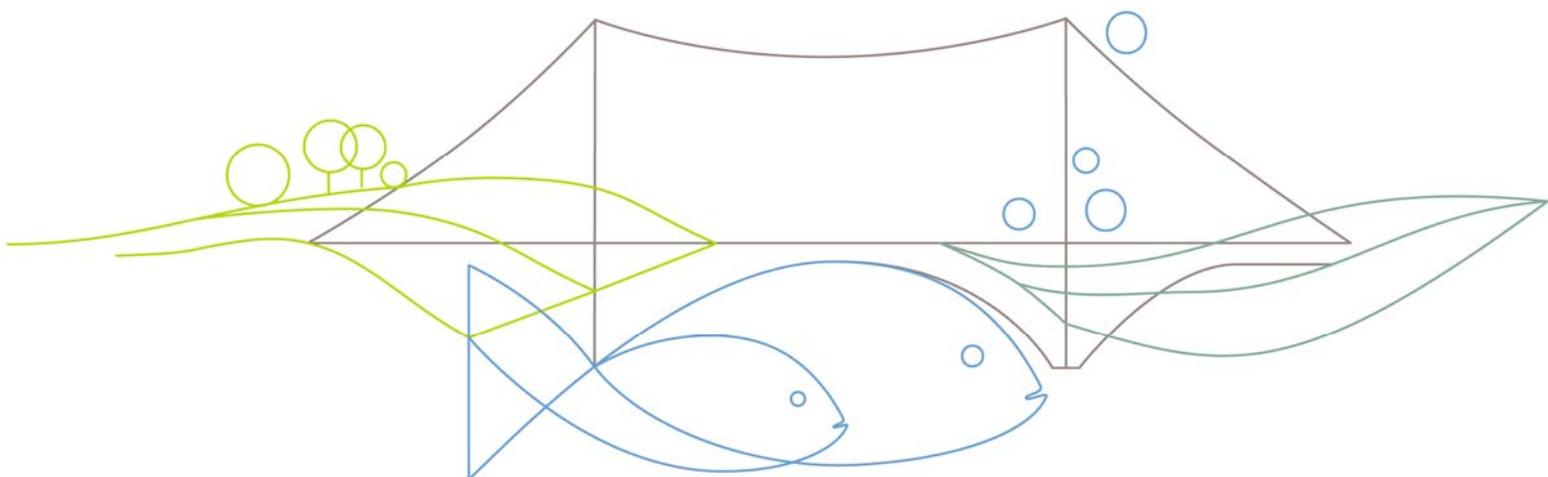


BFG-1667

Bericht

Ökologische Modellierungen für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung

Das integrierte Flussauenmodell **INFORM** in seiner neuesten Fassung (Version 3)



BfG-1667



Bericht

Ökologische Modellierungen für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung

Das integrierte Flussauenmodell  in seiner neuesten Fassung (Version 3)

Dipl.-Ing. Helmut Giebel
Dipl.-Geogr. Stephan Rosenzweig
Dipl.-Biol. Dr. Michael Schleuter

Mai 2011

Auftraggeber: Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
SAP-Nr.: M39630202754
Anzahl der Seiten: 63
Aufgestellt durch: H. Giebel, S. Rosenzweig

Die Weiterentwicklung des integrierten Flusssauenmodells von der Version 2 aus dem Jahre 2003 zur aktuellen Version 3 erfolgte durch die Arbeitsgemeinschaft INFORM3, bestehend aus den Büros



Hauptauftragnehmer war BCE.

Anschriften der Büros:

Björnsen Beratende Ingenieure, Maria Trost 3, 56070 Koblenz
www.bjoernsen.de
Kontakt: info@bjoernsen.de

con terra, Martin-Luther-King-Weg 24, 48155 Münster
www.conterra.de
Kontakt: conterra@conterra.de

Impressum

Herausgeber: Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
Postfach 200253
56002 Koblenz
Tel.: (0261) 1306-0
Fax: (0261) 1306-5302
e-mail: posteingang@bafg.de
Internet: <http://www.bafg.de>

DOI: 10.5675/BfG-1667

Zitiervorschlag:

GIEBEL, H., S. ROSENZWEIG & M. SCHLEUTER (2011): Ökologische Modellierungen für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung – Das integrierte Flusssauenmodell **INFORM** in seiner neuesten Fassung (Version 3), BfG-Bericht Nr. 1667, 63 Seiten, Koblenz

Zusammenfassung

Das integrierte Flussauenmodell INFORM¹ in der Version 2.0 wurde im Jahre 2003 vorgestellt [Fuchs et al., 2003] und ist seitdem in der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) im Einsatz. Es vereint in sich Regelsätze und Simulationsmodelle für die unterschiedlichsten Fragestellungen bezüglich Abiotik und Biotik (zusammengefasst bezeichnet als Ökologie) der Flüsse und Flussauen. Im Laufe der Entwicklung und Anwendung des Systems wurden die Ansprüche der Nutzer und Anforderungen der Wissenschaft komplexer. Die Grundlagen der ökologischen Flussauenmodellierung und die Modellgrundlagen von INFORM 2.0 sind in der Mitteilung Nr. 25 der Bundesanstalt für Gewässerkunde vom Mai 2003 ausführlich beschrieben worden. Mit dem vorliegenden Bericht wird die Weiterentwicklung zur Version 3 vorgestellt.

INFORM betrachtet ökologische Zusammenhänge in der Flussau². In der Modellierung wird der Wirkungspfad Abfluss \Rightarrow Flusswasser \Rightarrow Grundwasser \Rightarrow Boden \Rightarrow Biotik verfolgt und bewertet. Der Modellablauf folgt dabei der Vorstellung, dass neben der Nutzung der Faktor Flusswasserstand und seine Dynamik für das Ökosystem Fluss und Aue von entscheidender Bedeutung ist und das Vorkommen von Pflanzen und Tieren sowie die Artenzusammensetzung ihrer Lebensgemeinschaften (Vegetation und Fauna) stark beeinflusst. INFORM bereitet ökologisch relevante Daten einer Flussau zu planungs- und entscheidungserheblichen Ergebnissen auf. Damit ist es als Planungsinstrument in der ökologischen Modellierung für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung einsetzbar.

Das neue Modellsystem

INFORM ist ein modular aufgebautes, aus Systembausteinen, Systemkomponenten und Modulen bestehendes Berechnungssystem für ökologische Fragestellungen in Flussauen. Gegenüber INFORM 2.0 erhielt INFORM3³ mit [Eingangsdaten] und [Morphologie] zwei neue Systembausteine. In [Eingangsdaten] können jetzt Daten aus hydronumerischen Modellen sowohl in 1D-Form als auch als 2D-Daten eingelesen werden. Der Systembaustein [Biotik] wurde um die Komponenten MOMOR (Schnecken und Muscheln), MOFIR (Fische) und MOBER (Makrozoobenthos), sowie um die allgemeine Habitatkomponente ESIDO erweitert.

Die neue Modellarchitektur

Die Weiterentwicklung von INFORM diene sowohl der Erweiterung der Funktionen und Einsatzmöglichkeiten als auch der Anpassung von INFORM an ein aktuelles Geografisches Informationssystem (GIS) als Softwareplattform. Dabei wurde die bisher zugrunde liegende ESRI® ArcInfo™ workstation durch ESRI® ArcGIS™ 9.3⁴ ersetzt. INFORM3 ist programmiert in C# und Python und als ArcGIS™-Extension für ArcMap™ mit eigener Werkzeugleiste und zentraler Projektvorlage realisiert. Letztere hält Modelle, Skripte, Korrelationsmatrizen, Visualisierungsvorschriften und grundlegende Projektdaten serverseitig vor.

Ein INFORM3-Projekt mit Eingabe- und Ausgabedatensätzen, Visualisierungsvorschriften, Modellen und Scripten wird mit der INFORM3-Extension verwaltet [BCE & conterra, 2010].

Über die INFORM3-Werkzeuggeste lassen sich Projekte anlegen, laden, schließen sowie Dialoge zur Datenaufbereitung und Modellierung aufrufen.

Das Entscheidungs-Unterstützungssystem in INFORM

Das ehemals als eigenständiges Programm entwickelte Entscheidungs-Unterstützungssystem INFORM.DSS⁵ [Hens & Rosenzweig, 2008] ist mittlerweile voll in INFORM integriert, kann aber auch weiterhin separat betrieben werden. INFORM.DSS bietet die Möglichkeit, mit leicht zu erlernenden Werkzeugen Planungsvarianten für wasserbauliche Unterhaltungs- und Ausbaumaßnahmen zu erstellen und miteinander zu vergleichen. Neben einem Anwendermodus gibt es einen Modellierer- und einen Expertenmodus. Der Modellierermodus unterstützt bei Aufbau und Kalibrierung eines 1D-hydraulischen Modells (KWERT⁶). Im Expertenmodus wird hieraus zusammen mit den benötigten weiteren (Geo-)Daten das eigentliche INFORM.DSS-Projekt erstellt.

INFORM.DSS bietet unter anderem Werkzeuge, mit denen der Nutzer in einer grafischen Benutzeroberfläche die gängigsten Veränderungen im und am Fluss wie z.B. Buhnenbau, Uferabgrabung oder Sohleintiefung erstellen und in Rechenfällen ablegen kann. Das Ergebnis der Änderungen wird im Querprofil angezeigt. Es erfolgt eine erste Abschätzung der hydraulischen Auswirkungen dieser Veränderungen, die als Eingabegröße in der ökologischen Modellierung benötigt wird. Die ökologische Modellierung wird mit Hilfe von INFORM3 durchgeführt. Mit INFORM.DSS kann sich der Nutzer schließlich auf einfachem Wege aus den vorhandenen Daten und einigen einzufügenden Kommentaren einen Bericht über die Modellierung und deren Ergebnisse generieren lassen.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zu INFORM

Für INFORM3 und INFORM.DSS sind - entsprechend den Vorgaben der Bundesverwaltung zur Entwicklung von IT-Software - mit dem WiBe Kalkulator (2008) getrennte Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen [Giebel, 2009] durchgeführt worden. Da bei IT-Neueinführungen selten eine monetäre Wirtschaftlichkeit nachgewiesen werden kann, sieht die WiBe auch drei qualitative Kennwerte als Nachweis vor. Sowohl INFORM3 als auch INFORM.DSS haben bei zwei dieser Kennwerte die Wirtschaftlichkeitsgrenze von 50 Punkten deutlich überschritten. Zum Nachweis der Wirtschaftlichkeit einer IT-Maßnahme reicht ein Kriterium. INFORM3 und INFORM.DSS haben damit eindeutig den Nachweis erbracht, wirtschaftlich zu sein.

Inhalt

Zusammenfassung I - II

Inhaltsverzeichnis III- V

Abbildungsverzeichnis VI

Anlagenverzeichnis..... VI

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Rückblick auf die INFORM- Modellentwicklungen der Versionen 1 und 2	3
3	Überblick über die Neuentwicklungen in der Modellversion 3	6
4.	Die neue Modelltechnologie	8
4.1	Optionen zur Weiterentwicklung von INFORM	8
4.1.1	INFORM2 weiterentwickeln	8
4.1.2	Technologie-Upgrade auf ArcGIS 9.3	8
4.1.3	Entwicklung einer Service-orientierten Architektur (SOA)	9
4.1.4	Ergebnis der Betrachtungen	9
4.2	INFORM3-Architektur	11
4.2.1	Die INFORM3-Anwendung	12
4.2.2	Die zentrale Projektvorlage in INFORM3	12
4.2.3	Das lokale INFORM3-Projekt	13
4.3	Arbeiten mit der INFORM3-Anwendung	13
4.3.1	Das INFORM3-Projektmanagement	13
4.3.2	Der INFORM3-Projektbaum	15

5	Das Modellsystem INFORM3	20
5.1	Der Systembaustein [Eingangsdaten]	20
5.1.1	Die Systemkomponente GIDHAM und FLYS	20
5.1.2	Die Systemkomponente WASTAND	21
5.2	Der Systembaustein [Hydrologie]	21
5.2.1	Die Systemkomponente EINZUG	21
5.3	Der Systembaustein [Flusswasser]	21
5.3.1	Die Systemkomponente EXTREM	21
5.3.2	Die Systemkomponente FLUT	22
5.3.3	Die Systemkomponente TIDE	22
5.4	Der Systembaustein [Morphologie]	23
5.4.1	Die Systemkomponente MORPHO	23
5.4.2	Das Modul Valmorph	23
5.5	Der Systembaustein [Grundwasser]	23
5.5.1	Die Systemkomponente GRUNDVER	23
5.5.2	Die Systemkomponente GRUNDMOD	24
5.5.3	Die Systemkomponente GRUNDBER	24
5.6	Der Systembaustein [Boden]	24
5.6.1	Die Systemkomponente BODDAT	25
5.6.2	Die Systemkomponente BODWAS	25
5.7	Der Systembaustein [Biotik]	25
5.7.1	Die Systemkomponente MOVER - Vegetation	26
5.7.2	Die Systemkomponente MOCAR - Laufkäfer	26
5.7.3	Die Systemkomponente MOMOR – Schnecken und Muscheln	26
5.7.4	Die Systemkomponente MOFIR - Fische	27
5.7.5	Die Systemkomponente MOBER - Makrozoobenthos	28
5.7.6	Die Systemkomponente ESIDO – Allgemeine Habitatkomponente	28
5.8	Der Systembaustein [Regeln]	28
5.9	Der Systembaustein [Mensch]	28
5.10	Der Systembaustein [Bewertung]	29
5.10.1	Die Systemkomponente BIOVAL	29
5.10.2	Die Systemkomponente COSTVAL	29
5.11	Der Systembaustein [Ergebnisse]	29
5.11.1	Die Systemkomponente VERGLEICH	29
5.11.2	Die Systemkomponente PRÄSENTATION	30
5.12	Der Systembaustein [Spezielle Fragen]	30
5.12.1	Die Systemkomponente CANODAT	30
5.12.2	Die Systemkomponente ZELLAUT	30
5.12.3	Die Systemkomponente FUZZY	30
5.13	Der Systembaustein [Sicherheit]	30
5.13.1	Die Systemkomponente QUANTUN	30

6	INFORM.DSS	31
6.1	INFORM.DSS-Architektur	31
6.1.1	Experten- und Anwendermodus	31
6.1.2	Der Hauptbildschirm von INFORM.DSS	33
6.1.3	Die Maßnahmentools in GIDHAM	34
6.2	Arbeiten mit INFORM.DSS	35
6.2.1	Projektantrag und –Aufbau	35
6.2.2	Anwendung der Maßnahmentools in GIDHAM	35
6.2.3	Die hydraulische Abschätzung mit FLYS	36
6.2.4	Die ökologische Berechnung und Bewertung	37
6.3	Ergebnisse mit INFORM.DSS	38
6.3.1	Ergebnisse der hydraulischen Abschätzung	38
6.3.2	Ergebnisse der ökologischen Modellierung	40
6.3.3	Ergebnisse der Bewertung	41
6.3.4	Der generierte Projektbericht	42
6.4	Das Trainingsmodell in INFORM.DSS	43
7	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zu INFORM	44
7.1	WiBe INFORM3	45
7.2	WiBe INFORM.DSS	46
7.3	Ergebnis	47
8	Ausblick	48
8.1	Einsatz von INFORM	48
8.2	Weiterentwicklung von INFORM	49
9	Literaturverzeichnis	50
9.1	Veröffentlichungen zu INFORM	50
9.2	BfG-Berichte	52
9.3	Sonstige Berichte, Informationen, Handbücher	53
10	Glossar	56

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: In INFORM berücksichtigter Wirkungspfad	2
Abb. 2: Systembausteine und Systemkomponenten von INFORM	6
Abb. 3: Aufwand und Nutzen der Varianten zur Weiterentwicklung	10
Abb. 4: INFORM3 Architektur	11
Abb. 5: Verzeichnisstruktur des lokalen Projekts	12
Abb. 6: ArcMap™-Bildschirm mit den INFORM3-Bedienelementen	14
Abb. 7: Der INFORM3 Projektbaum	15
Abb. 8: INFORM: Interne und Externe Kommunikation	32
Abb. 9: Bildschirmoberfläche von INFORM.DSS	33
Abb. 10: Die Maßnahmen in „GIDHAM“	34
Abb. 11: Vergleich der hydraulischen Abschätzung für fünf Rechenfälle	37
Abb. 12: Ergebnisse der hydraulischen Abschätzung eines Rechenfalles	39
Abb. 13: Kartenlayer mit gegenüber dem Istzustand veränderten Flächen	40
Abb. 14: Vergleich (links) und Bewertung (rechts) der ökologischen Berechnung	41
Abb. 15: Das Trainingsmodell in INFORM.DSS	43
Abb. 16: WiBe-Kennwerte für die Wirtschaftlichkeit von INFORM3	45
Abb. 17: WiBe-Kennwerte für die Wirtschaftlichkeit von INFORM.DSS	46

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Systembausteine, Systemkomponenten und Module in INFORM

Anlage 1.1:	Systembausteine von INFORM
Anlage 1.2:	Systemkomponenten von INFORM
Anlage 1.3:	Module von INFORM

1. Einleitung

Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes in Deutschland (WSV) hat den gesetzlichen Auftrag, für die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs auf den Bundeswasserstraßen zu sorgen. Dies geschieht durch die sogenannte Unterhaltung sowie durch Ausbau und Neubau. Dabei müssen Maßnahmen, die zu wesentlichen Veränderungen in Fluss und Aue führen, naturschutzfachlich bewertet werden. Je nach Umfang der Maßnahmen und Schwere der erwarteten Auswirkungen wird die Einleitung eines Planverfahrens mit integrierter Umweltverträglichkeitsuntersuchung und nachfolgender Planfeststellung erforderlich. In der Regel kommt dabei den Schutzgütern Tiere und Pflanzen eine zentrale Bedeutung zu.

Die Vorhersage der Veränderungen von Tier- und Pflanzenwelt im Ökosystem Flussaue infolge von Unterhaltungs- und Ausbaumaßnahmen nimmt für die WSV einen wichtigen Stellenwert ein. Wesentliche Gründe dafür sind neben den zu beachtenden naturschutzrechtlichen Vorgaben die Vermeidung von teuren Kompensationsmaßnahmen, eine neue Sichtweise auf eine integrierte Wasserstraßenplanung und –unterhaltung [PIANC 2010] sowie die seit 2010 neuen Aufgaben der WSV im Rahmen der wasserwirtschaftlichen Unterhaltung [BfG 2010]. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) hat dieser Entwicklung frühzeitig Rechnung getragen und in den vergangenen Jahren das Integrierte Flussaunenmodell INFORM⁷ erstellt, mit dem ökologische Modellierungen⁸ durchgeführt werden können. INFORM ist für den Experteneinsatz in der BfG konzipiert worden. Damit auch andere Anwender INFORM einsetzen können und um bereits in einem sehr frühen Stadium der Planung von Veränderungen in einer Flussaue ökologische Grundinformationen zu diesen Planungen erhalten zu können, wurde zusätzlich mit INFORM.DSS⁹ ein Entscheidungs-Unterstützungssystem programmiert, das über eine anwenderfreundliche Benutzeroberfläche verfügt und mit dem konstruktive Veränderungen an der Wasserstraße auf einfache Weise konzipiert werden können. Der Vorteil einer Modellierung von Veränderungen im Naturhaushalt gegenüber einer ausschließlich verbal-argumentativen Analyse von Auswirkungen liegt in der formalisierten, objektiven und flexiblen Prognoselösung des Modells.

Die Betrachtung des Ökosystems Flussaue kann nur ganzheitlich erfolgen. Der das Ökosystem Flussaue entscheidend beeinflussende Faktor Wasser steuert auch das Vorkommen von Vegetation und Fauna. Das modular aufgebaute Modellsystem INFORM verknüpft hydrologische, hydraulische, morphologische und bodenkundliche Modelltechniken mit ökologischen Modellen. INFORM nutzt Erkenntnisse der Ökosystemforschung und bringt sie - wo dies möglich ist - in mathematische Zusammenhänge bzw. bildet sie in vereinfachten Regelwerken ab. Die Modellierung hin zur ökologischen Bewertung folgt prinzipiell dem Wirkungspfad Abfluss => Flusswasser => Grundwasser => Boden => Biotik unter Berücksichtigung des direkten Einflusses der Überflutung auf die Biotik und morphologischer Einflüsse auf den Flusswasserstand (Abb. 1). Die Bewertung der prognostizierten Veränderungen erfolgt unter Berücksichtigung von Gesetzen und Verordnungen und beinhaltet auch die Auswirkungen des menschlichen Handelns.

2. Rückblick auf die INFORM-Modellentwicklungen der Versionen 1 und 2

Die IT-technische Umsetzung der Entwicklungen in INFORM begann mit der Vergabe der Programmierungen im Jahre 2000. Vorangegangen war die Durchführung einer vom damaligen Verkehrsministerium Ende 1992 beauftragten Machbarkeitsstudie mit dem Ziel, festzustellen, ob mit ökologischen Modellsystemen Fragen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung besser und vor allem objektiver als bis dahin beantwortet werden können. Die für den Niederrheinabschnitt zwischen Vynen und Rees durchgeführte Studie [BfG-0617, 1991; BfG-0776, 1993; BfG-0849, 1995; BfG-0850, 1995; BfG-1026, 1996] kam 1996 zu dem Schluss, dass ökologische Modellierungen nicht nur machbar, sondern wegen ihres Potenzials zur Unterstützung gutachterlicher Aussagen der BfG auch sehr sinnvoll sind [Bertsch et al., 1998]. Aber erst 1999, nach Präsentation der Ergebnisse dieser Studie auf einem BfG-Kolloquium, begannen die konkreten Planungen für ein Modellsystem, das dann den Namen INFORM (INtegrated FLOODplain Response Model) erhielt.

Die Machbarkeitsstudie Vynen/Rees hatte aufgezeigt, dass für eine brauchbare Modellierung der ökologische Wirkungspfad vom Flusswasser über Grundwasser und Boden hin zur Biotik betrachtet werden muss und dabei zusätzlich die Überflutungsdauer der Flussaue zu berücksichtigen ist. Gleichzeitig war klar, dass eine räumliche Modellierung nur mit einem Geographischen Informationssystem (GIS), in dem alle Daten und Informationen lagegenau verortet berücksichtigt werden, durchführbar sein wird. Für die Programmierung von INFORM1 fiel die Wahl auf die ArcInfo™ workstation als Software-Plattform, weil es zum damaligen Zeitpunkt ein sehr ausgereiftes und das weltweit am meisten eingesetzte GIS war.

Eine Voraussetzung für die Modellerstellung war die Entscheidung, ein auf Dauer flexibles System zu schaffen, das bei Bedarf schnell und unkompliziert an Veränderungen in der Modelltechnik oder der wissenschaftlichen Erkenntnislage angepasst werden kann. So wurde für INFORM die sogenannte Modulbauweise (Verknüpfung separater Modellbausteine) festgelegt. Hierbei ist ein schnelles Austauschen zweier Modellbausteine oder das Ergänzen eines weiteren Modellbausteins ohne großen technischen Aufwand möglich. Das Berechnungssystem in INFORM besteht mit Systembausteinen, Systemkomponenten und Modulen (Bezeichnung nach der INFORM-Nomenklatur) aus drei Ebenen von Modellbausteinen. Systembausteine stellen eine übergeordnete Untersuchungseinheit dar, Systemkomponenten entsprechen einem fachlich abgegrenzten Untersuchungsbereich eines Systembausteins und Module bilden in INFORM einen speziellen Untersuchungsteil einer Systemkomponente. Die Module sind meist als geoprocessing-tools ausgeführt und unterscheiden sich untereinander durch unterschiedliche zu Grunde liegende Regelwerke und Zielgrößen. Einige Systemkomponenten beinhalten lediglich Module mit unterschiedlichen Datenanforderungen und Ergebnisgenauigkeiten. Diese Module sind durchnummeriert, wobei - nach der INFORM-Nomenklatur - jeweils das Modul mit der geringsten Komplexität die niedrigste Nummer und das mit der höchsten Komplexität die höchste Nummer aufweist.

Mit INFORM1 ließen sich nur die Vegetationseinheitenverteilung eines Untersuchungsraumes und das Vorhandensein von Laufkäfern in der Flussaue berechnen und ökologisch be-

werten. Das Einbringen von Daten, die Modellierung von „Randereignissen“ und vor allem die Bewertung mussten noch weitgehend per Hand durchgeführt werden. Die Arbeit mit INFORM1 führte rasch zu der Erkenntnis, dass bei einer Weiterentwicklung des Modells ein besonderer Wert auf das Datenhandling gelegt werden musste. In INFORM werden umfangreiche Datensätze mit sehr unterschiedlichen Inhalten und Formaten verwendet und miteinander verknüpft. Insbesondere diese Verknüpfungen sollten in Zukunft vom Modellsystem automatisch durchgeführt werden, um damit Fehlerquellen auszuschließen. Bereits im Jahre 2001 wurde deshalb ein weiterer Programmierauftrag erteilt, der zur Entwicklung von INFORM2 führte.

In der Zeit zwischen dem Abschluss der Machbarkeitsstudie und dem Beginn der Programmierung von INFORM1 wurde in der BfG im Rahmen der Elbe-Ökologie das Forschungsprojekt RIVA¹⁰ [Fuchs et al., 2009; Henle et al., 2009; Hettrich & Rink, 2009; Rosenzweig & Hüsing, 2009] bearbeitet, innerhalb dessen eine statistische Methode zur Untersuchung ökologischer Fragestellungen [BfG-1332, 2001; Hettrich & Rosenzweig, 2002 + 2003] entwickelt werden konnte.

Mit Vorlage der ersten Modellierungsergebnisse wurde seitens der WSV der Wunsch geäußert, dieses System in den Wasser- und Schifffahrtsämtern einzusetzen und dabei Veränderungen selbst vorgeben zu können. Da INFORM als reines Expertensystem konzipiert war und dies auch so bleiben muss, ließ sich dieser Wunsch nicht direkt umsetzen. Trotzdem wurde ein Konzept zur Entwicklung eines Systems erstellt, mit dem auf einfache Weise hauptsächlich bauliche Veränderungen im Fluss- und Auenbereich vorgenommen werden können, die sich im Wesentlichen auf den Flusswasserstand auswirken. Das System erhielt den Namen GIDHAM¹¹. Die Grundprogrammierungen zu GIDHAM erfolgten parallel zur Entwicklung von INFORM2 in den Jahren 2001 bis 2003.

INFORM2 wurde um eine Systemkomponente zur Berücksichtigung von Ereignissen im Einzugsgebiet erweitert. Für die Laufkäferbetrachtung wurde eine zusätzliche Systemkomponente erstellt, in der das Ausbreitungsverhalten dieser Tiere mittels eines Zellulären Automaten nachvollzogen werden kann. Mit dem Modul Exox¹² (inzwischen in der Fischhabitatkomponente MOFIR integriert) wurde erstmals eine Beurteilung der Laichsituation des Hechtes ermöglicht. Außerdem wurde mit dem Einsatz eines Fuzzy-Logic¹³-Ansatzes eine Modellierungsmöglichkeit geschaffen, mit der auch bei unsicherer Datenlage respektive ungenauem Wissen eine Modellierung ermöglicht wird. INFORM2 wurde in der BfG seit 2003 bei zahlreichen Flussauenmodellierungen an der Elbe eingesetzt. Zusätzlich wurde die Vegetationsmethodik an der Donau getestet sowie im Tidebereich von Elbe und Weser in Verbindung mit separat entwickelten Modellmethoden erprobt.

Nach Abschluss der Modellentwicklung zu INFORM2 erschien mit der BfG-Mitteilung Nr. 25 [Fuchs, E. et al. (2003)] eine ausführliche Beschreibung dieses Modells, das in dieser Veröffentlichung die Bezeichnung INFORM 2.0 trägt. Die Mitteilung Nr. 25 beinhaltet eine noch heute gültige ausführliche Beschreibung der Grundlagen und Voraussetzungen für ökologische Modellierungen und eine ebenfalls noch gültige umfassende Beschreibung des Regelwerkes zur Vegetationsmodellierung. Die Angaben zur Modellarchitektur und zum Entscheidungs-Unterstützungssystem INFORM.DSS sind dagegen weitgehend überholt und werden durch den BfG-Bericht Nr. 1563 [BfG, 2008] und die vorliegende Arbeit ersetzt.

Seit dem Jahre 2006 wurde das System GIDHAM zu dem selbständig einsetzbaren Entscheidungs-Unterstützungssystem INFORM.DSS [BfG-1563, 2008; Hens & Rosenzweig, 2008] weiterentwickelt. Es handelt sich dabei um eine leicht handhabbare Anwenderoberfläche, mit der recht einfach unterschiedliche Planungsalternativen erstellt und getestet werden können. Ein neues Projekt der WSV wird durch die Bearbeiter in der BfG erstellt und hydraulisch (1D) kalibriert. Über den INFORM-Server und das Geodatenportal GGIInA¹⁴ der BfG können Bfg-interne wie externe Anwender Varianten entwerfen und eine automatisierte hydraulische Berechnung der zugehörigen Flusswasserstände durchführen. Die ökologischen Berechnungen werden wiederum vom Experten in der BfG durchgeführt, analysiert und kommentiert. INFORM.DSS ist seit Ende 2007 voll einsetzbar.

3 Überblick über die Neuentwicklungen in der Modellversion 3

Der erfolgreiche Einsatz von INFORM2 [Rosenzweig, 2005; BfG-1435, 2006; Rosenzweig & Hettrich, 2007] führte zu dem Wunsch, die ökologischen Modellierungen auf weitere Faunengruppen auszudehnen. Gleichzeitig mussten die Rahmenbedingungen um zusätzliche Modellierungsaspekte erweitert bzw. ergänzt werden. Das Handling des Modells sollte ebenfalls weiter verbessert werden, da es immer noch etliche Berechnungen gab, die separat durchgeführt werden mussten, weil sie noch nicht in die INFORM-Modellmethodik integriert waren.

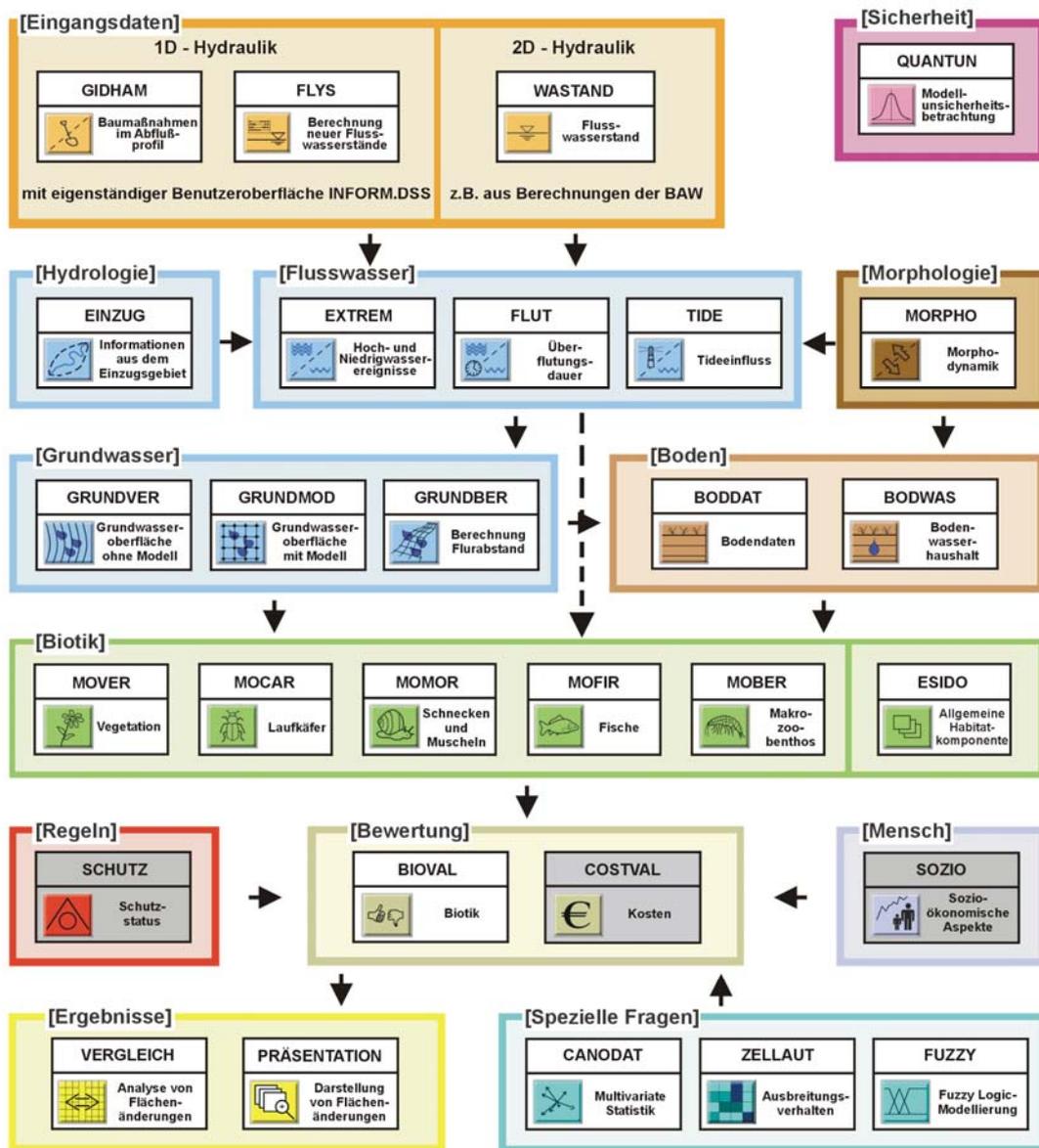


Abb. 2: Systembausteine und Systemkomponenten von INFORM

Diese Wünsche und Notwendigkeiten führten Anfang 2008 zum Start der Programmierung von INFORM3. Diese Programmierungen sind jetzt abgeschlossen. Mit INFORM3 liegt nunmehr - zusammen mit den Abschätzungsmöglichkeiten von INFORM.DSS - ein Programmsystem vor (Abb. 2), mit dem für einige der wichtigsten Habitate in Flüssen und Flussauen ökologische Modellierungen innerhalb eines modernen geographischen Informationssystems durchgeführt werden können.

Den Modellierungen in INFORM3 können jetzt Flusswasserstände sowohl aus 1D- als auch Ergebnisse aus mehrdimensionalen hydronumerischen Modellierungen zu Grunde gelegt werden. Auf besonderen Wunsch der Wasser- und Schifffahrtsämter an der Küste wurde INFORM3 um eine Systemkomponente zur Berücksichtigung von Tideinflüssen erweitert. Die Berücksichtigung morphodynamischer Einflüsse im Fluss wurde jetzt erstmals verwirklicht und die bisher ausschließlich außerhalb von INFORM durchgeführten Grundwasserbetrachtungen sind jetzt weitestgehend in INFORM3 integriert (Abb. 2). Lediglich die Bearbeitung mit einem Grundwassermodell muss weiterhin separat durchgeführt werden, wobei allerdings die Datenübernahme aus den gängigen Grundwassermodellen (z.B. MODFLOW¹⁵) von INFORM aus gesteuert werden kann..

Die biotischen Betrachtungen wurden im Flussauenbereich um die Modellierung von Schnecken und Muscheln erweitert. Im Flussbereich kamen jetzt erstmals Betrachtungen zu Fischhabitaten und zum Makrozoobenthos hinzu (Abb. 2). Die Vegetationsmodule wurden ergänzt. Mover1 wird zum Einsatz kommen, wenn es keine verlässlichen Grundwasserdaten gibt. In diesem Falle erfolgt die Abschätzung und räumliche Darstellung der Bodenfeuchte mit Hilfe des Zeigerwertes von Pflanzenarten für Feuchte [Ellenberg et al., 1992].

Die biotische Modellierung wurde zusätzlich um eine allgemeine Habitat-Systemkomponente namens ESIDO¹⁶ erweitert (Abb. 2), in der auf der Grundlage von Standortfaktoren und über frei editierbare Modelltabellen die Lebensraumeignung für beliebige Organismen abgebildet werden kann.

Durch die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten werden viele unterschiedliche Daten benötigt. Um Fehler zu vermeiden, wurde für die meisten in INFORM3 verwendeten Daten eine vordefinierte Vorlage in der zentralen Projektvorlage hinterlegt. Wird ein lokales Projekt erstellt, werden die entsprechenden Definitionen im Projektverzeichnis unter..\gdb\i3datastructure.gdb abgelegt.

4. Die neue Modelltechnologie

Neben dem Bedarf zur Integration neuer Systemkomponenten und Module führten Veränderungen in der Softwareumgebung zu dem Wunsch, die Weiterentwicklung von INFORM vorzusehen. Ausführliche Angaben zu Inhalten, Datenformaten und Bedienung von INFORM3 können dem Handbuch [BCE & conterra, 2010] entnommen werden.

4.1 Optionen zur Weiterentwicklung von INFORM

Im Zuge der öffentlichen Ausschreibung der Entwicklung von INFORM3 erfolgte ein Ideenwettbewerb, der zu den folgenden drei Lösungsvorschlägen führte.

4.1.1 INFORM2 weiterentwickeln

Die Weiterentwicklung von INFORM2 hätte die Erweiterung und Revision der bestehenden Softwarelösung auf der Grundlage der bestehenden Technologie, wie z.B. ArcInfo workstation™, Datenformat Coverage und GRID, AML Scripting etc. umfasst.

Der Vorteil dieses Vorschlages ist:

- Das „Look and Feel“ von INFORM bleibt unverändert.

Die Nachteile sind:

- Die Standard-GIS Funktionen sind nicht ohne "Medienbruch", d.h. ohne Wechsel der Software nutzbar.
- Es gibt Einschränkungen bzw. erhöhte Aufwände bei der Implementierung von Schnittstellen (z.B. GGIInA, WMS-Dienste etc.).
- Die Benutzerfreundlichkeit bleibt weiterhin wünschenswert (ohne ArcInfo workstation™-Kenntnisse ist INFORM2 nur unvollkommen zu bedienen).

4.1.2 Technologie-Upgrade auf ArcGIS 9.3

Da die US-Firma ESRI als Entwickler des INFORM2 zu Grunde liegenden Geographischen Informationssystems ArcInfo workstation™ einen Technologie-Upgrade auf ArcGIS™ 9 vorgenommen hatte und in absehbarer Zeit mit einer Einstellung des Supports von ArcInfo workstation™ zu rechnen sein wird, würde ein entsprechender Technologie Upgrade auch bei INFORM Sinn machen. Dieser würde aber eine vollständige Neuentwicklung aller Softwarekomponenten auf der Grundlage der ArcGIS™ Technologie zur Folge haben. INFORM3 würde dann innerhalb von ArcGIS™ betrieben und die Datenformate, Werkzeuge und Script-technologie von ArcGIS™ verwenden.

Die Vorteile dieses Vorschlages sind:

- Die Standard-GIS Funktionen stehen unmittelbar zur Verfügung.
- Eine Möglichkeit zur Optimierung der Datenhaltung, die Einführung eines Mehrbenutzerbetriebes und der Zugriff auf eine zentrale Datenhaltung werden möglich.
- Einfache Schnittstellen zu GGINA, zu INFORM.DSS und zu Geodaten Infrastrukturen (GDI) lassen sich erstellen.
- Die Möglichkeit der Erweiterbarkeit von INFORM durch Modell- und Scripting-Technologie von ArcGIS™.
- Eine Verbesserung der Visualisierungsmöglichkeiten durch vollständige Integration in ArcGIS™.
- Dieses System ist dank GDI zukunftsfähig .

Die Nachteile sind:

- Die Entwicklungskosten werden deutlich höher sein als bei Vorschlag 1
- Es muss eine Änderung im „Look and Feel“ von INFORM vorgenommen werden.

4.1.3 Entwicklung einer Service-orientierten Architektur (SOA)

Die Entwicklung einer dienstorientierten Architektur (Service orientierte Architektur (SOA) hätte eine vollständige Neuentwicklung mit Portierung der Geoverarbeitung auf zentrale Dienste, z.B. durch den Einsatz von ArcGIS™ Server bedeutet.

Die zusätzlichen Vorteile dieses Vorschlages gegenüber Vorschlag 2 sind:

- Es wird ein zentrales Geoprocessing im Mehrbenutzerbetrieb eingerichtet.
- Der Umstieg auf Webtechnologie erleichtert die Verbreitung von INFORM (rollout).

Die Nachteile sind:

- Die Entwicklungskosten werden nochmals deutlich höher sein als bei Vorschlag 2
- Es werden zusätzliche Lizenzkosten fällig.

4.1.4 Ergebnis der Betrachtungen

Da INFORM bisher nur von den Experten der BfG eingesetzt wurde, ist eine Änderung des „Look and Feel“ noch nicht von Bedeutung. Insofern war eine konsequente Weiterentwicklung auf der Basis von INFORM2 nicht zwingend erforderlich. Da aber mit einer baldigen Beendigung des Supports der ArcInfo workstation™ zu rechnen sein wird, hätte mit Sicherheit auch bei INFORM in Zukunft die Notwendigkeit bestanden, auf die neue Technologie von ArcGIS™ umzustellen. Außerdem bieten die neuen Geodatenformate, vor allem Geodatabases, enorme Vorteile in der Datenhaltung. Da bot es sich an, bereits bei der ohnehin durchzuführenden Erweiterung von INFORM2 auf INFORM3 auch die Technologie anzu-

passen und nicht zu warten bis dieses Problem möglicherweise zu einem ungünstigeren Zeitpunkt akut wird. Folglich stellte sich nur die Frage, ob Vorschlag 2 oder 3 realisiert werden sollte. Ausschlag gebend waren letztlich die im Vergleich zum Nutzen zu erwartenden Entwicklungskosten.

Ein Vergleich des möglichen Aufwandes und des zu erwartenden Nutzens der drei Vorschläge ist in Abbildung 3 beigefügt. Dabei kann der im Diagramm dargestellte Aufwand, der den Entwicklungs- bzw. Programmieraufwand repräsentiert, den Auftragskosten gleich gesetzt werden. INFORM2 weiter zu entwickeln weist zwar den geringsten Aufwand auf, zeigt aber auch den geringsten Nutzen. Der Technologie-Upgrade weist bei nur verhältnismäßig geringem Mehraufwand eine wesentliche Verbesserung des Nutzens auf, während die Umstellung auf eine Service orientierte Architektur nur in Bezug auf einen Multiuser-Betrieb einen deutlich höheren Nutzen zeigt, bei insgesamt aber wesentlich höherem Aufwand. Aus diesen Gründen fiel die Wahl zu Gunsten des Technologie-Upgrades auf ArcGIS™ 9.3 aus.

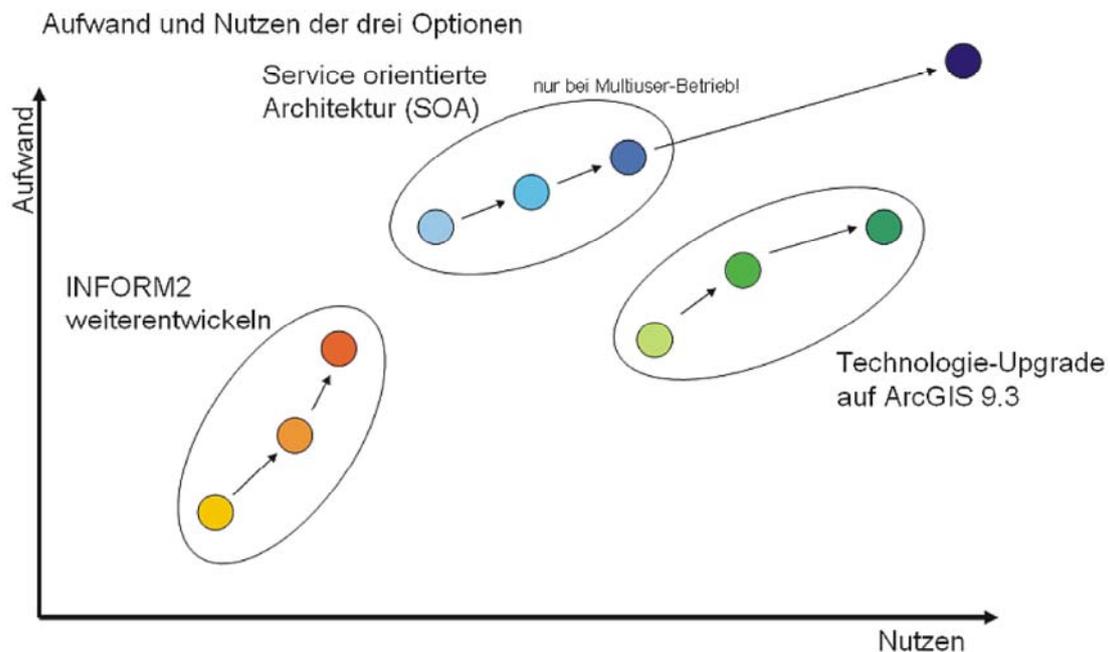


Abb. 3: Aufwand und Nutzen der Varianten zur Weiterentwicklung [BCE, 2010]

Das neue Modellsystem wird sich sehr gut in die IT-Struktur der BfG integrieren lassen und die bestehenden Strukturen optimal nutzen. Es ist damit zukunftssicher und wird immer noch offen sein für eine spätere Entscheidung hin zu einer Service orientierten Architektur.

4.2 INFORM3-Architektur

INFORM3 besteht aus der INFORM3 Anwendung, der zentralen Projektvorlage sowie dem lokalen Projekt (Abb. 4).

Die INFORM3 Architektur unterstützt eine hybride Datenhaltung. Die Datengrundlage zur ökologischen Modellierung kann sowohl aus zentral verfügbaren Geodaten (wie z.B. Gewässernetz der Bundeswasserstraßen) als auch aus lokalen Projektdaten aufgebaut werden. Über einen Caching-Mechanismus kann der Anwender für jeden einzelnen Datensatz konfigurieren, ob dieser in die lokale Projektdatenbank kopiert oder ob auf die zentralen Daten zurückgegriffen werden soll. Ein großer Vorteil dieser hybriden Datenhaltung ist eine durch den Anwender bedienbare Skalierung von Performanz und zentralem Datenzugriff. Für zeitkritische Teilmodelle können für das Projektgebiet relevante Daten aus dem zentral verwalteten Datenbestand extrahiert und mit den Modulen berechnet werden. Die Ergebnisse der Berechnungen werden in der lokalen Projektdatenbank gespeichert, können aber über den GGInA-Upload dialoggestützt unter Beachtung der Zugriffsrechte für GGInA exportiert werden.

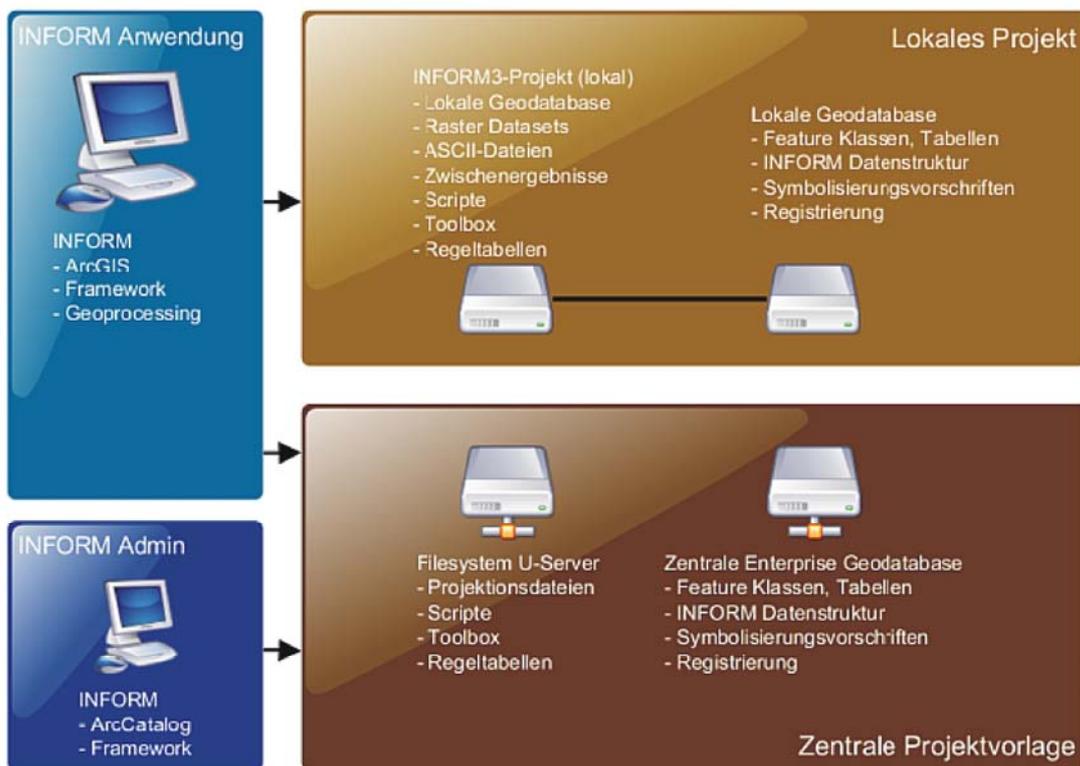


Abb. 4: INFORM3 Architektur [BCE, 2010]

Neben den eigentlichen Geodaten werden auch die INFORM3-Datenstruktur und die Fachmodule zentral administriert und bei der Neuerstellung eines Projektes lokal zur Verfügung gestellt. Dies hat den Vorteil, dass alle allgemeingültigen Einstellungen mit ArcGIS™ Werkzeugen verwaltet und konfiguriert werden können, sich dann aber im lokalen Projekt zusam-

menstellen lassen. Ein lokales Projekt beinhaltet damit immer eine komplette Datenstruktur, Daten und die zur Berechnung verwendeten Modul-Scripte, so dass jederzeit die Berechnung nachvollzogen werden kann.

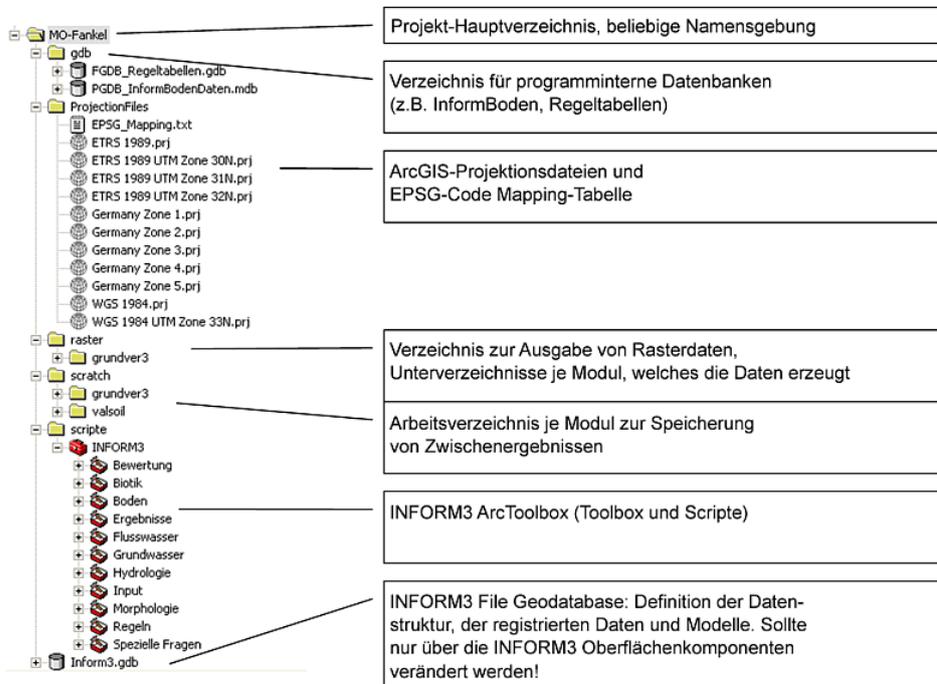


Abb. 5: Verzeichnisstruktur des lokalen Projekts [BCE, 2010]

4.2.1 Die INFORM3-Anwendung

Die INFORM3 Anwendung ist die Benutzerschnittstelle von INFORM zum Daten- und Projektmanagement sowie zur Durchführung von Berechnung mit INFORM3. Die INFORM3-Anwendung ist in Microsoft .NET C# als ESRI® ArcGIS™ Erweiterung realisiert und wird über eine Installationsroutine installiert. Die Bedienung erfolgt innerhalb von ArcGIS™ in ArcMap™ nach Aktivierung der INFORM3 Anwendererweiterung.

4.2.2 Die zentrale Projektvorlage in INFORM3

Die Zentrale Projektvorlage setzt sich aus Daten der zentralen Enterprise Geodatabase¹⁷ sowie aus Daten eines zentralen Fileserver der BfG zusammen. In der zentralen Geodatabase werden die Registrierungen von vorregistrierten Feature Klassen und Tabellen sowie deren Daten, die INFORM3-Datenstruktur und vordefinierte Symbolisierungsvorschriften gespeichert. Auf dem zentralen Fileserver werden die Projektionsdateien, die als geoprocessing-Tools realisierten Module, die INFORM3-Toolbox sowie verschiedene Regeltabellen und Moduldatenbanken gespeichert. Über die INFORM3 Anwendererweiterung werden bei der Neuerstellung eines Projektes die Daten aus der zentralen Geodatabase zur Erzeugung des lokalen Projektes (lokale File Geodatabase) verwendet und die Verzeichnisstruktur des zentralen Fileservers in das lokale Projekt kopiert. Die Zugriffsrechte auf die zentrale Geodataba-

se sind in der INFORM3-Anwendung hinterlegt, zusätzlich werden lesende Zugriffsrechte des angemeldeten Benutzers auf den zentralen Fileserver benötigt.

4.2.3 Das lokale INFORM3-Projekt

Ein lokales INFORM3-Projekt besteht aus einer definierten Verzeichnisstruktur (Abb. 5). Dort werden die Daten der zentralen Projektvorlage abgelegt und die Ergebnisse der Modulberechnungen nach dem folgenden Schema gespeichert:

- Rasterdaten: Verzeichnis raster\<<Name des Berechnungsmoduls>
- Feature Klassen: inform3.gdb
- Zwischenergebnisse und temporäre Daten: scratch\<<Name des Berechnungsmoduls>

4.3 Arbeiten mit der INFORM3-Anwendung

Die INFORM3-Anwendung ist auf die Bedürfnisse des Benutzers in Bezug auf Daten- und Projektmanagement sowie die Unterstützung der Durchführung der Modellberechnungen zugeschnitten. Diese Anwendererweiterung wird in ArcMap™ über den Extension Dialog (Menü Tools – Extensions) aktiviert.

In der Benutzeroberfläche von ArcMap™ werden von INFORM3 ein Projektbaum-Fenster, eine INFORM-Toolbox im Toolbox-Fenster sowie eine Werkzeugleiste (Abb. 6) integriert. Die Werkzeugleiste wird in ArcMap™ über das Menü View – Toolbars – INFORM3 Werkzeuge aktiviert. Sie zeigt auf der linken Seite eine Ausklappliste mit Werkzeugen zum Projektmanagement, im mittleren Bereich einen Schalter zur Steuerung des Projektbaumes und auf der rechten Seite verschiedene Moduldialoge. Letztere werden für Aufgaben benötigt, die sich nur mit großem Aufwand oder nur unbefriedigend als geoprocessing-Tools realisieren ließen. Die Moduldialoge werden aktiviert, wenn ein Projekt geladen wird.

4.3.1 Das INFORM3-Projektmanagement

Im Projektmanagement können Projekte erstellt, geladen und geschlossen, das Projektgebiet festgelegt sowie der Projektbaum angezeigt werden.

Projekt erstellen

Das Erstellen eines Projektes erfolgt über den Menüpunkt Projekt erstellen. Ein neues Projekt wird auf der Grundlage der zentralen Projektvorlage erstellt. Dazu muss eine Verbindung zum zentralen Fileserver bestehen. Über den Eingabedialog werden der Name des Projekts, das lokale Verzeichnis, in dem das Projekt gespeichert werden soll und Angaben zum Projektgebiet eingetragen. Die Ausdehnung des Projektgebietes kann aus der Karte oder einem anderen Projekt übernommen werden. Zur Auswahl der Projektion¹⁸ kann aus der vordefinierten Liste gewählt werden oder über Andere Projektionen auf den ArcGIS Standarddialog zur Auswahl von Projektionen zugegriffen werden. Nach Fertigstellung und Bestätigung des Dialogs mit OK wird das lokale Projektverzeichnis (siehe Abb. 5) angelegt. Alle Projektin-

formationen (INFORM3-Datentypen¹⁹, registrierte Daten, Visualisierungsvorschriften, registrierte Module) werden aus der zentralen Projektvorlage in die lokale file geodatabase mit der Bezeichnung inform.gdb übernommen. Regeltabellen, vordefinierte Projektionsdateien, Datenbankvorlagen und Tools (Skripte, Modelle und Toolbars) werden vom U-Server in das lokale Projektverzeichnis kopiert. In der lokalen file geodatabase wird die Feature Klasse NFMProject als Polygon (rechteckige Begrenzung des Projektgebietes) angelegt. Die Koordinaten des Projektgebietes werden in das Koordinatensystem der Feature Klasse (diese ist immer ETRS_1989_UTM_Zone_32N) umgerechnet. Die Feature Klasse NFMProject wird immer im Koordinatensystem ETRS89 UTM Zone 32N gespeichert. Das Zielkoordinatensystem des Projektes wird im Feld PROJECTION in der Feature Klasse NFMProject gespeichert.

Projekt Laden

Ein Projekt wird durch Auswahl einer INFORM3 Datenbank (inform.gdb) geladen. Zur Administration der zentralen Projektvorlage kann der Administrator auch diese auswählen und zur Bearbeitung laden. Die registrierten Datensätze, Visualisierungsvorschriften und Modelle werden aus der Datenbank ausgelesen und in den Projektbaum (siehe 4.3.2) übernommen. Die Sichtbarkeit des Fensters des Projektbaums wird über Projektbaum anzeigen in der Toolbar gesteuert

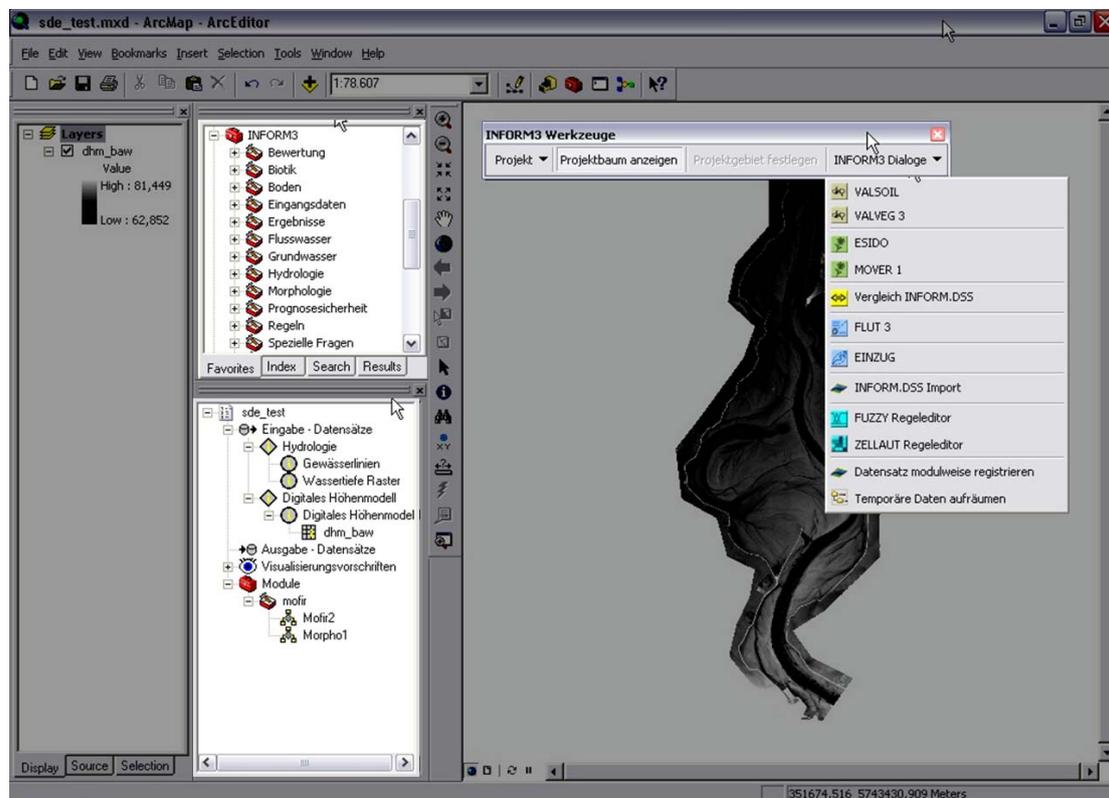


Abb. 6: ArcMap™-Bildschirm mit den INFORM-Bedienelementen

Projekt schließen

Durch schließen des Projektes wird der Projektbaum geleert. Die Sichtbarkeit des Fensters des Projektbaums wird über Projektbaum anzeigen in der Toolbar gesteuert.

Projektbaum anzeigen

Über die Schaltfläche Projektbaum anzeigen kann das Fenster mit dem Projektbaum angezeigt oder ausgeblendet werden. Beim Ausblenden des Fensters wird das Projekt nicht geschlossen.

4.3.2 Der INFORM3-Projektbaum

Die Inhalte eines INFORM3 Projektes werden im INFORM3 Projektbaum (Abb. 7) in einem eigenen Fenster verwaltet. Ein INFORM3 Projekt besteht aus Eingabe – und Ausgabedatensätzen, Visualisierungsvorschriften sowie Modellen und Scripten. Über das Kontextmenü (rechte Maustaste) können die nachfolgend beschriebenen Aktionen ausgeführt werden.

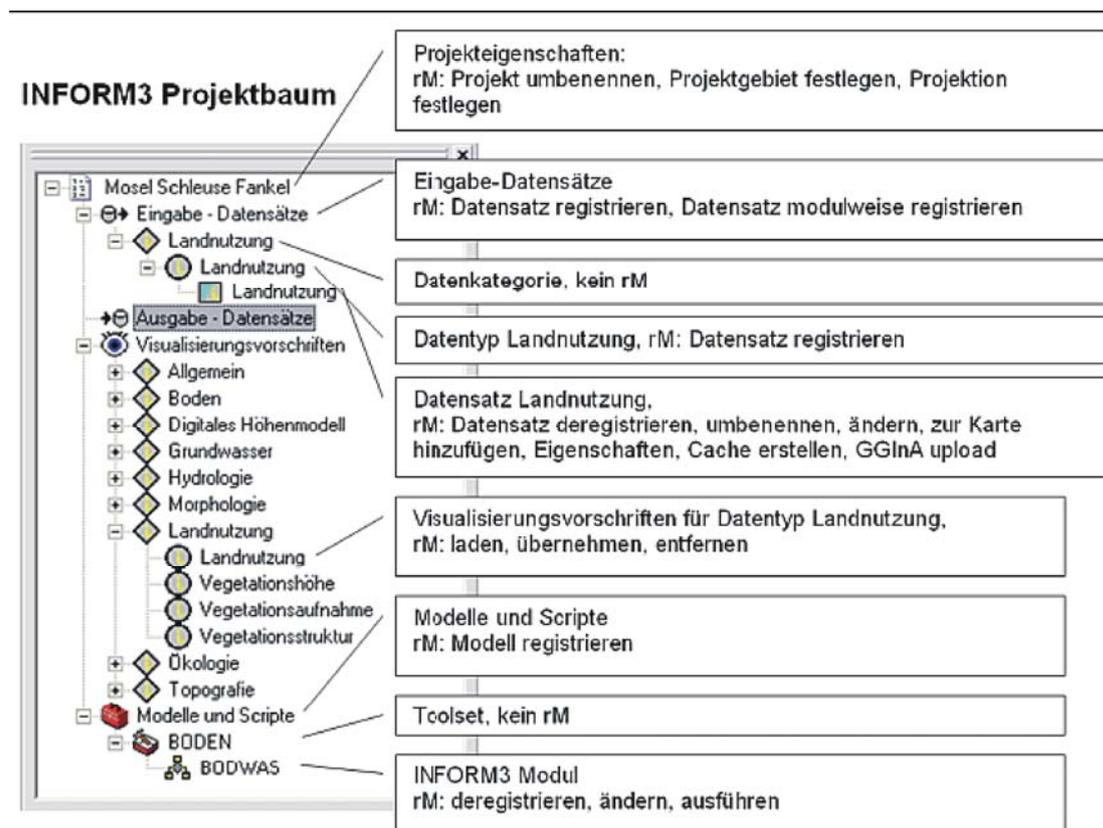


Abb. 7: Der INFORM3 Projektbaum

Projekt umbenennen

Das Kontextmenü des Projektnamens Projekt umbenennen öffnet den Dialog zur Veränderung des Projektnamens in der Anzeige des Projektbaumes und in den Metadaten.

Projektgebiet festlegen

Das Kontextmenü des Projektnamens Projektgebiet festlegen öffnet den Dialog zur Festlegung der geografischen Ausdehnung des Projektgebietes entweder durch Übernahme der Kartenausdehnung oder über die Auswahl eines anderen INFORM3 Projektgebietes. Neu registrierte Daten werden auf die Ausdehnung des neuen Projektgebietes beschnitten. Die Änderungen des Projektgebietes wirken sich erst auf die im Cache befindlichen Daten aus, wenn die Option „Cache für alle Datensätze aktualisieren“ aktiviert wird.

Projektion festlegen

Das Kontextmenü des Projektnamens Projektion festlegen öffnet den Dialog zur Definition der (Ziel)-Projektion des Projektes. Daten die über das Caching in die lokale Projektdatenbank übernommen werden, werden automatisch in die festgelegte Projektion projiziert. Ferner wird diese Projektion innerhalb der Module als Ziel-Koordinatensystem ausgelesen und verwendet. Änderungen an der Projektion wirken sich auf die im Cache befindlichen Daten aus, wenn die Option „Cache für alle Datensätze aktualisieren“ aktiviert wird.

Datensatz registrieren

Das Kontextmenü der Eingabe-Datensätze Datensatz registrieren öffnet das Registrierungs-fenster. Nach Auswahl eines Datensatzes wird je nach gewähltem ArcGIS-Datentyp (FeatureClass, Raster Dataset) automatisch die Liste der INFORM3-Typen auf die möglichen Datentypen eingeschränkt und steht zur Auswahl eines gültigen Datentyps zur Verfügung. Über die Option Tiefenprüfung kann gesteuert werden, ob neben den Pflichtfeldern auch die Feldinhalte auf Gültigkeit geprüft werden sollen. Nach Bestätigung von OK, wird der Datensatz geprüft und bei erfolgreicher Prüfung registriert. Andernfalls weist eine Fehlermeldung auf invalide Daten hin. Bei der Registrierung von Feature Klassen und Tabellen wird automatisch ein Cache erstellt. Nach der Registrierung in der Datenbank wird der Datensatz im Projektbaum angezeigt.

Datensatz modulweise registrieren

Datensätze können auch modulweise registriert werden. Zur modulweisen Registrierung von Daten wird über das Kontextmenü auf Eingabe - Datensätze - Daten modulweise registrieren das Registrierungs-fenster geöffnet.

Datensatz deregistrieren

Der Datensatz wird aus dem Projektbaum entfernt. Gecachte Daten werden aus der lokalen Projektdatenbank gelöscht und alle Verweise auf die Datenherkunft entfernt. Für verknüpfte Daten wird nur der Verweis auf den Datensatz entfernt.

Datensatz umbenennen

Das Kontextmenü eines registrierten Datensatzes Datensatz umbenennen öffnet den Dialog zur Veränderung des Anzeigenamen des Datensatzes im Projektbaum und in den Metadaten. Der Name der Feature Klasse wird dadurch nicht geändert. Der Name des Datensatzes im Projektbaum und in den Metadaten wird auch zur Erstellung des Layernamens verwendet.

Datenquelle ändern

Das Kontextmenü eines registrierten Datensatzes Datenquelle ändern öffnet den Dialog zur Änderung der Datenquelle des Datensatzes. Dabei wird der neue Datensatz validiert, der Cache wird nicht automatisch erneuert.

Zur Karte hinzufügen

Das Kontextmenü eines registrierten Datensatzes Zur Karte hinzufügen fügt den Datensatz unter Anwendung der Visualisierungsvorschriften als Layer in das aktuelle ArcMap™ Kartendokument ein. Falls ein Cache für den Datensatz vorhanden ist, wird dieser in die Karte geladen, ansonsten wird der Originaldatensatz angezeigt. Der Name des Datensatzes in der lokalen Projektdatenbank wird als Layername verwendet.

Eigenschaften

Das Kontextmenü eines registrierten Datensatzes Eigenschaften öffnet den Dialog zur Anzeige des zentralen und lokalen Speicherorts sowie des zentralen und lokalen Namens.

Cache erstellen

Das Kontextmenü eines registrierten Datensatzes Cache erstellen übernimmt den Datensatz in das aktuelle Projekt.

Cache löschen

Das Kontextmenü eines registrierten Datensatzes Cache löschen löscht den Datensatz aus dem aktuellen Projekt, der Verweis auf den Zentralen Speicherort bleibt bestehen. Bei Verwendung des Datensatzes wird auf die Daten des zentralen Speicherortes zurückgegriffen.

Cache erneuern

Das Kontextmenü eines registrierten Datensatzes Cache erneuern liest die Daten vom zentralen Speicherort erneut ein, abhängig vom Datentyp wird ein neuer Cache erstellt.

Visualisierungsvorschriften

In den Visualisierungsvorschriften wird die Art der Darstellung des Datentyps gespeichert. Dies beinhaltet:

- Art der Symbolisierung (Single Symbol, Unique Values, ...)
- Feld der Symbolisierungswerte
- Klassen der Symbolisierung
- Klassenbezeichnungen der Symbolisierung
- Ausgestaltung der Symbole

Visualisierungsvorschriften laden

Das Kontextmenü eines INFORM3-Datentyps Visualisierungsvorschrift laden öffnet den Dialog zur Auswahl einer Layer-Datei. Die Visualisierungsvorschriften werden in einem internen Speicherformat eines BLOB²⁰-Feldes in der Datenbank gespeichert.

Visualisierung übernehmen

Das Kontextmenü eines INFORM3-Datentyps Visualisierungsvorschrift übernehmen übernimmt die Visualisierungsvorschriften für den INFORM3-Datentyp von einem geladenen Layer des ArcMap™ Dokuments. Vor der Übernahme wird geprüft, ob der Datentyp des Layers dem INFORM3-Datentyp entspricht. Die Visualisierungsvorschriften werden in einem internen Speicherformat eines BLOB-Feldes in der Datenbank gespeichert.

Visualisierungsvorschrift entfernen

Das Kontextmenü eines INFORM3-Datentyps Visualisierungsvorschrift entfernen entfernt die Visualisierungsvorschrift des gewählten Datentyps aus der aktuellen Projektdatenbank.

Modelle und Scripte registrieren

Dieses Kontextmenü öffnet den Dialog zur Registrierung von Modellen und Scripten. Im Registrierdialog wird der Name des Toolsets festgelegt. Über Toolsets kann eine Untergliederung der Modelle und Scripte vorgenommen werden. INFORM3 legt automatisch ein neues Toolset an, wenn der eingegebene Name in der Datenbank noch nicht existiert. Wird ein bestehendes Toolset ausgewählt, wird das zu registrierende Modul diesem zugeordnet. Den einzelnen Parametern des zu registrierenden Tools müssen durch den Anwender INFORM3-Datentypen zugeordnet werden. Es erfolgt eine automatische Zuordnung, wenn der Parametername des Tools mit dem Namen des Datentyps überein stimmt. Parameter, die keine Datensätze beinhalten werden grau unterlegt (z.B. Zahlen, Texte), Parameter die nicht durch INFORM3 umgesetzt werden, werden rot hinterlegt (z.B. Multi-String Parameter). Kommen in einem Eingabedialog Parameter vor, die in INFORM3 nicht realisiert wurden, wird nach dem generischen INFORM3 Dialog ein vorab ausgefüllter Dialog geöffnet, fehlende Parameter können nachkonfiguriert werden.

In der Spalte Beschreibung können ergänzende Hinweise zum Parameter festgelegt werden. Diese erscheinen dann als Tooltips im INFORM3 Moduldialog, wenn der Mauszeiger über den Parameternamen gestellt wird. Wird dort keine Eintragung vorgenommen, setzt sich der Tooltip aus dem Parameternamen und dem INFORM3-Datentyp zusammen.

Die Modellregistrierung mit der Zuordnung von INFORM3-Datentypen zu Parametern wird in der Datenbank gespeichert und das Modell mit Namen im angegebenen Toolset im Projektbaum angezeigt.

Modul deregistrieren

Das Kontextmenü Modul entfernen entfernt das Modul aus dem INFORM3 Projekt. Die entsprechenden Verweise in der Datenbank werden gelöscht.

Modulregistrierung ändern

Dieses Kontextmenü öffnet den Registrierungsdialog, so dass das Toolset, die Parameter und die Beschreibung verändert werden können.

Modul ausführen

Das Kontextmenü Modul ausführen öffnet den generischen INFORM3 Moduldialog zur Ausführung eines Moduls. Vorab wird geprüft, ob die Parameter aus der Registrierung noch mit den Parametern des referenzierten Tools oder Modells übereinstimmen.

Der sich öffnende Dialog zeigt die Parameter des auszuführenden Moduls mit den zum jeweiligen Datentyp registrierten Daten. Die Ausgabedaten werden im INFORM3 Moduldialog ohne Pfadangaben eingegeben, da die Daten automatisch, je nach INFORM3-Datentyp in die entsprechenden Bereiche des Projekts gespeichert werden. Fehlende Parameter werden angezeigt. Über ein frei wählbares Kennzeichen können die Berechnungsergebnisse gruppiert werden. Nicht vorhandene Kennzeichen werden in der Datenbank neu angelegt und im Projektbaum angezeigt. Durch Aktivierung von Ausgabedaten registrieren werden die Ergebnisse nach der Berechnung registriert. Wurde Ausgabedaten in Karte anzeigen aktiviert, werden die Ergebnisse als Layer in das ArcMap™ Kartendokument unter Anwendung der zum Datentyp gespeicherten Visualisierungsvorschrift geladen. Registrierte Ergebnisse werden im Projektbaum als Eingabeparameter und Ausgabeparameter angezeigt. Nach der Berechnung werden die Ausgabedatensätze analog zur Datenprüfung bei der Registrierung von Daten geprüft, um die Gültigkeit des eingestellten INFORM3-Datentyps festzustellen.

5 Das Modellsystem INFORM3

INFORM3 besteht wie seine Vorgänger aus Systembausteinen, Systemkomponenten und Modulen (Abb. 2 und Anlage 1). Die übergeordneten Systembausteine beinhalten die Systemkomponenten, in denen sich mit den Modulen die eigentlichen Berechnungseinheiten befinden. Dabei können pro Systemkomponente auch mehrere Module vorhanden sein, mit denen entweder auf die jeweilige Datenlage reagiert oder aber auch unterschiedliche Aspekte innerhalb der Systemkomponente untersucht werden können.

Als Beispiel sei hier die Systemkomponente MOFIR (MOdels for FIsh Response) im Systembaustein [Biotik] genannt. Während die Module Mofir1 und 2 in unterschiedlicher Genauigkeit die Lebensraumeignung für Fische beschreiben, ermöglicht das Modul ESOX die Modellierung von Hechtlaichhabitaten. Eine höhere Modulnummer (Mofir2) weist auf eine bessere Datenlage und damit ein qualitativ hochwertigeres Berechnungsergebnis hin. Die Inhalte der einzelnen Systembausteine, Systemkomponenten und Module sind nachfolgend beschrieben.

5.1 Der Systembaustein [Eingangsdaten]

Der Systembaustein [Eingangsdaten] wird vor allem zur Generierung und Übernahme von Daten aus ein- bis mehrdimensionalen hydronumerischen Modellen verwendet. Zusammen mit den Höhenmodellen bilden diese Daten die Grundlage für jedes INFORM-Projekt. Für viele Bearbeitungen reicht schon eine 1D-Modellierung aus. Dabei steht mit INFORM.DSS (siehe Kapitel 6) und den dort in GIDHAM enthaltenen Werkzeugen ein recht einfach zu bedienendes Modellsystem zur Verfügung. Die Wasserspiegellagen werden dabei über FLYS²¹ als 1D-Daten bezogen auf die Querprofile berechnet. Benötigt man räumlich höher aufgelöste Werte und auch weitere Informationen, wie z.B. Fließgeschwindigkeiten (Mofir2), müssen Ergebnisse aus einer mehrdimensionalen Modellierung herangezogen werden. Hierfür wurde die Systemkomponente WASTAND eingerichtet.

5.1.1 Die Systemkomponente GIDHAM und FLYS

Über den Dialog INFORM.DSS können Daten aus INFORM.DSS zur Verarbeitung in INFORM importiert werden. Dabei werden sowohl die Daten des Referenzzustandes (Gewässerachse, Fließzonen, Querprofile) als auch die entsprechenden Daten der ausgewählten Rechenfälle und die Maßnahmen selbst importiert. Falls vorhanden werden an die Querprofile die Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten aus den Ergebnissen der hydraulischen Abschätzung in INFORM.DSS eingefügt.

Das Modul DHM-Update verarbeitet INFORM.DSS Maßnahmen (3D Geometrien) und setzt diese in ein bestehendes Digitales Höhenmodell ein.

5.1.2 Die Systemkomponente WASTAND

Mit der Systemkomponente WASTAND liegt in INFORM eine auf die Datenstruktur der 2D- und 3D-Modellierung der BAW zugeschnittene Systemkomponente vor, die auch 2D-Fremddaten verarbeiten kann, wenn diese eine vergleichbare Datenstruktur aufweisen. Erforderlichenfalls können Fremddaten auch per Hand in das benötigte Format umgewandelt werden.

5.2 Der Systembaustein [Hydrologie]

Im Systembaustein [Hydrologie] werden die Ereignisse im zum Untersuchungsraum gehörigen Einzugsgebiet betrachtet und daraus der Einfluss dieser Ereignisse auf den Abfluss im betrachteten Gewässerabschnitt berechnet.

5.2.1 Die Systemkomponente EINZUG

In der Systemkomponente EINZUG können Wasserstands-Zeitreihen betrachtet und auf verschiedene Weise an Modellszenarien angepasst werden.

Mit dem Modul Einzug (realisiert als Dialog in der INFORM-Werkzeugleiste) erfolgt die Übernahme oder Generierung von Hochwasserganglinien. Einzug wurde als „Hochwasserhydrograph“ realisiert. Anhand gemessener Abflüsse im Gewässer können auf der Basis einer Maxwell-Verteilungsfunktion durch geeignete Parameterwahl weitere Hochwasserganglinien generiert werden. Diese lassen sich anschließend nach Umrechnung in Flusswasserstände strukturiert in einen Datenspeicher für Ganglinien integrieren. Die Ergebnisse der Berechnung mit Einzug lassen sich in den Systemkomponenten FLUT und REGIO zu weitergehenden Auswertungen verwenden.

Das Modul Zeitreihenanalyse ermöglicht eine Extremwertanalyse und die Glättung von Wasserstandsganglinien über verschiedene gleitende Mittel.

5.3 Der Systembaustein [Flusswasser]

Im Systembaustein [Flusswasser] wird der Einfluss sich zeitweise oder dauerhaft ändernder Flusswasserstände auf die Flussaue ermittelt.

5.3.1 Die Systemkomponente EXTREM

Das gleichnamige Modul Extrem ermittelt abflusslose Geländemulden auf der Grundlage von Wassertiefen-Raster für einen frei wählbaren Berechnungszeitraum. Für jeden Zeitschritt des gewählten Bearbeitungszeitraumes werden alle an das Hauptgewässer angeschlossenen Rasterzellen ermittelt. Anschließend werden jene Rasterzellen ausgewählt, die überflutet, jedoch nicht an das Gewässer angeschlossen sind. Das Ergebnis kann für die Weiterverarbeitung in FLUT verwendet werden.

5.3.2 Die Systemkomponente FLUT

In der Systemkomponente Flut werden vier verschiedene Module zusammen gefasst. In den drei Flutmodulen wird die mittlere Überflutungsdauer auf verschiedenen Wegen berechnet.

Flut1 berechnet die Überflutungsdauer einer Fläche mithilfe einer Wasserstands-Zeitreihe eines Pegelstandortes und den Querprofilflächen mit verknüpften Wasserstands-Werten für einen ausgewählten Abfluss.

Flut2 berechnet die Überflutungsdauer einer Fläche mithilfe einer Wasserstands-Zeitreihe an einem Pegelstandort und Querprofilflächen mit einem verknüpften Wasserspiegel Längsschnitt.

Der Dialog Flut3 berechnet die Überflutungsdauer für ein mittleres Wasserwirtschaftsjahr über ein bestehendes INFORM.DSS-Projekt

Mulde ermittelt Geländemulden in der Aue aus dem Digitalen Höhenmodell. Mulden sind Rasterzellen bzw. zusammenhängende Rasterzellen, die ausschließlich von höher gelegenen Rasterzellen umgeben sind.

Das Ergebnis dieser Operation wird zusammen mit weiteren Daten für die Muldenoption von Flut und Flut2 benötigt. Diese Muldenoption erlaubt die Berechnung der Wassertiefe in überfluteten Geländesenken und deren Veränderung im Laufe der Zeit. Ergänzend wird für die Mulden eine Wasserbilanz aus der Versickerung in der Mulde, der Verdunstung und der Niederschläge berechnet. Mit dieser Methode können realistische Überflutungsdauern auch für die (abflusslosen) Senken einer Aue ermittelt werden.

5.3.3 Die Systemkomponente TIDE

In der Systemkomponente TIDE werden die Tideeinflüsse auf Morphologie und Vegetation [Heuner, 2007] über hydrologische Parameter (z.B. Tidewasserstände MThw, MTnw) und hydraulische Parameter (z.B. Strömungsgeschwindigkeiten sowie deren Änderungen auf Grund äußerer Einflüsse wie Flussausbau oder Meeresspiegelanstieg) berücksichtigt. Es gibt drei Module.

Tide1 ist eine Schnittstelle zum Portal Tideelbe (www.portal-tideelbe.de). Tide1 liest die Wasserstands-Zeitreihen und Pegelstammdaten ein, die als Text-Dateien vorliegen, und erstellt daraus eine Punkt-Featureklasse der Pegelstandorte mit Stammdaten, eine Tabelle der Wasserstands-Zeitreihe je Pegelstation und wertet die Wasserstandszeitreihen je Pegelstation statistisch aus.

Tide2 berechnet dagegen eine Wasserspiegellage zwischen Flusswasserstandspegeln. Die Wasserstände werden auf die Gewässerachse projiziert, entlang der Gewässerachse linear interpoliert und über eine definierbare Breite als Rasteroberfläche der Wasserspiegellage aufgespannt.

Tide3 berechnet aus Punkt Feature Klassen und Polygon Feature Klassen Raster des ausgewählten Punktattributes.

5.4 Der Systembaustein [Morphologie]

Im Systembaustein [Morphologie] erfolgt die Modellierung von Auswirkungen der morphodynamischen Entwicklung auf den Fluss und seine Aue. Zugehörig ist dabei auch das im Systembaustein [Bewertung], Systemkomponente BIOVAL zu findende Valmorph. Wegen der thematischen Zugehörigkeit wird Valmorph im vorliegenden Abschnitt beschrieben.

5.4.1 Die Systemkomponente MORPHO

Morpho1 übernimmt Änderungen der Sohlage im morphodynamischen Bereich des Gewässers aus einer Modellierung mit SOBEK²² und berechnet ein Sohlagen-Differenzenraster und ein verändertes Digitales Höhenmodell. Optional kann nach Eingabe einer Liste von Kennungen der Sohlsubstrat-Fractionen für jede Fraktion ein Raster berechnet werden. Änderungen in der Zusammensetzung des Substrates gehen über die Bodenmodule und/oder Habitatpräferenzen (z.B. Laufkäfer) in die ökologische Modellierung ein.

5.4.2 Das Modul Valmorph

Das Modul Valmorph [Quick, 2011] bewertet Erfassungsflächen hydromorphologischer Indikator-Parameter nach dem UVU Bewertungsrahmen Hydromorphologie Fluss, Küste und Kanal [BfG, 2011]. Valmorph berechnet für jeden Indikator-Parameter sowie für die Parameter-Hauptgruppen die Bewertung und aggregiert diese zur Gesamtbewertung des Gewässerabschnitts sowie zur Gesamtbewertung des Untersuchungsgebietes.

5.5 Der Systembaustein [Grundwasser]

Der Systembaustein [Grundwasser] vereint sämtliche Systemkomponenten, die zur Ermittlung der Grundwasseroberfläche sowie deren Weiterverarbeitung zu Grundwasserflurabständen benötigt werden.

5.5.1 Die Systemkomponente GRUNDVER

Die Systemkomponente GRUNDVER verfügt über drei Module.

Grundver1 berechnet auf der Grundlage von Grundwassergleichen und einem Referenzwasserstand Raster der Grundwasserhöhe. Als Eingangsdaten eignen sich beispielsweise digitalisierte Grundwassergleichen aus hydrogeologischen Karten.

Grundver2 berechnet auf der Grundlage von Grundwassergleichen und Flusswasserstände an Querprofilen Raster der Grundwasserhöhe. Als Eingangsdaten eignen sich beispielsweise digitalisierte Grundwassergleichen aus hydrogeologischen Karten. Die Flusswasserstände an Querprofilen werden (optional entfernungsgewichtet) in die Fläche der Flussaue extrapoliert.

Grundver3 ist ein analytisches Lösungsverfahren zur Abschätzung von Grundwasserhöhen über die Parameter Flusswasserstand, Mächtigkeit Grundwasserleiter, Leakage der Gewässer-
sohle, Durchlässigkeit und Grundwasserneubildung an Transekten. Berechnet wird die statio-

näre, eindimensionale analytische Lösung eines freien Grundwasserspiegels mit Grundwasserneubildung. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Transekte einer Bahn-, bzw. Stromlinie vom Talrand zum Gewässer entsprechen. Je stärker die Abweichung der Lage der Transekte hiervon ist, desto größer ist die im Berechnungsergebnis beinhaltete Ungenauigkeit.

Mit dem gewählten Ansatz einer stationären Berechnung lassen sich langsame Grundwasserschwankungen bei Berechnung unterschiedlicher Zustände (z.B. Berechnung in Monatschritten) beschreiben. Kurzfristige Grundwasserstandsschwankungen, die z.B. im Nahfeld eines Flusses während eines Hochwasserereignisses auftreten, können mit der implementierten Methode nicht erfasst werden. Die Grundwasserneubildung und die Durchlässigkeiten des Grundwasserleiters können längs der Transekte örtlich variieren. Die Berechnung wird dann in Abschnitten mit jeweils konstanten Parametern durchgeführt.

5.5.2 Die Systemkomponente GRUNDMOD

In der Systemkomponente GRUNDMOD wird der Import von Ergebnisdaten aus einem Grundwassermodell (bisher nur MODFLOW) und eine Speicherung der Grundwasserhöhe dieser Ergebnisse als GRID vorgenommen.

5.5.3 Die Systemkomponente GRUNDBER

In der Systemkomponente GRUNDBER erfolgt die Berechnung des Grundwasserflurabstands für den betroffenen Untersuchungsraum auf der Basis eines Digitalen Höhenmodells (DHM) und der berechneten Grundwasseroberfläche.

5.6 Der Systembaustein [Boden]

Im Systembaustein [Boden] sind die in Bezug auf die Böden eines Untersuchungsgebietes erforderlichen Datenaufbereitungen und -umgestaltungen sowie die Ermittlung von Kennwerten des Bodenwasserhaushaltes enthalten. Die Funktionalitäten des ehemaligen INFORM Boden (INFORM2) wurden zu den Systemkomponenten BODDAT und BODWAS mit zusätzlichen geoprocessing Tools weiterentwickelt. Zugehörig ist dabei auch das im Systembaustein [Bewertung], Systemkomponente BIOVAL zu findende Valsoil. Wegen der thematischen Zugehörigkeit wird Valsoil im vorliegenden Abschnitt beschrieben.

Das Modul ValSoil (realisiert als Dialog) beinhaltet ein Bewertungsverfahren für Böden an Bundeswasserstraßen und beruht dabei im Grundprinzip auf der Bewertung von Bodenfunktionen, aufgliedert in Teilfunktionen [AG Bodenbewertung Bundeswasserstraßen, 2008].

Das Verfahren dient der einheitlichen Bewertung des Schutzgutes Boden sowohl im Ist-Zustand als auch nach erfolgten Auswirkungen („Prognose“) z.B. bei UVU-pflichtigen Maßnahmen. Die Bodenbewertung erfolgt funktionsgestützt und entspricht damit dem aktuellen Stand der gesetzlichen Ziele nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG 1998).

5.6.1 Die Systemkomponente BODDAT

Die Systemkomponente BODDAT beinhaltet Module zur Bearbeitung von Bodendaten aus Bohrstockuntersuchungen, deren Ergebnis jeweils eine Bodenprofilaufnahme pro Bohrung darstellt.

Das Modul Boddatt1 wird zur Aufbereitung von Bodendaten verwendet. Es werden verbale Bodenartenbeschreibungen nach KA5 [AG Bodenkunde, 2005] in Sand-, Schluff- und Tongehalte entsprechend den Erfordernissen der DIN 4220 in Gewichtsprozent (und umgekehrt) umgerechnet.

Boddatt2 bereitet die Punktdaten aus Boddatt1 für eine Weiterverarbeitung in geostatistischen Verfahren auf. Dabei werden die kartierten Daten der Bodenhorizonte in je drei Tiefenstufen aggregiert.

Das Modul Geostat1 erzeugt aus den Ergebnisrastern der geostatistischen Berechnung von Bodendaten eine Punkt Feature Klasse der Bodenprofile und eine Tabelle der Bodenhorizontdaten.

Das Modul Geostat2 berechnet aus den Ergebnisrastern der geostatistischen Berechnung von Sand-, Schluff- und Tongehalten ein Raster der Hauptbodenart.

5.6.2 Die Systemkomponente BODWAS

In der Systemkomponente BODWAS werden die Kennwerte des Bodenwasserhaushalts aus Bodenprofil- und Bodenhorizontdaten berechnet. Hierzu erfolgt die Anwendung von Pedotransferfunktionen analog zur KA5 [AG Bodenkunde, 2005], den technischen Berichten des NIBIS [Müller, 2004] und DIN 4220.

Das Modul BODWAS verwendet mehrere hierarchisch aufgebaute Einzelfunktionen zur Berechnung von Parametern des Bodenwasserhaushalts. Dies bedeutet, dass Funktionen auf Ergebnisse anderer Funktionen zurückgreifen und von ihnen abhängen. Beispielsweise wird zur Berechnung des Gesamtporenvolumens die Feldkapazität und die Luftkapazität benötigt. Wurde zur Berechnung nur die Funktion Gesamtporenvolumen ausgewählt, werden automatisch vorab FK und LK berechnet, bevor das Gesamtporenvolumen berechnet wird.

BODWAS übernimmt die Eingangsdaten der Bodenprofile und Bodenhorizonte in die Ausgabedaten, führt die Funktionen und Vorgänger Funktionen aus und schreibt die Ergebnisse in die entsprechenden Felder der Ausgabedaten.

5.7 Der Systembaustein [Biotik]

Im Systembaustein [Biotik] von INFORM werden die abiotischen Eingangsdaten in den biologischen Systemkomponenten MOVER²³ (Vegetation), MOCAR²⁴ (Laufkäfer), MOMOR²⁵ (Schnecken und Muscheln), MOFIR²⁶ (Fische) und MOBER²⁷ (Makrozoobenthos) sowie in der allgemeinen Habitatkomponente ESIDO²⁸ in Bezug auf ihre ökologische Relevanz weiterverarbeitet.

5.7.1 Die Systemkomponente MOVER - Vegetation

Die Systemkomponente MOVER besteht aus 3 Hauptmodulen (Mover1 bis 3), die insgesamt 8 Untermodule beinhalten.

In Mover1 wird eine Abschätzung der Bodenfeuchte „aus Sicht der Pflanzen“ vorgenommen. Das Modul hat einen Sonderstatus, da es nur dann zur Anwendung kommt, wenn keine (verlässlichen) Grundwasserdaten, aber eine gute Vegetationskartierung verfügbar ist. Mit Hilfe des Zeigerwertes von Pflanzenarten für Bodenfeuchte (Ellenberg et al. 1991) werden für Vegetationsaufnahmen mittlere Feuchtwerte für den jeweiligen Bestand berechnet und unter Zuhilfenahme eines DGMs räumlich extrapoliert. Auf dieser Grundlage ist es teilweise möglich durch Regressionsgleichungen, abhängig von der Bodenart, mittlere Grundwasserflurabstände abzuschätzen.

Mover 2 weist drei Einzelmodule auf. Mover2.x berechnet Vegetationseinheiten in Abhängigkeit von Nutzung²⁹, Distanz zur Flussmitte und Überflutungsdauer. Mover2.K verwendet statt der Distanz zur Flussmitte eine Uferzonierung. In Mover-FZ werden dagegen die Vegetationseinheiten - wie bei Mover2.x - in Abhängigkeit von Distanz zur Flussmitte, Überflutungsdauer und Nutzungsaspekten berechnet, hier jedoch unter Verwendung von fuzzifizierten Eingangsdaten.

In Mover 3 erfolgt die Berechnung der Vegetationseinheiten in Abhängigkeit von Nutzung, Boden, pflanzenverfügbarem Bodenwasser und Überflutungsdauer. Bei Mover3.x wird die Überflutungsdauer mit freien Regeltabellen berücksichtigt und bei Mover 3.1 in Abhängigkeit von Nutzung, Boden, Frühjahrsvernässung (BKF1) und Überflutungsdauer.

5.7.2 Die Systemkomponente MOCAR - Laufkäfer

In der Systemkomponente MOCAR [BCE, 2010] wird die Eignung der Flussaue als Lebensraum für Laufkäfer untersucht. Es wird eine Artenpotenzialabschätzung auf der Basis der Ergebnisse von Mover3 durchgeführt. Die Mover3 Pflanzengesellschaften werden dabei noch nach den Merkmalen Sonnenexposition und dem Vorhandensein oder dem Nicht-Vorhandensein von Uferverbau und Hochwassergenist differenziert. Zusätzlich werden Artenpotenzialabschätzungen für vegetationsfreie Kies- und Schotterbänke durchgeführt. Die Potenzialabschätzung berücksichtigt allgemeine Verbreitungsangaben der Laufkäferarten, so dass die Berechnung auf Arten beschränkt wird, deren Verbreitungsgebiet einen konkreten Bundeswasserstraßenabschnitt enthält.

5.7.3 Die Systemkomponente MOMOR – Schnecken und Muscheln

In der Systemkomponente MOMOR [Foeckler et al., 2006] wird die Habitatverfügbarkeit für Schnecken und Muscheln im Untersuchungsraum abgebildet. Die modellrelevanten Parameter werden durch einen automatisierten Entscheidungsbaum abgefragt.

Die Modelle wurden anhand von Daten aus den Flussgebieten Elbe und Donau erstellt. Dabei stellte sich heraus, dass die Molluskenbesiedlung in den beiden Flussgebieten sehr unter-

schiedlich ist und sich somit kein einheitliches Regelwerk erstellen ließ. Deshalb wurde auch von der sonst verwendeten Nomenklatur der Module abgewichen.

Das Modul MOMOR Elbe führt über Nutzung, Gewässertyp und Überflutungsdauer der Standorte zu den funktionalen Gruppen, welche über eine Schematabelle mit standorttypischen Molluskenarten verbunden sind. Das vereinfachte Modul MOMOR Elbe LV verwendet statt der Überflutungsdauer die Höhenlage über Mittelwasser. Dieser Parameter ist einfacher zu generieren, aber damit gelingt keine feine Abstufung der Grün-/Offenlandstandorte.

An der Donau wird das Habitat ebenfalls in Abhängigkeit von seiner Höhenlage über dem mittleren Flusswasserstand ermittelt. Hier kommt aber zusätzlich zu Nutzung und Gewässertyp die Bodenart als Parameter hinzu. Das resultierende Modell, realisiert als Modul MOMOR Donau, hat eine ähnliche Güte (~76%) wie sein Pendant an der Elbe. Bei MOMOR Donau LV fällt der Parameter Bodenart weg, wodurch sich auch hier die Modellgüte verringert.

Für den Rhein konnte wegen der wesentlich ungünstigeren Datenlage lediglich ein eingeschränktes Vorhersagemodell entwickelt werden. Dieses basiert ausschließlich auf Literaturrecherchen und wurde nicht als Modul umgesetzt.

5.7.4 Die Systemkomponente MOFIR - Fische

In der Systemkomponente MOFIR wird die Eignung des Flusses als Habitat für einzelne Fischarten bzw. fischökologische Gruppen bestimmt [Wieprecht et al., 2008 + 2010]. Im Modul Mofir1 liegt eine einfachere Berechnungsmethodik vor, mit der die Habitateignung für fischökologische Gruppen bestimmt wird. Die Bestimmung erfolgt in der Regel für einhundert Meter lange Fließabschnitte getrennt für linke und rechte Flussseite. Hierzu werden zunächst Schlüsselparameter wie Strömung, Wassertiefe und deren Variabilität sowie dominierendes Substrat und Vorhandensein von Deckungsmöglichkeiten herangezogen. Zusätzliche Strukturparameter wie Querstrukturen, Rinnen, Bühnenfelder und Buchten differenzieren die Ergebnisse.

Das komplexere Auswertungssystem MOFIR2 basiert auf den Fuzzy-Regelwerken des Fischhabitatmodells CASIMIR der Universität Stuttgart. Die Arbeiten bauen auf eine mindestens 2D-Hydrnumerische Modellierung des Gewässers auf. Hieraus stammen vor allem räumlich differenzierte Daten zu Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe. Als Ergebnisse entstehen räumliche Verteilungsmuster der Eignung als Lebensraum für einzelne Fischarten in unterschiedlichen Altersstadien.

Zusätzlich enthält MOFIR mit Esox noch ein Modul zur Ausweisung von Laichhabitaten für den Hecht. Hechte laichen in bewachsenen Uferzonen und zeitweise überstauten Wiesen. Dabei muss für eine erfolgreiche Vermehrung das Laichhabitat bis zum Ende der Laichentwicklung von Wasser bedeckt sein und eine Verbindung zum Fluss aufweisen. Die Zeitdauer der Laichentwicklung inklusive postembryonale Phase richtet sich dabei nach Wasser- und Lufttemperaturen.

In Esox werden aus einer Ganglinie des Flusswasserstandes während einer Hochwasserperiode die zugehörigen Überflutungsflächen ermittelt. Zusätzlich werden die Luft- und Wasser-

temperaturen im Zeitraum der Laichentwicklung und der anschließenden postembryonalen Phase betrachtet. Ist eine für die Laichentwicklung geeignete Fläche lange genug überflutet und am Ende der postembryonalen Phase noch mit dem Gewässer verbunden, wird sie als Hechtlaichhabitat ausgewiesen.

5.7.5 Die Systemkomponente MOBER - Makrozoobenthos

In der Systemkomponente MOBER [Wieprecht et al., 2009] erfolgt die modellhafte Untersuchung des Makrozoobenthos eines Flusses und dessen möglichen Änderungen infolge Veränderungen in deren Rahmenbedingungen. Die Rahmenbedingungen sind ähnlich denen bei MOFIR. Es werden Informationen zur Wassertiefe, zur Strömungsexposition und Fließgeschwindigkeit des Wassers, zur Uferneigung und zum vorhandenen Substrat benötigt. Weitere Informationen sind z.B. Wellenschlagexposition, Stabilität der Gewässersohle und Angaben zu Sonderstrukturen wie Blöcke, Spalten, Totholz und Makrophyten.

Das Modul MOBER1 ermittelt Bewertungsflächen für die Habitate von Makrozoobenthos auf der Grundlage von Wassertiefe, Fließzonen, Querprofilflächen und Gewässerslinien. Diese Bewertungsflächen sind Abgrenzungen im Gewässer zur Beschreibung der Mesohabitate von Makrozoobenthos.

5.7.6 Die Systemkomponente ESIDO – Allgemeine Habitatkomponente

Mit diesem Modul können im Geographischen Informationssystem auf einfachem Wege neue Regeltabellen erstellt bzw. editiert werden. Hierzu benötigt man lediglich zwei oder mehr Klassifizierte Rasterdatensätze. Diese werden einander überlagert und die existierenden Parameterkombinationen ermittelt. Ein Editor erleichtert die weitere Bearbeitung der Regeltabellen, die anschließend zur Prognose der räumlichen Verteilung ökologischer Komponenten eingesetzt werden können.

5.8 Der Systembaustein [Regeln]

Das Modul Schutz berechnet aus verschiedenen Schutzgebietsdaten sensitive Flächen (Hotspots) bezogen auf die Überlagerung von Schutzgebieten und gibt damit einen schnellen Überblick über die Bedeutung der im Maßnahmengebiet vorhandenen Schutzgebiete. Zusätzlich erfolgt die Berücksichtigung des Schutzstatus in den Modellergebnissen verbal in der individuellen Bewertung durch den Modellierer. Innerhalb der Modellierung selbst wird der Schutzstatus bereits in den Modellregeln automatisch verwendet.

5.9 Der Systembaustein [Mensch]

Im Systembaustein [Mensch] soll in Zukunft die Systemkomponente SOZIO zur Anwendung kommen. Bisher erfolgt auch hier die Berücksichtigung des menschlichen Handelns in den

Modellergebnissen nur verbal anhand der individuellen Bewertung durch den Modellierer. Innerhalb der Modellierung selbst werden sozio-ökonomische Aspekte ebenfalls in den Modellregeln automatisch verwendet.

5.10 Der Systembaustein [Bewertung]

Im Systembaustein [Bewertung] werden vor allem Module zur Bewertung der ökologischen Modellierungen bereit gestellt. Bei Realisierung der Systemkomponente COSTVAL können in Zukunft die Ergebnisse der ökologischen Modellierungen von Veränderungen in der Flussaue den Kosten dieser Veränderungen gegenüber gestellt und so eine Kosten-Nutzen-Analyse vorgenommen werden.

5.10.1 Die Systemkomponente BIOVAL

In der Systemkomponente BIOVAL sind vor allem die den biotischen Systemkomponenten und deren Modulen zuzuordnenden Bewertungsmodule zusammengefasst. In der Bewertung werden prinzipiell ein Referenzzustand (meist der Istzustand) mit Veränderungs-Rechenfällen verglichen. Eingangsdaten sind die Ergebnisse der unterschiedlichen Module. Es sind Valveg für die Vegetation, Valcar für die Laufkäfer, Valmol für die Mollusken, Valfisch für die Fischhabitats und Valbent für das Makrozoobenthos. Außerdem finden sich hier die Bewertungsmodule Valmorph (UVU Bewertungsrahmen Hydromorphologie Fluss, Küste und Kanal) und Valsoil.

5.10.2 Die Systemkomponente COSTVAL

Die Systemkomponente COSTVAL ist derzeit technisch noch nicht realisiert. Es existiert allerdings in INFORM.DSS das Gerüst dieser Systemkomponente einschließlich der erforderlichen Eingabemasken und einiger Ausgabertools.

5.11 Der Systembaustein [Ergebnisse]

Im Systembaustein [Ergebnisse] werden die Modellierungsergebnisse für eine sinnvolle und übersichtliche Präsentation aufbereitet.

5.11.1 Die Systemkomponente VERGLEICH

In der Systemkomponente VERGLEICH kann ein Vergleich von Modellergebnissen vorgenommen werden. Außerdem wird deren visuelle Darstellung in Karten- und Diagrammform ermöglicht.

5.11.2 Die Systemkomponente PRÄSENTATION

Die Systemkomponente PRÄSENTATION dient der Präsentation von Eingangsdaten und Berechnungsergebnissen. Dazu werden die Standard ArcGISTM-Funktionen genutzt. Die Visualisierungsvorschriften werden zentral gespeichert und können den Eingangs- und Ergebnissen beim Registrieren zugeordnet werden.

5.12 Der Systembaustein [Spezielle Fragen]

Der Systembaustein [Spezielle Fragen] beinhaltet Spezialfälle bzw. Spezialanwendungen der ökologischen Modellierung.

5.12.1 Die Systemkomponente CANODAT

Die Systemkomponente CANODAT wird zur Übernahme und Bearbeitung von mit der Statistik-Software CANOCO [ter Braak & Smilauer, 2002] erstellten multivariaten statistischen Modellen benötigt.

5.12.2 Die Systemkomponente ZELLAUT

In der Systemkomponente ZELLAUT findet eine Simulation der Aktivität und des Ausbreitungsverhaltens von Vegetation und Fauna mit einem Zellulären Automaten statt.

5.12.3 Die Systemkomponente FUZZY

Die Systemkomponente FUZZY wird zur Modellierung unter Verwendung unscharfen Wissens benötigt. Sie dient auch der Erstellung und Bearbeitung von Fuzzy-Konfigurationsdateien für die Module MOVER 2-FZ und Fuzzy Logic.

5.13 Der Systembaustein [Sicherheit]

Im Systembaustein [Sicherheit] wird überprüft, mit welchen Unsicherheiten die Modelluntersuchungen und deren Ergebnisse behaftet sind.

5.13.1 Die Systemkomponente QUANTUN

In der Systemkomponente QUANTUN schätzt das Modul Quantun mittels der Berechnung der Sensitivität gegenüber der Veränderung der Eingangsdaten Pflanzenverfügbares Bodenwasser und Überflutungsdauer Unsicherheiten ab für das Vegetationsmodell Mover3 ab.

6 INFORM.DSS

INFORM.DSS, das Entscheidungs-Unterstützungssystem innerhalb von INFORM ist hauptsächlich für den Einsatz in der frühen Planungsphase von Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung konzipiert worden, in der zu überlegen ist, mit welchen baulichen Eingriffen bestimmte hydraulische und/oder andere wasserbauliche Projektziele erreicht werden können. INFORM.DSS dient sozusagen als Pre-Processor für INFORM. Im System vorhandene Maßnahmenwerkzeuge ermöglichen es, auf einfache Weise und in vergleichsweise kurzer Zeit mehrere alternative konstruktive Planungen am Bildschirm zu kreieren. Ausführliche Informationen zu Konzept und Bedienung von INFORM.DSS sind dem BfG-Bericht 1563 [2008] sowie den Handbüchern [BCE, 2008] zu entnehmen.

6.1 INFORM.DSS-Architektur

INFORM3 und INFORM.DSS haben diverse Tools, mit denen wechselseitig Informationen ausgetauscht werden können. Dabei läuft der Datenaustausch in der Regel über den INFORM-Server der BfG. INFORM.DSS kann sowohl von BfG-Mitarbeitern als auch von externen Anwendern eingesetzt werden. Die Kommunikation zwischen einem externen Anwender und der BfG wird via Internet ebenfalls über den INFORM-Server in der BfG realisiert (Abb. 8). Dabei erfolgt die Zugriffs- und Rechteverwaltung sowie die Bereitstellung von Kartenservices über die BfG-Datenhaltung GGInA.

6.1.1 Experten- und Anwendermodus

Als Grundlage für die Bearbeitungen mit INFORM.DSS dient ein 1D-hydrnumerisches Modell. Als Rechenkern dienen dabei die BfG-Programme FLYS und KWERT. INFORM.DSS leistet weitgehende Hilfestellung bei Aufbau und Kalibrierung des Modells. Um die eigentliche Anwendung (ökologische Einschätzung von Planungsalternativen) einem möglichst breiten Kreis zu ermöglichen, ist das System dabei zweigeteilt:

Im Expertenmodus wird das hydraulische Modell von einem Spezialisten der BfG aufgebaut und – üblicherweise für den Istzustand - kalibriert. Dieser Referenzzustand (auch: Nullrechenfall) kann ausschließlich durch den Experten verändert werden.

Der Anwender kann seine Planungsalternativen auf dieser Grundlage testen. Üblicherweise wird er dabei diverse Planungsalternativen (Rechenfälle A...Z) betrachten. Ohne in die Tiefen der hydraulischen Modellierung einsteigen zu müssen, kann der Anwender die Wirkung unterschiedlicher (Bau-) Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen innerhalb der Grenzen des kalibrierten Modells testen. Prüfroutinen helfen dabei, unrealistische Ausmaße und Überlagerungen von Maßnahmen zu erkennen.

Auf Wunsch des Anwenders erfolgt jeweils nach der Erstellung einer Planungsalternative (Rechenfall X) die Ermittlung der veränderten Flusswasserstände. Erscheinen die hydraulischen

schon Ergebnisse dem Anwender plausibel und zielführend, gibt er die Ergebnisse für INFORM3 frei und es erfolgt die ökologische Modellierung mit INFORM3 an der BfG. Als Ergebnis werden dem Anwender Bewertungskarten sowie vergleichende Tabellen und Diagramme der Ergebnisse seiner Bearbeitungen zur Verfügung gestellt.

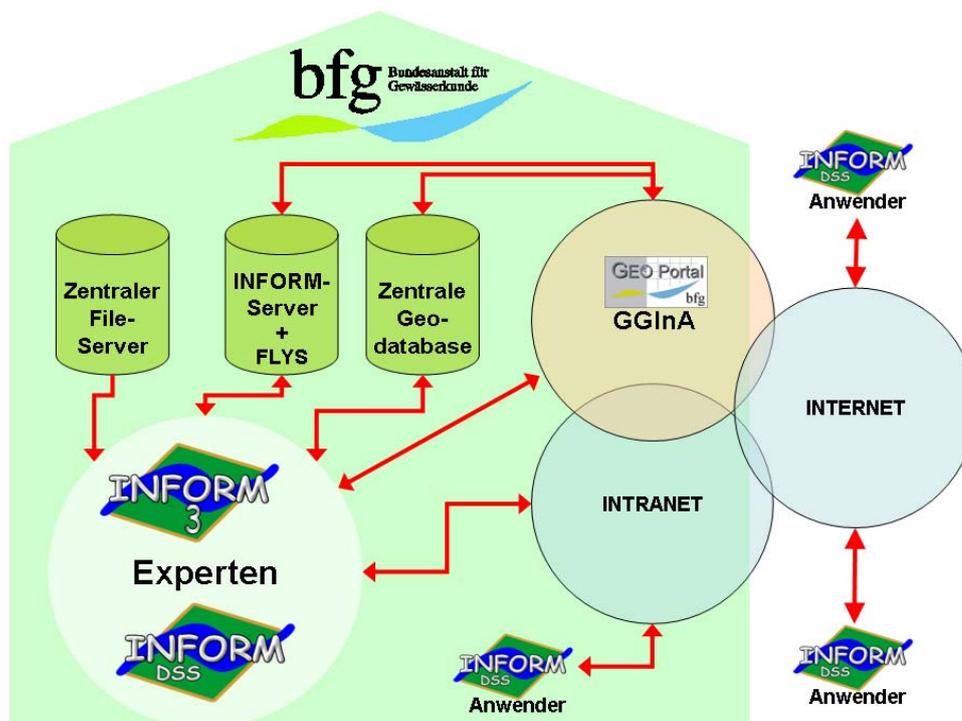


Abb. 8: INFORM: Interne und Externe Kommunikation

Hinter der Aufteilung in Experten- und Anwendermodus steckt die Idee, dass der Anwender seine Projektkennnisse und –erfordernisse einbringen kann, ohne ein IT- oder GIS-Experte sein zu müssen. Allgemeine Computerkenntnisse reichen folglich zur Bedienung von INFORM.DSS völlig aus. Die GIS-relevanten Prozesse und die eigentlichen hydraulischen und ökologischen Modellierungen werden als modelltechnische „Rahmenbedingungen“ eingespeist.

6.1.2 Der Hauptbildschirm von INFORM.DSS

Die grafische Anwenderoberfläche von INFORM.DSS (Abb. 9) ermöglicht dem Anwender ein bequemes Bearbeiten der Problemstellung. Sie stellt ihm Werkzeuge zur Verfügung, mit denen er auf einfachem Wege seine Planungen in Modelleingangsdaten für Rechenfälle umsetzen kann. Prinzipiell erfolgt dabei die Bearbeitung entsprechend der Anordnung der Schalter im Navigationsfenster von oben nach unten. Nur Rechenfälle, für die bereits die hydraulische Abschätzung durchgeführt worden ist, werden für die ökologische Berechnung frei gegeben.

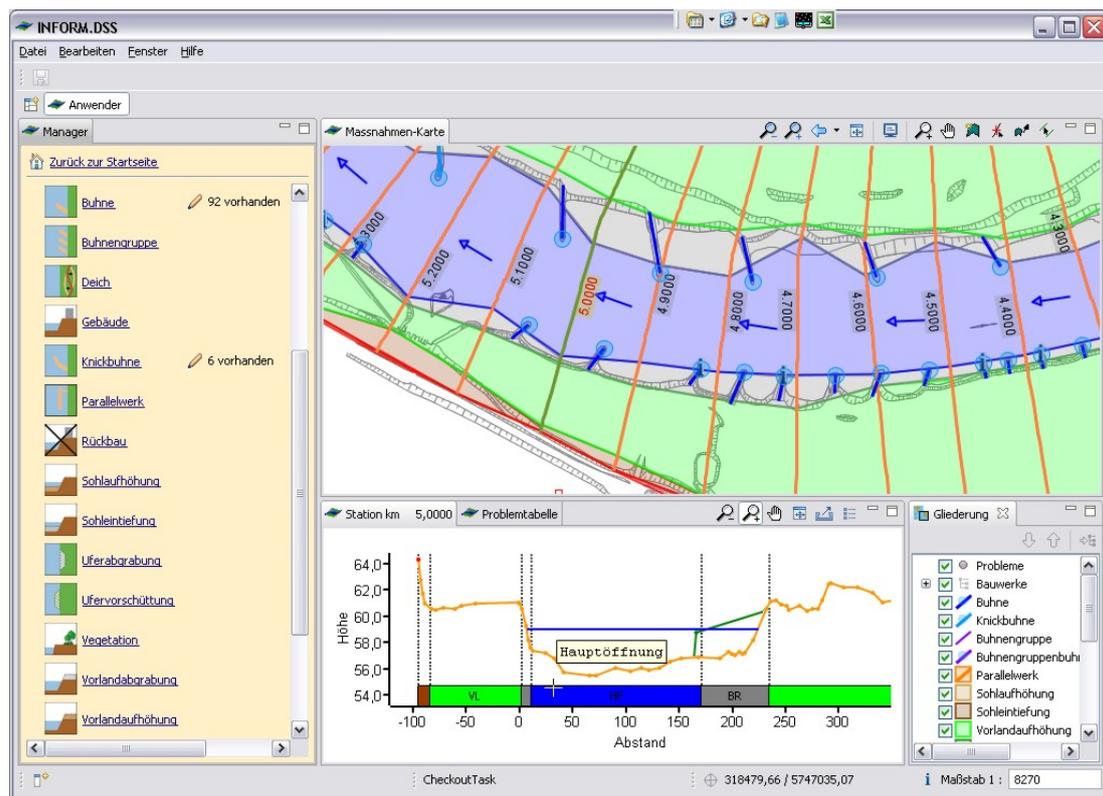


Abb. 9: Bildschirmoberfläche von INFORM.DSS

Im Kartenfenster (Abb. 9 rechts) wird in INFORM.DSS vorzugsweise ein Lageplan des Untersuchungsraumes dargestellt, zum Beispiel hinterlegt mit der digitalen Bundeswasserstraßenkarte. Innerhalb des Kartenfensters bewegt man sich mit den in einem GIS üblichen Navigationswerkzeugen. Die „Konstruktion“ der auf den Planungen beruhenden Bauwerke wird in diesem Kartenfenster durchgeführt, eine schematische Darstellung der Maßnahme wird automatisch im zuvor im Kartenfenster ausgewählten Querprofil (Fenster unten Mitte in Abb. 9) angezeigt. Das Fenster rechts unten enthält eine Legende mit Erläuterungen zu den im Lageplan und im Querprofil verwendeten Zeichen und Farben.

6.1.3 Die Maßmentools in GIDHAM

Der Schalter „Maßnahmen (GIDHAM)“ (Abb. 9 - links) öffnet ein Menü zur Auswahl unterschiedlicher Schaltknöpfe (Abb. 10). Zur Zeit sind als (Bau-) Maßnahmen realisiert:

- Errichtung von Bauwerken in der Flussaue
- Bau von Einzelbuhnen (auch Knickbuhnen) und Buhnengruppen
- Bau von Parallelwerken
- Aufhöhung oder Eintiefung der Gewässersohle als Folge von Sedimentation oder Erosion durch Vorgabe von Sedimentations- bzw. Erosionsraten und -zeiten. Mit diesen Tools lassen sich auch bauliche Maßnahmen an der Gewässersohle wie Baggerung, Geschiebezugabe und Kolkverfüllung simulieren.
- Abgrabungen oder Anschüttungen am Ufer
- Abgrabungen oder Aufhöhungen im Vorland. Abgrabungen können z.B. auch Flutmulden sein, Aufhöhungen z.B. Deponien.
- Deichverlegungen, also Deichvor- und -rückverlegungen, die den Abflussquerschnitt bei Hochwasser aufweiten oder einengen und eine Verschiebung der Abflusszonen im hydraulischen Modell erzeugen
- Vegetationsänderungen im Vorland, die als flächige (z.B. neuer Auwald) oder linienhafte (z.B. Hecke) Strukturen eingegeben werden können. Die Veränderungen gegenüber dem Ist-Zustand definieren sich über Art (Auwald, Gebüsch, Wiese, Acker etc.) und Dichte (einzeln, licht, mittel, dicht) des Bewuchses, denen entsprechende Vorland-Rauhigkeiten zugeordnet sind..

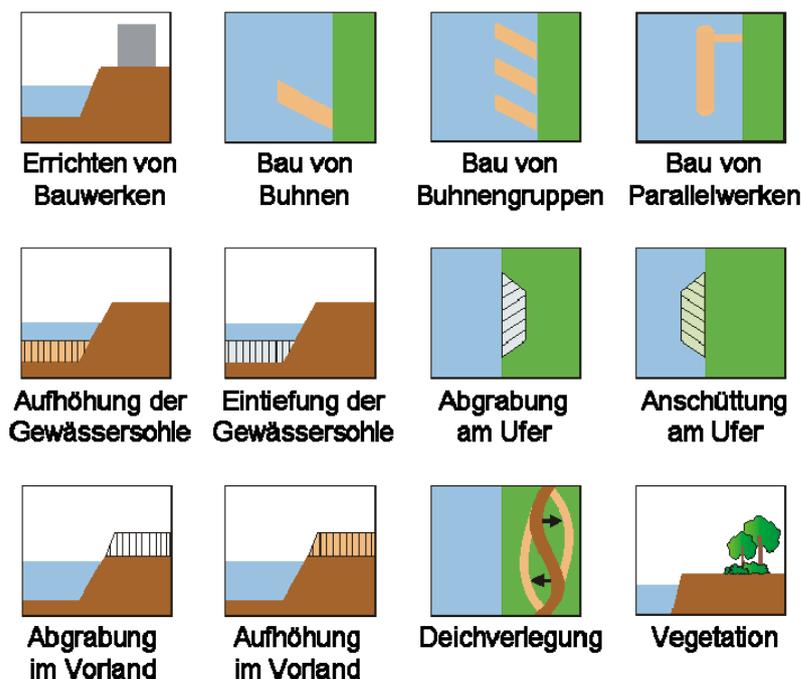


Abb. 10: Die Maßnahmen in „GIDHAM“

6.2 Arbeiten mit INFORM.DSS

In diesem Abschnitt soll kurz gezeigt werden, wie sich der Ablauf einer typischen Bearbeitung mit INFORM.DSS darstellt. Ausführliche Informationen hierzu finden sich in der Literatur [BfG-1563, 2008]

6.2.1 Projektantrag und –Aufbau

Der Anwender startet die zuvor auf seinen Arbeitsplatz-PC kopierte INFORM.DSS Software und beantragt ein neues Projekt. Hierbei wird er durch ein Formular geführt, das den Bearbeitern in der BfG die grundlegenden Informationen zum Projektaufbau liefert. Genauer wird im Dialog zwischen Anwender und Experte geklärt. Auf Grundlage der Wünsche des Anwenders baut der Experte dann das hydronumerische 1D-Modell für das Projekt auf und erstellt den Nullrechenfall.

Ist dies geschehen, wird beim nächsten Start der Software der Anwender automatisch darüber informiert, dass sein Projekt nunmehr auf dem Server zum Download bereit liegt. Durch einfaches Anklicken kann dieses Projekt dann auf den Arbeitsplatz-PC des Anwenders kopiert werden. Das Projekt enthält die vereinbarten (Geo-) Daten und den kalibrierten Nullrechenfall. Diese Grundkonfiguration kann vom Anwender nicht verändert werden. Er kann allerdings zusätzliche (Geo-) Daten einladen und vor allem weitere Rechenfälle erstellen.

Um einen Rechenfall zu erstellen bietet es sich zunächst an, den Nullrechenfall zu kopieren und dieser Kopie eine neue Bezeichnung zu geben. In diesem Rechenfall können nun neue Maßnahmen platziert, aber auch bestehende Bauwerke (z.B. Bühnen) verändert (z.B. neue Bühnenkopfhöhe), ersetzt (z.B. durch ein Parallelwerk oder auch durch Knickbühnen mit oder ohne Kerbe) oder auch einfach vollständig gelöscht werden.

6.2.2 Anwendung der Maßnahmentools in GIDHAM

Durch das Anklicken eines der vorgegebenen Tools wird in INFORM.DSS eine an die vorgegebene Maßnahme angepasste Eingabemaske geöffnet. Mit Ausnahme der die Gewässersohle betreffenden Tools wird generell abgefragt, auf welcher Seite des Flusses die Maßnahme durchgeführt werden soll. Diese Abfrage ist erforderlich, da die der späteren Berechnung hinterlegten WSV-Querprofile diese Kennung erfordern. Es folgen die auf die jeweilige Maßnahme abgestimmten Abfragen wie z.B. nach der Gebäudehöhe bei „Bauwerken“ oder nach der Bühnenkopfhöhe, Rücken- und Kopfneigung bei „Bühnen“ oder nach der ober- und unterstromigen Höhe einer Uferanschüttung sowie nach deren Böschungsneigung.

Bei Vorlandaufhöhungen gibt es die Abfrage nach einer geneigten oder einer ebenen Oberfläche der Aufhöhung. Bei einer geneigten Oberfläche werden die Höhen der 4 Eckpunkte der Fläche, bei einer ebenen Oberfläche nur eine einzige NN-Höhe angegeben. Bei Sohlaufrhöhung und Sohleintiefung wird zunächst nach dem Typ gefragt. Handelt es sich um ein Erosions- oder Sedimentationsproblem, werden eine Eintiefungs- bzw. Aufhöhungsrate (cm/Jahr) sowie die Anzahl der zu berücksichtigenden Jahre eingegeben. Handelt es sich

dagegen um eine bauliche Maßnahme (Baggerung, Verklappung), müssen die oberstromige und die unterstromige Sohlhöhe vorgegeben werden.

Der Schalter „zeichnen“ erlaubt dem Anwender die Platzierung seiner Maßnahme im Lageplan. Dabei ist zwingend die Reihenfolge der Konstruktionspunkte einzuhalten. Eine Prinzipskizze hilft dabei, die Maßnahme korrekt zu konstruieren. Nach Abschluss der Dateneingabe werden die hydraulischen Kennwerte der von den Änderungen betroffenen Querprofile seitens GIDHAM automatisch an die neue Situation angepasst.

6.2.3 Die hydraulische Abschätzung mit FLYS

Die hydraulischen Abschätzungen in INFORM.DSS werden mit der flusshydraulischen Software FLYS der BfG durchgeführt. FLYS liegt das auf WSV-Querprofilen basierende 1D-Modell KWERT zur Ermittlung von Flusswasserspiegellagen zu Grunde. Die unter Abschnitt 6.2.1 vorgestellten Maßnahmen werden in ihrer hydraulischen Wirkung auf die betroffenen Querprofile übertragen. Dabei wird bei Vorliegen mehrerer Maßnahmen in einem Querprofilabschnitt (z.B. zwei Buhnen) die Maßnahme mit der größeren Auswirkung berücksichtigt.

Die hydraulische Abschätzung wird vom Anwender selbst aktiviert. Dazu muss er lediglich die entsprechenden Rechenfälle selektieren und auf „Starten“ klicken. Dies hat zur Folge, dass die Daten der in dem neuen Rechenfall vorgenommenen Veränderungen an den BfG-INFORM-Server gesendet werden. Dort wird anschließend die hydraulische Abschätzung mit FLYS automatisch durchgeführt. Nach kurzer Zeit liegt dem Anwender das Ergebnis der hydraulischen Abschätzung zur Analyse und Weiterverwendung vor (Beispiel in Abb. 11). Erscheinen die hydraulischen Ergebnisse als plausibel und sind die Zielkriterien erfüllt, folgt der nächste Schritt. Unter „Berechnung der Biotik“ selektiert der Anwender die entsprechenden Rechenfälle und sendet die Daten an die BfG.

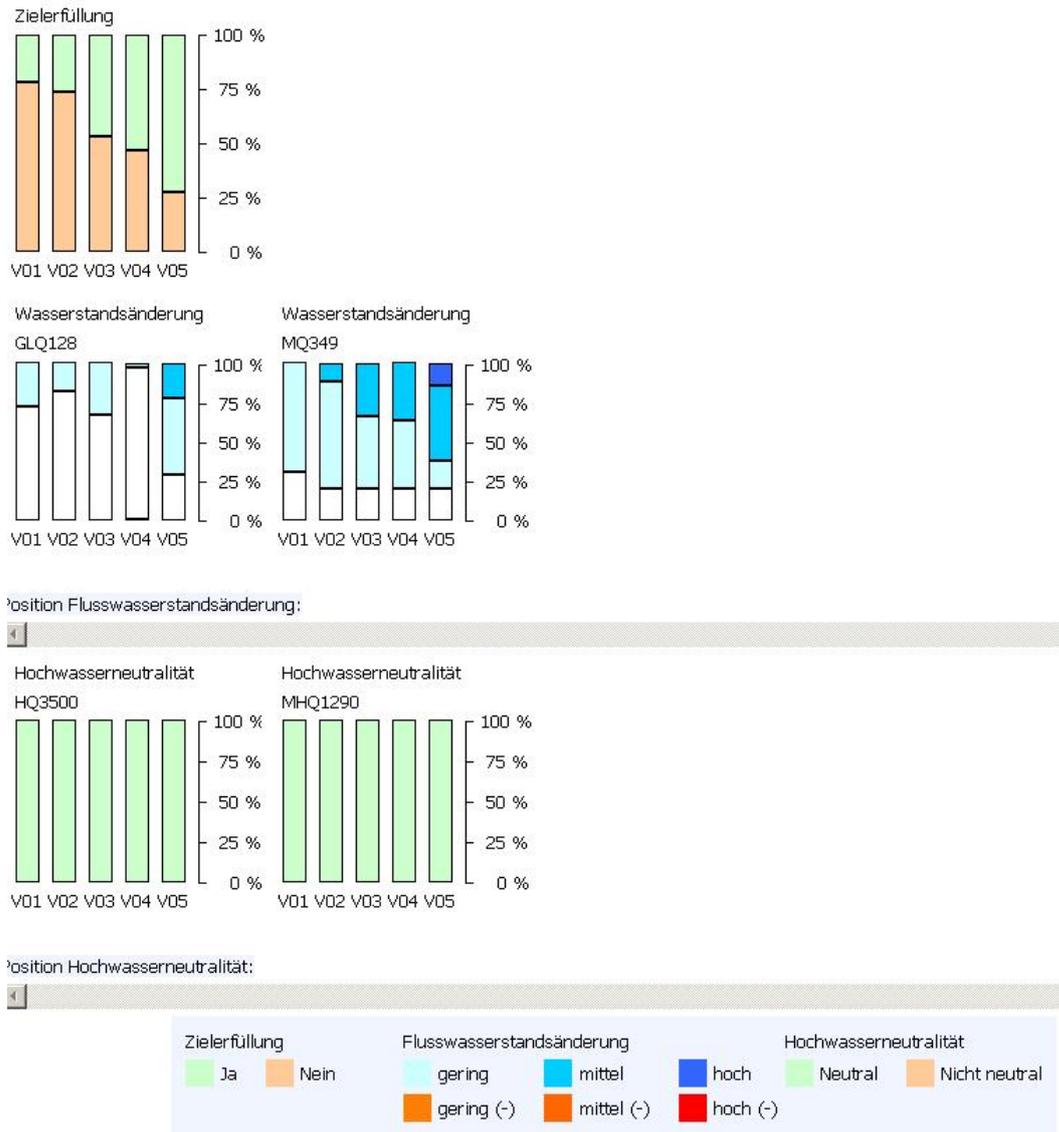


Abb. 11: Vergleich der hydraulischen Abschätzung für fünf Rechenfälle

6.2.4 Die ökologische Berechnung und Bewertung

Nur Rechenfälle, die sich in der hydraulischen Berechnung als sinnvoll erwiesen haben, werden einer ökologischen Berechnung unterzogen, da diese wesentlich zeitaufwändiger ist als die hydraulische Berechnung und zudem noch ein manuelles Eingreifen sowie eine Ergebnisplausibilisierung durch einen INFORM-Experten erfordert.

Die ökologische Berechnung erfolgt ausschließlich in der BfG, weil die Regelwerke von INFORM angewendet werden müssen. Eine automatische Durchführung der Berechnungen in den Systemkomponenten MOVER, MOCAR, MOMOR, MOFIR und MOBER, wie sie bei der Hydraulik erfolgt, ist nicht möglich.

Statt einer komplexen Bewertung, wie sie in INFORM zur Anwendung gelangt, wird bei INFORM.DSS ein vergleichsweise einfaches Bewertungsverfahren angewendet. Zunächst wird festgelegt, welche Parameter bewertet werden. Bei der Vegetation wird dies hauptsächlich der Schutzstatus des Biotoptyps sein. Dieser kann durch die Parameter Regenerierbarkeit, Natürlichkeit oder Seltenheit ergänzt werden. Jeder Parameter wird zunächst separat betrachtet. Das gilt auch für die Fauna. Bei der Fauna können Laufkäfer, Schnecken/Muscheln, Fische und Makrozoobenthos zur Bewertung herangezogen werden.

Die ökologische Bewertung in INFORM.DSS ist generell auf den Nullrechenfall bezogen. Dieser ist i.d.R. identisch mit dem Ist-Zustand im Untersuchungsraum. Bei der Bewertung wird ein Vergleich der Ergebnisse der Rechenfälle zu diesem Ist-Zustand vorgenommen. Grundlage dieses Vergleiches ist die Anzahl der gegenüber dem Istzustand veränderten Rasterzellen. Da alle Rasterzellen die gleiche Größe aufweisen, ist die Anzahl der Veränderungsflächen ein Maß für die Intensität der Veränderung. Die Veränderungsflächen werden in Karten dargestellt und können zu Balkendiagrammen, die die Größenordnung der Veränderungen der einzelnen Rechenfälle ausweisen, summiert werden. Auf diese Weise ist es leicht möglich, den ökologisch verträglichsten Rechenfall zu finden.

Hat der Bearbeiter in der BfG die Ergebnisse der Berechnungen mit INFORM vorliegen, wird er diese in das INFORM.DSS Projekt auf dem INFORM-Server einstellen. Beim nächsten Start von INFORM.DSS wird der Anwender automatisch darüber informiert, dass das lokale Projekt aktualisiert werden kann.

6.3 Ergebnisse mit INFORM.DSS

Der Kostenmanager in INFORM.DSS kann erste Anhaltspunkte zu möglichen Kosten von geplanten Maßnahmen und Planungsalternativen geben. Wenn dies gewünscht ist, müssen für die Maßnahmen Kostenpotenziale als Einheitspreise definiert werden. Dabei können sowohl Pauschalpreise (Beispiel: 1 m³ Buhnvolumen kostet xxx €) als auch konkrete Einheitspreise (Beispiel: Einbau von 1m³ Wasserbausteine Klasse 3 kostet xxx €) angegeben werden. Durch zusätzliche Vorgabe möglicher Kompensationskosten lässt sich darauf aufbauend ein Nutzen-Kosten-Faktor als Überschlagswert ermitteln.

Unmittelbar nach Durchführung der hydraulischen Abschätzung werden die Ergebnisse der Rechenfälle in INFORM.DSS automatisch visualisiert. Über einen Ergebnis-Button können diese Darstellungen jederzeit erneut aufgerufen werden. Nach Durchführung der ökologischen Berechnungen in der BfG erhält der Anwender eine Nachricht, dass die Ergebnisse seiner Rechenfälle zum Download bereit gestellt wurden. Auch diese Rechenergebnisse lassen sich über den Ergebnis-Button visualisieren.

6.3.1 Ergebnisse der hydraulischen Abschätzung

Für jeden Rechenfall, der einer hydraulischen Abschätzung unterzogen wurde, wird eine neue Wasserspiegellage ermittelt. Dabei wird für jeden Abschätzungspunkt (i.d.R. Flussstationierung entsprechend dem Abstand der Querprofile) ein Wert ausgewiesen. Die Ergebnista-

belle (Abb. 12) enthält nur generelle Angaben zur Hydraulik. Es werden Bereiche entsprechend zuvor festgelegten Klassengrenzen ausgewiesen. Die neue Wasserspiegellage wird mit der Ausgangslage verglichen und dabei überprüft, ob das gewünschte Ziel (z.B. eine Wasserstandsanhhebung von 10 bis 15 cm in einem bestimmten Untersuchungsabschnitt) erreicht wurde. Ist dies der Fall, erhält die entsprechende Tabellenzelle ein grün hinterlegtes „ja“, andernfalls ein „nein“, das orange hinterlegt wird.

Station km	Zielerfüllung	Flußwasserstandsänderung		Hochwasserneutralität	
	MQ349	GLQ128	MQ349	MHQ1290	HQ3500
6,700	Ja	keine	keine	Ja	Ja
6,600	Ja	keine	keine	Ja	Ja
6,500	Ja	keine	keine	Ja	Ja
6,400	Ja	keine	keine	Ja	Ja
6,300	Ja	keine	keine	Ja	Ja
6,200	Ja	keine	keine	Ja	Ja
6,100	Ja	keine	keine	Ja	Ja
6,000	Ja	keine	keine	Ja	Ja
5,900	Ja	keine	keine	Ja	Ja
5,800	Ja	keine	keine	Ja	Ja
5,700	Ja	keine	keine	Ja	Ja
5,600	Ja	keine	keine	Ja	Ja
5,500	Ja	keine	keine	Ja	Ja
5,400	Ja	keine	keine	Ja	Ja
5,300	Ja	keine	gering	Ja	Ja
5,200	Nein	keine	gering	Ja	Ja
5,100	Nein	keine	gering	Ja	Ja
5,000	Nein	gering (-)	gering	Ja	Ja
4,900	Ja	keine	mittel	Ja	Ja
4,800	Nein	keine	mittel	Ja	Ja
4,700	Nein	keine	mittel	Ja	Ja
4,600	Nein	gering	mittel	Ja	Ja
4,500	Nein	gering	mittel	Ja	Ja

Abb. 12: Ergebnisse der hydraulischen Abschätzung eines Rechenfalles

Zusätzlich wird ausgewiesen, ob die entsprechend vorgegebenen Kriterien für Hochwasserabflüsse (z.B. MHQ und HQ_x) geforderte Hochwasserneutralität gewährleistet ist. Auch hier erfolgt die Ausweisung, des Ergebnisses mit „ja“ oder „nein“. Für weitere vorgegebene Abflüsse (z.B. GLQ14 und MQ) listet INFORM.DSS die Größenordnung der Veränderung des Wasserspiegellagen auf. Dabei werden die Angaben, getrennt in Anhebungen (blau hinterlegt) und Absenkungen (orange hinterlegt), als gering, mittel oder groß aufgelistet.

Diese Informationen können auch im Kartenfenster dargestellt werden. Dabei wird für Wasserstandsänderung, Zielerfüllung und Hochwasserneutralität je ein Kartenlayer angelegt. Die Darstellung erfolgt in Form einer an der Flussachse orientierten Bändergrafik mit den Flussquerprofilen zugeordneten Abschnitten. Die dargestellten Farben entsprechen denen in der Hydrauliktafel.

6.3.2 Ergebnisse der ökologischen Modellierung

Die Ergebnisse der ökologischen Berechnungen mit INFORM werden unter dem „Ergebnis-Button“ von INFORM.DSS aufgerufen. Hier wird zunächst der für die Ergebnisansicht gewünschte Rechenfall ausgewählt. Prinzipiell liegen die Berechnungsergebnisse als digitale Kartenlayer vor. Je nach zu Projektbeginn festgesetzten Zielen können diese unterschiedliche Inhalte aufweisen. Meist werden Kartenlayer der Vegetationsbedeckung und der Lebensraumeignung für bestimmte Faunengruppen (oder Spezies) erzeugt.

Diese für den Referenzzustand und die Varianten zu vergleichen ist häufig aufgrund der Kleinräumigkeit von Veränderungen schwierig. Deshalb werden in der Regel zusätzlich Kartenlayer mit Darstellung von Flächen mit Veränderung des Vegetations- bzw. faunistischen (naturschutzfachlichen) Status gegenüber dem Ist-Zustand hergestellt werden (Abb. 13). Verbesserungen der Situation sind in grünen Farbtönen markiert, Verschlechterungen in roten Farbtönen.

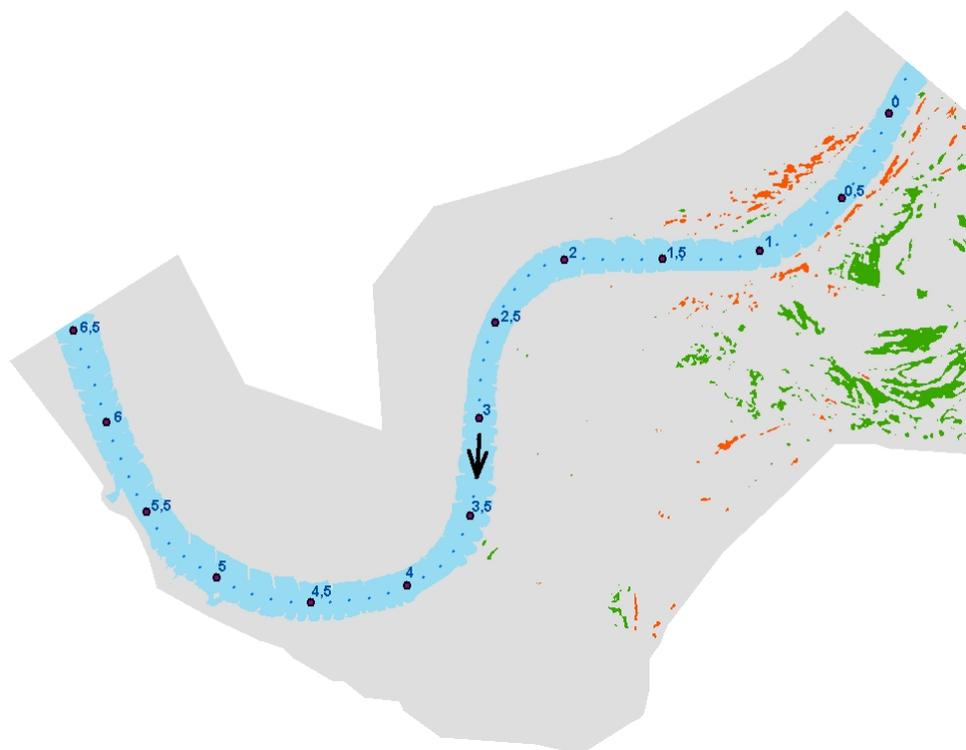


Abb. 13: Kartenlayer mit gegenüber dem Istzustand veränderten Flächen

Als Beispiel soll hier das naturschutzfachliche Bewertungskriterium „Rote-Liste-Status“ der Biotoptypen dienen. In diesem Kartenlayer sind die Flächen grün markiert, bei denen eine Verbesserung des Schutzstatus zu erwarten sein wird. Rot markiert sind dagegen die Flächen, auf denen mit einer Verminderung des Schutzstatus gerechnet werden muss. Gerade im letzteren Fall können eventuell durch Anpassungen der vorhandenen oder zusätzlicher Planungsvarianten (Rechenfälle) die negativen Auswirkungen auf die Ökologie reduziert werden. Falls die Planungsvariante, z.B. aus hydraulischen Gründen, unbedingt umgesetzt werden muss,

wird bereits in diesem frühen Planungsstadium die Größe des Aufwands für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen bewusst.

6.3.3 Ergebnisse der Bewertung

Die Ergebnisse der Rechenfälle lassen sich in Balkendiagrammen untereinander vergleichen. Einerseits werden die Veränderungen zum Referenzzustand als Zusammenfassung der Kartenergebnisse dargestellt und andererseits diese Ergebnisse in der ökologischen Bewertung zusammen gefasst.

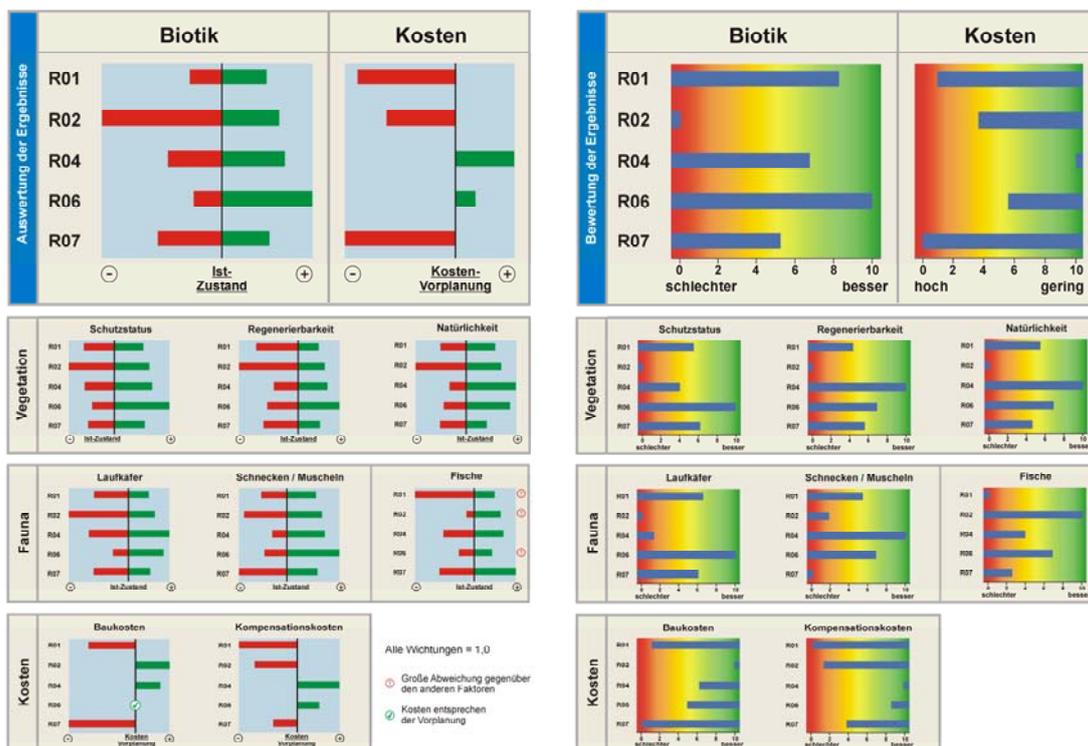


Abb. 14: Vergleich (links) und Bewertung (rechts) der ökologischen Berechnung

Beim Vergleich der flächenmäßigen Veränderungen zum Referenzzustand (Abb. 14 links) werden für jeden Rechenfall die positiv (grün) und die negativ (rot) veränderten Flächen aufsummiert und das Summenergebnis in Balkendiagrammen dargestellt. Die Balken beginnen jeweils an der senkrechten Linie des Referenzzustandes. Die Länge der Balken stellt ein Maß für die Größe der Veränderung dar. Es gibt ein Diagramm pro berücksichtigtes Kriterium (Schutzgut). Für die Balkendarstellung im Diagramm „Biotik“ werden die Einzelergebnisse von Vegetation und Fauna aufsummiert.

In der Bewertungsgrafik (Abb. 14 rechts) werden nur die negativen Veränderungen zum Referenzzustand aufsummiert und normiert. Die Bewertungsergebnisse werden entsprechend der in Umweltverträglichkeitsuntersuchungen verwendeten Skala (sehr gering / gering / mittel / hoch / sehr hoch) in einer Wertungsskala von „schlechter bis besser“ bzw. „gering bis

hoch“ präsentiert. Bei der ökologischen Bewertung kann einzelnen Faktoren oder Kriterien eine stärkere Gewichtung zugewiesen werden. Die Grundeinstellung aller Faktoren und Kriterien ist 1,0.

Sowohl beim Vergleich (Abb. 14 links) als auch in der Bewertung (Abb. 14 rechts) werden aufsummierte („Biotik“) wie auch Einzelergebnisse zu Vegetation und Fauna dargestellt. So wird zum einen ein schneller Überblick gegeben, andererseits aber auch vermieden, dass ggf. konfliktträchtige Einzelbewertungen eines Schutzgutes verloren gehen. Sollte ein Faktor oder ein Kriterium im Vergleich zu den übrigen Faktoren und Kriterien stark abweichende Bewertungsergebnisse aufweisen, wird dies durch ein Ausrufezeichen ausgewiesen. Der Bearbeiter wird dadurch darauf hingewiesen, hier eine gründliche Überprüfung vorzunehmen.

6.3.4 Der generierte Projektbericht

Mit INFORM.DSS lässt sich auf einfache Weise ein Projektbericht erstellen, vorausgesetzt, der Bearbeiter hat bei der Rechenfallerstellung in INFORM.DSS die nötigen Grafiken geladen (Bild des Untersuchungsraumes, eigenes Logo) und jeweils die vorgegebenen Textfelder zur Einfügung von Beschreibungen und Erläuterungen ausgefüllt. Nach Anklicken des Schalters „Bericht erstellen“ in der Navigationsleiste in INFORM.DSS werden dem Anwender nacheinander mehrere Auswahllisten vorgestellt, in denen er ankreuzen kann, welche Texte, Karten, Listen und Diagramme er in den Bericht integriert haben möchte.

Auf der Titelseite erscheinen automatisch das Logo und der Name der projektbearbeitenden Institution sowie das INFORM-Logo und das Logo der BfG als Modellersteller. Der Projektname wird ebenso aus INFORM.DSS übernommen wie das Projektbild. Auch das Datum der Berichtserstellung wird vom System eingefügt. Das Inhaltsverzeichnis erstellt sich ebenfalls automatisch, und zwar anhand der vom Bearbeiter ausgewählten Ergebnispräsentationen. Die bei der Modellerstellung aufgestellte Beschreibung des Projektes wird übernommen, die Aufzählung einer tabellarischen Projekthistorie kann der Bearbeiter wahlweise hinzuschalten. Die als Grundlage der Modellierung verwendeten Daten werden einzeln aufgeführt und deren Speicherort auf dem INFORM.DSS-Server angegeben, so dass sie jederzeit wiederzufinden sind. Anschließend folgt die Beschreibung der einzelnen Rechenfälle. Hier handelt es sich um die Wiedergabe des bei der Erstellung der Rechenfälle eingegebenen Textes. Jeder einzelne Rechenfall wird, so er denn zur Ergebnispräsentation ausgewählt wurde, mit der Maßnahmenbezeichnung, einer Kurzbeschreibung, einem zuvor ausgewählten Kartenausschnitt und einem erläuternden Langtext zur Maßnahme vorgestellt.

Die für die Kartendarstellungen maßgebenden Ausschnitte der Ergebnisse werden zu Beginn der Berichtskonfiguration festgelegt. Für jede Maßnahme kann ein separater Kartenausschnitt gewählt werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen der Darstellung im Text und einer ganzseitigen Darstellung der Maßnahme und des Ergebnisses im Anhang des Berichtes.

Die bei den hydraulischen Abschätzungen erstellten Tabellen werden für jeden Rechenfall in den Berichtstext übernommen, ebenso die verschiedenen Balkendiagramme. An einigen Stellen (z. B. bei der Bewertung der hydraulischen und der ökologischen Ergebnisse) ist zusätzlich das Einfügen individueller Texte in Form von Kommentaren des Sachbearbeiters zu den Ergebnissen möglich.

Abgesehen von den individuellen Bewertungstexten werden, unter der Voraussetzung des Vorliegens der Grundinformationen zu allen ausgeführten Rechenfällen, für die Konfiguration eines rd. 100-seitigen Projektberichtes nur 10 bis 15 Minuten Bearbeitungszeit benötigt.

6.4 Das Trainingsmodell in INFORM.DSS

Zur Ermöglichung einer unkomplizierten Einarbeitung in INFORM.DSS wurde seitens der BfG ein Trainingsmodell erstellt, mit dem der Nutzer anhand realer Daten beliebige Werkzeuge und Funktionen des Modellsystems testen kann. Für den Erstkontakt verfügt INFORM.DSS zusätzlich über ein Tutorial, das die Anwendung dieses Modells Schritt für Schritt erklärt. Ohne externe Hilfe kann sich ein zukünftiger Nutzer so innerhalb kurzer Zeit mit den Möglichkeiten von INFORM.DSS vertraut machen. Tutorial und Trainingsmodell sind von der Startseite aus zu aktivieren.

Das Trainingsmodell beinhaltet neben dem Bezugsrechenfall (0-Rechenfall) 5 verschiedene Rechenfälle (R01 bis R05), die nach dem Prinzip erstellt wurden, mit wenigen Fällen eine möglichst große Vielfalt an Teilaufgaben vorzustellen. Es bezieht sich auf einen überschaubaren Flussabschnitt von 6,7 km Länge. Dabei handelt es sich um einen realen Flussabschnitt, der für die vorliegenden Bearbeitungen anonymisiert wurde. Abbildung 15 zeigt diesen Flussabschnitt mit den im 100-Meter-Abstand vorhandenen Querprofilen (rote Linien) und den vorhandenen Buhnen (Striche mit blauem Kreis am Buhnenkopf).

Es wurden so unterschiedliche Situationen wie „Einstellung der Buhnenunterhaltung“ im Rechenfall R01 und „Ertüchtigung vorhandener Buhnen“ in R05 sowie „Errichtung eines Parallelwerkes“ statt der vorhandenen Buhnen in R02, „Durchführung einer Deichrückverlegung“ in R03 und Berücksichtigung einer „Fortschreitende Sohlenerosion“ in R04 berücksichtigt und berechnet. Die Berechnungen erfolgten für den gesamten dargestellten Untersuchungsraum. Der Nutzer kann mit dem Trainingsmodell beliebige weitere Rechenfälle erstellen, wobei er sich sowohl auf den Bezugsrechenfall als auch auf jeden der bereits vorliegenden Testrechenfälle als Bezugsrechenfall, zu dem er seine Veränderungen in Bezug auf die vorliegende Situation vornehmen will, beziehen kann.

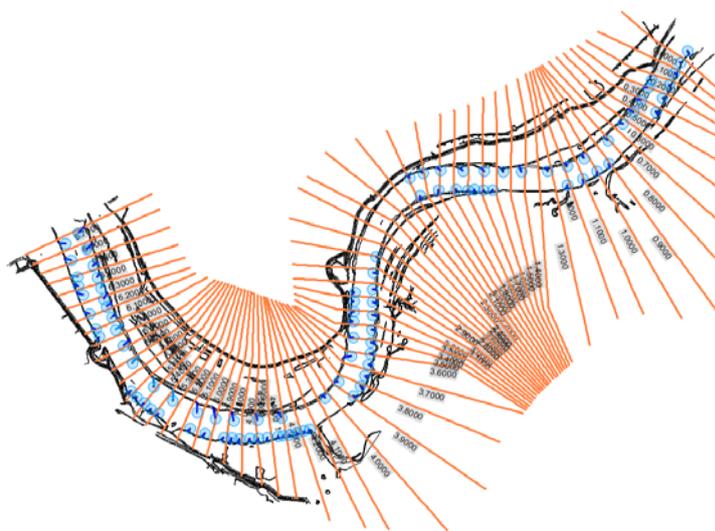


Abb. 15: Das Trainingsmodell in INFORM.DSS

7 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zu INFORM

Die Bundesverwaltung ist verpflichtet, ihre Arbeit und ihre interne Organisation am Prinzip der Wirtschaftlichkeit auszurichten. Deshalb sind heute für IT-Maßnahmen grundsätzlich Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen (WiBe) durchzuführen. Die Modellentwicklung INFORM basiert auf einer Machbarkeitsstudie mit positivem Ergebnis aus den Jahren 1994 bis 1997. Die anschließenden Programmierungen zu INFORM wurden ohne Durchführung einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung begonnen. Damals genügte noch die fachliche Notwendigkeit. Die Modellentwicklung wurde ständig fortgeschrieben und somit zunächst die Version 1 durch INFORM2 abgelöst, INFORM.DSS entwickelt und die Erweiterung zur Version 3 von INFORM begonnen, ohne eine WiBe durchzuführen. Dies wurde im Jahre 2009 nachgeholt.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen stellen eine Hilfestellung dar, mit der mittels festgeschriebener Vorgaben begründete und nachvollziehbare Aussagen über die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen getroffen werden können. Die IT-WiBe bildet somit den Bezugsrahmen, auf dessen Grundlage methodisch einheitliche Bewertungen vorgenommen werden. In einer WiBe wird sowohl die monetäre Wirtschaftlichkeit, als auch die Wirtschaftlichkeit in Hinsicht auf die qualitative Bedeutung der Maßnahme untersucht.

Bei der monetären Betrachtung werden Kosten und Nutzen einer Maßnahme berechnet. Der Nutzen ergibt sich z.B. durch Personaleinsparungen infolge rationelleren Arbeitens mit der neuen Software. Ein positiver Kapitalwert (Nutzen > Kosten) zeigt die monetäre Wirtschaftlichkeit der Maßnahme an. Bei INFORM und INFORM.DSS konnte kein positiver Kapitalwert ermittelt werden, weil sich diese Modellanwendungen noch in der Modellentwicklung und -erprobung befanden. Beide Systeme werden derzeit noch ausschließlich von wenigen Experten in der BfG angewendet. Eine weitergehende Modellanwendung wird erst stattfinden, wenn auch andere Referate in der BfG beide Systeme einsetzen und wenn INFORM.DSS in den Ämtern der WSV zum Einsatz kommt. Aber auch dann sind Personaleinsparungen kaum zu erwarten. Vielmehr steigt der Anspruch an wissenschaftlichem Inhalt und Umfang ökologischer Gutachten ständig. Durch die zukünftige Anwendung von Modellmethoden wird jedoch seitens der WSV eventuell verhindert werden können, weiteres Personal einstellen zu müssen.

Bei der Betrachtung der qualitativen Bedeutung muss die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme durch „Nicht quantifizierbare Nutzenkriterien“ nachgewiesen werden. Sie wird anhand der drei Kriterien „Dringlichkeit, Qualitativ-strategische Bedeutung und Externe Effekte“ überprüft. Jedes dieser Kriterien weist bis zu 13 Unterkriterien auf, für die Wertungspunkte vergeben werden müssen. Diese ergeben je Kriterium - nach einer vorgegebenen Wichtung der einzelnen Unterkriterien - in der Summe einen maximalen Kennwert von 100. Wird bei einem der drei Kriterien eine Punktzahl von 50 oder höher erreicht, ist die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme aus qualitativer Sicht nachgewiesen.

Zusatzinformationen zur Ermittlung der Kennwerte:

Das Kriterium „Dringlichkeit“ beinhaltet 11 Unterkriterien wie z.B. Ausbau- und Erweiterungsgrenzen des Programms, Bedienbarkeit und Ergonomie oder Erfüllung von Datenschutz und -sicherheit. Für jedes dieser Unterkriterien muss nach vorgegebenen Definitionen eine Wertung zwischen 0 (z.B. nicht von Bedeutung oder gewährleistet oder nicht eingeschränkt) und 10 (z.B. gravierende Mängel oder geltende Rechtsnormen sind nicht eingehalten oder Modellausbau bzw. -erweiterung nicht möglich, aber erforderlich) vergeben werden. Die Wertung ist jeweils zu begründen. Jedes Unterkriterium weist eine fest vorgegebene Wichtigkeit auf, so dass die wesentlichen Faktoren in der Bewertung und Verrechnung der Punkte stärker zur Geltung kommen, als die Unwesentlichen. Das Kriterium „Qualitativ-strategische Bedeutung“ beinhaltet 13 Unterkriterien, das Kriterium „Externe Effekte“ 11.

7.1 WiBe INFORM3

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für INFORM3 bezog sich auf den Siebenjahreszeitraum von 2007 bis 2013. In 2007 erfolgten die Ausschreibung der Entwicklungsarbeiten, die Ver-gabeverhandlungen und die Auftragsvergabe. Danach wurden in 2008 und 2009 die Programmierung der neuen Systemkomponenten und die Aktualisierung der Systemarchitektur vorgenommen. In 2009 erfolgte bereits ein erster Teileinsatz von INFORM3. Das Jahr 2010 zeichnet sich durch Ergänzungsprogrammierungen und den weitergehenden Einsatz von INFORM3 aus. Spätestens ab 2011 wird sich die dann fertig programmierte Software im Voll-einsatz befinden. INFORM3 wird über den WiBe-Betrachtungszeitraum hinaus eingesetzt werden.

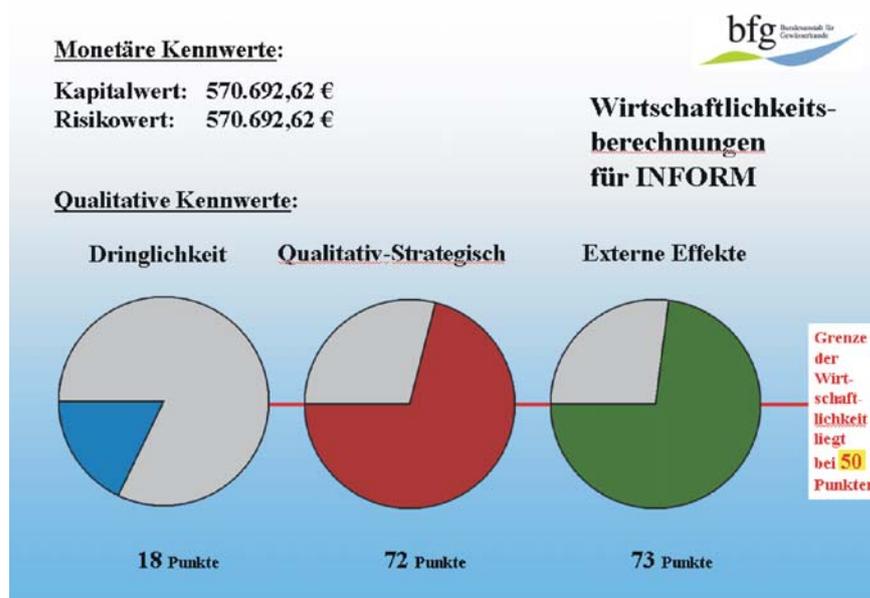


Abb. 16: WiBe-Kennwerte für die Wirtschaftlichkeit von INFORM3

Der in der WiBe ermittelte Kapitalwert dieser IT-Maßnahme beträgt -570.692 € Er entspricht dem Risikowert. Der haushaltswirksame Kapitalwert beträgt -398.654 € Damit liegt der nicht haushaltswirksame Kapitalwert bei -172.038 € Der größte Anteil dieser Summen entfällt auf die Kosten der Vergabe. Nur 38.856 € werden zur Systemeinführung, also z.B. zur Schulung bzw. Einarbeitung der Erstanwender und des IT-Personals benötigt. Die Betriebskosten wurden mit 15.000 € angesetzt.

Die qualitativen Kriterien gaben den Ausschlag für die Wirtschaftlichkeit. Bei der Dringlichkeit konnte INFORM3 zwar nicht sonderlich Punkten, weil eine „zwingende“ schnelle Einführung dieses Systems nicht erforderlich ist, bei den beiden übrigen Kriterien liegt die Maßnahme aber jeweils deutlich über der Grenze von 50 Punkten. Die Betrachtung und Bewertung der Qualitativ-Strategischen Kriterien (Abb. 16) führte zu 72 Punkten und die Betrachtung der Externen Effekte mit 73 Punkten nahezu zur gleichen Bewertung.

7.2 WiBe INFORM.DSS

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für INFORM.DSS bezog sich auf den Siebenjahreszeitraum von 2006 bis 2012. In 2006 erfolgten die Ausschreibung der Entwicklungsarbeiten, die Vergabeverhandlungen und die Auftragsvergabe. Danach wurden in 2007 und 2008 die Programmierung der intuitiv bedienbaren Benutzeroberfläche zu INFORM vorgenommen. In 2009 begann die Softwarenutzung. INFORM.DSS wird über den WiBe-Betrachtungszeitraum hinaus eingesetzt werden.

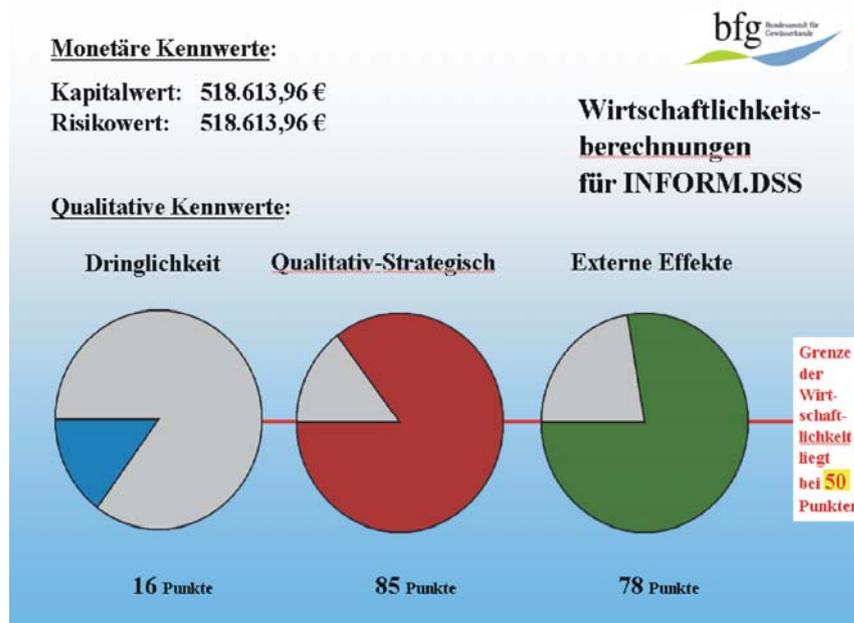


Abb. 17: WiBe-Kennwerte für die Wirtschaftlichkeit von INFORM.DSS

Der in der WiBe ermittelte Kapitalwert dieser IT-Maßnahme beträgt -518.613 € Auch dieser Wert entspricht dem Risikowert. Der haushaltswirksame Kapitalwert beträgt -367.734 €

Damit erreicht der nicht haushaltswirksame Kapitalwert eine Höhe von -150.879 €. Der größte Anteil dieser Summen entfällt auf die Kosten der Vergabe. Nur 17.535 € werden zur System-einführung, also z.B. zur Schulung bzw. Einarbeitung der Erstanwender und des IT-Personals benötigt. Die Betriebskosten wurden mit 15.795 € angesetzt.

Die qualitativen Kriterien gaben den Ausschlag für die Wirtschaftlichkeit. Bei der Dringlichkeit konnte INFORM.DSS ebenfalls nicht sonderlich Punkten, weil auch hier keine „zwingende“ schnelle Einführung dieses Systems erforderlich ist. Bei den beiden übrigen Kriterien liegt die Maßnahme aber ebenfalls deutlich über der Grenze von 50 Punkten. Die Betrachtung und Bewertung der Qualitativ-Strategischen Kriterien (Abb. 17) führte mit 85 Punkten zur höchsten Einzelwertung und die Betrachtung der Externen Effekte erreichte mit 78 Punkten auch einen noch höheren Wert als INFORM3.

7.3 Ergebnis

INFORM und INFORM.DSS waren ursprünglich als zwei Modellsysteme mit unterschiedlichen Datenanforderungen und unterschiedlichen Zielsetzungen konzipiert und entwickelt worden. Aus diesem Grunde erfolgten getrennte WiBe-Untersuchungen. Als Ergebnis beider Betrachtungen ist jetzt die Wirtschaftlichkeit sowohl von INFORM als auch von INFORM.DSS nachgewiesen. Die neueste Konzeption sieht vor, INFORM.DSS als integralen Bestandteil von INFORM zu verwenden. Aus diesem Grunde werden die beiden vorliegenden WiBe-Ergebnisse nachfolgend einer verbalen Gesamtbetrachtung unterzogen.

INFORM und INFORM.DSS wurden für die WSV entwickelt, um zukünftigen Ansprüchen an eine Gutachtenerstellung zu ökologischen Fragestellungen zu entsprechen. Zum jetzigen Zeitpunkt ist eine zwingende Einführung und Anwendung dieser Systeme (z.B. auf Grund gesetzlicher Vorgaben) folglich nicht gegeben. In der Qualitativ-strategischen Bedeutung und den Externen Effekten werden dagegen die zukünftigen Vorteile einer Anwendung dieser Systeme besonders deutlich. Hier konnte bei vielen Unterkriterien sogar die Höchstpunktzahl 10 vergeben werden (bei INFORM 3 insgesamt 7 Mal, bei INFORM.DSS sogar 10 Mal bei jeweils insgesamt 24 Unterkriterien).

Beide Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen führten zu dem Ergebnis, dass weder eine monetäre Wirtschaftlichkeit noch eine besondere Dringlichkeit zu Grunde liegt. Beide IT-Verfahren punkten dagegen überzeugend in den qualitativen Kennwerten „Qualitativ-strategische Kriterien“ und „Externe Effekte“. Die Ergebnisse liegen mit 72 bis 85 von 100 möglichen Punkten alle deutlich über der Wirtschaftlichkeitsmarke von 50 Punkten. Folglich ist davon auszugehen, dass eine Gesamtbetrachtung bei diesen beiden Kriterien ebenfalls jeweils eine Punktzahl deutlich über 70 ergeben würde und somit das Gesamtsystem auch als wirtschaftlich zu bezeichnen ist. Im Übrigen wird spätestens zur Vergabe einer Weiterentwicklung von INFORM zur Version 4 die Erstellung einer Gesamt-WiBe erforderlich sein.

8 **Ausblick**

INFORM wird in Zukunft das zentrale Modell der Bundesanstalt für Gewässerkunde zur Prognose ökologischer Veränderungen in Flussauen sein. Es werden dann Modellierungen durchgeführt werden können, die auf das gesammelte Expertenwissen der BfG aufbauen. Die gutachterlichen Aussagen der BfG werden durch die integrierte Modellierung mit INFORM einen deutlich höheren und sichereren Aussagewert erhalten.

8.1 **Einsatz von INFORM**

Neben dem Einsatz von INFORM bei Fragen zu Ausbau und Unterhaltung von Bundeswasserstrassen sowie zu Nutzungsänderungen in der Flussaue ist in Zukunft der Einsatz im Zusammenhang mit der Durchführung von Umweltrisikoeinschätzungen (URE), Umweltverträglichkeitsuntersuchungen (UVU) und Untersuchungen zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vorgesehen. Dabei wird INFORM durch die schematisierte und regelbasierte Modellierung die Aussagen der BfG in den Gutachten zur Ökologie in einem wesentlichen Maße unterstützen und ergänzen.

Es liegen der BfG zurzeit mehrere Aufträge vor, so z.B. zur Begleitung der Baumaßnahmen zur Stabilisierung der Sohle in der Erosionsstrecke der Elbe zwischen Mühlberg und Saalemündung. Diese in mehreren Bauabschnitten vorgesehenen Baumaßnahmen werden sich mindestens bis 2015 erstrecken. Jeder dieser Bauabschnitte wird mit einer INFORM-Modellierung gutachterlich begleitet. Eine weitere INFORM-Beauftragung betrifft den Niederrheinabschnitt bei Emmerich, in dem eine grenzübergreifende ökologische Modellierung vorgenommen werden soll. Im Rahmen des vorgesehenen Donauausbaus findet derzeit eine Neuerfassung und Neubewertung der ökologischen Verhältnisse statt. Auch hier wird die beauftragte INFORM-Modellierung zu neuen und gesicherteren Kenntnissen führen. Die Modellierungen im Bereich der Tideelbe werden im Rahmen eines bestehenden Auftrages fortgesetzt, wobei ein besonderer Wert gelegt wird auf die Fortführung der Modellentwicklung der Systemkomponente TIDE.

Die Module Morpho und Valmorph werden durch Mitarbeiter des Referates M3 vor allem bei Bearbeitungen an der Elbe eingesetzt.

Im Rahmen des in der BfG laufenden Forschungsprojektes KLIWAS zur Ermittlung des Einflusses des zu erwartenden Klimawandels auf die Ökologie der Flussauen hat der Einsatz von INFORM begonnen.

Für die Beratungen zur Umweltverträglichkeitsstudie an der Donau zwischen Straubing und Vilshofen werden Modellierungen zu verschiedenen ökologischen Fragestellungen durchgeführt. Auch in anderen Forschungsprojekten der BfG (z.B. EU-Projekte oder bmb+f-Projekte) wird INFORM zum Einsatz kommen.

Prinzipiell kann INFORM3 natürlich auch außerhalb der BfG z.B. in Universitätsinstituten oder Forschungseinrichtungen (wie z.B. das Umweltforschungszentrum Halle/Leipzig) eingesetzt werden. Hierfür wird derzeit eine von den BfG-Servern unabhängige Version erstellt.

8.2 Weiterentwicklung von INFORM

INFORM kann wegen seiner Architektur aus Systembausteinen, Systemkomponenten und Modulen jederzeit ergänzt oder teilweise erneuert werden. So ist eine schnelle und flexible Anpassung an neue Erkenntnisse z.B. in der ökologischen Modellierung möglich. Die Modellregeln sind in speziellen Tabellen abgelegt, die sich von den BfG-Experten ohne Programmieraufwand ändern lassen, sofern es sich nur um neue Zuordnungen oder neue Grenzwerte handelt. Nur im Falle einer generellen Neueinschätzung der Abläufe (z.B. wenn bisher nicht vorhandene Verknüpfungen vorzunehmen sind) muss auch eine Programmanpassung durchgeführt werden, die in der Regel aber im Rahmen der regelmäßigen Modellrevision ausgeführt werden kann.

Die Maßnahmentools von INFORM.DSS werden vermutlich ergänzt werden müssen. Die vorliegenden Werkzeuge sind nur als von der BfG vorgegebene Grundausstattung anzusehen. Sollte sich im Einsatz innerhalb der WSV oder im externen Einsatz der Wunsch nach weiteren Werkzeugen einstellen, so wird deren Erstellung und Einpassung in das Modellsystem durch die BfG im Rahmen der Modellpflege realisiert werden können. Nach Akzeptanz durch die WSV könnte das in INFORM.DSS enthaltene Grundbewertungsmodul zur Kosten-Nutzen-Analyse entsprechend den Wünschen der WSV erweitert und angepasst werden.

INFORM wird in absehbarer Zukunft mit Sicherheit auch um Modellaspekte mit Gütebezug erweitert werden. Denkbar ist hierbei die Verknüpfung mit dem ebenfalls im Referat „Ökologische Wirkungszusammenhänge“ der BfG entwickelten Gewässergütemodell QSIM³⁰ zu nennen. Die Weiterentwicklung der qualitativen Aspekte in INFORM kann dann neben der Flusswasserqualität auch die Qualität des Grundwassers und vielleicht des Bodenwassers einschließen. Voraussetzung für die Berücksichtigung sind aber gesicherte Kenntnisse der Auswirkungen von Güteaspekten auf z.B. die Habitatqualität. Auf diesem Feld besteht noch ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

INFORM3 bietet in seiner Gesamtheit eine Funktionalität, die viele Aufgaben mit ökologischen Aspekten an Bundeswasserstraßen modellhaft bearbeiten kann. Die breite wissenschaftliche Basis in Zusammenspiel mit den Kommunikationswerkzeugen erlaubt die Möglichkeit einer Entscheidungsunterstützung in Fragen zu Ausbau, Unterhaltung und auch zur wasserwirtschaftlichen Unterhaltung der WSV.

Mit dieser Entwicklungsstufe ist INFORM3 eine ausgereifte Software zur integrierten ökologischen Modellierung, die an die IT-Strukturen der BfG gekoppelt ist. Mit der Entwicklung einer Stand-alone-Version wird INFORM für die Fachöffentlichkeit verfügbar, um so den Anwendungshorizont zu erweitern wie auch fachlichen Input von außen zur inhaltlichen Optimierung zu erhalten.

9 Literaturverzeichnis

9.1 Veröffentlichungen zu INFORM

Bertsch, W.; Fuchs, E.; Giebel, H. & M. Rink (1998): Auswirkungen von Flusswasserstandsänderungen auf das Ökosystem der Flussaue. - In: Fachtagung Zukunft der Hydrologie in Deutschland, Themenkomplex „Notwendigkeit integrativer Forschung“: Oberflächenwasser – Grundwasser. - BfG-Mitteilung 16, S. 182-191, Koblenz

Fuchs, E.; Giebel, H.; Horchler, P.; Liebenstein, H.; Rosenzweig, S. & F. Schöll (1995): Entwicklung grundlegender Methoden zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen langfristiger Änderungen des mittleren Wasserstandes in einem Fluss anhand eines Testmodells. - Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen (DGM) 39, Heft 6, S. 206-215, Koblenz

Fuchs, E. & W. Peter (2000): Modellierung und Bewertung ökologischer Veränderungen in Flussauen am Beispiel eines Deichvorlandbereiches. Aus: Stoffhaushalt von Auenökosystemen. S. 403-412, Springer, Berlin

Fuchs, E. (2001): The floodplain-model INFORM for predicting ecological impacts caused by alterations in mean river stage, Hydro-ecology: Linking Hydrology and Aquatic Ecology (Proceedings of Workshop HW2 held at Birmingham, UK, July 1999), IAHS Publ. No. 266 pp. 51-56

Fuchs, E., Giebel, H., Hettrich, A., Hüsing, V., Rosenzweig, S. & H.-J. Theis (2003): Einsatz von ökologischen Modellen in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung – Das integrierte Flussaunenmodell INFORM, Mitteilung Nr.25 der Bundesanstalt für Gewässerkunde, 162 Seiten, ISSN 1431–2409, Koblenz

Fuchs, E. (2005): Das öko-hydrologische Modellsystem INFORM – Hilfsinstrument für flussbegleitende Planungen. – In: Nacken, H., Bartussek, S. und H. Sewilam (Hrsg.): Entscheidungsunterstützung in der Wasserwirtschaft – von der Theorie zum Anwendungsfall – Beiträge zum Tag der Hydrologie 2005. 22./23. März 2005 in Aachen. – Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 10.05, S.111-118

Fuchs, E. (2006): Integrierte Auenmodellierung – ein Beitrag zur Entscheidungsunterstützung an Fließgewässern. – In: Spannungsfeld Fließgewässer: 36. IWASA, Internationales Wasserbau-Symposium Aachen 2006 / Ed. by J. Köngeter. Aachen: Shaker Verlag (Mitteilungen / Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen; 146) ISBN-10:3-8322-5523-0, S. C / 1-15

Fuchs, E., Giebel, H. & Rosenzweig, S. (2009): Verwendung von Prognosemodellen bei wasserwirtschaftlichen Planungen. – In: M. Scholz, K. Henle, F. Dziok, S. Stab & Foeckler, F. (Hrsg.): Entwicklung von Indikationssystemen am Beispiel der Elbaue – Ulmer Verlag, Stuttgart ISBN 978-3-8001-4427-3

- Henle, K., Dziok, F., Rink, M., Foeckler, F., Follner, K., Fuchs, E., Hettrich, A., Klotz, S., Rosenzweig, S., Schanowski, A., Scholz, M. & Stab, S. (2009): Versuchsplanung und statistische Auswertungen. – In: M. Scholz, K. Henle, F. Dziok, S. Stab & Foeckler, F. (Hrsg.): Entwicklung von Indikationssystemen am Beispiel der Elbaue – Ulmer Verlag, Stuttgart, ISBN 978-3-8001-4427-3
- Henle, K., Rink, M., Dziok, F., Follner, K. & Hettrich, A. (2009): Entwicklung von Indikationssystemen – methodische Grundlagen. – In: M. Scholz, K. Henle, F. Dziok, S. Stab & Foeckler, F. (Hrsg.): Entwicklung von Indikationssystemen am Beispiel der Elbaue. – Ulmer Verlag, ISBN 978-3-8001-4427-3
- Hens, T. und S. Rosenzweig (2008): INFORM.DSS – Ein entscheidungsunterstützendes Informationssystem für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes zur Berücksichtigung ökologischer Belange beim Gewässerausbau und der Gewässerunterhaltung. In: Gnauck, A. (Hrsg.): Modellierung und Simulation von Ökosystemen. Workshop Kölpinsee 2007. 230-240. Shaker, Aachen, ISBN 978-3-8322-7686-7
- Hettrich, A. & S. Rosenzweig (2002): Einsatz multivariater statistischer Modelle zur Ermittlung der Zusammenhänge zwischen Biotik und Abiotik sowie Prognose des ökologischen Zustandes von Flussauen. – In: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 46, H. 4, S. 156-165
- Hettrich, A. & S. Rosenzweig (2003): Multivariate statistics as a tool for model-based prediction of floodplain vegetation and fauna. *Ecological Modelling* 169, 73-87
- Hettrich, A. & Rink, M. (2009): Steuerfaktoren und ökologische Muster – multivariate Verfahren. – In: M. Scholz, K. Henle, F. Dziok, S. Stab & Foeckler, F. (Hrsg.): Entwicklung von Indikationssystemen am Beispiel der Elbaue. – Ulmer Verlag, ISBN 978-3-8001-4427-3
- Heuner, M. (2007): Erarbeitung von Habitatmodellen für Tideröhrliche. – In: Gnauck, A. (Hrsg.): Modellierung und Simulation von Ökosystemen. Workshop Kölpinsee 2006. 55-66. Shaker, Aachen, ISBN 978-3832260583
- Peter, W. (2001): Bedeutung und Grenzen von Höhenmodellen für Indikationssysteme in Auen, UFZ-Bericht 8/2001, S. 24-27, Leipzig/Halle
- Quick, I. (2011): Ermittlung und Bewertung hydromorphologischer Indikator-Parameter an Bundeswasserstraßen. in: BfG (Hrsg.): BfG-Veranstaltungen. Erfassung und Bewertung des hydromorphologischen Zustandes in Wasserstraßen. 13. Gewässermorphologisches Kolloquium. Koblenz
- Rosenzweig, S. (2005): Simulation and prediction of ecological changes in the floodplain due to ground erosion in the river Elbe – an INFORM project. – In: A.S. Komarov (ed.): The Fifth European Conference on Ecological Modelling. /Proceedings – ECEM, 164-166, Pushchino, Russia ISBN 5-7844-0120-3
- Rosenzweig, S. & Hettrich, A. (2007): Application of Ecological Submodels of INFORM. – In: Antonello, S. D. (Hrsg.): *Frontiers in Ecology Research*. 165-185. Nova Science Publishers, Inc. Hauppauge, USA, ISBN 1600210600

Rosenzweig, S. & Hüsing, V. (2009): Integriertes Prognosemodell für Flussauen. – In: M. Scholz, K. Henle, F. Dziok, S. Stab & Foeckler, F. (Hrsg.): Entwicklung von Indikationssystemen am Beispiel der Elbaue – Ulmer Verlag, Stuttgart

Rosenzweig, S. (2011): Hydromorphologie und Lebensraumeignung – Modellierungen mit INFORM in: BfG (Hrsg.): BfG-Veranstaltungen. Erfassung und Bewertung des hydromorphologischen Zustandes in Wasserstraßen. 13. Gewässermorphologisches Kolloquium. Koblenz

9.2 BfG-Berichte

BfG-0617 (1991): Ökologische Auswirkungen möglicher Wasserspiegeländerungen im Niederrhein von Bonn bis Emmerich, Auswirkungen auf die Höhenlage des angrenzenden Grundwassers, Prinzipielle Darstellung zukünftiger Bearbeitungen an einem Beispielmmodell. Bearbeitung: Giebel, Koblenz

BfG-0776 (1993): Entwicklung grundlegender Methoden zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen von Baumaßnahmen – insbesondere von Wasserspiegeländerungen – an Bundeswasserstraßen (Pilotstrecke Vynen/Rees), 1. Bericht: Darstellung der geologischen, hydrogeologischen und bodenkundlichen Verhältnisse. Bearbeitung: Rosenzweig, Koblenz

BfG-0849 (1995): Entwicklung grundlegender Methoden zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen von Baumaßnahmen – insbesondere von Wasserspiegeländerungen – an Bundeswasserstraßen (Pilotstrecke Vynen/Rees), 2. Bericht: ergänzende Darstellung geologischer, hydrogeologischer, grundwasserhydraulischer und anthropogener Verhältnisse. Bearbeitung: Giebel, Rosenzweig, Koblenz

BfG-0850 (1995): Entwicklung grundlegender Methoden zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen von Baumaßnahmen – insbesondere von Wasserspiegeländerungen – an Bundeswasserstraßen (Pilotstrecke Vynen/Rees), 3. Bericht: Darstellung des Bearbeitungsablaufes anhand eines Testmodells. Bearbeitung: Fuchs, Giebel, Horchler, Liebenstein, Rosenzweig, Schöll, Koblenz

BfG-1026 (1996): Entwicklung grundlegender Methoden zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen von Baumaßnahmen – insbesondere von Wasserspiegeländerungen – an Bundeswasserstraßen (Pilotstrecke Vynen/Rees), 4. Bericht: Ergebnisse der Prognoseberechnungen mit dem Grundwassermodell Vynen/Rees, Bearbeitung: Giebel, Koblenz

BfG-1332 (2001): Erstellung multivariater statistischer Modelle und deren Anwendung zur Prognose der ökologischen Ausstattung eines Raumes. Bearbeitung: Hettrich, Rosenzweig, Koblenz

BfG-1435 (2006): Ökologische Modellierungen für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung. Versuchsstrecke Wittenberg – Dessau an der Elbe. Bearbeitung: Giebel, Hettrich, Rosenzweig, Koblenz

- BfG-1563 (2008): Ökologische Modellierungen für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung – Das Entscheidungs-Unterstützungssystem INFORM.DSS. Bearbeitung: Dax, Giebel, Horchler, Rosenzweig, Schleuter, Koblenz
- BfG-1596 (2008): Ökologische Modellierungen zur Bühneninstandsetzung und Uferabgrabung – Pilotmaßnahme Klöden/Elbe 1. Zwischenbericht: Aufgabenstellung und Zusammenstellung der für die Modellierung erforderlichen Daten. Bearbeitung: Giebel, Rosenzweig, Schleuter, Koblenz
- BfG-1559 (2011): Verfahren zur Bewertung in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung an Bundeswasserstraßen. Gesamtbearbeitung: M.Sommer, M.Eberle. Koblenz.
- BfG-1643 (2011, in Bearbeitung): Ökologische Modellierungen zur Bühneninstandsetzung und Uferabgrabung – Pilotmaßnahme Klöden/Elbe, Beurteilung der ökologischen Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen des WSA Dresden. Bearbeitung: Giebel, Horchler, Rosenzweig, Schleuter, Koblenz
- BfG-1649 (2011, in Bearbeitung): Entwicklung der Fischhabitatkomponente MOFIR zum integrierten Flussauenmodell INFORM – Durchführung von Testmodellierungen zwecks Modellüberprüfung und Erweiterung der Modellregeln. Bearbeiter: Rosenzweig, Von Landwüst, Scholten, Wieland, Schleuter, Koblenz
- BfG-1656 (2011, in Bearbeitung): Entwicklung der Systemkomponente MOBER (Makrozoobenthos) zum integrierten Flussauenmodell INFORM – Grundlagen der Systemkomponente und Durchführung von Testmodellierungen zwecks Modellüberprüfung und Erweiterung der Modellregeln. Bearbeitung: Rosenzweig, Schleuter, Schöll, König, Koblenz
- BfG-1657 (2011, in Bearbeitung): Entwicklung der morphologischen Systemkomponente MORPHO zum integrierten Flussauenmodell INFORM – Grundlagen der Systemkomponente und Durchführung von Testmodellierungen zwecks Modellüberprüfung und Erweiterung der Modellregeln. Bearbeitung: Rosenzweig, Quick, Vollmer, Schleuter, Koblenz

9.3 Sonstige Berichte, Informationen, Handbücher

- AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5 Auflage. Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Staatliche Geologische Dienste. in Komm.: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- AG Bodenbewertung Bundeswasserstraßen (2008): Entwicklung eines Bodenbewertungsverfahrens zur Durchführung von Umweltverträglichkeitsuntersuchungen an Bundeswasserstraßen Abschlussbericht Teil 2 - Handbuch. im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde: melchior+wittpohl Ingenieurgesellschaft und Universität Hamburg, Fachbereich Geowissenschaften, Institut für Bodenkunde, Hamburg.
- BCE – Björnsen Beratende Ingenieure (2008): Entwicklung des Entscheidungs-Unterstützungssystems INFORM.DSS, Handbuch Anwender-Client. Koblenz

- BCE – Björnsen Beratende Ingenieure (2008): Entwicklung des Entscheidungs-Unterstützungssystems INFORM.DSS, Handbuch Experten-Client. Koblenz
- BCE & ConTerra GmbH (2008): Weiterentwicklung der Laufkäfersystemkomponente MOCAR. Entwicklung der Regeltabellen, Koblenz
- BCE – Björnsen Beratende Ingenieure (2010): INFORM Systemkomponente MOCAR, Bericht Validierung, Koblenz
- BCE & ConTerra GmbH (2010): Integriertes Flussauenmodell INFORM (Version 3). Handbuch, Koblenz
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (2007): Integrierte Flussauenmodellierung mit INFORM, Informationsblatt des Referates U2 der BfG, Koblenz
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (2007): Entscheidungsunterstützung bei baulichen Vorhaben am Ökosystem Fluss mit INFORM.DSS, Informationsblatt des Referates U2 der BfG, Koblenz
- Dax, G.; Fuchs, E.; Giebel, H.; Horchler, P.; Heuner, M.; Kofalk, S.; Konz, B.; Rosenzweig, S. & M. Schleuter (2008): Das ökologische Flussauenmodell INFORM für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung, Kurzinformation des Referates U2 der Bundesanstalt für Gewässerkunde, 4 Seiten, Koblenz
- Dax, G.; Fuchs, E.; Giebel, H.; Horchler, P.; Heuner, M.; Kofalk, S.; Konz, B.; Rosenzweig, S. & M. Schleuter (2009): Das integrierte Flussauenmodell INFORM, ein Planungsinstrument für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung zur Abbildung ökologischer Wirkungszusammenhänge und zur ökologischen Bewertung vorgesehener Veränderungen in Fluss und Aue, Informationsschrift des Referates U2 der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, 34 Seiten, 3 Anlagen, davon 3 Seiten englische Kurzfassung
- DIN 4220 (2008): Bodenkundliche Standortbeurteilung – Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten (normative und nominale Skalierungen). Beuth-Verlag, Berlin.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, Scripta Geobotanica 18 (2.Auflage 1992).
- Foekler, F. et al (2006): Erstellung eines Regel- und Bewertungswerkes für ein in das Flussauenmodell INFORM zu integrierendes Molluskenmodul (MOMOR), Endbericht, Rohrbach / Kallmünz
- Giebel, H. (2009): Wirtschaftlichkeitsberechnungen für INFORM, WiBe-Projektberichte zu den Modellentwicklungen INFORM3 und INFORM.DSS, U2-Information-0001 der Bundesanstalt für Gewässerkunde, 48 Seiten, Koblenz
- Müller, U. (2004): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodendatenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems. Hrsg.: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung. Arbeitshefte Boden, Heft 2004/2. in Komm.: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart..

ter Braak, C. J. F. ter and Šmilauer, P. (2002). CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Section on permutation methods. Microcomputer Power, Ithaca NY, USA

Wieprecht, S. et al. (2008): Technischer Bericht 09/2009: Entwicklung eines Fischhabitatmoduls (MOFIR) zum ökologischen Flussauenmodell INFORM. Bericht Regelerstellung, Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Stuttgart

Wieprecht, S. et al. (2009): Technischer Bericht 05/2008: Entwicklung eines Feinkonzeptes für MOBER zur Berücksichtigung von Makrozoobenthos in INFORM - Zwischenbericht, Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Stuttgart

Wieprecht, S. et al. (2010): Technischer Bericht 06/2010: Entwicklung eines Fischhabitatmoduls (MOFIR) zum ökologischen Flussauenmodell INFORM. Endbericht, Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Stuttgart

10 Glossar

-
- ¹ **INFORM:** INtegrated FIOodplain Response Model; Hiermit ist das gesamte Berechnungssystem gemeint, das INFORM ausmacht.
- ² **Flussaue:** Der gesamte Bereich der aktiv am Hochwassergeschehen teilha benden Aue einschließlich Fluss
- ³ **INFORM3:** Die als Erweiterung für ESRI® ArcGIS™ 9.3 entwickelte Software
- ⁴ **ESRI® ArcGIS™ 9.3:** Geografisches Informationssystem (GIS) der Firma ESRI®. Die Software besteht aus mehreren Teilen, darunter ArcMap™ und ArcCatalog™
- ⁵ **INFORM.DSS:** Entscheidungs-Unterstützungssystem (Decision Support System - DSS) mit nutzerfreundlicher Bildschirmoberfläche und einfachen Maßnahmewerkzeugen zur Untersuchung ökologischer Auswirkungen von Veränderungen in Flussauen
- ⁶ **KWERT:** 1D-hydrnumerisches Modell. Eigenentwicklung der BfG
- ⁷ **INFORM:** INtegrated FIOodplain Response Model
- ⁸ **Ökologische Modellierung:** Abbildung und Vorhersage der Eignung bestimmter Standorte für eine Besiedlung mit typischen Pflanzen- und Tiergemeinschaften. Synonyme Begriffe sind Lebensraum- oder Habitateignung
- ⁹ **INFORM.DSS:** Entscheidungs-Unterstützungssystem (Decision Support System - DSS) mit nutzerfreundlicher Bildschirmoberfläche und einfachen Maßnahmewerkzeugen zur Untersuchung ökologischer Auswirkungen von Veränderungen in Flussauen
- ¹⁰ **RIVA:** Robustes Indikationssystem für Veränderungen in Auen
- ¹¹ **GIDHAM:** Generierung von InputDaten für Hydraulische AbflussModellie- rungen
- ¹² **Esox:** Lateinisch für Hecht
- ¹³ **Fuzzy-Logic:** Theorie der unscharfen Mengen
- ¹⁴ **GGInA:** Gewässerkundliches Geografisches Informations- und Analysesys- tem der BfG
- ¹⁵ **MODFLOW:** Dreidimensionales Grundwassermodell des U.S. Geological Survey
- ¹⁶ **ESIDO:** Ecological SIte Data Overlay
- ¹⁷ **Enterprise Geodatenbank:** Relationales Datenbank Managementsystem für große, unterneh- mensweite Lösungen zur Verwaltung von Geodaten.
- ¹⁸ **Projektion:** Kartenprojektion; Abbildung der gekrümmten Oberfläche der Erde auf eine zweidimensionale Karte
- ¹⁹ **INFORM3-Datentyp:** Vordefinierte Datenvorlage für Eingangs- und Ausgangsdaten

-
- ²⁰ **BLOB:** Binary Large Object. In ESRI® Geodatenbanken genutzt, um binäre Informationen wie Symbologien oder CAD-Geometrien zu speichern
- ²¹ **FLYS:** FLusshYdrologische Software
- ²² **SOBEK:** 1D/2D Software zur hydronumerischen Modellierung
- ²³ **MOVER:** MOdels for VEgetation Response
- ²⁴ **MOCAR:** MOdels for CArabide Beetles Response
- ²⁵ **MOMOR:** MOdels for MOlluscs Response
- ²⁶ **MOFIR:** MOdels for FIsh Response
- ²⁷ **MOBER:** MOdels for BEnthos Response
- ²⁸ **ESIDO:** Ecological SIte Data Overlay
- ²⁹ **Nutzung:** Im Zusammenhang mit den biotischen Modellansätzen ist hier vor allem die landwirtschaftliche Nutzung gemeint. Darunter fallen Wiesen und Weiden, Brachflächen unterschiedlichen Alters bis hin zu Wald, aber auch Flächen mit potenziell natürlicher Vegetation.
- ³⁰ **QSIM:** Quality Simulation; Gewässergüremodell zur Simulation und Prognose des Stoffhaushalts und der Planktondynamik von Fließgewässern

Anlage 1

Systembausteine, Systemkomponenten und Module in **INFORM**

Ökologische Modellierungen für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung

Das integrierte Flussauenmodell  in seiner neuesten Fassung (Version 3)

Dipl.-Ing. Helmut Giebel

Dipl.-Geogr. Stephan Rosenzweig

Mai 2011

Auftraggeber: Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

SAP-Nr.: M39630202754

Anzahl der Seiten: 7

1.1 Systembausteine von INFORM

Systembausteine stellen eine übergeordnete Untersuchungseinheit in **INFORM** dar.

Beispiel: Flusswasser, Boden, Ökologie....(Abb.2 des Berichtes)

Schreibweise: [Flusswasser] bzw. [Boden] bzw. [Biotik] ...

Systembausteine:

Icon	Name	Beschreibung
	[Biotik] (bio tics)	Beinhaltet die Systemkomponenten MOVER, MOCAR, MOMOR, MOFIR und MOBER zur Berechnung und Berücksichtigung ökologischer Veränderungen in der Flussaue
	[Sicherheit] <i>der Prognose</i> (cert ainty of foerecast)	Beinhaltet die Systemkomponente QUANTUN zur Überprüfung der Genauigkeit der Modellierung
	[Grundwasser] (gr ound w ater)	Beinhaltet die Systemkomponenten GRUN-VER, GRUNDMOD und GRUNDBER zur Betrachtung des Grundwasserstandes und seiner Veränderung
	[Hydrologie] (hyd rology)	Beinhaltet die Systemkomponente EINZUG zur Berücksichtigung hydrologischer Ereignisse im Untersuchungsraum
	[Eingangsdaten] (inp ut)	Übergeordnete Einheit zur Vorbereitung von Flusswasserstandsdaten für die Modellierungen in INFORM. Enthält die Systemkomponenten GIDHAM, FLYS und WASTAND

Icon	Name	Beschreibung
	[Mensch] (human)	Beinhaltet die Systemkomponente SOZIO zur Berücksichtigung der Auswirkungen menschlichen Handelns
	[Morphologie] (morphology)	Beinhaltet die Systemkomponente MORPHO zur Berücksichtigung morphologischer Veränderungen im Fluss und in der Flussaue
	[Regeln] (rules)	Beinhaltet die Systemkomponente SCHUTZ zur Berücksichtigung allgemein anerkannter Regeln (z.B. FFH-Richtlinie) und Festlegungen (z.B. Ausweisung von Schutzgebieten)
	[Ergebnis] (result)	Beinhaltet die Systemkomponenten VERGLEICH und PRÄSENTATION zur Auswertung und Darstellung von Berechnungsergebnissen
	[Boden] (soil)	Beinhaltet die Systemkomponenten BODDAT und BODWAS zur Berücksichtigung des Einflusses des Bodens und seines Wassergehaltes auf die Vegetation
	[Spezielle Fragen] (special questions)	Beinhaltet die Systemkomponenten CANODAT, ZELLAUT und FUZZY zur Anwendung der Multivariaten Statistik, eines Zellulären Automaten und der Fuzzy Logik
	[Bewertung] (valuation)	Beinhaltet die Systemkomponenten BIOVAL und COSTVAL zur Zusammenführung und Bewertung der Modellergebnisse im Rahmen der vorgegebenen Regeln
	[Flusswasser] (water level)	Beinhaltet die Systemkomponenten EXTREM, FLUT und TIDE zur Berücksichtigung des Flusswasserstandes, seiner Veränderung und seines Einflusses auf die Flussaue

1.2 Systemkomponenten von INFORM

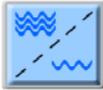
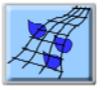
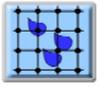
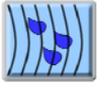
Systemkomponenten stellen einen fachlich abgegrenzten Untersuchungsbereich eines Systembausteins in **INFORM** dar.

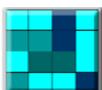
Beispiel: MOVER, MOCAR... in [Biotik]

Schreibweise: MOVER, MOCAR....

Systemkomponenten:

Icon	Name	Beschreibung
	BIOVAL	BIO logical eVAL uation: Systemkomponente zur ökologischen Bewertung von Veränderungen in Fluss und Aue
	BODDAT	Systemkomponente zur Verarbeitung, Analyse und Aggregation (3 Tiefenstufen) von vertikal differenzierten (Horizonte) BOD en DAT en
	BODWAS	Systemkomponente zur Umrechnung von bodenkundlichen Primärdaten über Pedotransferfunktionen in BOD en WAS serhaushaltsparameter
	CANODAT	Systemkomponente zur Übertragung und Auswertung multivariater statistischer Analysen aus CANOCO in einem GIS (CANO co DAT en)
	COSTVAL	COSTVAL uation: Zukünftige Systemkomponente zur Ermittlung der Kosten von Veränderungen in Fluss und Aue
	EINZUG	Systemkomponente zur Bearbeitung von Wasserstands-Zeitreihen aus dem EINZUG sgebiet des betrachteten Untersuchungsraumes
	ESIDO	Systemkomponente zur vereinfachten Überlagerung von Standorteigenschaften und Generierung von Regeltabellen. E cological S ite D ata O verlay

Icon	Name	Beschreibung
	EXTREM	Systemkomponente zur Ermittlung von abflusslosen Senken nach EXTREM ereignissen (Hochwasser)
	FLUT	Systemkomponente zur Berechnung von Über FLUT ungsdauern in der Flussaue
	FLYS	Systemkomponente zur Berechnung neuer Flusswasserstände mittels des 1D-HN-Modells KWERT; (FL ussh Y drologische S oftware)
	FUZZY	FUZZY -Logic-Modellierung: Einführung unscharfer Klassengrenzen, Berücksichtigung ungenauen Wissens
	GIDHAM	Systemkomponente zur G enerierung von I nput D aten zur H ydraulischen A bfluss M odellierung in der 1D-Modellierung mit FLYS
	GRUNDBER	Systemkomponente zum GRUND wasser zwecks B ERechnung von Grundwasserflurabständen
	GRUNDMOD	Systemkomponente zur Berechnung von Grundwasseroberflächen aus den Ergebnisdaten eines GRUND wasser-Strömungs M ODells
	GRUNDVER	Systemkomponente zur Erzeugung von GRUN- Dwasseroberflächen mit di VER sen Methoden
	MOBER	M ODels for B Enthos R esponse: Systemkomponente zur Berücksichtigung des Makrozoobenthos
	MOCAR	M ODels for C Arabide R esponse: Systemkomponente zur Berücksichtigung der Carabiden (Laufkäfer)
	MOFIR	M ODels for F Ish R esponse: Systemkomponente zur Berücksichtigung der Fische

Icon	Name	Beschreibung
	MOMOR	<u>MO</u> deln für <u>MO</u> llusc <u>R</u> esponse: Systemkomponente zur Berücksichtigung der Schnecken- und Muscheln
	MORPHO	Systemkomponente zur Berücksichtigung der <u>MORPHO</u> dynamik
	MOVER	<u>MO</u> deln für <u>VE</u> getation <u>R</u> esponse: Systemkomponente zur Berücksichtigung der Vegetation
	PRÄSENTATION	Systemkomponente zur <u>PRÄSENTATION</u> von Ergebnissen der ökologischen Berechnungen
	QUANTUN	Systemkomponente zur <u>QUANT</u> tifizierung von Modell <u>UN</u> sicherheiten
	SCHUTZ	Systemkomponente zur Berücksichtigung von <u>SCHUTZ</u> vorschriften
	SOZIO	Zukünftige Systemkomponente zur Berücksichtigung <u>SOZIO</u> ökonomischer Aspekte
	TIDE	Systemkomponente zur Bearbeitung von <u>TIDE</u> bereichen
	VERGLEICH	Systemkomponente für Auswertung und räumlichen <u>VERGLEICH</u> von Ergebnissen
	WASTAND	Systemkomponente zum Import von Daten des Fluss <u>WA</u> sser <u>STAN</u> Des aus mehrdimensionalen hydronumerischen Modellen
	ZELLAUT	Berechnung des Ausbreitungsverhaltens im Raum mittels eines <u>ZELL</u> ulären <u>AUT</u> omaten

1.3 Module von INFORM

Module stellen einen Untersuchungsteil einer Systemkomponente in **INFORM** dar. Module unterscheiden sich untereinander durch unterschiedliche zu Grunde liegende Regelwerke

Beispiel: Mover 2.2 und Mover 3.1 in MOVER

Schreibweise: Mover 2.2 bzw. Mover 3.1 usw.

Einige Systemkomponenten beinhalten lediglich Module mit unterschiedlichen Datenanforderungen und Ergebnisgenauigkeiten. Diese Module sind durchnummeriert, wobei jeweils das Modul mit der geringsten Komplexität die niedrigste Nummer aufweist und das mit der höchsten Komplexität die höchste Nummer erhalten hat (Beispiel: Mofir1, Mofir2). Im Folgenden sind diese Module nicht aufgeführt, weil sie lediglich Abwandlungen der Systemkomponente sind. Die nachfolgenden Module zeichnen sich durch ihre spezielle Berechnungs- bzw. Betrachtungsmethodik innerhalb der Systemkomponente aus.

Module:

Icon	Name	Beschreibung
 Canogen	Canogen	Modul in CANODAT zur Übertragung von multivariaten statistischen Modellen in ein GIS
 Canores	Canores	Modul in CANODAT zur Zusammenfassung der Verteilungsmuster der einzelnen Arten in ökologischen Gruppen
 DHM-Update	DHM-Update	verarbeitet INFORM.DSS Maßnahmen (3D Geometrien) und setzt diese in ein bestehendes Digitales Höhenmodell ein.
 Esox	Esox	Modul in MOFIR zur Berechnung der Möglichkeit des Aufkommens von Hechtlaich

Icon	Name	Beschreibung
	Mulde	Modul in FLUT zur Berücksichtigung von Versickerung und Verdunstung in Flussauenmulden nach Ablauf eines Hochwassers
	Regio	Modul in CANODAT zur Regionalisierung von Parametern für die Erstellung und flächenhafte Übertragung multivariater statistischer Modelle
	Valbent	e VAL uation of Makrozoo BENT hos: Modul in BIOVAL zur Bewertung von Veränderungen in Benthoshabitaten im Fluss
	Valcar	e VAL uation of CAR abides: Modul in BIOVAL zur Bewertung von Veränderungen in Laufkäferhabitaten in Fluss und Aue
	Valfish	e VAL uation of FISH : Modul in BIOVAL zur Bewertung von Veränderungen in Fischhabitaten im Fluss
	Valmol	e VAL uation of MOL luscs: Modul in BIOVAL zur Bewertung von Veränderungen in Schnecken- und Muschelhabitaten in Fluss und Aue
	Valmorph	e VAL uation of MORH ology: Modul in BIOVAL zur Bewertung von Veränderungen der Morphologie in Fluss und Aue
	Valsoil	e VAL uation of Soil : Modul in BIOVAL zur Bewertung von Veränderungen im Boden der Fluss- aue
	Valveg	e VAL uation of VEG etation: Modul in BIOVAL zur Bewertung von Veränderungen der Vegetation in der Flussaue