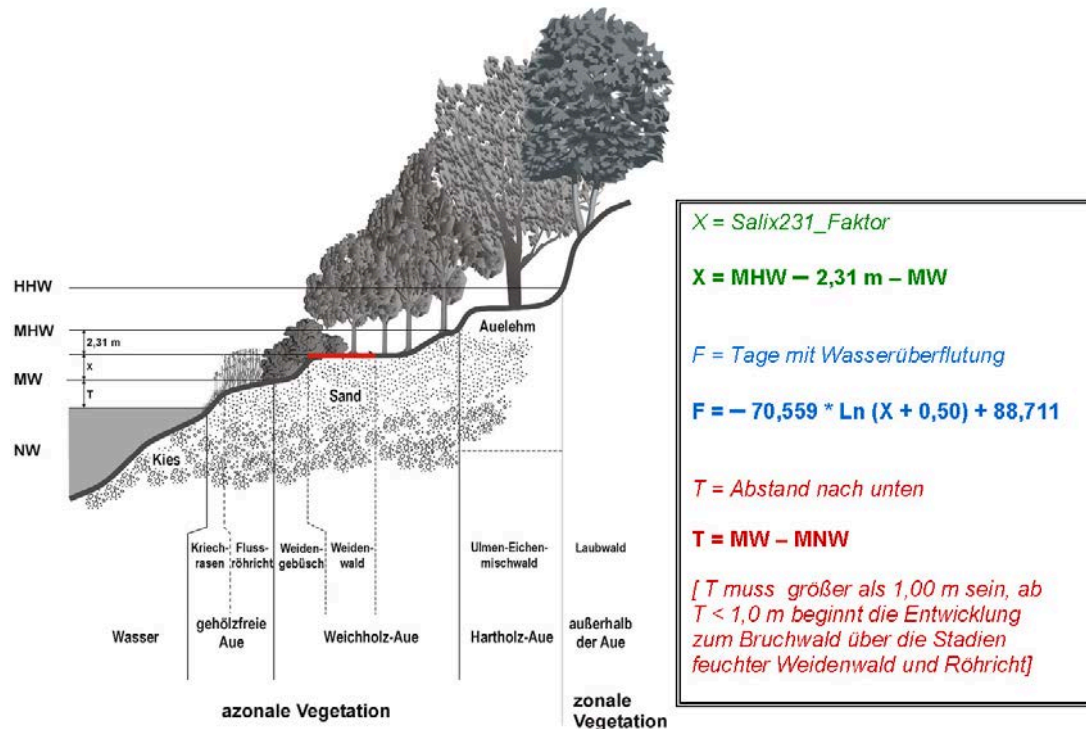


Abb. 7: Zusammenstellung der verwendeten Formeln und Werte

Literatur

- BUSCH, N. (2009): Präsentation der Software FLYS am Beispiel der Elbe. In: Veranstaltungen 1/2009 „Wasserstandsinformationsdienste der BfG für die Bundeswasserstraßen“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 5-16.
- Eu-Studie (2012): Variantenunabhängige Untersuchungen zum Ausbau der Donau zwischen Straubing und Vilshofen – 2007-De-18050 – S, Abschlussbericht, WSD Süd.
- KREMPEL, C. (2009): GIS-gestützte Identifikation und Analyse hydrologischer Standorteigenschaften von Weidengehölzen am Mittelrhein. - Diplomarbeit eingereicht bei: Prof. Dr. Frank Thomas, Fachbereich VI, Lehrstuhl für Geobotanik, Universität Trier.
- MOSNER, E., S. SCHNEIDER, B. LEHMANN & I. LEYER (2009): Weichholzaunenentwicklung als Beitrag zum naturverträglichen Hochwasserschutz im Biosphärenreservat Mittelelbe. – Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt Jahrgang 46, 29-40, Sonderheft .
- SCHLEUTER, M. (2010): Berechnung der Degradation von Auen mittels Wasserspiegeldifferenzenkurve. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung. Jahrgang 54, Heft 6, S. 360-367.



Kontakt:

Dr. Michael Schleuter

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz
Tel.: 0261/ 1306 5469
Fax: 0261/ 1306 5333
E-Mail: schleuter@bafg.de

Jahrgang 1954

Studium der Biologie und Chemie an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität zu Bonn mit einem Abschluss als Diplom-Biologe und anschließender Promotion zum Dr. rer. nat.

Berufliche Praxis durch mehrjährige Tätigkeit in der Studentenausbildung an der Universität Bonn im Bereich Limnologie und am Fuhlrott-Museum in Wuppertal im Rahmen der Untersuchung der Wirkungen von Umweltchemikalien auf die Fauna in Waldökosystemen

In der BfG Koblenz seit 1986 bis 2006 verantwortlich für den Bereich Tierökologie mit dem Arbeitsfeld der staugeregelten Bundeswasserstraßen. Seit 1992 tätig als Koordinator der ökologischen Aspekte in den Verfahren zum Donauausbau

Seit 2006 Referatsleiter U2, Ökologische Wirkungszusammenhänge in der Abteilung Ökologie

Nutzungspotenziale von FLYS für die WSV – aufgezeigt am Beispiel der Mosel und des Mains

Eleonore Bernarding und Jörg Schackel

1 Einsatz der Software FLYS für planerische Zwecke beim Wasser- und Schifffahrtsamt Trier

1.1 Einleitung

Ein wichtiger Baustein bei der Realisierung von Projekten an der Wasserstraße Mosel, wie dem Bau zweiter Schleusen, Leitzentralen und Liegestellen, ist die Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens. In den Planfeststellungsunterlagen werden die Auswirkungen der Baumaßnahme in jeder Hinsicht beschrieben und bewertet. Ein Punkt dabei ist die Auswirkung der jeweiligen Baumaßnahme auf die Wasserspiegellagen, besonders im Hochwasserfall. Je nach Situation kann die Anhebung einer Wasserspiegellage, auch wenn es nur im Bauzustand ist, zu erheblichen Mehrkosten oder gar zum Scheitern einer Baumaßnahme führen.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) entwickelt und betreibt im Auftrag der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) seit Anfang der 1970er-Jahre eindimensionale mathematische Abflussmodelle für die Bundeswasserstraßen, deren Ergebnisse den Wasser- und Schifffahrtsämtern zur Verfügung stehen. Einige dieser Hilfsmittel zur Darstellung der Abflusssituation waren die Tools W-INFO, Proplot und K-Wert, die damals (Ende der 1990er-Jahre) eine erhebliche Erleichterung von Aufgabenwahrnehmungen im WSA darstellten.

Der Wunsch nach immer mehr Informationen mit einem Klick machte eine grundlegende Neuentwicklung der vorhandenen verschiedenen Softwareprodukte zu einem neuen Produkt erforderlich. Mit Desktop-FLYS wurden 2006 dann sowohl die für das Fachgebiet der Hydrologie als auch für den Bereich des Neubaus erforderlichen Einzelanwendungen zusammengeführt. Dieser Schritt war jedoch noch nicht das Ende der Entwicklung, denn die kontinuierlich entstehenden Anforderungen nach weiteren Funktionalitäten, der Wunsch nach Abschaffung von Datenredundanzen und das Ziel der Zusammenführung mehrerer verschiedener Verantwortlichkeiten unter einem Dach führten letztendlich zur Weiterentwicklung der Desktop-Software zu einer Webanwendung.

1.2 Die Bundeswasserstraße Mosel

Der Ausbau der Mosel zur internationalen Großschifffahrtsstraße zwischen Koblenz und Thionville begann Anfang März 1958 und war etwas mehr als 6 Jahre später abgeschlossen. Die davor durchgeführten Planungen und internationalen Abstimmungen dauerten etwa

genau so lang. Mit heutigen Planungszeiträumen wäre ein solches Projekt in dieser kurzen Zeit unmöglich. Es wurden immerhin in diesem Zeitraum 13 Staustufen und rund 270 km Wasserstraße ausgebaut. Abbildung 1 zeigt den Lauf der Mosel von Koblenz bis zur deutsch-französischen Grenze und die Lage der errichteten Stauanlagen. Die einzelnen Stauhaltungen und Stauanlagen bilden zusammen die Staustufenkette, die in Abb. 2 mit dem Längsschnitt der Mosel dargestellt ist.

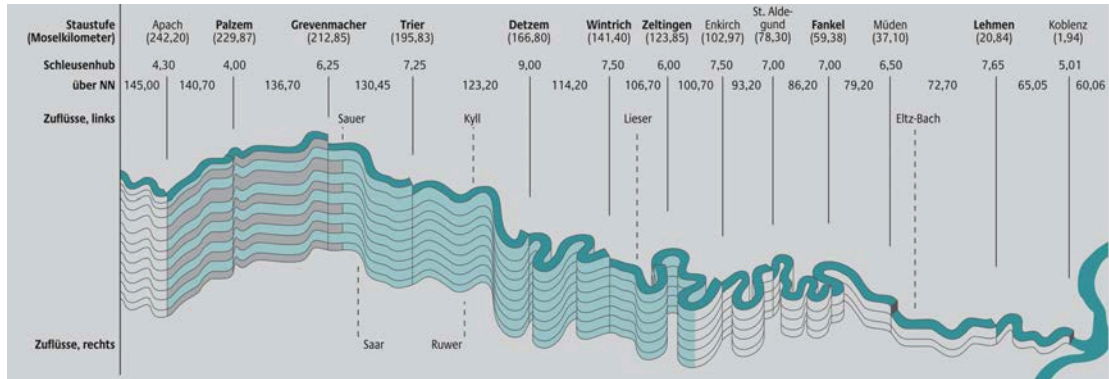


Abb. 1: Schematische Darstellung der Mosel im Bereich der Bundeswasserstraße

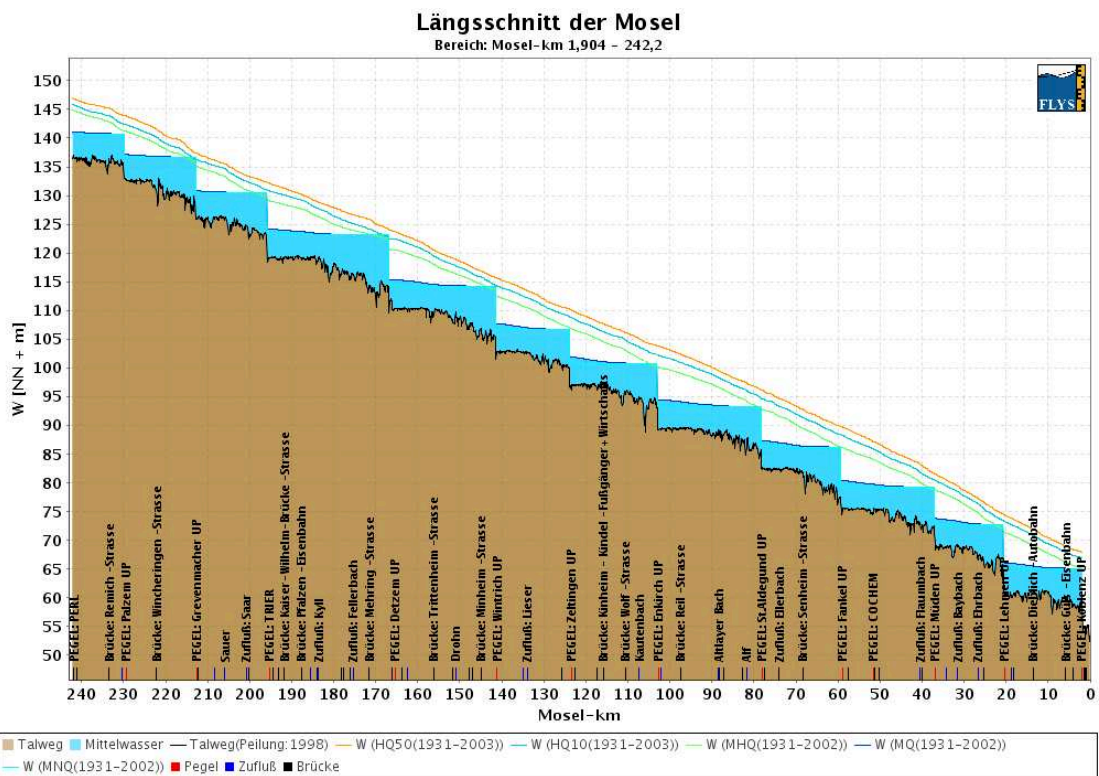


Abb. 2: Längsschnitt der Mosel (erzeugt mit dem Prototyp des Fachdienstes FLYS)

Der Ausbau der Wasserstraße Mosel erfolgte auf der Basis einer Transportmenge von 10 Mio. Gütertonnen pro Jahr. Diese Gütermenge wurde bereits kurz nach Eröffnung der Großschiffahrtsstraße erreicht und hatte im Jahre 1989 mit über 16 Mio. Gütertonnen ihren bisherigen Maximalwert. Zur ständigen Steigerung des Güteraufkommens trug auch der Ausbau der Saar zur Großschiffahrtsstraße im Jahre 1987 bei. Heute liegt das durchschnittliche Transportaufkommen zwischen 15 und 16 Mio. Gütertonnen pro Jahr.

1.3 Der Bau der zweiten Schleusen an der Mosel

Das hohe Schifffahrtsaufkommen auf der Mosel und das Alter der vorhandenen Schleusen mit mehr als 50 Jahren machen den Bau von zweiten Schleusenammern erforderlich. Durch erhöhte Sensibilisierung der Bevölkerung und der Genehmigungsbehörden waren seit dem großen Elbehochwasser 2002 für alle Baumaßnahmen der WSV Hochwassertestate zu erstellen und nur die Maßnahmen, die hochwasserneutral waren, durften weiter geplant werden. Für die Moselschleusen gab es grünes Licht, da die Testate durchweg aufzeigten, dass durch den Bau der zweiten Schleusenammern keine Verschlechterungen entstehen. Diese Testate wurden von der Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe als zuständige Fachstelle erstellt.

Bei der Erstellung der Planfeststellungsunterlagen zum Bau der zweiten Schleusen und den vorausgehenden Gesprächen mit den zuständigen Fachabteilungen der Länder war Desktop-FLYS eine große Hilfe, da hiermit die sich einstellende Gewässersituation bei verschiedenen Abflusszuständen dargestellt werden konnte sowie entsprechende Rückschlüsse auf die Auswirkung des Schleusenneubaus und der Baugrubenumschließungen gezogen werden können.

Abbildung 3 zeigt ein mit Hilfe des Prototyps des neuen FLYS-Fachdienstes erstelltes Querprofil der Mosel im Bereich der Schleuse Lehmen (Mosel-km 20,000) mit den Wasserständen für HQ₁₀₀ und MNQ.

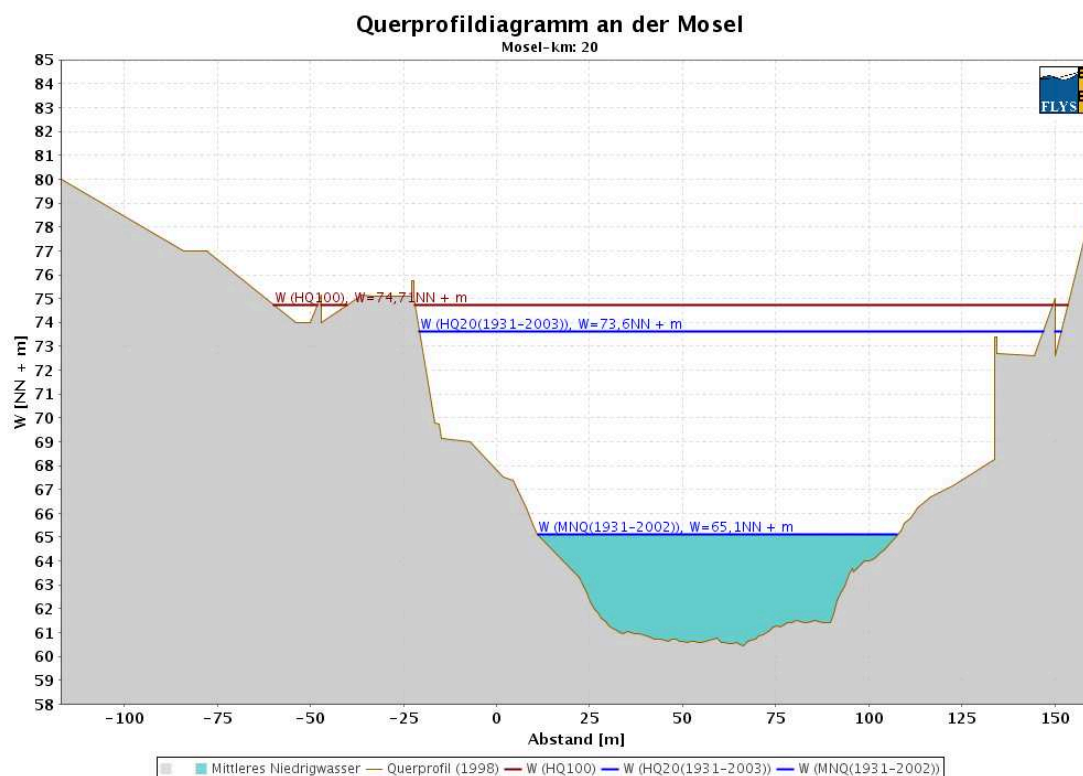


Abb. 3: Querprofil am Mosel-km 20,000 (erzeugt mit dem Prototyp des Fachdienstes FLYS)

Im Zuge der Aufstellung eines Gutachtens über das Abflussvermögen des Wehres und die Schifffahrtsbedingungen in der oberen Schleusenzufahrt der Moselstaustufe Lehmen durch die Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe wurde auch die Auswirkung des Baus der zweiten Schleuse auf die Hochwasserspiegellagen untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass

durch den Bau der zweiten Schleuse in einem Teilbereich in Höhe der Reiherschussinsel zwischen Mosel-km 21,2 und 21,9 der Wasserspiegel bei dem Extremabfluss HQ1993 um 2 bis 7 cm angehoben wird, während er oberhalb der Reiherschussinsel unter der Ausgangslage verläuft.

Da die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) nur die Auswirkung für den Extremabfluss HQ1993 berechnet hat, wurde FLYS genutzt, um die Auswirkung der Baumaßnahme auf weitere stationäre Hochwasserereignisse abzubilden. Hierbei war insbesondere die Ausdehnung der Überschwemmungsflächen im Bereich der dort befindlichen Freizeitgrundstücke von Bedeutung.

Zur Vereinfachung wurde angenommen, dass sich durch den Bau der zweiten Schleusenkammer Lehmen auch die Wasserstände bei Abflüssen, die geringer als HQ1993 sind, ebenfalls um 10 cm gegenüber dem heutigen Zustand erhöhen. Anschließend wurden mit dem in FLYS enthaltenen Modul „Überschwemmungskarte“ die Überschwemmungsflächen für die Abflüsse $HQ_7 = 2.940 \text{ m}^3/\text{s}$ und $2.990 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $W(HQ_7)+10\text{cm}$ sowie $HQ_{10} = 3.240 \text{ m}^3/\text{s}$ und $3.300 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $W(HQ_{10})+10\text{cm}$ berechnet und ähnlich wie in Abb. 4 dargestellt.

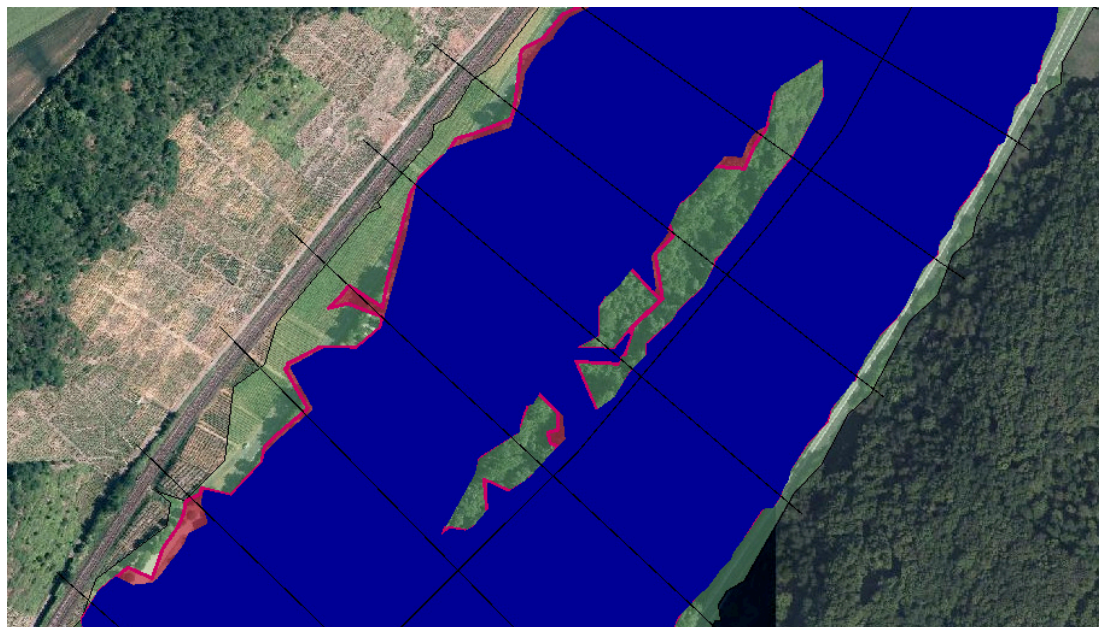


Abb. 4: Mit FLYS erzeugte Überschwemmungsflächen für $W(HQ_{10})$ (blaue Fläche) und $W(HQ_{10})+10\text{cm}$ (rote Fläche) im Bereich der Reiherschussinsel (ebenfalls dargestellt: Flussachse und Querprofilspuren; Hintergrund: Luftbild des BKG © 2013)

1.4 Die Nutzungspotenziale des neuen webbasierten Fachdienstes FLYS

Der zwischenzeitlich weiterentwickelte Fachdienst FLYS repräsentiert gegenüber der Desktop-Version eine online verfügbare Anwendung mit allen „Für“ und „Wider“. Alle Funktionalitäten und Anwendungen von Desktop-FLYS wurden in der Webanwendung umgesetzt. Zusätzlich sind nun auch noch Informationen und Analysemöglichkeiten zur Gewässermorphologie enthalten. Alle Daten, auf die zugegriffen wird, werden BfG-zentral gespeichert bzw. bereitgestellt. Dies hat den großen Vorteil, dass jeder Nutzer auf den gleichen Datenbestand zugreift. Versionswechsel oder aufwändige Aktualisierungen von Daten sind damit „Schnee von gestern“.

Sämtliche zusammengetragenen oder auch neu generierten Basisdaten werden grundsätzlich von der BfG, vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Nutzbarkeit durch andere Fachdisziplinen, aufbereitet, dokumentiert und bereitgestellt. Die Fachleute der BfG tragen nun die Verantwortung für die Inhalte der Datenbanken, die sie selbst pflegen. Bei an FLYS angebotenen externen Datenbanken liegt die Verantwortung beim jeweiligen Betreiber (z. B. der WSV).

Mit dem in Web-FLYS implementierten mathematischen Berechnungsverfahren können für standardisierte Abflüsse wie z. B. MNQ, HQ₅, HQ₁₀, HQ₅₀ und HQ₁₀₀ auf der Grundlage vorangegangener hydraulischer Berechnungen in der BfG Überschwemmungskarten erzeugt und im Lageplan dargestellt werden. Als Hintergrundinformation kann hierbei sowohl die Digitale Bundeswasserstraßenkarte als auch die TK 25 oder ein Luftbild mit dargestellt werden. Alle Darstellungen können bzgl. Linienfarbe und Transparenz wie in der Desktop-Version individuell gestaltet werden.

Der Nutzen- und Anwendungsrahmen eindimensionaler Abflussmodelle für einzugsgebietsweite, gewässerkundliche Fragestellungen ist hinlänglich bekannt. FLYS ist – und bleibt auch als webbasierter Fachdienst – ein hervorragendes Werkzeug zur Nachnutzung, Anwendung und Darstellung von modellberechneten stationären Wasserspiegellagen diverser Zustände im Abflussgeschehen von Flüssen (wie hier am Beispiel der Mosel gezeigt).

Die Anwendung ist auf die Anforderungen an einen Webdienst abgestimmt und somit äußerst bedienerfreundlich, wovon sich jeder, der einen Zugang erhält, bald überzeugen kann.

2 Grundlagen für den Einsatz der Software FLYS beim Wasser- und Schifffahrtsamt Schweinfurt

Die technische Entwicklung des Programms FLYS ist seit der Startphase 1998 ständig fortgeschritten. Mit „FLYS goes WEB“ wird wiederum ein größerer Sprung nach vorn abgeschlossen. Doch nicht nur die Software ist einer ständigen Weiterentwicklung unterworfen, sondern auch die Methoden und Geräte, die als technische Voraussetzung zur Datenermittlung dienen. Mit FLYS – welches im Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Schweinfurt intensiv eingesetzt wird und an dessen Weiterentwicklung Vertreter des WSA in der letzten Entwicklungsphase direkt beteiligt waren – lassen sich unter der Oberfläche des Programms Fragestellungen zu Überschwemmungsgrenzen, Wasserspiegellagen, gewässerkundlichen Themen beantworten. Hierzu werden Daten aus dem riesigen Datenpool extrahiert.

Basis für Fließgewässermodelle und somit auch für FLYS (als Nachnutzer dieser Modelle) sind die Wasserstandsaufzeichnungen, Abflussmessungen und Vermessungsarbeiten am Gewässer. In jedem dieser Fachgebiete fanden Verbesserungen statt, die bis jetzt noch kein Ende erkennen lassen. Exemplarisch genannt sei hier die Erfassung des Durchflusses an festgelegten Querschnitten an den Richtpegeln, z. B. am Richtpegel Trunstadt bei Main-km 378,44 (Abb. 5). Diese Durchflussmessungen erfolgten ursprünglich am Main über hydrometrische Flügel an einem 100-kg-Schwimmkörper (Abb. 6). Diese erfassten auf einzelnen Lotrechten die Umdrehungen pro festgesetzter Zeit, und es konnten so die mittlere Geschwindigkeit im Profil und hernach der Durchfluss errechnet werden.



Abb. 5: Pegel Trunstadt mit Seilkranmessanlage bei Main-km 378,44



Abb. 6: Hydrometrischer Flügel an einem 100-kg-Schwimmkörper



Abb. 7: ADCP-Messgerät RioGrande mit dem Geräte-träger Riverboat der Firma Oceanscience



Abb. 8: Sondermessung in der Stauhaltung Knetzgau mit dem Riverboat RioGrande

Ein Messgerät der neuen, mobilen Generation, der „Ultraschall-Doppler Current Profiler“ (ADCP, s. Abb. 7), vereinfacht die Messungen an den Standardquerschnitten und ermöglicht es, mit vertretbarem Aufwand auch Messungen an Sonderquerschnitten durchzuführen (Abb. 8). In Kombination von Durchfluss und dem dazugehörigen Wasserstand kann daraus eine Wasserstand-Abfluss-Beziehung erstellt werden. Die so ermittelten offiziellen Abflusskurven sind in FLYS hinterlegt. Es ist ebenfalls möglich mit FLYS an jedem Punkt des Gewässers („virtueller Pegel“) Abflusskurven zu berechnen und diese im Vergleich mit Messdaten (z. B. Fixierungen, siehe Abb. 9) zu visualisieren. Ein weiterer Baustein ist die Erfassung der Wasserlinie zwischen den einzelnen Pegelstationen mit der sogenannten „Wasserspiegelfixierung“. Fixierungen werden in FLYS hinterlegt und können mit weiteren Modell- und Messdaten in Beziehung gesetzt werden (Abb. 10).

Fixierungen erfolgten früher aufwendig mit dem Markieren des Wasserspiegel an definierten Messquerschnitten durch das Einschlagen eines Holzpflöckes. Mittels Nivellement wurden diese Markierungen eingemessen. Der Einsatz von GNSS (Global Navigation Satellite System)-Messsystemen mittels Antenne, Empfänger und Controller hat dies wesentlich vereinfacht.

facht. Die Spitze des Rover-Stabes wird angesetzt und über die GPS-Erfassung (mit Korrekturdaten) erhält man so, neben den Höhendaten, auch zeitgleich die Position des Messpunktes. So wandelt sich der Weg von der reinen Papierberechnung zu einem großen, digitalen Datenstrom, der zukünftige Auswertungen erleichtert und die Genauigkeit erhöhen wird.

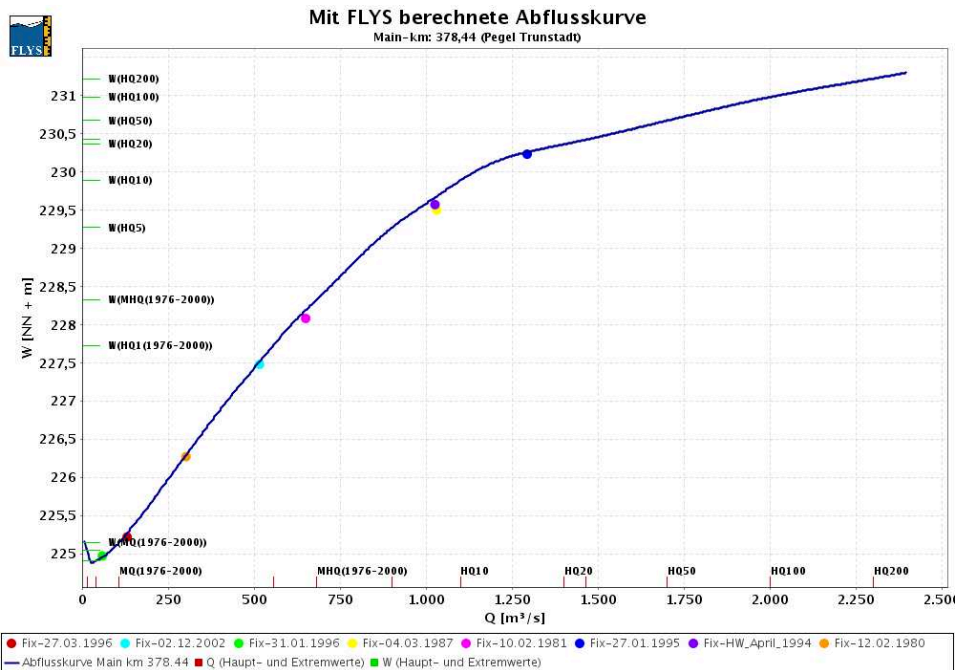


Abb. 9 : Mit Web-FLYS berechnete Abflusskurve am Pegel Trunstadt (Main-km 378,44)

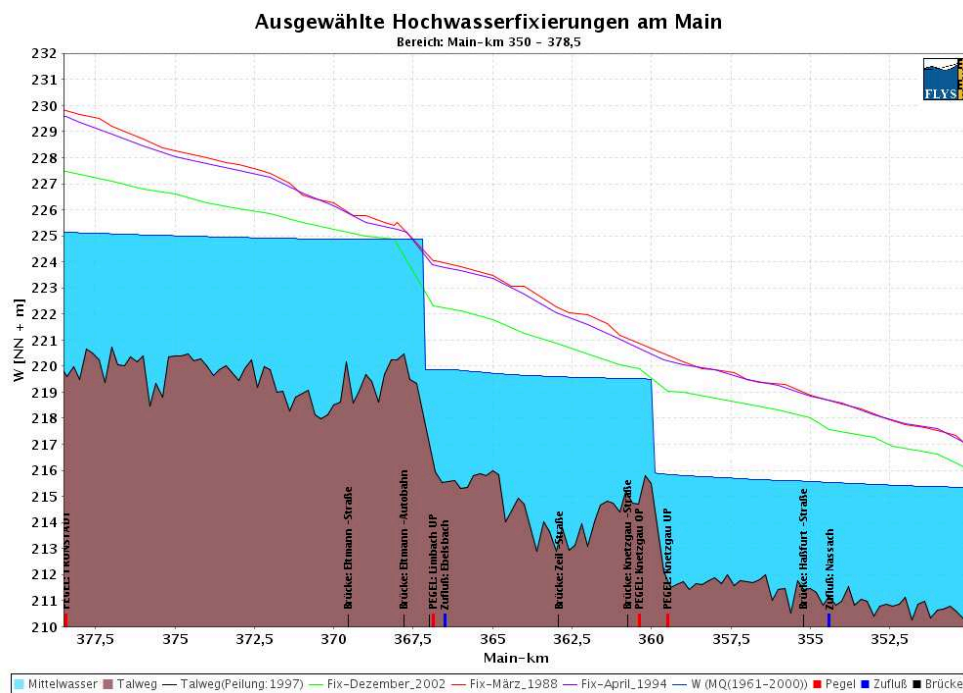


Abb. 10: Hochwasserfixierungen im Längsschnitt für eine Teilstrecke des Mains (Web-FLYS)



Kontakt:

Eleonore Bernarding

Wasser- und Schifffahrtsamt Trier
Sachbereich 4 Neubau
Pacelliufer 16
54290 Trier
Tel.: 0651/ 3609 341
Fax: 0651/ 3609 155
E-Mail:
eleonore.bernarding@wsv.bund.de

Jahrgang: 1953

1971-1974

Studium an der Fachhochschule Saarbrücken

1974-1983

Sachbearbeiterin beim Wasser- und Schifffahrtsamt
Saarbrücken: Aufstellung von Entwürfen, Durch-
führung von Planfeststellungsverfahren und Aus-
schreibungen

- *Ausbau der Saar zur Großschifffahrtsstraße*

seit 1990

Sachbearbeiterin beim Wasser- und Schifffahrtsamt
Trier: Aufstellung von Entwürfen, Durchführung
von Planfeststellungsverfahren sowie Abwicklung
von Baumaßnahmen

- *Bau der 2. Schleusen an der Mosel*



Kontakt:

Jörg Schackel

Wasser- und Schifffahrtsamt
Schweinfurt
Sachbereich 3 Hydrologie
Mainberger Straße 8
97422 Schweinfurt
Tel.: 09721/ 206 321
Fax: 09721/ 206 101
E-Mail: joerg.schackel@wsv.bund.de

Jahrgang: 1973

1992-1996

Ausbildung zum Energieelektroniker, Fachrichtung
Betriebstechnik in der Firma SACHS

1997-2000

Studium Geotechnik und Angewandte Geologie an
der TFH „Georg Agricola“ zu Bochum

2001

Bauleiter für die Firma Terrasond

seit 2002

Technischer Angestellter beim Wasser- und Schiff-
fahrtsamt Schweinfurt: Gewässerkunde, Wasser-
bewirtschaftung und Umweltschutz

Die Thüringische Saale – eine Pilotstrecke für die Anwendung von FLYS an Landesgewässern

Ralph Witter und Christian Reuter

1 Einleitung

Mit Hilfe der Flusshydrologischen Software FLYS der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) ist es möglich, hydrologische, hydraulische und geografische Datensätze in einen gemeinsamen Datenkorb abzulegen und darauf aufbauend die Daten in vielfältiger Weise miteinander zu verknüpfen.

Im Rahmen des von der EU kofinanzierten INTERREG-Projektes „Anpassung an das Hochwasserrisiko im Flussgebiet der Labe-Elbe (LABEL)“ sollten daher die Möglichkeiten zum Aufbau eines FLYS-Datensatzes für ein Landesgewässer am Beispiel einer Pilotstrecke an der Saale in Thüringen ausgelotet werden. Hierbei ging es vor allem darum, ältere Datensätze, die nicht den heute üblichen Anforderungen hinsichtlich der Datengeoreferenzierung entsprechen, in einen FLYS-Datensatz zu überführen.

Darüber hinaus sollte FLYS dazu eingesetzt werden, Überschwemmungsflächen für Hochwasser ausgewählter Jährlichkeiten im Rahmen der Umsetzung der EU-Hochwassermanagementrichtlinie für die Pilotstrecke an der Saale zu ermitteln.

2 Datenzusammenstellung und -aufbereitung

2.1 Ausgangssituation

Für den Thüringer Teil der Saale wurden in den 1990er-Jahren Wasserspiegellagenberechnungen mit dem Ziel der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten durchgeführt. Die dabei betrachtete Strecke beläuft sich auf ca. 103 km. Grundlage für die Ermittlung der Wasserstände in der Saale bildete eine Vermessung der Saale mit Lageplänen und Querprofilen Anfang der 1990er-Jahre.

Für die eigentliche Ermittlung der Wasserspiegellagen wurde die Saale in insgesamt fünf Abschnitte aufgeteilt und die Berechnungen der Wasserspiegellagen für die einzelnen Abschnitte unabhängig voneinander zur Bearbeitung ausgeschrieben.

Im Ergebnis der Untersuchungen in den 1990er-Jahren waren unterschiedliche Wasserspiegellagenmodelle der Saale in verschiedenen Ausprägungen der Datenlage vorhanden (s. Tabelle 1).

Weiterhin wurden die Wasserspiegellagemittlungen in den 1990er-Jahren mit im Längsschnitt konstanten Durchflusswerten berechnet. Eine Ermittlung der Wasserstände für Hochwasser bestimmter Jährlichkeiten erfolgte mangels eines zu dieser Zeit vorhandenen hydrologischen Längsschnittes der Saale nicht.

Als Pilotstrecke für den Aufbau eines FLYS-Datensatzes ist nun der Bereich zwischen Zeutsch und Stöben (Abschnitte 1-4) ausgewählt worden.

Für den Aufbau eines FLYS-Datensatzes müssen die zugrunde liegenden Daten eine gewisse Mindestqualität aufweisen, um sie raumbezogen in unterschiedlichen Zusammenhängen darstellen zu können. So sollen Querprofile georeferenziert und auf eine einheitliche Achse bezogen vorliegen. Für den Verschnitt von Wasserständen zu Überflutungsflächen ist ein Digitales Geländemodell (DGM) erforderlich. Hydrologische Längsschnitte, Pegeldata, eingemessene historische Wasserstände ergänzen zusammen mit weiteren Informationen den in FLYS vorgehaltenen Datenkorb zur Verknüpfung einzelner Daten.

Da die vorhandenen Daten der Saale nicht den Mindestanforderungen für den Aufbau eines FLYS-Datensatzes entsprachen (s. Tabelle 1), mussten sie weiter aufbereitet und um weitere Daten ergänzt werden. Schwerpunkt bildete dabei zunächst die Georeferenzierung der Querprofile.

Tabelle 1

Ausgangslage der vorhandenen 1D-Wasserspiegellagenmodelle der Saale in Thüringen

Nr.	Abschnitt	Station von - bis	Berechnungsmodell	Datenverfügbarkeit	Profile georeferenziert	vorhandene Berechnungsergebnisse
1	Dorndorf - Stöben	3+458 - 14+500	Hydra-Wsp	digital	nein	Wassertiefen für konstante Durchflussserien (analoge Daten)
2	Jena - Dorndorf	14+500 - 31+450	Rehm	digital, nach Konvertierung durch die Rehm Software GmbH im Format Hydra-Wsp	nein	Wassertiefen für konstante Durchflussserien (analoge Daten)
3	Rothenstein - Jena	31+450 - 44+223	Hydra-Wsp	digital	nein	Wassertiefen für konstante Durchflussserien (analoge Daten)
4	Zeutsch - Rothenstein	44+223 - 61+873	Jabron, Bewuchs nach Mertens	analog	ja	Wassertiefen für konstante Durchflussserien (analoge Daten)
5	Eichicht - Zeutsch	61+873 - 103+362	WspWin, Rechenkern Pasche	digital	ja	Wassertiefen für konstante Durchflussserien (analoge Daten)

2.2 Querprofilgeoreferenzierung

Ausgangspunkt für die Georeferenzierung der Querprofile sollten die Lagepläne der Vermessung der Saale Anfang der 1990er-Jahre sein, da die Sohlhöhen der Querprofile ebenfalls aus dieser Vermessung übernommen wurden.

Die Vermessungsdaten waren als Lagepläne digital im dxf-Format vorhanden. Beim Versuch des Einlesens dieser Dateien in AutoCAD 2012 wurde der Vorgang mit einer Fehlermeldung abgebrochen. Die dxf-Dateien stammten von einer so alten AutoCAD-Version, dass sie für die aktuelle AutoCAD-Version nicht mehr verfügbar waren. Abhilfe schaffte ein separates Programm (DWG Converter), das die Vermessungsdaten zunächst in das AutoCAD-14-Format umwandelte, welches wiederum vom aktuellen AutoCAD 2012 akzeptiert wurde.

Bei der Sichtung der digitalen Lagepläne zeigte sich dann, dass die Vermessung in einem lokalen Koordinatensystem aufgenommen war. Die Hoch- und Rechtswerte der Vermessung stimmten nicht mit den zu erwartenden Hoch- und Rechtswerten der Gauß-Krüger-Projektion überein. Durch eine Verschiebung anhand eines Passpunktes mit Kontrolle anhand von aktuellen Luftbildern konnte dann die Vermessung hinreichend genau georeferenziert werden.

Alle in der Pilotstrecke digital vorhandenen Berechnungsmodelle der Saale lagen im Format Hydra-Wsp vor bzw. konnten in dieses Format konvertiert werden (s. Tabelle 1). Bei dem nur analog vorhandenen Modellabschnitt Zeusch-Rothenstein war generell der Neuaufbau des Berechnungsmodells erforderlich. Weiterhin existiert seit einiger Zeit ein hydrologischer Längsschnitt der Saale. Für eine Ermittlung von Hochwasserständen der Saale mit bestimmter Jährlichkeit ergab sich damit die Möglichkeit, die vorhandenen Modelle in ein einheitliches Modellformat (WspWin, Rechenkern Knauf als eine Weiterentwicklungslinie von Hydra-Wsp) zu überführen und mit den Durchflusswerten aus dem hydrologischen Längsschnitt der Saale zu überrechnen. Das Programm WspWin bietet zudem die Option Hoch- und Rechtswerte anhand von vorzugebenden Stützstellen zu interpolieren. Diese Funktion wurde dann für die Georeferenzierung der Querprofile genutzt, in dem die Hoch- und Rechtswerte für die Profilend- bzw. Profilknickpunkte in AutoCAD abgefragt und manuell in die entsprechenden Felder in WspWin kopiert wurden. Nach Interpolation der fehlenden Punkte in WspWin erfolgte wiederum eine Plausibilitätskontrolle der georeferenzierten Profile nach Einlesen in AutoCAD auf Grundlage der Vermessungsdaten der Saale. Auf diese Weise konnten alle Querprofile in der Pilotstrecke der Saale georeferenziert werden.

Für den Verschnitt der Wasserspiegellagen mit einem Geländemodell sind aber Talprofile erforderlich. Im nächsten Schritt mussten die Querprofile daher zu Talprofilen erweitert werden.

2.3 Erzeugung von Talprofilen und Wasserspiegellagenberechnungen

Grundlage für die Erzeugung von Talprofilen bildete ein für Thüringen landesweit vorliegendes Geländemodell (Grid-Daten im 5 x 5 m-Raster aus einer Laserscannbefliegung). Zur Datenreduktion wurde dieses auf einen 1000 m breiten Puffer um die Saale verkleinert und in ein TIN umgewandelt.

Denkbar war dann die Integration der Vermessungsdaten der Saale in das Digitale Geländemodell. Bei der Durchsicht der Vermessungsdaten zeigte sich aber, dass diese nur äußerst unvollständig in 3D vorlagen. Bruchkanten waren lückenhaft als 3D-Linien gezeichnet und

Höhenpunkte besaßen in der Regel eine Höhe von „null“. Darüber hinaus waren bei vielen Höhen- und Knickpunkten keine Höhenwerte mit eingezeichnet worden, so dass eine Überarbeitung der Vermessung zu einem 3D-Modell nicht möglich war.

Es wurde daher entschieden, die Vermessungsdaten nicht mit in das DGM einfließen zu lassen. Als Konsequenz daraus ergibt sich aber, dass sich die beim Verschnitt des Geländemodells mit den Wasserspiegellagen ergebenden Wassertiefen im Flussschlauch der Saale nicht korrekt sind, da hier das Geländemodell nur die Höhe eines Wasserspiegels am Befliegungstag wiedergibt. Bei der späteren Anwendung des FLYS-Datensatzes muss dieser Zusammenhang beachtet werden.

Die Erzeugung der Talprofile selbst erfolgte wieder mit dem Programmsystem WspWin (WspWin Mapper), das eine Verlängerung vorhandener Profile auf Basis eines hinzu geladenen DGM erlaubt. Die vorhandenen Profile der Saale wurden hierzu über die gesamte Talbreite hinweg etwa senkrecht zu den Talflanken oder anderen die Ausdehnung der Überflutungsflächen begrenzenden Geländeelementen (z. B. Bahn- und Straßendämme) erweitert.

Mit diesen überarbeiteten Modellen der Saale konnten dann Wasserspiegellagenberechnungen der Saale auf Basis des hydrologischen Längsschnittes für das HQ₂, HQ₅, HQ₁₀, HQ₂₀, HQ₂₅, HQ₅₀, HQ₁₀₀ und das HQ₂₀₀ durchgeführt werden. Die hohe Anzahl von Berechnungsläufen ist erforderlich, um bei der späteren Interpolation von Wasserständen in FLYS auf eine genügende Dichte an Stützstellen zurückgreifen zu können.

Zur Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse und zum Vergleich mit den von FLYS zu erzeugenden Überschwemmungsflächen wurden die in WspWin (WspWin Mapper) ermittelten Wasserspiegellagen für ausgewählte Hochwasserereignisse mit den DGM zu Überschwemmungsflächen und -tiefen verschnitten. Dabei erfolgte eine Ermittlung der potenziell möglichen Überschwemmungsfläche durch das Verlängern der ermittelten Wasserspiegel über die gesamte Querprofilbreite.

Insgesamt war es mit diesen ganzen Arbeiten gelungen, die vorhandenen Berechnungsmodelle der Saale auf eine einheitliche Datengrundlage für den Aufbau eines FLYS-Datensatzes zu stellen, den Daten einen räumlichen Bezug zu geben und Wasserspiegellagen auf Basis eines hydrologischen Längsschnittes neu zu berechnen (s. Tabelle 2).

Tabelle 2

Aufbereitete Pilotstrecke der Saale in Thüringen

Nr.	Ab-schnitt	Station von - bis	Berechnungsmodell	Datenverfügbarkeit	Profile georeferenziert	vorhandene Berechnungsergebnisse
1 - 4	Zeutsch - Stöben	3+458 - 61+873	WspWin, Rechenkern Knaut	digital	ja, Talprofile	DGM und berechnete Wassertiefen für verschiedene HQ _x (digitale Daten)

2.4 Bereitstellung weiterer Daten für den Aufbau des FLYS-Datensatzes

Neben der Georeferenzierung ist für die Nutzung der Querprofile in FLYS auch eine Verortung über eine Gewässerachse erforderlich. Trotz des Vorhandenseins einer plausiblen Stationierung der verwendeten Querprofile konnte in den Vermessungslageplänen keine Achse, auf der sich die Stationierung eindeutig bezieht, identifiziert werden.

Zur Verortung der Querprofile wurde daher die Erstellung einer Gewässerachse für die Saale beauftragt. Grundlage hierzu bildeten in der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) vorhandene Shapes der Böschungsoberkanten ohne Höhenbezug für die Saale, zwischen denen die neue Gewässerachse mittig anzuordnen war. Die neue Gewässerachse sollte darüber hinaus eine Kilometrierung als Anschluss an die Kilometrierung der Bundeswasserstraße Saale und der Kilometrierung des Landes Sachsen-Anhalt erhalten. Daher machte sich auch eine Übertragung der Stationierung der Querprofile auf die Kilometrierung der Saale erforderlich.

Weiterhin wurden für den Aufbau des FLYS-Datensatzes die vorhandenen Bahndämme und Deiche als Linienshape aus den ATKIS-Daten des Landes Thüringen und Daten zu den Pegeln (Pegelstammdaten, Durchflusstafeln etc.) zur Verfügung gestellt.

Ein großes Hochwasserereignis fand 1994 an der Saale statt, bei dem die Abflüsse in der Größenordnung eines HQ_{100} lagen. Im Archiv der TLUG konnten vermessungstechnische Aufnahmen von Maximalwasserständen über Geschwemmsellinien für dieses Hochwasser aufgefunden werden, deren Integration und damit erstmalige Verfügbarmachung in den FLYS-Datensatz mit vergeben wurden.

3 Erstellung des FLYS-Datensatzes

Den Kern des FLYS-Datensatzes bilden die Basisdaten in dem gleichnamigen Verzeichnis im Bereich der hydrologischen Daten. Hier sind die wesentlichen Pegel­daten (Hauptabflüsse und Wasserstände in den *.sta und Abflusstafel in den *.at) und die Gültigkeitsbereiche der Pegel für die Gewässer­strecke (Pegel.glt) abgelegt und verknüpft. Für den betrachteten Bereich der Saale wurde der Pegel Rudolstadt bis km 218+682, der Pegel Rothenstein bis km 185+452 und weiter stromabwärts der Pegel Camburg-Stöben als maßgeblich eingetragen.

Ebenfalls zu den Basisdaten gehört die wst-Datei, die die modellierten Wasserspiegellagen entlang der Saale für Abflüsse unterschiedlicher Jährlichkeiten enthält. Aus den WspWin-Berechnungen wurden die Ergebnisse für das HQ_2 , HQ_5 , HQ_{10} , HQ_{20} , HQ_{25} , HQ_{50} , HQ_{100} und HQ_{200} in das entsprechende Datenformat überführt und sind nun in FLYS als Berechnungsgrundlage oder die Darstellung in Längs- oder Querschnitten verfügbar. Zudem enthält die Datei Saale_2012.wst die jeweilige Abflussentwicklung der Abflussszenarien. Abb. 1 zeigt Wasserspiegellagen der Abflussszenarien, den Talweg und die Pegel im betrachteten Abschnitt in der FLYS-Darstellung.

Zur Beschreibung der geodätischen Gegebenheiten am Gewässer und insbesondere als Grundlage für die Ermittlung der Überschwemmungsgebiete können in der Datenstruktur verschiedene Shape-Dateien hinterlegt werden. Die Querprofilspuren als Linienshape mit der neuen Stationierung bildet die Grundlage für die Extrapolation der Wasserspiegellagen ins

Gelände. Grundlage für die Querprofilspuren in FLYS bilden die entsprechenden Vermessungsdaten, wobei die segmentierten Spuren an den Brücken zusammengefasst und bis zum Rand der Talaue verlängert wurden. Die Querprofilspuren sollten senkrecht zur Gewässerachse verlaufen und können im Vorland beliebig viele Knickstellen enthalten, dürfen sich jedoch nicht überschneiden. Die bereitgestellten Querprofilspuren erfüllten nach wenigen Korrekturen die Kriterien für eine plausible Berechnung der Überschwemmungsgebiete hinreichend. Zu den implementierten Shape-Dateien gehören insbesondere auch die Rohre und Gräben, die hydraulische Barrieren bzw. Verbindungen für die Überschwemmungsgebietsermittlung enthalten.

Zur Überprüfung des aufgebauten Datensatzes wurden die Daten in Form von entsprechenden Längs- und Querschnitten bzw. Abflusskurven dargestellt. Die fehlerfreie Darstellung der Daten bestätigt jedoch nur die Korrektheit der Dateiformate. Zur Überprüfung der Inhalte werden die Daten in Relation gesetzt und so die Konsistenz der Datensätze plausibilisiert.

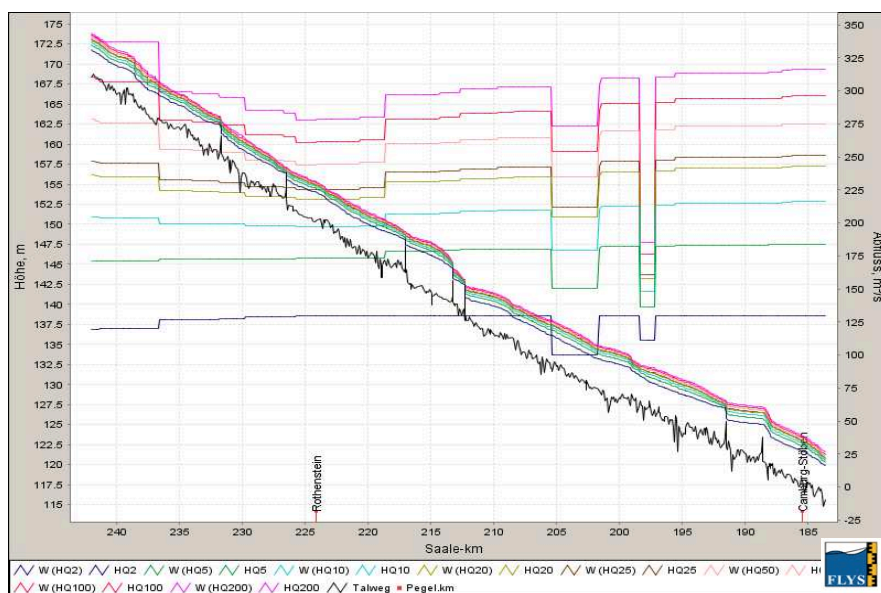


Abb. 1: Wasserspiegellagen, Abflüsse und Talweg im Längsschnitt

4 Ermittlung der Überschwemmungsflächen und Plausibilisierung

Im Bereich km 183+622 bis km 242+050 der Saale wurden die Überschwemmungsgebiete mit Hilfe von FLYS ermittelt. Als Eingangsdaten zur Berechnung der Überschwemmungsgebiete dienen die Wasserspiegellagen an den Querprofilen, das Digitale Geländemodell (TIN), die Querprofilspuren und die Rohre und Gräben. Im Rahmen des Projekts werden die Überschwemmungsgebiete für die Varianten HQ₂₀, HQ₁₀₀, HQ₂₀₀ und HQ₂₀₀ „ohne Hochwasser-schutzeinrichtungen“ bestimmt. Abb. 2 zeigt die FLYS-Oberfläche mit den verfügbaren Daten für einen Abschnitt der Saale.

Die ermittelten Überschwemmungsflächen wurden plausibilisiert und dabei die Datenbasis zur Berechnung angepasst. Letztlich entsteht so ein in sich konsistenter Datensatz, der eine vollständige Reproduzierbarkeit der Berechnungsergebnisse gewährleistet. Sollten sich Änderungen in der Datengrundlage ergeben, kann diese spezifisch angepasst werden.

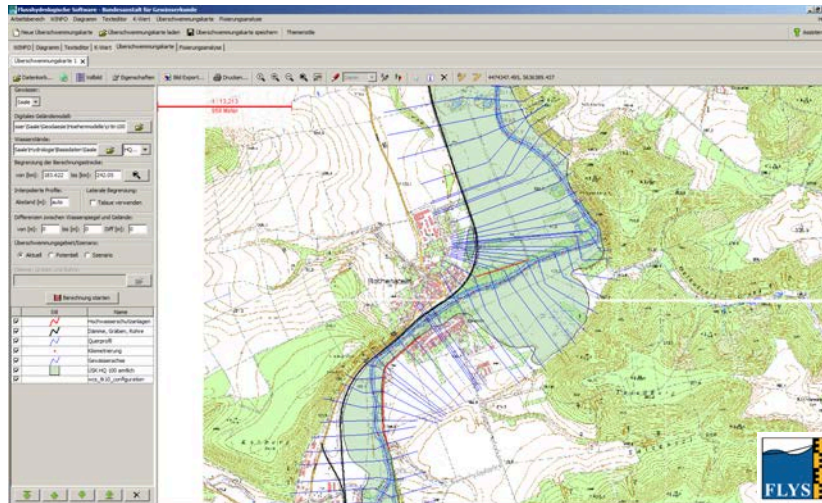


Abb. 2: Datendarstellung im Plugin „Überschwemmungskarte“

Abb. 3 zeigt für einen Abschnitt der Saale den Vergleich zwischen der FLYS-Berechnung für das HQ_{100} und der WspWin-Berechnung. Unterschiede ergeben sich vor allem in geschützten Bereichen hinter Dämmen und Deichen, die in den WspWin-Flächen eine Nachbearbeitung erfordern, während in FLYS die notwendigen Informationen bereits berücksichtigt sind. Zudem liefert FLYS in Rückstaubereichen (hier rechtsseitig bei km 209,2) plausible Ergebnisse, da die Wasserspiegellage am Anschlusspunkt horizontal in Seitentäler ausgespiegelt wird, während in WspWin je nach Lage der Querprofilspuren ein Gefälle entsteht und so die Überschwemmungsflächen überschätzt werden können.

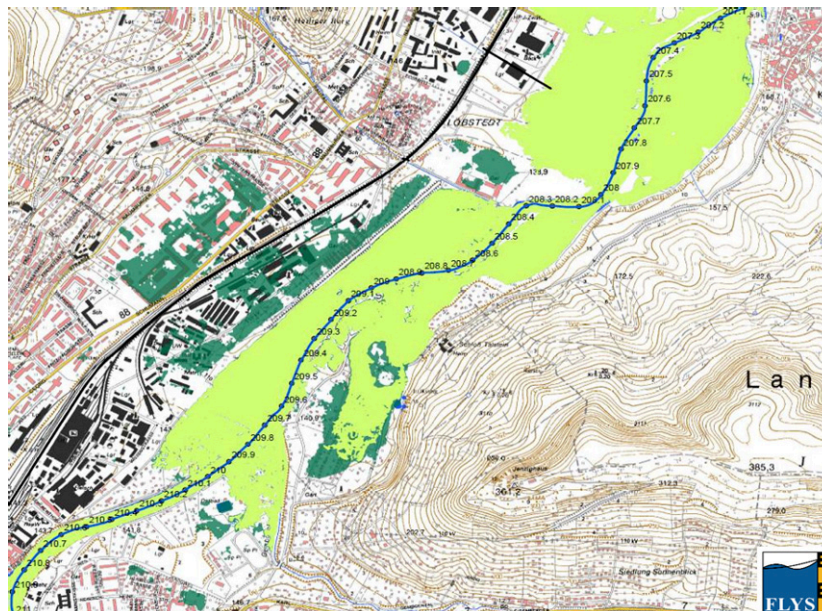


Abb. 3: Vergleich der ermittelten Flächen mit FLYS (hellgrün) und der GIS-Verschneidung (dunkelgrün)

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorbereitenden Arbeiten für die Erstellung eines FLYS-Datensatzes an der Pilotstrecke der Saale haben gezeigt, dass es mit einem gewissen Aufwand und unter Inkaufnahme von Kompromissen möglich ist, Altdaten für die Aufnahme in den FLYS-Datensatz aufzuarbeiten.

Aufwändig war im Falle der Pilotstrecke der Saale die Georeferenzierung der Querprofile, da hier nur ein händischer Abgleich der Daten möglich war. Dem steht aber gegenüber, dass die vorhandenen Saaledaten eben nicht, wie schon seit geraumer Zeit üblich, bereits georeferenziert waren. Die Saaledaten stellen daher schon eine relativ ungünstige Variante verfügbaren Datenmaterials dar.

Mit den vorbereiteten Altdaten wurde dann im Rahmen des Projektes der eigentliche FLYS-Datensatz für die Saale zwischen Zeutsch und Stöben aufgebaut. Hierbei sind die verfügbaren hydrologischen und Geofachdaten entsprechend der Datenstruktur in FLYS aufbereitet, zusammengestellt und plausibilisiert worden. Der Datenbestand steht somit strukturiert zur Visualisierung und für vielfältige Analysen zur Verfügung.

Mit Hilfe des FLYS-Plugins „Überschwemmungskarte“ wurden die Überschwemmungsgebiete für das HQ₂₀, HQ₁₀₀ und HQ₂₀₀ mit und ohne Hochwasserschutzanlagen berechnet. Zur Plausibilisierung wurde ein Vergleich mit dem Überschwemmungsgebiet der Rechtsverordnung und den Berechnungsergebnissen aus WspWin durchgeführt. Dabei zeigen sich einige Vorteile der in FLYS angewendeten Methodik, die die Plausibilität und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse gegenüber anderen Verfahren verbessern.

Aufbauend auf dem erstellten FLYS-Datensatz besteht die Möglichkeit, den Datenbereich auf die gesamte Fließstrecke der Saale auszudehnen und somit einen konsistenten Datenbestand zu schaffen, der für unterschiedliche Zwecke genutzt werden kann und ein nachhaltiges Datenmanagement gewährleistet.

Literatur

HENS, T., M. SCHLIENGER, G. BELGER, S. REIMER, H. PLUM: Flusshydrologische Software – Anwenderhandbuch, unveröff.

KIEL, U.: WSPLGEN (Wasser SPIegelLagen GENerator), FLYS-Dokumentation, unveröff.



Kontakt:

Dr.-Ing. Ralph Witter

Thüringer Landesanstalt für Umwelt
und Geologie
Göschwitzer Str. 41, 07745 Jena
Tel.: 03641/ 684 513
Fax: 03641/ 684 222
E-Mail:
ralph.witter@tlug.thueringen.de

1988-1992

Studium der Wasserbewirtschaftung/Wasserwirtschaft
an der Ingenieurschule für Wasserwirtschaft Magde-
burg/ Fachhochschule Magdeburg

1992-2000

Angestellter an der Bauhaus-Universität Weimar

2000-2002

Promotionsstudent an der Bauhaus-Universität Weimar

2002

Promotion

2002-2011

Projektingenieur bei GWK INGENIEURE GmbH /
Pöyry GWK GmbH / Pöyry Deutschland GmbH, Erfurt

seit 2011

Angestellter an der Thüringer Landgesellschaft mbH
auf einer Unterstützungsstelle in der Thüringer Landes-
anstalt für Umwelt und Geologie Jena

Projektbearbeitung:

2011-2012: Erstellung eines FLYS-Datensatzes für eine
Pilotstrecke an der Saale in Thüringen

seit 2011: Mitarbeit bei der Umsetzung der HWRM-RL in
Thüringen



Dipl.-Ing. Christian Reuter

HKV Hydrokontor GmbH
Kurbrunnenstr. 24
52066 Aachen
Tel.: 0241/ 9437 8710
Fax: 0241/ 9437 8714
E-Mail:
reuter@hkv-hydrokontor.de

1993-1998

Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen

1998-2008

Wiss. Mitarbeiter am Institut für Wasserbau und Was-
serwirtschaft an der RWTH Aachen

seit 2008

Gesellschaftergeschäftsführer der HKV Hydrokontor
GmbH

Ausgew. Projekte:

2008-2011: SOBEK-Modelle für sechs Bundeswasserstr.
(BfG)

2010-2012: SOBEK 1D2D-Modell Schwarze Elster
(LUGV)

2011-2012: FLYS-Daten Saar (BfG)

2011-2013: SOBEK -Modell Rhein, FLYS Datensatz
Rhein Iffezheim-Pannerdensche Kop (BfG)

2012: Erstellung eines FLYS-Datensatzes für eine
Pilotstrecke an der Saale in Thüringen (TLUG)

2012-2013: SOBEK 1D2D-Modell Spreewald und Dahme
(LUGV)

Fachanwendungen als Webservice – Chancen und Pflichten für den Betrieb

Timo Dickscheid

Mit Version 3 vollzieht der ursprünglich als Desktopanwendung konzipierte Fachdienst FLYS den Schritt hin zu einem modernen Webservice der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG). Die Software verlässt 2013 die Entwicklungsphase und wird in den IT-Betrieb übernommen. Damit einher geht die Übergabe von einem projektorientierten und zeitlich begrenzt arbeitenden Entwicklungsteam an ein dauerhaft tätiges, an routineartigen und stabilen Strukturen interessiertes Betriebsteam. Dieser Beitrag beschreibt diesen Übergang aus Sicht des IT-Betriebs in der BfG und diskutiert einige spezifische Aspekte des Betriebs von Webanwendungen.

1 Webanwendungen als Alternative zur klassischen Desktoplösung

Klassische Desktopanwendungen sind so konzipiert, dass sie sich auf einem einzelnen Computer verwenden lassen. Sowohl die Programme selbst als auch die Anwendungsdaten befinden sich dabei auf dem Rechner des Anwenders (Abb. 1A). Webanwendungen hingegen sind Softwareanwendungen, die von einem zentralen Server aus über das Netzwerk bereitgestellt werden. Als Benutzerschnittstelle dient dem Anwender ein Webbrowser (Abb. 1C). Ein *Webservice* gleicht in seiner Struktur einer Webanwendung, stellt jedoch eine strukturierte Schnittstelle zur allgemeinen Kommunikation mit anderen Softwareanwendungen bereit (Maschine/Maschine-Schnittstelle). Diese Schnittstelle kann so wiederum Basis einer Webanwendung sein. So stellt auch der Dienst FLYS einen Webservice bereit, der Basis der Fachanwendung FLYS im Geportal GGInA (TSCHIRNER & FRETTER 2007) ist.

Aus Sicht des Benutzers bieten Webanwendungen eine Reihe von Vorteilen. Da ein Webbrowser vorhanden ist und regelmäßig genutzt wird, ist zur Verwendung üblicherweise keinerlei Installation auf dem lokalen Rechner notwendig. Der Benutzer kann ohne Mühe die gleiche Anwendung von verschiedenen Endgeräten aus nutzen. Die Notwendigkeit der Datensicherung und Datensynchronisation entfällt, da Software und Daten auf dem zentralen Server administriert werden. Da die meisten Anwender bereits mit den Standardsteuerelementen webbasierter Schnittstellen vertraut sind, fällt die Nutzung einer Webanwendung leicht.

Für den Anbieter des Dienstes vereinfacht die webbasierte Architektur das schnelle Erschließen großer Anwenderkreise, da die Einstiegshürde niedrig ist. Aus seiner Sicht ist eine Webanwendung auch attraktiv, wenn die Auslieferung der Software zentral erfolgen muss, wenn die plattformübergreifende Verwendbarkeit wichtig ist, oder wenn die Rechner der potenziellen Anwender grundsätzlich schwer für eine Installation erreichbar sind.

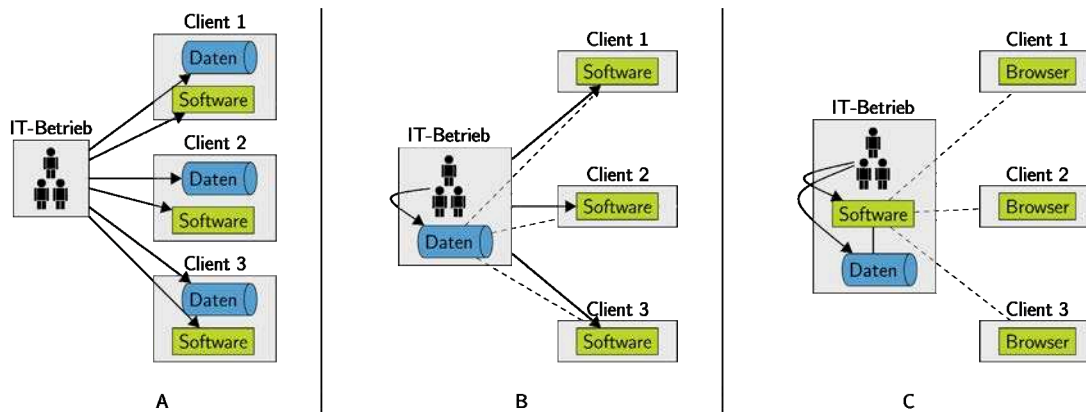


Abb. 1: Schematische Darstellung der Verteilung bzw. Aktualisierung von Software und Daten an Anwender: (A) klassische Desktopanwendung, (B) Desktopanwendung mit verteiltem Datenzugriff, (C) typische Webanwendung. Die Pfeile deuten Aktivitäten des IT-Betriebs, die gestrichelten Linien Netzwerkzugriffe an.

Dennoch ist nicht davon auszugehen, dass Desktopanwendungen vollständig durch Webanwendungen abgelöst werden. Beispielsweise lässt sich bei der Entwicklung von Desktopanwendungen die Hardware des Clientrechners effizienter ausnutzen. Die Gestaltungsmöglichkeiten für Steuerelemente sind bei Desktopanwendungen erheblich flexibler, und die Integrierbarkeit mit Betriebssystemfunktionen und anderer installierter Software ist deutlich höher. Anwendungen mit aufwändiger Benutzerinteraktion, engem Bezug zum Rechner des Anwenders oder hohem Grad der Offlinenutzung sind daher als Desktoplösung komfortabler realisierbar. Zugriffe auf zentrale Datenressourcen mit textuellen und grafischen Auswertemöglichkeiten – wie im Fall von FLYS – lassen sich jedoch hervorragend mit modernen browserbasierten Technologien als Webanwendung umsetzen.

Webanwendungen benötigen eine spezifische serverseitige Plattformarchitektur, welche insbesondere Softwarekomponenten für Datenspeicherung, Anwendungslogik und Netzwerkkommunikation sowie das serverseitige Betriebssystem umfasst. In der BfG ist eine einheitliche Plattformarchitektur für Webanwendungen vorhanden (Abb. 2). Diese beinhaltet unter anderem einen Apache HTTP-Server¹ für die Kommunikation, TOMCAT Komponentenserver² für die Anwendungslogik sowie ORACLE-Datenbanken für die Datenspeicherung. Umfangreiche Binärdaten wie Messwerte, Bilder und Modellwerte werden häufig direkt im Dateisystem referenziert. HTTP- und Komponentenserver werden gemeinsam mit der eigentlichen Anwendungslogik unter einem SuSE Linux Enterprise Server (SLES)³ Betriebssystem virtuell auf einem Citrix XEN⁴ Wirtssystem betrieben.

¹ <http://httpd.apache.org/>

² <http://tomcat.apache.org/>

³ <https://www.suse.com/de-de/products/server/>

⁴ <http://www.citrix.de/products/xenserver/overview.html>

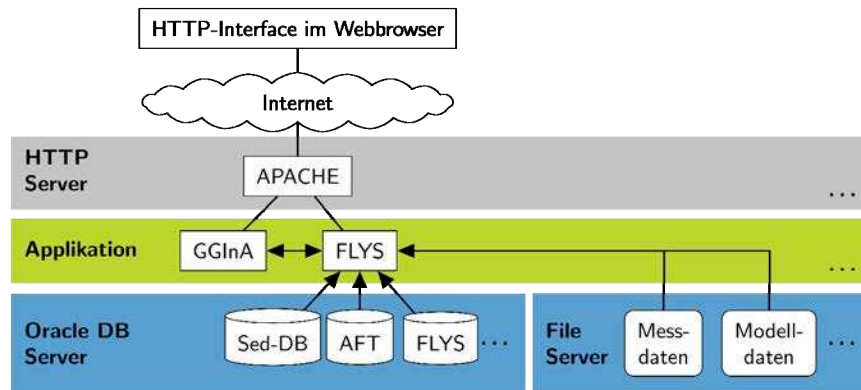


Abb. 2: Schematische Darstellung der Standard-Plattformarchitektur für Webanwendungen in der BfG. Beispielhaft angedeutet ist hier ein Teil der mit dem Fachdienst FLYS verbundenen Strukturen, wie dem Geoportal GGInA (TSCHIRNER & FRETTER 2007) sowie der Sediment-Datenbank (Sed-DB) und der Abflusstafel-Datenbank (AFT).

2 Der Übergang von der Entwicklung in den IT-Betrieb

Bevor eine Webanwendung in Betrieb genommen wird, muss die Betriebsumgebung eingerichtet werden. Das umfasst beispielsweise die Erzeugung der Datenbanken, Einrichtung der Applikationsserver und der Netzwerkumgebung, Einrichtung der Automatismen zum Starten und Beenden des neuen Dienstes sowie die Festlegung und Einrichtung wiederkehrender Wartungsaufgaben am neuen System. Diese Aktivitäten sind Aufgabe des IT-Betriebs, erfordern aber spezifische Informationen aus der Entwicklung. Bei der Übergabe begegnen sich Entwicklung und Betrieb: zwei Organisationsformen mit unterschiedlicher Ausprägung.

Ein unvermeidbarer Zielkonflikt

Das Entwicklungsteam ist darauf ausgerichtet, neue Anforderungen in einem begrenzten Zeitraum in eine lauffähige Software umzusetzen. Die Abschätzung von Zeit und Ressourcen unter der Maßgabe der umzusetzenden Anforderungen stellt eine große Herausforderung dar. Die Arbeit ist daher zwangsläufig kreativ und dynamisch. Für den IT-Betrieb geht es vornehmlich darum, eine möglichst fehlerfreie und stabile, dauerhafte Nutzung der Anwendung zu gewährleisten. Dabei sind technische und rechtliche Randbedingungen zu beachten, die während der Entwicklung eine eher untergeordnete Rolle spielen. Dieser Zielkonflikt birgt Risiken, die den Zeitpunkt der Freischaltung und die Qualität des Betriebs gefährden können. Typische Beispiele sind die Folgenden (vgl. DISTERER & ROSE 2007):

- > Die Vorgehensweise bei der Überleitung ist nicht klar geregelt. In der Folge läuft der Übergang nicht planmäßig ab und verzögert den geplanten Freischaltungstermin.
- > Das Betriebskonzept für die Anwendung wird nicht als Ergebnis der Entwicklung aufgefasst. Der IT-Betrieb muss dieses daher im Nachhinein erstellen, wenn möglicherweise der Zugriff auf relevante Projektmitarbeiter nicht mehr gewährleistet ist.
- > Systemkomponenten sind zwischen den Entwicklungs- und Betriebsinfrastrukturen nicht kompatibel. Eine nachträgliche Anpassung der Software wird notwendig.
- > Der für das Projekt avisierte Zeitrahmen wird für die reinen Entwicklungsarbeiten ausgeschöpft. Vorgesehene Pufferzeiten für die Vorbereitung des Betriebs gehen verloren.

Der Konflikt zwischen Entwicklung und Betrieb lässt sich nicht vermeiden. Wichtig ist aber, dass eine adäquate Verzahnung der beiden Strukturen stattfindet.

Verzahnung von Entwicklung und Betrieb

Eine kontinuierliche und direkte Kooperation von Betriebsteam und Projektteam ist in der Praxis schwer umzusetzen. In der BfG nimmt der IT-Betrieb üblicherweise bei Projekttreffen zur Präsentation von Meilensteinen sowie bei projektinternen Workshops teil, um so am Entwicklungsprozess zu partizipieren. Eine wichtige Komponente dieser Partizipation ist ein Planungstreffen für den Übergang in den Betrieb. So fand am 26.2.2013 ein Treffen der an FLYS beteiligten Fachreferate der BfG statt, wo unter anderem Fachkompetenzen geklärt, Details zu Wartung und Datensicherung im Betrieb besprochen, und Anforderungen an die technische Dokumentation aufgenommen wurden.

Die serverseitige Plattformarchitektur für eine Webanwendung muss als Randbedingung bei der Definition nichtfunktionaler Anforderungen Berücksichtigung finden. In der BfG wird der IT-Betrieb daher bei der Ausschreibung externer Vergaben für Softwareentwicklungen beteiligt. Er macht sich ein Bild der Anforderungsdefinition und hat die Möglichkeit, im Ausschreibungstext auf Anforderungen des Betriebs hinzuweisen. Typischerweise werden dabei Angaben zur Entwicklungs- und Betriebsumgebung überprüft sowie hausinterne Standards vorgegeben. Vor der VOF-Ausschreibung zur Entwicklung des neuen FLYS wurden in der BfG Interviews mit den beteiligten Fachreferaten und dem IT-Betrieb geführt, um deren Interessen in der Leistungsbeschreibung abzubilden.

Zum Ende der Entwicklungsphase ist es wichtig, dass strukturierte Übergabedokumente vorhanden sind. Eine zentrale Rolle spielt hierbei das Betriebshandbuch, in dem Vorgehensweisen zur Installation, Wartung, Bereinigung, Start-/Stopmechanismen und Test des neuen Softwaresystems ebenso beschrieben werden wie die Regelungen für Rollen und Rechte von Anwendern und die wesentliche Systemarchitektur. Die Erstellung eines Betriebshandbuches wurde in der BfG bisher nicht verpflichtend eingeführt, ist aber in zunehmendem Maß üblich.

Ideal wäre eine „*methodisch gestützte Verknüpfung der Vorgehensmodelle der Entwicklung mit Betriebsmodellen*“ (DISTERER & ROSE 2007). In der Behördenpraxis entspräche das letztlich einer Verknüpfung der Entwicklungsprozesse im V-Modell XT mit den Serviceprozessen von ITIL (vgl. BERGER 2008). Im Lebenszyklus einer Anwendung sieht ITIL bereits Phasen für die Entwicklung vor, die nach Referenzmodellen wie dem V-Modell organisiert sind und iterativ mit dem Betrieb ineinander greifen (Abb. 3).

3 Aspekte des Betriebs von Webanwendungen

Beim Betrieb eines Fachdienstes wie FLYS sollen Anwender in verschiedenen Organisationen mit der gleichen Softwareversion auf der gleichen Datenbasis arbeiten, obwohl sich diese fortlaufend weiterentwickeln. Typischerweise nimmt die Zahl der Anwender und Organisationen mit der Zeit zu. Das Profil des typischen Anwenders wird unschärfer und die Angriffsfläche für Manipulationen größer. Webanwendungen bieten hierzu viele Vorteile, stellen den Betrieb aber auch vor spezifische Herausforderungen. Einige typische Aspekte werden im Folgenden kurz erläutert.

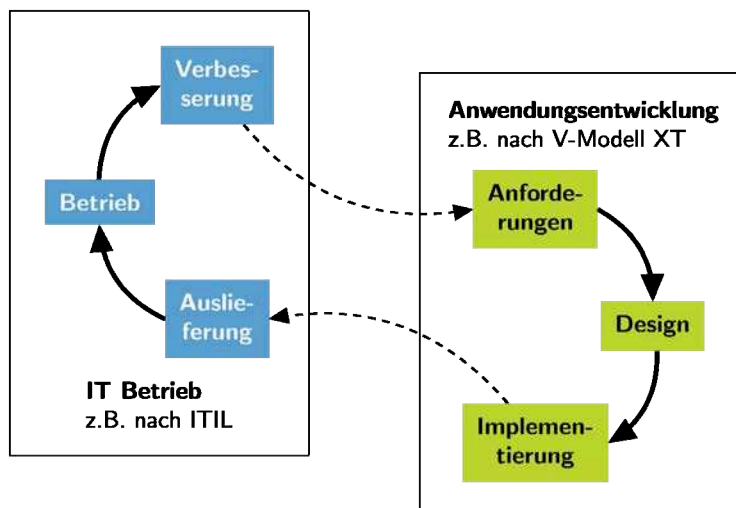


Abb. 3: Phasen des Lebenszyklus einer Anwendung (in Anlehnung an OGC 2002).

Aktualisierung von Software und Daten

Bei einer klassischen Desktopanwendung werden gemeinsam genutzte Anwendungsdaten hochgradig redundant auf allen Clientrechnern gehalten: Da die gleiche Software von mehreren Anwendern genutzt werden soll, muss diese mehrfach installiert und die gemeinsam benötigten Daten an alle Anwender verteilt werden (Abb. 1). Im Allgemeinen können jedoch nicht alle Anwender gleichzeitig für eine Aktualisierung erreicht werden, so dass Benutzer potenziell mit unterschiedlichen Datenpools und Softwareversionen arbeiten. Auch Desktop-FLYS basierte auf dem Prinzip, Software und Daten auf Datenträgern an mehr als 100 Anwender im In- und Ausland zu verschicken. Die Aufrechterhaltung eines gemeinsamen aktuellen Versionsstands von Software und Daten war schwierig. „Hier liegt das Hauptdefizit in der Nutzung und Bereitstellung von Desktop-FLYS, weil die Berechnungsergebnisse sehr stark davon abhängen, welche Daten der Anwender lokal gespeichert hat.“ (FRETTER 2009). Die Vorteile einer Webanwendung liegen hier auf der Hand: Die Bereitstellung und Aktualisierung von Software und Datenbasis erfolgt auf einem zentralen System; danach steht beides allen Anwendern gleichzeitig zur Verfügung. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass Anwender manchmal gezwungen sind, übergangsweise mit älteren Programm- oder Datenversionen zu arbeiten. Während sie bei einer Desktopanwendung den Zeitpunkt der Aktualisierung selbst bestimmen, werden sie durch eine Aktualisierung der Webanwendung möglicherweise beeinträchtigt. Hier helfen Kommunikationskanäle wie Mailinglisten dabei, Aktualisierungen frühzeitig bekannt zu geben.

Verfügbarkeit und Skalierbarkeit

„Verfügbarkeit“ bezeichnet das Verhältnis von Stillstandszeit zu Gesamtzeit eines im Betrieb befindlichen Systems. Bei Fachanwendungen in der BfG werden typischerweise maximale Ausfallzeiten von wenigen Stunden an nicht mehr als zwei oder drei Tagen im Jahr angestrebt. Die BfG führt derzeit eine Schutzbedarfsfeststellung im Rahmen der Umsetzung eines IT-Sicherheitskonzepts nach BSI-Grundschutz durch, die auch die Verfügbarkeit als Kriterium beinhaltet. Eine strukturierte Identifikation und Umsetzung von Maßnahmen ist ab 2014

vorgesehen. Einige wichtige Grundprinzipien dieser Maßnahmen sind jedoch schon heute berücksichtigt. So werden beispielsweise sämtliche Datenbankinstanzen und Applikationsserver täglich redundant gesichert und können bei einem Ausfall mit geringem Aufwand wiederhergestellt werden. Applikationsserver laufen in einer virtuellen Umgebung und können mit geringem Aufwand gesichert und auf andere Hardware „verschoben“ werden.

Eine Fachanwendung wie FLYS erfordert auch eine ausreichende Skalierbarkeit, um Verfügbarkeit dauerhaft zu gewährleisten. Die Betriebsstrukturen müssen in der Lage sein, steigende Lasten durch gezielte Ressourcenerweiterung insbesondere auf Ebene der Applikationsserver abzufangen. Gerade die Bereitstellung öffentlicher Webservices erhöht das Risiko für einen schnellen Anstieg der Zugriffszahlen, da die Einbindung in anderen Anwendungen als Multiplikator wirkt. Die IT-Infrastruktur in der BfG ist so ausgelegt, dass ein Fachpublikum bedient werden kann. Massiv steigende Anwenderzahlen in die breite internationale Öffentlichkeit würden die Ressourcen an ihre Grenzen bringen.

Durchführung von Zugriffsanalysen

Im Betrieb ist es wichtig, die tatsächliche Nutzung der Anwendung fortlaufend zu analysieren. „Die Zugriffsanalyse ... [wird] zur Gewinnung von Informationen über die Benutzer und deren Verhalten herangezogen und stellt damit die Grundlage für Verbesserungen der Web-Anwendung dar, z. B. hinsichtlich Navigation und Performanz bis hin zur Anpassung an bestimmte Benutzergruppen.“ (EBNER & WERTHNER 2003). Zugriffsanalysen werden häufig durch Auswertung von Logfiles realisiert, für die verschiedene Standards und Konventionen existieren. Da Logfiles bei hohen Benutzerzahlen enorme Umfänge annehmen können, muss bei der Wartung der Applikationsserver auf eine regelmäßige Bereinigung geachtet werden. Genauere Analysen sind durch eine direkte Auswertung des Benutzerverhaltens sowie des Netzwerkverkehrs möglich.

Spezifische Sicherheitsvorkehrungen für Webanwendungen

Bei Webanwendungen ist die Angriffsfläche für unsachgemäße Zugriffe oder bewusste Manipulationen höher als bei Desktoplösungen. Es bestehen daher spezifische Risiken, insbesondere Sicherheitsgefährdungen durch vorsätzliche Handlungen. Das *Open Web Application Security Project (OWASP)* beschäftigt sich seit vielen Jahren mit dieser Problematik und nennt in seinem Jahresbericht der zehn kritischsten Sicherheitsrisiken von Webanwendungen (OWASP 2013) insbesondere Probleme durch schlecht kontrollierte Verarbeitung und Weitergabe von Eingabedaten (*Injection* und *Cross-Site Scripting*), Mängel in der Verwaltung von Anwendersitzungen sowie Schwachstellen in den Authentifizierungsmechanismen. Die Häufigkeit solcher Angriffe mit ernstzunehmenden Folgen hat in Behörden wie in Unternehmen in den letzten Jahren erheblich zugenommen. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) empfiehlt daher eine Reihe von Maßnahmen für Webanwendungen. Dazu gehört der Einsatz eines generischen Eingabefilters für Schnittstellen von Webanwendungen (um das Ein- und Weiterschleusen von schadhaftem Code zu unterbinden), sichere Authentifizierungsverfahren zur Unterbindung von Passwortangriffen und eine adäquate Absicherung des Session Managements, um die Gefahr der Übernahme einer Anwendersitzung durch Dritte zu minimieren. Darüber hinaus wird eine automatische Überprüfung und Filterung von hochgeladenen Dateien und eine strukturierte gegenseitige Abgrenzung von Webapplikationen und Hintergrunddiensten empfohlen.

Die meisten dieser Maßnahmen müssen bei der Entwicklung einer Webanwendung berücksichtigt werden, erlangen aber erst im Betrieb ihre tatsächliche Relevanz. Es ist daher auch Aufgabe des Betriebs, während der Entwicklung auf die Einhaltung entsprechender Standards hinzuwirken und bei der Inbetriebnahme die potenziellen Schwachstellen zu prüfen.

Aufwendungen im IT-Betrieb

Für die Bereitstellung einer Webanwendung fallen Betriebskosten an. Diese Kosten sind im Vergleich zu Desktopanwendungen erheblich, liegen jedoch bei individuellen Entwicklungen wie dem Fachdienst FLYS unter den Entwicklungskosten. Einen erheblichen Teil der Betriebskosten macht die Hardware aus, welche insbesondere die Serverkomponenten umfasst. Aufgrund der in der BfG üblichen Virtualisierung der Applikationsserver, wobei mehrere Dienste unabhängig innerhalb der gleichen Hardware betrieben werden, ist eine Zuordnung von Hardwarekosten zu einer Anwendung allerdings nur anhand von Kennzahlen der Systemauslastung möglich. In der Regel unterscheidet man dabei den anteiligen Bedarf an Prozessorleistung, Arbeitsspeicher, Festplattenspeicher und Backup-Kapazitäten. Bislang wird in der BfG eine solche kostenmäßige Zuordnung nicht vorgenommen; die Serverinfrastruktur wird überwiegend im Rahmen der allgemeinen IT-Ausstattung finanziert. Aufgrund des steigenden Bedarfs an Applikationsservern ist eine künftige Kostenzuordnung zu Fachprojekten jedoch wahrscheinlich. Gleiches gilt für virtuelle Komponenten im Bereich der Datenbanken sowie Speichermedien.

Die Hardwarekosten umfassen auch Bereiche wie Netzwerkkomponenten und spezifische Gebäudeausstattung der EDV-Bereiche, auf die hier nicht eingegangen wird. Darüber hinaus werden für die Netzwerkverbindung der BfG ins BVBS-Netz Kosten fällig, die von der benötigten Bandbreite und daher potenziell von der Nutzung der Webanwendungen abhängen. Einen weiteren Teil der Betriebskosten bilden Softwarelizenzen, etwa für die Betriebssysteme im Serverbereich. In der BfG fallen insbesondere Lizenzkosten für ORACLE-Datenbanksysteme ins Gewicht, die von der Anzahl Prozessoren der Datenbankserver abhängen. Das hat zur Folge, dass die Betriebskosten sprunghaft bei Erreichen einer Systemauslastung steigen, welche die Beschaffung leistungsfähigerer Server erfordert. Eine Zuordnung solcher Kosten zum einzelnen Fachdienst ist schwierig. Hierbei lassen sich nur erstere eindeutig den jeweiligen Fachdiensten zuordnen. Weitere Betriebskosten umfassen Personalkosten für die Administration, Ausbildungskosten, Betriebsmittel für Peripheriegeräte oder Aufwendungen für die Wartung von Hard- und Software.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Der neue Fachdienst FLYS wurde als typischer Webservice in der BfG entwickelt, der als Fachanwendung in das Webportal GGInA eingebunden ist. Diese Architektur bietet Vorteile für Anwender, Anbieter und IT-Betrieb. Bei der Übergabe einer Webanwendung durch das Entwicklerteam an den IT-Betrieb begegnen sich zwei Organisationsformen mit unterschiedlichen Interessen. In diesem Beitrag wurde deren Zielkonflikt beschrieben und einige Aspekte einer strukturierten Zusammenarbeit von Entwicklung und Betrieb mit Blick auf FLYS diskutiert. In der Betriebsphase von Webanwendungen hat der IT-Betrieb spezifische Aspekte zu beachten, wie die Sicherstellung der Verfügbarkeit, Vermeidung typischer Sicherheitsge-

fährungen und Zuordnung von Aufwendungen zu Fachprojekten. Mehrere dieser Punkte wurden auf nichttechnischer Ebene angesprochen, um einen Einblick in Chancen und Pflichten des Betriebs von Webanwendungen bei einer Behörde wie der BfG zu geben. Die weitere Verzahnung der Zusammenarbeit mit Softwareentwicklungsprojekten ist eine wichtige Grundlage für einen dauerhaft stabilen Betrieb bei gleichzeitiger Zunahme der Projekte. Der regelmäßige Dialog zwischen IT und Fachreferat ist Basis für eine strukturierte Planung von Sicherheitsmaßnahmen und technischen Weiterentwicklungen der IT-Infrastruktur. Vor dem Hintergrund stagnierender Ressourcen bleibt das eine Herausforderung für beide Seiten.

Literatur

- BERGER, S. (2008): ITIL und IT-Projektmanagement: Schnittstellen zwischen ITIL und V-Modell XT - Umsetzung einer Lösungsarchitektur, Vdm Verlag Dr. Müller.
- BUSCH, N. (2013): Die Flusshydrologische Software FLYS – von den Anfängen bis hin zum web-basierten Fachdienst FLYS. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 18-31
- DISTERER, G., M. ROSE (2007): Die Überleitung von Neuentwicklungen in den Betrieb bleibt problematisch. In: Information Management & Consulting, 22, Nr. 4, S. 86-88.
- EBNER, A., H. WERTHNER (2003): Betrieb und Wartung von Web-Anwendungen. In: Web Engineering: Systematische Entwicklung von Web-Anwendungen, S. 187-160.
- FRETTER, K. (2009): Auf dem Weg zum Web-FLYS unter dem Dach von GGInA. In: Veranstaltungen 1/2009 „Wasserstandsinformationsdienste der BfG für die Bundeswasserstraßen“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 118-127.
- OWASP (OPEN WEB APPLICATION SECURITY PROJECT) (2013): OWASP Top 10 – 2013 tcl. The Ten Most Critical Web Application Security Risks, <http://www.owasp.org>.
- TSCHIRNER, S., K. FRETTER (2007): GGInA, das Geoportal der BfG: Veröffentlichen, Erschließen und Analysieren von gewässerkundlichen Geofachdaten. In: Angewandte Geoinformatik 2007, 19. AGIT-Symposium Salzburg.



Kontakt:

Dr.-Ing. Timo Dickscheid

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

Tel.: 0261/ 1306 5045

Fax: 0261/ 1306 5302

E-Mail: dickscheid@bafg.de

Jahrgang: 1975

1995-1998

Ausbildung zum Datenverarbeitungskaufmann bei der Debeka, Koblenz

1998-2001

Angestellter in der IT-Betriebsorganisation der Debeka, Koblenz

2001-2006

Informatikstudium an der Universität Koblenz-Landau

2006-2010

Promotion im Bereich Photogrammetrie, Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn

2010-2012

Teamleiter im Bereich Bildverarbeitung und High Performance Computing, Institut für Neurowissenschaften und Medizin, Forschungszentrum Jülich

Seit 8/2012

Referatsleiter Z2 (Informationstechnik) in der BfG

Dive4Elements, die neue Software für den Fachdienst FLYS – Bedeutung der Veröffentlichung

Bernhard E. Reiter

1 Einleitung

Der neue hydrologische Fachdienst FLYS der BfG ist eine Webanwendung und in den Jahren 2010 bis 2013 als fünfte Entwicklungsphase der Flusshydrologischen Software (FLYS) entstanden. BUSCH (2013, s. S. 18ff.) erläutert die Entstehungsgeschichte. Die neue webbasierte Version löst die Desktop-FLYS-Software ab und ist unter weitestgehender Verwendung von Freie-Software-Komponenten entstanden, was ein wesentliches Ziel der Entwicklung war.

Die BfG ist nun daran interessiert, die technische Basis des Fachdienstes, d. h. die Software selbst, für Interessierte zugänglich und überprüfbar zu machen, um Synergien bei der Entwicklung zu ermöglichen und zu nutzen. Die neu entstandene Software basiert auf der Komponente Dive4Elements und ist für ähnliche und verwandte Aufgaben geeignet. Wenn andere Nutzer die Software in ihren Software-Entwicklungsprojekten aufgreifen, profitieren sie von der Vorarbeit der BfG und geben selbst etwas an die BfG zurück.

Die BfG hat in der Vergangenheit schon in vielen Bereichen Freie Software (Open Source) genutzt. Die geplante Veröffentlichung der Software unter dem Namen „Dive4Elements River“ ist für die BfG jedoch Neuland. Sie folgt damit einem von INCE et al. (2012) beschriebenen Trend in der Wissenschaft, die Nachvollziehbarkeit von Ergebnissen zu verbessern, welche mit Hilfe von Software erarbeitet worden sind. Die Veröffentlichung der Software „Dive4Elements River“ soll bis Mitte 2013 abgeschlossen sein.

2 Vorteil für die Nutzer

Wie genau ist der Wert zustande gekommen? Warum sieht mein Graph genau so aus? Das prinzipielle Berechnungsverfahren mag bekannt sein, aber das reicht nicht aus, um ein Software-Ergebnis genau nachvollziehen zu können. Für den Fachdienst FLYS sind die Rechenvorschriften in der Programmiersprache Java „geschrieben“. Dieser sogenannte „Quelltext“ oder auch „Quellcode“ ist praktisch der Bauplan der Software und legt deren Verhalten fest. Weiterhin kann sich die gleiche Java-Anwendung auf verschiedenen Java-Laufzeitumgebungen und Rechnern unterschiedlich verhalten. Meist sind die Unterschiede gering, können sich aber durchaus sichtbar auswirken, wenn bei einem Zwischenergebnis die 6. Nachkommastelle anders ist und in weiteren Berechnungen verwendet wird. Wer das Verhalten also genau

verstehen will, muss den Quelltext studieren und das heißt, ihn u. a. probeweise zu verändern und die Veränderungen an der laufenden Software zu beobachten. Der interessierte Wissenschaftler braucht also den Quelltext und muss wissen, wie er daraus eine ablauffähige Anwendung erstellt. Genau das ermöglicht die Veröffentlichung der Software.

Auch wenn die eigene Arbeitsgruppe eine spezielle Frage drückt, kann eine Veränderung der Software helfen; vielleicht durch das Einbauen eines zusätzlichen Knopfes, einer neuen Berechnung oder Grafik. Erst einmal zum Ausprobieren, dann vielleicht in einigen Varianten oder Sonderfunktionen für nur einen speziellen Flussabschnitt. In den Fachdienst FLYS sollen und können solche Software-Änderungen nicht gleich aufgenommen werden, besonders wenn sie frisch, experimentell oder sehr auf die Interessen einer kleinen Gruppe zugeschnitten sind. Andere Organisationen können diese weiterentwickeln, bis sie dafür reif sind. Bewährt sie sich, dann wird die BfG als Betreiber des Fachdienstes darüber nachdenken, die Verbesserungen aufzunehmen. Auch dafür ist es nötig, den Quelltext zu haben und die Möglichkeit, eine ablaufende Anwendung daraus zu erstellen.

Die Nutzung des Fachdienstes FLYS ist erste Wahl für Themen in Deutschland, bei denen die BfG zuständig ist. Wenn es aber um verwandte Fragestellungen geht, welche ebenfalls einer vergleichbaren Visualisierung bedürfen oder um andere Länder, dann kann die Dive4Elements River Software dazu verwendet werden, die eigenen Daten zu verarbeiten. Dazu werden häufig Änderungen an der Software notwendig sein, welche sich beispielsweise in andere Sprachen übersetzen lässt.

3 Fachdienst ist mehr als Software

Bisher ist von der BfG eine Desktop-Software mit Namen „FLYS“ entwickelt und verbreitet worden, deren Bedeutung immer weiter wuchs und nach außen strahlt. Nun geht die BfG den Schritt zu einer Webanwendung mit zentraler Datenbank. Das wirft die Frage auf: Was ist „FLYS“ eigentlich? Für die bisher genutzte Desktop-Variante erhalten neue FLYS-Nutzer eine Software mit einem dazugehörigen großen hydromorphologischen Datensatz und weiteren Fachdokumenten. Das Referat M2 der BfG erteilt darüber hinaus Fachauskünfte. Der große Wert von FLYS liegt somit in der Kombination von

- a) Software-Werkzeug,
- b) aktuellen Daten und
- c) fachlicher Begleitung durch die BfG.

Anders gesagt: Die Software selbst ist nur einer der Teile von „FLYS“. Deshalb bietet es sich an, die Software sprachlich vom „Fachdienst FLYS“ zu unterscheiden. Beim Fachdienst hält die BfG weiterhin alles offiziell in der Hand; ihre Mitarbeiter betreiben die dazugehörige Software mit den aktuellen Daten.

Durch einen deutlich anderen Namen des Softwareprodukts selbst wird klar, dass die BfG nicht für jede zukünftige Entwicklung verantwortlich ist, sondern nur für die von ihr selbst betriebene Version im Fachdienst. Da die neue Software eine Weiterentwicklung der Software Dive4Elements ist, bot sich der Name „Dive4Elements River“ an. Es ist geplant die Software auf der schon vorhandenen Dive4Elements Webseite www.dive4elements.org in einem eigenen Abschnitt vorzustellen, während der Fachdienst weiterhin auf den BfG-eigenen Seiten www.bafg.de/FLYS präsentiert wird.

4 Was ist Freie Software?

Wer Software als Freie Software veröffentlicht, muss diese unter eine Lizenz stellen, welche den Nutzern ausdrücklich die folgenden vier Freiheiten garantiert, nach FSFE (2013):

1. Die Freiheit, das Programm für jeden Zweck auszuführen.
2. Die Freiheit, die Funktionsweise eines Programms zu untersuchen, und es an seine Bedürfnisse anzupassen.
3. Die Freiheit, Kopien weiterzugeben und damit seinen Mitmenschen zu helfen.
4. Die Freiheit, ein Programm zu verbessern, und die Verbesserungen an die Öffentlichkeit weiterzugeben, so dass die gesamte Gesellschaft profitiert.

Die entsprechenden Nutzungsrechte müssen dauerhaft gewährt werden und die Freiheiten 2 und 4 erfordern, dass der Quelltext des Softwareproduktes ebenfalls in einer nutzbaren Form verfügbar ist. Mit der Wahl einer Freie-Software-Lizenz werden den Nutzern die vier Freiheiten schriftlich zugesagt, und sie können die in Abschnitt 2 beschriebenen Vorteile erlangen.

Die Entwicklung des Konzepts und des Begriffs werden Richard Stallmann zugeschrieben, der 1983 mit „GNU“ das erste bewusste Freie-Software-Projekt ausrief (GRASSMUCK 2002, S. 226). Der 1991 gestartete Betriebssystemkern „Linux“ erlangte als einzelne Software-Komponente große Bekanntheit und ist als Kern des Android-Betriebssystems sehr weit verbreitet. Beispielsweise findet er sich Ende 2012/Anfang 2013 auf den meisten neu verkauften Smartphones.

„Open Source“ ist eine 1998 entstandene, alternative Bezeichnung für Freie Software. REITER (2004) schreibt: „In der Praxis zeigt sich, dass die zu Beginn beschriebene Definition durch vier Freiheiten eine knappe und vollständige Erklärung darstellt. Sie ist über das Urheberrecht hinaus verständlich. Den Begriff ‚Freie Software‘ vorzuziehen folgt der guten wissenschaftlichen Tradition, sich an den Erstautoren zu orientieren.“

5 Freie-Software-Lizenzen

Es gibt eine Reihe Freie-Software-Lizenzen. REITER (2004) beschreibt die Freiheiten und bildet vier Kategorien: die Freiheit (a) stark schützend, (b) schwach schützend, (c) nicht schützend und (d) unausgeglichen. WHEELER (2013) empfiehlt, eine Lizenz zu verwenden, welche kompatibel mit der Lizenzfamilie der GNU-Initiative ist. Es handelt sich dabei um die am meisten bei Freier Software verwendeten Lizenzen. Sie sind auch in Deutschland gültig, obwohl ursprünglich für den amerikanischen Rechtsraum entwickelt.

Die Weiterentwicklung der GNU-Lizenzen auf die Versionen 3 brachte eine Modernisierung hinsichtlich der internationalen Rechtsunterschiede und einer breiteren Verfügbarkeit des Internets. Die empfohlene Klausel „Version 3 or later“ sichert die Zukunftsfähigkeit ab, da die Free Software Foundation (USA) verbesserte Lizenzen herausgeben kann, welche sich allerdings eng an die Ziele der alten Lizenzen halten müssen.

Grundsätzlich wirken Freie-Software-Lizenzen erst dann, wenn jemand die Software weitergibt. Bei einer Webanwendung wird die Software jedoch nur zur Verfügung gestellt, nicht unbedingt weitergegeben. Um die Freiheit solcher Webanwendungen stark zu schützen, gibt es die GNU Affero General Public License (GNU AGPL), welche auch bei reiner Bereitstellung eines Dienstes wirksam ist.

Ein (a) starker Schutz der Freiheit bedeutet immer, dass die Empfänger der Software sich an mehr Regeln halten müssen. Beispielsweise muss bei Weitergabe ein geänderter Quelltext zur Verfügung gestellt werden, und es dürfen keine nicht-freien (proprietären) Werke daraus abgeleitet werden. Ein (b) schwacher Schutz erhöht deshalb die Chance auf Verbreitung der Software. Das kann ein Vorteil sein, wenn sich dadurch eine größere Gemeinschaft bildet. Die GNU Lesser General Public License (GNU LGPL) bietet einen solchen schwachen Schutz der Freiheit. Software unter dieser Lizenz darf mit anderen Teilen zu proprietären Werken kombiniert werden. Sie selbst bleibt dabei frei.

Lizenzen (c) ohne Schutz der Freiheit haben oft keine Regeln für die Weitergabe des eigenen Quelltextes und erfordern teilweise nicht einmal eine Nennung des Namens des Erstellers. Sie bieten eine noch größere Chance auf Verbreitung. Allerdings ist die Chance auf eine Gemeinschaft wieder dadurch reduziert, dass veränderte Quelltexte nicht mit weitergegeben werden müssen. Unausgeglichene Lizenzen (d) sind nicht zu empfehlen.

6 Auswahl der Lizenz

Die BfG ist der Inhaber der exklusiven Nutzungsrechte der neu entwickelten Softwareteile. Damit ist sie in der Lage, die Software mehrmals unter verschiedenen Lizenzen herauszugeben. Die nochmalige Herausgabe unter einer weiteren Lizenz wäre möglich, obwohl eine einmal gegebene Freie-Software-Lizenz nicht mehr zurückgenommen werden kann. Trotzdem möchte die BfG für die erste Veröffentlichung eine gute Wahl treffen.

Die BfG hat ein Interesse daran zu erfahren, wer die Software verwendet, indem er beispielsweise Veränderungen vornimmt oder einen eigenen Dienst anbietet. Eine Registrierung aller Nutzer kann allerdings bei Freier Software grundsätzlich nicht erzwungen werden. Durch eine attraktive Infrastruktur für die Gemeinschaft lassen sich jedoch die Chancen erhöhen, dass sich Dritte aus Eigeninteresse melden und so für die BfG sichtbar sind.

Unerwünscht ist, dass ein Unternehmen die Software erweitert und per Lizenz in Folge proprietär vertreibt. Die BfG könnte dann gezwungen sein, wieder unfreie Software-Lizenzen zu erwerben, obwohl sie selbst die Entwicklung einer Vorgängerversion bezahlt hat. Das spricht für die Wahl einer Freie-Software-Lizenz aus der Kategorie a), welche die Freiheit der Software stark schützt. Interessant ist hier die GNU APL, weil sie auch Webanwendungen stark schützt. Eine Lizenz ohne Schutz der Freiheit c) wird durch dieses Kriterium praktisch ausgeschlossen. Die Alternative wäre eine Lizenz mit schwachen Schutz, insbesondere die GNU LGPL.

Die im Projekt entwickelte neue Software basiert teilweise auf Dive4Elements und verwendet etwa 30 weitere Freie-Software-Komponenten (siehe Tabelle 1). Teilweise ist die neue Software ein „abgeleitetes Werk“ im Sinne des Urheberrechts und muss die Lizenzen der verwendeten Komponenten beachten. Die BfG darf nur eine zu diesen rechtlich kompatiblen Lizenzen wählen.

Tabelle 1

Lizenzen von Software-Komponenten für Dive4Elements River

Apache Commons Codec	Apache 2.0	
Apache Commons DBCP	Apache 2.0	
Apache Commons FileUpload	Apache 2.0	
Apache Commons Lang	Apache 2.0	
Apache Commons Math 2.2	Apache 2.0	
Apache HTTP Client	Apache 2.0	
Apache log4j	Apache 2.0	
Apache Velocity	Apache 2.0	
Batik	Apache	
Ehcache	Apache 2.0	
GeoTools	LGPL 2.1	
GNU Trove	LGPL 2.1	
Google Web Toolkit	Apache 2.0	
GWT-OpenLayers	Apache 2.0	
H2 Database Engine	MPL 1.1, EPL 1.0	nötig für Oracle-DB
Hibernate	LGPL 2.1	
iText	LGPL/Affero GPL	
JasperReports	LGPL 3	
JCommon	LGPL 3	
JDOM	Apache ähnl.	
Jetty	Apache 2.0 , EPL 1.0	optional
JFreeChart	GPL 3	
JSON	JSON	
MapFish Print	GPL 3	eigenständige Komponente
OpenCSV	Apache 2.0	
OpenLayers	BSD (2 clause)	
Oracle DB 11g R2 JDBC Driver	proprietär	nötig für Oracle-DB
PostgreSQL JDBC Driver	BSD (3 clause)	nötig für PostgreSQL
Restlet	LGPL 3.0,2.1, CDDL 1.0, EPL 1.0	
Simple Logging Facade for Java	MIT/X11 style	
SmartGWT	LGPL v3	
WSPLGEN	GPL 2	eigenständige Komponente

Die Analyse der Komponenten zeigt, dass eine Herausgabe unter verschiedenen GNU Lizenzen möglich ist, insbesondere unter den schon erwähnten GNU AGPL und GNU LGPL in Version 3 oder höher. Dabei gibt es zwei Einschränkungen:

1. Die Anbindung an eine Oracle-Datenbank: Zum einen sind die Treiber proprietär und zum anderen kommt zur Beschleunigung die Bibliothek „H2 Database Engine“ zum Einsatz, welche unter den Lizenzen Mozilla Public License 1.1 und Eclipse Public License 1.0 verfügbar ist. Alle drei Lizenzen sind nicht vereinbar mit der GNU AGPL. Sie sind vereinbar mit der GNU LGPL.
2. iText für die Generierung von PDF-Diagrammen liegt in der neuesten Version ausschließlich unter der GNU AGPL vor. Bei Verwendung dieser Version wäre die GNU AGPL dann erzwungen. Etwas ältere und bisher ausreichende Versionen liegen noch unter der GNU LGPL vor.

Die GNU AGPL hat auch den Vorteil, dass jedem Nutzer der Software der Quelltext zur Verfügung steht, insbesondere wenn jemand andere Verbesserungen vorgenommen hat und einen internen Dienst betreibt. Sofern dieser Dienst eine Relevanz entwickelt, bekommt die BfG früher oder später den verbesserten Quelltext zurück mit der Erlaubnis, ihn selbst zu verwenden.

Da die Oracle-Datenbank selbst keine Freie Software ist und für die Veröffentlichung nicht mit ausgeliefert werden kann, hat sich die BfG entschieden, das Freie-Software-Datenbanksystem PostgreSQL für die Veröffentlichung der Software zu verwenden; der Betrieb erfolgt mit einer Oracle-Datenbank. Damit wird die erstgenannte Einschränkung für die Lizenzierung umgangen und die Nutzer können Dive4Elements River nun mit ausschließlich Freier Software betreiben.

7 Pflichten der Nutzer

Wer sich die Software Dive4Elements River herunterlädt, der muss sich an die Lizenzbedingungen halten. Das gilt sowohl für die Affero GNU General Public License, unter der der Hauptteil von Dive4Elements River steht, wie auch die Lizenzen der Komponenten. Unter diesen Bedingungen kann Dive4Elements River kostenfrei und sogar kommerziell betrieben werden. Wer die Software nur testweise auf den eigenen Rechnern ausprobieren möchte, braucht nichts zu beachten. Erst wenn es um einen Betrieb, Weitergabe oder ein Angebot für andere geht, müssen die Lizenzen gelesen werden. Das ist bei proprietärer Software genauso nötig, wird aber leider oft versäumt. Bei Freier Software gibt es den Vorteil, dass viele Lizenzen sehr verbreitet und deshalb auch gut bekannt sind. Für die GNU AGPL gilt: Es gibt eine inoffizielle deutsche Übersetzung der GNU GPL (GPL 3DE), welche die Lektüre stark vereinfacht, da sich die GNU AGPL nur in einem Punkt wesentlich unterscheidet: Im 13. Abschnitt wird festgelegt, dass der Anbieter eines interaktiven Dienstes auf Basis der Software jedem Nutzer den Quelltext kostenfrei zugänglich machen muss, wenn er diesen geändert hat. Im letzten Abschnitt der GNU AGPL wird ein Beispiel für das Zugänglichmachen angegeben: die Angabe einer URL, von welcher der Quelltext heruntergeladen werden kann.

Ansonsten gelten die Vorschriften der GNU GPL Version 3. Insbesondere muss der Rechteinhaber, also die BfG, genannt werden. Diese haftet weitgehend nicht für die Qualität der Software. Modifizierte Versionen müssen „als solche gekennzeichnet werden, damit Probleme mit der modifizierten Software nicht fälschlicherweise mit den Autoren der Originalversion in Verbindung gebracht werden“ (GPL 3DE).

8 Dive4Elements Gemeinschaft

Auf der Webseite www.dive4elements.org findet sich die Gemeinschaft der Nutzer und Entwicklung von Dive4Elements River. Zielgruppe des Angebots sind an der Softwaretechnik Interessierte sowohl innerhalb der BfG und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung als auch außerhalb, z. B. Ingenieurbüros oder Hochschulen. Erfahrungsaustausch und Synergieeffekte bei der Entwicklung sind gewünscht. Interessierte können mit etwas Erfahrung eine Installation der Software bei sich selbst vornehmen und mit einem Demodatensatz experimentieren. Die BfG hat den Anbieter Intevation damit beauftragt, die Webseite über zwei Jahre hinweg zu betreiben und in kleinem Umfang selbstständig Fragen zur Softwaretechnik zu beantworten. Fachliche Fragen zu den Berechnungsverfahren oder den Daten sind natürlich an die BfG zu richten. Von der Webseite aus sind verschiedene Angebote zu finden:

- > Kommunikationskanäle, beispielsweise E-Mail-Verteiler für Nutzer (Deutsch und Englisch erlaubt) und für Entwickler (nur Englisch)
- > Werkzeuge zur Entwicklung und Verfolgung derselben. In einer Quelltextversionsverwaltung sind alle Versionsstände der Software verfügbar und jede Änderung an den Quelltexten kann per E-Mail im Detail zugesendet werden.
- > Pakete zur Installation von Dive4Elements River mit einem verfremdeten Beispieldatensatz
- > Anleitung zur Einrichtungen der Anwendung, insbesondere der mit dem Beispieldatensatz

Jeder ist willkommen! Gerade die technische Rückmeldung von Nutzern ist sehr wichtig, um die Software in Zukunft attraktiver machen zu können. Nicht jede Anregung kann aufgegriffen werden, aber die BfG hat einen Rahmen geschaffen, die Software eingebracht und sieht sich als gleichberechtigten Teil der Gemeinschaft.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Auf der Webseite www.Dive4Elements.org veröffentlicht die BfG die Websoftware „Dive4Elements River“, welche sie im Rahmen des neuen Fachdienstes FLYS betreibt. Der Fachdienst selbst ist mehr als die Software. Er besteht aus aktuellen Daten und der fachlichen Betreuung durch die BfG. Durch Wahl der GNU AGPL als Freie-Software-Lizenz werden den Nutzern Vorteile schriftlich zugesichert. Sie können die Software kostenlos ausprobieren, verändern und betreiben. Daraus erwachsen aber auch Pflichten, wie die Nennung der BfG und die Weitergabe des veränderten Quelltextes an alle Nutzer. Durch diese Regelung schafft die BfG einen Rahmen für eine Gemeinschaft von Nutzern und Entwicklern der Software, welche ebenfalls über die Webseite erreicht werden kann. Der gegenseitige Austausch soll zu Synergieeffekten führen. Wissenschaftler, Ingenieure und Hochschullehrer können die Ergebnisse bis in die Tiefe überprüfen und die Verfahren verbessern. Damit trägt die BfG der gewachsenen Bedeutung des Fachdienstes und der Komplexität der Software Rechnung. Der Startschuss erfolgt mit dem BfG-Kolloquium Mitte Mai 2013. In den nächsten zwei Jahren wird sich die Gemeinschaft für Dive4Elements River bilden.

Literatur

- BUSCH, N. (2013): Die Flusshydrologische Software FLYS – von den Anfängen bis hin zum web-basierten Fachdienst FLYS. In: Veranstaltungen 4/2013 „FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG“, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, S. 18-31
- FSFE (2013): Basisinformationen der Free Software Foundation Europe e.V., einem in Deutschland registrierten und gemeinnützigen Verein: <http://fsfe.org/about/basics/freesoftware.de.html> (Stand Januar 2013)
- GNU AFFERO GENERAL PUBLIC LICENSE, Version 3, 19. November 2007:
<http://www.gnu.org/licenses/agpl-3.0.de.html> (letzter Zugriff 10.04.2013)
- GPL 3DE, Inoffizielle deutsche Übersetzung der GNU General Public License, Free Software Foundation 2007, <http://www.gnu.de/documents/gpl-3.0.de.html> (letzter Zugriff 10.04.2013)
- GRASSMUCK, V. (2002): Freie Software Zwischen Privat- und Gemeineigentum, BPB Bonn 2002;
<http://freie-software.bpb.de/> (letzter Zugriff 10.04.2013)
- INCE, D. C., L. HATTON, J. GRAHAM-CUMMING (2012): The case for open computer programs. Nature 482, S. 485-488
- REITER, B. E. (2004): Wandel der IT: Mehr als 20 Jahre Freie Software, HMD 238, S. 83-91,
http://intevation.de/~bernhard/publications/200408-hmd/200408-wandel_der_it_20j_fs.html (letzter Zugriff 10.04.2013)
- WHEELER, D. A. (2013): Make Your Open Source Software GPL-Compatible. Or Else.
<http://www.dwheeler.com/essays/gpl-compatible.html> (Stand Januar 2013)



Kontakt:

Bernhard E. Reiter

Intevation GmbH

Neuer Graben 17

49074 Osnabrück

Tel.: 0541 33 508 3 -3

E-Mail:

Bernhard.Reiter@intevation.de

Jahrgang: 1973

1992-1998

Studium zum Diplom Angewandte Systemwissenschaft an der Universität Osnabrück

1999

Studium zum Master of Science in Geography an der University Wisconsin-Milwaukee, USA

seit 1999

Mitgründer und einer der drei Geschäftsführer-Gesellschafter der Intevation GmbH

seit November 2011, kaufm. Projektleiter „FLYS3“

seit 2001

Gründungsmitglied der gemeinnützigen Organisation Free Software Foundation Europe e.V. (FSFE), davon 10 Jahre Deutschland-Koordinator. Die FSFE erhielt 2010 die Theodor-Heuss Medaille.

SGM, PEGELONLINE & Co – moderne vernetzte IT-Systeme der WSV

Dietmar Mothes

1 Einleitung

Es ist eine Binsenweisheit: Die Welt ist komplex und vielfältig. Die Konsequenz ist einleuchtend: Jeder Fachbereich benötigt einen engen Austausch zu anderen Fachbereichen innerhalb der eigenen und zu externen Verwaltungen. Fach-IT-Systeme müssen dies modern umsetzen, und dies ist aufwendig und kompliziert. Es gilt, sich dabei an Standards zu halten und Praktikabilität nachzuweisen. Auf Webservices beruhende Service orientierte Architekturen (SOA) gelten als Stand der Technik und (Geo)Dateninfrastrukturen (GDI) werden auf der Grundlage weltweit gültiger Standards geschaffen.

Die Gewässerkunde und insbesondere der Fachbereich, der sich auch um Grundlagen des Hochwasserschutzes kümmert, hat schon immer einen hohen Grad an Vernetzung der beteiligten IT-Systeme angestrebt und daraus gesamtgesellschaftliche Vorteile erzeugen können. Je schneller und zuverlässiger die aktuellen Messwerte die Fachleute erreichen, umso schneller können die Messwerte geprüft, die Hochwassergefahren eingeschätzt und diese Information der Öffentlichkeit mitgeteilt werden. Bereits seit vielen Jahren erfolgt dies automatisch und wird durch verschiedene IT-Systeme umgesetzt, die bei verschiedenen Verwaltungen betrieben werden.

Die Vielfalt der gewässerkundlichen IT-Systeme in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) ist groß. Ob das in der Einführung befindliche SGM (Stammdatenverwaltung gewässerkundlicher Messstellen, ehemals DIPS), PEGELONLINE, FLYS oder die Auswertesoftware WISKI – die IT-Systeme bauen aufeinander auf, beziehen zusätzliche Informationen von Dritten und müssen ihre Ergebnisse anderen bereitstellen.

2 Gewässerkundliche IT-Systeme der WSV

Die aktuell in der WSV-Gewässerkunde eingesetzten IT-Systeme und deren Datenflüsse bezogen auf Messwerte und Stammdaten zeigt die Abb. 1. Dabei werden diese IT-Systeme zentral bei der Bundesanstalt für IT-Dienstleistungen im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (DLZ-IT BMVBS), aber auch in WSV-Dienststellen und weiteren Behörden wie der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) betrieben. Die Übertragung der Daten von den Messstellen erfolgt im Küstenbereich ausschließlich via Datenpush zu regionalen

Datenzentralen (vernetzte Redundanz), bei denen vor allem die Software VisiLink zum Einsatz kommt. In VisiLink können erste (automatische) Datenprüfungen stattfinden, und es werden die Daten an das BSH (WasserstandsVorhersageDienst, WVD) sowie an den Relayserver des DLZ-IT BMVBS weitergeleitet. Die Binnenpegel werden derzeit einerseits über SODA-Server (Simultaner Online DatenAbruf) abgerufen und die Daten an die weiteren Empfänger geleitet. Andererseits findet derzeit die Umstellung auf Datenpush (IP-basierend) statt. In diesem Fall schicken die Pegel die Daten an den Relayserver.

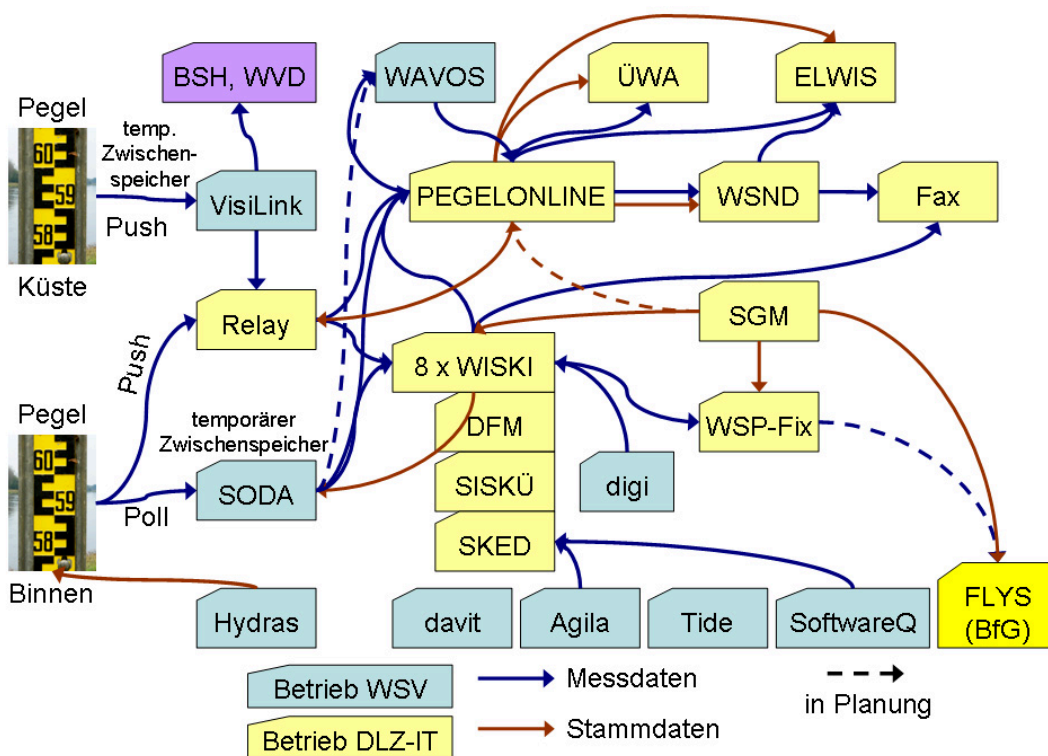


Abb. 1: Gewässerkundliche IT-Systeme der WSV und deren automatischer Datenaustausch untereinander

Der Relayserver verteilt die Daten weiter an PEGELONLINE sowie an die gewässerkundlichen Auswertesoftware WISKI (Wasserwirtschaftliches InformationsSystem KIsters) mit ihren Modulen DFM (Durchflussmessung), SISKÜ (StrömungsInformationsSystem Küste) und dem SKED (SchlüsselKurvenEDitor). PEGELONLINE veröffentlicht die aktuellen Rohwerte und Stammdaten im Internet und stellt eine Reihe von Diensten bereit, mittels derer interne IT-Systeme wie der WSND (WasserStandNachrichtenDienst), Faxserver, ÜWA (Überregionalen Wasserbewirtschaftung), ELWIS (ELEktronischer Wasserstraßen-InformationService) und WAVOS (WasserstandVorhersageSystem), aber auch eine Vielzahl von externen Systemen angebunden sind.

Eine neue zentrale Rolle wird das zum 01.06.2013 eingeführte SGM (Stammdatenverwaltung gewässerkundlicher Messstellen) einnehmen. Erstmals werden in einem IT-System der WSV alle Stammdaten zu allen gewässerkundlichen Messstellen zusammengefasst und verwaltet. Zukünftig werden alle anderen IT-Systeme die Pegelstammdaten unmittelbar oder indirekt aus SGM erhalten. Eine Stammdatenpflege zu den Pegeln findet auch dann in WISKI nicht mehr statt.

In dieses Orchester der gewässerkundlichen Applikationen gruppiert sich auch FLYS ein. FLYS erhält die Stammdaten der Pegel aus SGM und ist zukünftig an WSP-Fix (Wasser-Spiegellagen-Fixierung) anzuschließen, um automatisiert die von der WSV ausgewerteten Messungen zu den Wasserspiegellagen zu erhalten.

Eine Reihe von IT-Systemen wie *davit* oder *Tide* besitzen keine automatischen Schnittstellen zu anderen gewässerkundlichen Applikationen. Hier werden die Daten über manuelle Schnittstellen transportiert.

3 Grundlagen und Prinzipien für eine moderne Vernetzung

Die Vernetzung von IT-Systemen muss sicher, praktikabel, beständig und performant sein. Hierbei muss es zu fortlaufenden Anpassungen kommen, da diese Anforderungen einem ständigen Wandel in deren Interpretation unterliegen und gegenseitig konkurrieren. Für die gewässerkundlichen IT-Systeme der WSV sind folgende Sachstände festzustellen:

3.1 Sicherheit

Der Datenversand via FTP ist besonders weit verbreitet und widerspricht den heutigen Anforderungen an eine sichere Übertragung. FTP lässt das Mitlesen der Inhalte (Messdaten sowie Logininformationen) zu. Grundsätzlich müssen heute Daten verschlüsselt verschickt werden. Aus diesem Grund wurde im Jahr 2012 in PEGELONLINE der Datenaustausch via FTP im Internet eingestellt. Auch die IP-Übertragung der Messwerte vom Logger zu den Datenzentralen muss verschlüsselt erfolgen (sftp, https). Die Umstellung im Intranet befindet sich in der Umsetzung und wird 2013 weitgehend fertiggestellt. Es ist zukünftig damit zu rechnen, dass die Daten auf den Datenloggern ebenfalls verschlüsselt und mit einer Firewall geschützt sein müssen.

Besonders die Sicherheitsanforderungen konkurrieren mit den Anforderungen einer praktikablen und beständigen Vernetzung und werden, solange es noch keinen Schadensfall gab oder dieser lange zurücklag, oft als übertrieben und als Gängelung empfunden. Die Sicherheit ist jedoch eine Grundlage für das Vertrauen in die Vernetzungen und muss agierend und nicht nur reagierend entwickelt werden.

Das DLZ-IT BMVBS hat eine Dokumentation für eine sichere Übertragung gewässerkundlicher Daten zum DLZ-IT BMVBS erstellt und an die zuständigen Kolleginnen und Kollegen verteilt (MÖRSTEDT & MOTHEs 2013).

3.2 Praktikabilität

Die für die IT-Systeme zuständigen Kolleginnen und Kollegen bzw. die damit beauftragten Auftragnehmer müssen die bestehende Vernetzung verstehen und pflegen sowie im Fehlerfall reparieren können. Schnittstellen müssen auffindbar und gut dokumentiert sein. Neuerungen bedürfen der Unterstützung bei der Einführung. Dieser Einführungssupport wird oft über lange Zeiträume angefordert (bis zu zwei Jahre).

Trotz aller sinnvollen Vernetzungen sind diese auf das nötigste zu reduzieren. Kompliziert wird es, wenn fachfremde IT-Systeme (z. B. Kostenerstattungen mit Schnittstelle zum SAP, komplizierte Berechtigungsverfahren) mit eingebunden werden müssen. Die in der WSV-

Gewässerkunde verfolgte Open-Data-Politik hat die bestehenden Systeme einfach gehalten, wodurch moderne neue IT-Strategien leichter umgesetzt werden konnten. Dies hat wesentlich mit dazu beigetragen, dass PEGELONLINE im Jahr 2012 mit dem 1. Preis beim ersten deutschlandweiten Open-Data-Wettbewerb (Kategorie Datenanbieter) gewürdigt wurde (www.apps4deutschland.de).

3.3 Beständigkeit

Um Service orientierte Architekturen (SOA) beständig aufbauen zu können, müssen in jedem Fachverfahren die fachlichen und technischen Attribute strikt getrennt werden. Eine fachliche Kennung (z. B. Messtellenummer, Pegelname) eignet sich nicht als ID für die Kopplung zwischen technischen Systemen, da jede fachliche Änderung die technische Vernetzung stört. Aus diesem Grunde werden aktuell Datenaustauschnummern (DAN) und UUID (Universally Unique Identifier) eingeführt. Jede Zeitreihe erhält eine DAN, jede Messstelle bekommt eine UUID. Auf diesen unveränderlichen Identifikatoren wird zukünftig die technische Vernetzung aufbauen.

In den PEGELONLINE-Webservices können die Messstellen bereits über ihre UUID angesprochen werden. In ELWIS ist dies produktiv und somit blieb ELWIS verschont, als Messstellenummern und Pegelnamen im Rahmen der SGM-Einführung angepasst werden mussten.

Beständigkeit ist auch im Sinne von Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit zu verstehen. Die technische Ausfallrate muss minimal bleiben, eine Verfügbarkeit der technischen Systeme von minimal 99 % muss das Ziel sein und laufend überwacht werden.

3.4 Performanz

Schnelle Datenzugriffe sind eine Basis für reibungslose Arbeitsabläufe. Schon kleine Schwankungen in der Performanz lässt die Leistungsbereitschaft der Mitarbeiterschaft sinken. Dabei steigen die Anforderungen an eine gute Performanz immer weiter an. Bereits Wartezeiten von bis zu 5 Sekunden werden als zu lang empfunden. In der Regel sollte jede Anfrage innerhalb 1 Sekunde abgearbeitet sein.

Eine gute und steigerbare Performanz ist nur zu erreichen, wenn für die massenhaften Zugriffe der Nutzer spezielle Systeme aufgebaut und erweiterbar betrieben werden.

4 Gewässerkundliche Webservices

Bei der Vernetzung der IT-Systeme wird unterschieden, ob Fachsysteme Datenbank-nah vernetzt werden, oder ob die Anbindung über freie standardisierte Schnittstellen erfolgt und für massenhafte Zugriffen ausgelegt werden muss.

SGM und WISKI werden Datenbank-nah gekoppelt. Diese Schnittstelle ist nicht öffentlich und kann von keinem Dritten mit genutzt werden.

Die Bündelung für massenhafte Zugriffe übernimmt in der Gewässerkunde PEGELONLINE. Über PEGELONLINE laufen alle Anfragen externer und interner Kunden. Auch die Stammdaten der Messstellen aus SGM und zukünftig die plausibilisierten Daten aus WISKI werden

über PEGELONLINE bereitgestellt. Ein massenhafter Zugriff ist heute so umfangreich, dass es spezieller Hard- und Software bedarf, um diese Zugriffe sicher, beständig und performant bereitzustellen. PEGELONLINE hat diese Infrastruktur und kann mehr als 1000 Anfragen pro Sekunde ohne Performanzeinbußen verarbeiten.

Anwendungen, zwischen denen die Informationen ausgetauscht werden, können installierbare Clients bis hin zu Webseiten sein. Webservices müssen eine vielfältige Informationstiefe abdecken, liefern Detailinformationen für fachlich komplexe Software bis zu Übersichtsinformationen und Zusammenfassungen, welche bereits grafisch aufbereitet wurden.

Die vielen unterschiedlichen Nutzungsansprüche an Webservices erzwingen ein differenziertes Anforderungsprofil. Der Datenaustausch im professionellen Bereich bedingt oft komplexe und funktional reichhaltige Webservices. Diese sind für den Austausch mit Bürgern und IT-Laien ungeeignet und manchmal sogar hinderlich. Hier müssen einfache Webservices angeboten werden, deren Einfachheit bereits mit einer Dokumentation in der Landessprache beginnt.

Auch birgt die Fixierung auf Webservices einer Standardisierungsorganisation die Gefahr der Einseitigkeit, welche Nutzer aus anderen (Fach-) Bereichen ausschließt. Im Umweltbereich ist das Open Geospatial Consortium (OGC) solch ein wesentliches Gremium. Ins Portfolio eines Webserviceangebotes gehören neben der OGC aber auch Standards des World Wide Web Consortium (W3C) und einfache, auf den allgemein bekannten Nutzungsregeln von Webanwendungen beruhende Webservices (KLIPP & MOTHEs 2013).

In Anlehnung an das Architekturkonzept der Geodateninfrastruktur Deutschland 2.0 lassen sich vier Klassen von Webservices bilden (Arbeitskreis Architektur der GDI-DE und Koordinierungsstelle GDI-DE 2010):

- > Darstellungsdienste
- > Downloaddienste
- > Bearbeitungsdienste
- > Suchdienste

Einen Überblick über die Webservices, die PEGELONLINE bereit stellt, liefert die Tabelle 1.

Tabelle 1

PEGELONLINE-Dienste für einzelne Webserviceklassen und Präsentationsarten

Präsentationsart	Webservices für			
	Darstellung	Download	Bearbeitung	Suche
Diagramm	Statische und interaktive Onlinevisualisierung, REST, Längsprofil	SOS, SOAP, Dateizugriff, REST	Visualisierung externer Daten,	CSW, robot,
Karte	WMS, WFS, REST	SOS, REST		CSW

Viele der in Tabelle 1 aufgeführten Webservices sind bekannt und werden bereits vielfältig genutzt. Umfangreichen Dokumentationen und Beispiele sind öffentlich nachzulesen (www.pegelonline.wsv.de/webservice). Weitere Ausführungen dazu können ebenfalls aus KLIPP & MOTHEs (2013) entnommen werden.

Neu sind der Bearbeitungsdienst zur Visualisierung externer Daten sowie die Darstellung der Pegel im Längsprofil. Beide Dienste werden im Weiteren vorgestellt.

4.1 Bearbeitungsdienst zur Visualisierung externer Daten

Werden XML-Daten per POST Request an eine Schnittstellen-URL von PEGELONLINE gesendet, so werden die Daten aus dem XML-Dokument sowie enthaltene Stammdaten als interaktive Ganglinie von PEGELONLINE dargestellt. Diese Ganglinien können dann in die Applikation eingebunden werden, die die Daten an PEGELONLINE geschickt hat. Funktionen wie Zoom, Verschieben, History und Zeitreihenliste sind in der Darstellung verwendbar. Da dies kein öffentlicher PEGELONLINE-Dienst ist, kann die Dienst-URL nur von erlaubten IP-Adressen aufgerufen werden.

Eine solche XML-Datei ist einfach aufgebaut, da der Dienst für eine Visualisierung optimiert ist und keine weiteren Steuerparameter benötigt.

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" ?> <TimeSeries locationName="FLYS-Beispiel"
measureName="W" measureUnit="cm">
  <TimeSeriesDataItem timestamp="2013-05-16T11:15:00" value="103" />
  <TimeSeriesDataItem timestamp="2013-05-16T11:30:00" value="130" />
  <TimeSeriesDataItem timestamp="2013-05-16T11:45:00" value="110" />
  <TimeSeriesDataItem timestamp="2013-05-16T12:00:00" value="145" />
  <TimeSeriesDataItem timestamp="2013-05-16T12:15:00" value="143" />
  <TimeSeriesDataItem timestamp="2013-05-16T12:45:00" value="173" />
</TimeSeries>
```

Die Visualisierung dieses Beispiels als Ganglinie zeigt die Abb. 2.



Abb. 2: Visualisierung externer Daten als Dienst von PEGELONLINE. Die hier angezeigten Werte entsprechen dem oben genannten Beispiel.

Im gewässerkundlichen IT-System ÜWA (Abb. 1) wird dieser Bearbeitungsdienst genutzt. ÜWA bezieht grundsätzlich alle Pegelmessdaten über PEGELONLINE und bekommt eigenen ÜWA-Zeitreihen über den Bearbeitungsdienst dargestellt. Somit musste bei der Entwicklung von ÜWA kein Modul für die Darstellung entwickelt werden und im Layout passen alle ÜWA-Zeitreihen mit denen von PEGELONLINE zusammen.

Grundsätzlich kann dieser Dienst auch von weiteren IT-Systemen genutzt werden.

4.2 Längsprofil von Wasserständen

Hydrologisch von Interesse ist die Darstellung von gemessenen Wasserständen zu einem Zeitpunkt an verschiedenen Pegeln in einem Fluss, Meer oder Kanal. Eine solche webbasierte Längsprofilendarstellung gab es bisher nicht; sie wurde im Jahr 2012 als Beta-Version für ÜWA entwickelt.

Das Funktionsprinzip entspricht dem der anderen PEGELONLINE-Dienste. Über ein Menü oder per Tastatur wird eine URL zusammengestellt, in der die gewünschten Pegel hintereinander aufgelistet werden. Die Reihenfolge der Pegel bestimmt ihre Anzeige und die Berechnung des Abstandes zwischen den Pegeln.

In Abb. 3 wurde über die Menüfunktion in der PEGELONLINE-Karte 6 Pegel ausgewählt.

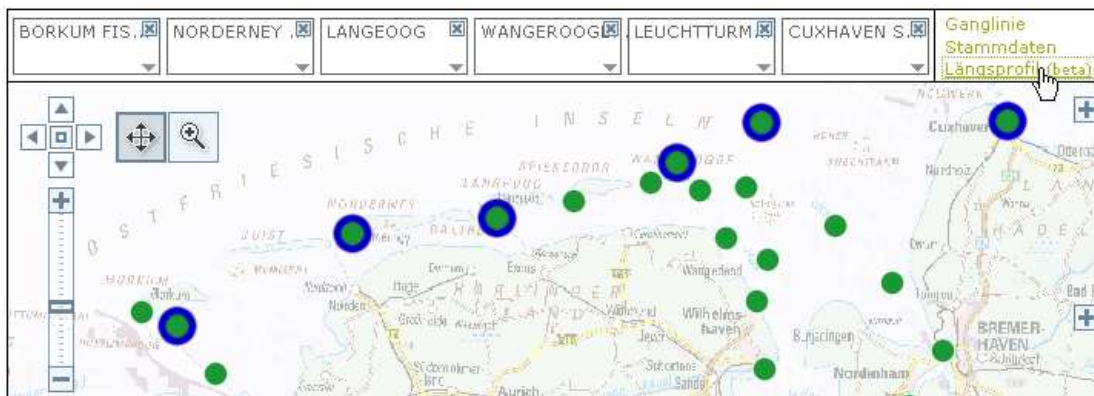


Abb. 3: PEGELONLINE-Karte mit 6 frei gewählten Pegeln, welche über die Funktion Längsprofil (beta) als Längsprofil dargestellt werden (Abb. 4).

Abb. 4 zeigt die ausgewählten 6 Pegel in ihrer Längsdarstellung. Die Wasserstände werden dabei absolut, bezogen auf das Höhensystem des Pegelnullpunktes dargestellt. Eine Umrechnung zwischen verschiedenen Höhensystemen findet nicht statt. Es können nur Pegel mit dem gleichen Höhensystem zusammen angezeigt werden.

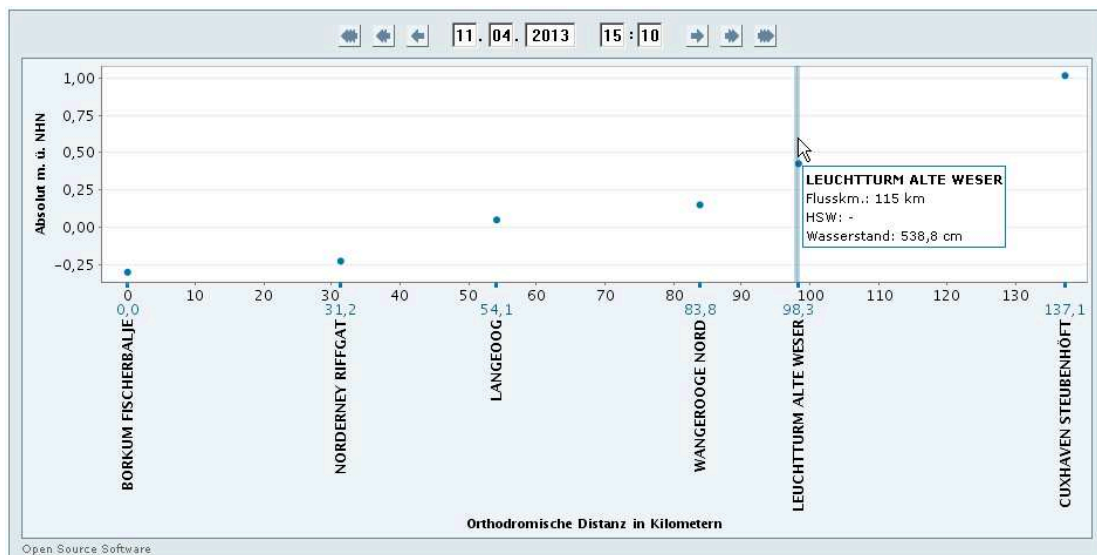


Abb. 4: Längsprofil der 6 Pegel aus Abb. 3, die über folgende URL aufgerufen wurde:
<http://www.pegelonline.wsv.de/webservices/laengsprofil/visualisierung?pegelnummer=9340020&pegelnummer=9360010&pegelnummer=9390010&pegelnummer=9420030&pegelnummer=9460040&pegelnummer=5990020>

Die URL kann abgespeichert, manuell verändert und auf bis zu 20 Pegel erweitert werden. Die Berechnung des Abstandes erfolgt derzeit aufgrund der orthodromischen Distanz zwischen den Pegeln. Dies ist vor allem im Binnenbereich unzureichend. Es ist geplant, die orthodromische Distanz durch die tatsächliche Längenberechnung über den Webservice zur Bundeswasserstraßenroute zu ersetzen und damit die erste Vollversion des Längsprofils anzubieten.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Vernetzung der gewässerkundlichen IT-Systeme der WSV gehört zu den IT-Entwicklungen, die vielversprechende Möglichkeiten bieten und die Effektivität und Effizienz des Verwaltungshandelns weiter erhöhen können. Mit der Einführung von SGM wird eine wesentliche Basis für alle gewässerkundlichen IT-Systeme geschaffen. Weitere Vernetzungen z. B. zur WSV-Vermessung und das Zusammenlegen der bisher pro Direktion geführten WISKI-Anwendungen werden auf diesem Weg weitere Schritte bringen. Mit PEGEL-ONLINE hat die WSV die beste Open-Data-Anwendung Deutschlands des Jahres 2012 bereits am Start und sollte dieses KnowHow und diese Technik konsequent weiter für die noch anstehenden Aufgaben (z. B. Bereitstellung plausibilisierter Daten) nutzen.

Neben der inneren gewässerkundlichen Vernetzung wird der automatisierte Austausch zu anderen Fachbereichen, anderen Verwaltungen (Bundesländer, Universitäten, etc), Wirtschaft und Bürgern immer wichtiger. Service orientierte Architekturen (SOA) bilden die Grundlage für die Zusammenarbeit zwischen allen fachlich Interessierten. Diese Zusammenarbeit ist wachsende Realität und von der Bundesregierung gewollt. *„Die Integration oder Ergänzung von privaten Geodaten mit öffentlichen Geodaten hat bereits in vielfacher Hinsicht begonnen und wird in den kommenden Jahren zunehmen. Nutzer werden zu Mitgestaltern und Fortentwicklern des nationalen und internationalen Geoinformationswesens.“* (IMAGI, Bundesministerium des Inneren 2012, S. 29). Die Bundesregierung will in den kommenden vier Jahren explizit auch mit Open-Communities wie OpenStreetMap neue Kooperationsmodelle erarbeiten (IMAGI, Bundesministerium des Inneren 2012).

Literatur

- Arbeitskreis Architektur der GDI-DE und Koordinierungsstelle GDI-DE (2010): Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland Version 2.0,
<http://www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/GDI-DE%20Architekturkonzeptv2.html>, (letzter Zugriff 17.04.2013)
- IMAGI, Bundesministerium des Inneren (2012): Dritter Bericht der Bundesregierung über die Fortschritte zur Entwicklung der verschiedenen Felder des Geoinformationswesens im nationalen, europäischen und internationalen Kontext.
- KLIPP, R. & D. MOTHES (2013): Webservices für Umweltdaten. In: Peter Fischer-Stabel (Hrsg.): Umweltinformationssysteme; Grundlegende Konzepte und Anwendungen, Berlin und Offenbach.
- MÖRSTEDT, B. & D. MOTHES (2013): Datenversand GKAPP: Dokumentation des Versandes gewässerkundlicher Daten zum DLZ-IT BMVBS, unveröffentlicht.



Kontakt:

Dietmar Mothes

Bundesanstalt für IT-Dienstleistungen
(DLZ-IT BMVBS)

Am Ehrenberg 8

98693 Ilmenau

Tel.: 03677/ 669 2220

Fax: 03677/ 669 3333

E-Mail:

dietmar.mothes@dlz-it-bvbs.bund.de

Jahrgang: 1971

1992-2000

Studium Geographie an den Universitäten Erlangen und Jena

seit 2000

Angestellter der Bundesanstalt für IT-Dienstleistungen (DLZ-IT BMVBS)

2000-2006

Entwicklung Geoinformationssysteme der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) (u. a. WaGIS)

seit 2006

IT-Gewässerkunde der WSV (zentrale Bereitstellung gewässerkundlicher Fachsoftware sowie Betrieb und Weiterentwicklung verschiedener Internetsysteme wie PEGELONLINE und Sensor-GDI)