



Verbundvorhaben (FKZ 02WT0484)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Wolga-Rhein-Projekt

**Deutsch-russisches Kooperationsprojekt zur Wassergüte- und
Wassermengenbewirtschaftung an Wolga und Rhein**

Teilprojekt IV/2:

**Hydrologische Modellierung des Einzugsgebiets zur
Prognose und Vorhersage von Abflüssen sowie des
Schadstofftransports im Gewässer**

Wissenschaftlich-technischer Endbericht

Dipl.-Hyd. Martin Helms

M. Sc. Oleg Evdakov

Dr.-Ing. Jürgen Ihringer

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Franz Nestmann

Karlsruhe, Juni 2007

Inhaltsverzeichnis

I. Kurze Darstellung	2
1. Aufgabenstellung	2
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	2
3. Planung und Ablauf des Vorhabens	3
4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	5
4.1. Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden.	5
4.2. Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste	5
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	6
II. Eingehende Darstellung	8
1. Erzieltes Ergebnis	8
2. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans	79
3. Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordener Fortschritt ...	79
4. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses	80
III. Erfolgskontrollbericht	82
1. Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen Zielen	82
2. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens ...	83
3. Fortschreibung des Verwertungsplans	86
3.1. Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte ...	86
3.2. Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende ...	86
3.3. Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende ..	87
3.4. Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit ...	88
4. Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben	89
5. Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer ...	89
6. Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung	89
IV. Kurzfassung (Berichtsblatt in deutsch)/Abstract (document control sheet)	91

I. Kurze Darstellung

1. Aufgabenstellung

Untersuchungsobjekt des hydrologischen Teilprojekts waren v.a. die Abflussverhältnisse im Wolga-Einzugsgebiet und in seinem Gewässernetz. Im Vergleich zur vorangegangenen Phase des Teilprojekts (Nov. 2000 - Mai 2004) wurde das betrachtete Gebiet dabei deutlich erweitert, v.a. um das Oka-Einzugsgebiet. Die Abflussverhältnisse werden nach Erhebung der notwendigen Information (insbesondere hydrologisch relevante Zeitreihen und thematische Rauminformation) statistisch analysiert und in hydrologischen Simulationsmodellen nachgebildet. Letztere sind im Verbund mit Technologien des räumlichen Datenmanagements bei interdisziplinär und raum-zeitlich integrierter Ansatzweise die Grundlage für ein Verständnis der ablaufenden Prozesse und damit die Voraussetzung für die Bewertung von Szenarien (v.a. hinsichtlich der Auswirkungen eines Klimawandels sowie anthropogener Maßnahmen und Einflüsse), sowie für die verlässliche und möglichst frühzeitige Vorhersage von Abflüssen im Ereignisfall, v.a. bei Hochwasser.

Zur Integration des hydrologischen Teilprojekts im Verbundprojekt „Wolga-Rhein“ und damit in einem Flussgebietsmanagement werden des weiteren auch die Abflussfolgegrößen (Wasserstands- und Strömungsdynamik, Stofftransport und -haushalt) berücksichtigt. Im Rahmen des eigenen Teilprojekts betrifft dies v.a. den Stofftransport in Fließgewässern, der an die Modellierung des Stofftransports im Einzugsgebiet angekoppelt werden kann. Darüber hinaus wird mit den Abflussinformationen der Wolga-Zuflüsse die benötigte Eingangsgröße für die hydrodynamisch-numerische Modellierung der Wolga-Kaskade (Teilprojekt IV/1) geliefert. Mit dieser Zusammenarbeit gewährleisten die im Teilprojekt entwickelten Modelle und Technologien sowie die damit erzielten Ergebnisse die Grundlage für die weiteren Teilprojekte (insbesondere auch für die technologischen Teilprojekte I, IV/3 und IV/4) und damit für weitergehende Aussagen im Sinne eines flussgebietsbezogenen, integrierten Wasserressourcenmanagements und der förderpolitischen Ziele (siehe Abschnitt III.1).

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Bedingt durch die Tatsache, dass der hier beschriebenen zweiten Phase des hydrologischen Teilprojekts eine erste Phase (Nov. 2000 – Mai 2004) voranging, konnte unter verschiedenen Aspekten der spezifischen Anforderungen des Projekts auf Vorarbeiten aufgebaut werden. Dies betraf v.a. grundlegende Arbeiten, wie die Bestandsaufnahme zu den regionalen hydrologischen Verhältnissen im Wolga-Einzugsgebiet und zu möglichen Datenquellen, die Kontaktaufnahme und Abstimmung der Ziele und des grundsätzlichen Vorgehens mit den russischen Partnern (siehe Absatz I.5.) und die projekt- und gebietsspezifische Aufbereitung der Methoden zur GIS-gestützten hydrologischen Analyse und Simulation (Programmpakete „FGM – Flussgebietsmodell“ und „Analyse geophysikalischer Zeitreihen“ sowie das Geoinformationssystem ARCGIS) und zur Erhebung/Digitalisierung und kritischen Prüfung relevanter Daten (OCR, Programme zur Verarbeitung von Satellitenaufnahmen).

Diese Vorarbeiten und Erfahrungen ermöglichten auch den Übergang vom bisher schwerpunktmäßig betrachteten Kostroma-Einzugsgebiet auf das wesentlich größere, in seinen

Eigenschaften andersartige, vielfältige und in anderen Verwaltungseinheiten der russischen Wasserwirtschaft gelegene Oka-Einzugsgebiet.

Ein günstiger Rahmen des hydrologischen Teilprojekts ist ferner seine Integration in das Verbundprojekt „Wolga-Rhein“. Nachdem es gelungen ist, Schnittstellen zu den Verbundpartnern zu definieren und umzusetzen, ist die Verwertbarkeit der hydrologischen Projektergebnisse gewährleistet. Hierzu trägt auch die Mitarbeit des Instituts für Wasser und Gewässerentwicklung in der Koordination des Projekts CABRI (Cooperation Along a Big River: Institutional coordination among stakeholders for environmental risk management in the Volga basin) bei, da hiermit eine internationale Vernetzung mit einer Vielzahl von Universitäten, weiteren Forschungseinrichtungen, Interessensverbänden und Behörden in Russland, weiteren GUS-Staaten und der EU, sowie mit der UNESCO gegeben ist.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekt konnte nahtlos an die vorangehende Projektphase (Nov. 2000 - Mai 2004) anschließen. Die im Arbeitsplan der Vorhabensbeschreibung (Kapitel 3.1.1.) aufgelisteten Schritte konnten weitgehend abgearbeitet werden. Dies gilt besonders unter methodischem Aspekt. Einschränkungen gegenüber der Vorhabensbeschreibung ergaben sich jedoch durch Bewilligung von nur zwei anstatt der beantragten drei Jahren Projektlaufzeit.

Wie geplant, wurde die Simulationstechnik für den Niederschlag-Abfluss-(NA-)Prozess weiterentwickelt. Dabei wurde eine verbesserte Modellabsicherung am Beispiel des Kostroma-Einzugsgebiet mit komplexem Abflussbildungsverhalten auf Tonböden erreicht. Zudem wurde die Modellanwendung auf das Oka-Einzugsgebiet mit deutlich verschiedenen hydrologischen Eigenschaften ausgedehnt, womit nunmehr Modellerfahrungen in allen wesentlichen Einzugsgebietstypen der oberen Wolga und der Oka vorliegen.

Auf Grundlage der regionalisierten NA-Modellierung wurde weitergehend ein Ansatz zur Modellierung des Stofftransports im Gewässer angewandt.

Die Arbeiten zur Weiterentwicklung der hydrologischen Simulationstechnik wurden durch statistische Analysen des Abflussprozesses begleitet. Neben extremwertstatistischen Analysen sind v.a. die Analysen zur langfristigen Entwicklung der mittleren Abflussverhältnisse, u.a. im Zusammenhang mit der Wolga-Kaspi-Problematik zu nennen.

Des Weiteren wurden die Arbeiten zur Hydrologie und zum Stofftransport durch ein detailliertes, GIS-basiertes Datenmanagement hydrologisch relevanter thematischer Rauminformation unterstützt. In diesem Zusammenhang wurde auch untersucht, in welcher Weise das räumliche Datenmanagement mit einem web-basierten Informationssystem verknüpft werden kann, das als Prototyp eines verallgemeinerbaren Systems zum interdisziplinären, GIS-basierten Umwelt-Monitoring aufgefasst wird.

Angesichts der bewilligten Projektlaufzeit von zwei Jahren (gegenüber einer in der Vorhabensbeschreibung beantragten Laufzeit von drei Jahren) konnte die Einbindung des entwickelten NA-Modells in ein Hochwasservorhersagesystem noch nicht erfolgen. Aus dem gleichen Grund beschränkt sich die Modellierung des Stofftransports im Gewässer auf ein Grundmodul (zum Vergleich siehe Absatz 3.2. der Vorhabensbeschreibung). Nach einge-

hender Diskussion mit der Koordination des Projekts von russischer Seite (vgl. s.u.) wurde auch die nach der Vorhabensbeschreibung beabsichtigte Verknüpfung des eigenen Modellsystems „Flussgebietsmodell“ (FGM) mit dem physikalisch fundierten russischen Modell ECOMAG v.a. aus Gründen der Datenverfügbarkeit nicht vollzogen. Stattdessen wurde das FGM in Zusammenarbeit mit einer russischen Gastwissenschaftlerin (vgl. s.u.) auf ein kleinskaliges Einzugsgebiet angewandt, um mit dieser Detailbetrachtung Grundlagen für weitergehende Aussagen (u.a. Stofftransport im Einzugsgebiet) abzuleiten.

Die erarbeiteten Ergebnisse konnten den anderen Teilprojekten zur Verfügung gestellt werden, womit ihre Weiterverwertung im interdisziplinären Kontext ermöglicht wurde.

Neben der routinemäßigen Bearbeitung der in der Vorhabensbeschreibung genannten Inhalte sind folgende Ereignisse im Ablauf der Projektphase zu nennen.

Besonderer Wert wurde auf die kontinuierliche Abstimmung der Vorgehensweise (Datenerhebung, methodische Aspekte) mit den Projektpartnern auf russischer Seite gelegt, um den Bedarf im Untersuchungsgebiet in die Arbeiten einzubeziehen. Zu nennen sind ausführliche Abstimmungen bereits im Vorfeld des Projekts (Herbst 2003) mit Vertretern des Gesamt-russisches Forschungsinstitut für Hydrotechnik und Melioration in Moskau (Dr. Scherbakov) und des Inst. für Angewandte Ökologie im Russischen Ministerium für Naturressourcen (Dr. Motovilov), sowie während der Projektlaufzeit mit den Partnern von der Universität Nizhny Novgorod im Anschluss an die Great Rivers Events im Mai 2004 und im Mai 2005 und mit der Koordination des Projekts von russischer Seite (Dr. Kolomijzev) im Januar 2006 in Karlsruhe.

Von Oktober 2005 bis Juli 2006 war am Institut für Wasser und Gewässerentwicklung eine DAAD-Stipendiatin vom Gesamt-russischen Forschungsinstitut für Hydrotechnik und Melioration in Moskau (Frau Dipl.-Ing. Kiseleva) tätig. Während ihres mehrmonatigen Aufenthalts und bis zum jetzigen Zeitpunkt fand die Übergabe der in Deutschland entwickelten Modelle, ihre Schulung im Umgang mit diesen Modellen und eine Abstimmung und Diskussion der gemeinsamen Forschungsziele statt.

Die im Teilprojekt erarbeiteten Ergebnisse wurden bei verschiedenen Tagungen präsentiert. Zu nennen sind regelmäßige Teilnahmen am Great Rivers Event in den Jahren 2004, 2005 und 2006 in Nizhny Novgorod, ein Vortrag bei dem „11th Magdeburg Seminar on Waters in Central and Eastern Europe im Oktober 2004 in Leipzig, ein Vortrag bei dem workshop „Großskalige Modellierung in der Hydrologie“ der Universität Stuttgart im November 2005, sowie Posterpräsentationen bei der „General Assembly of the European Geosciences Union (EGU)“ im April 2005 und beim Tag der Hydrologie 2006 mit der übergeordneten Thematik „Risikomanagement extremer hydrologischer Ereignisse“. Unter anderem von diesen Präsentationen ausgehend wurden während des Berichtszeitraums sechs Publikationen in Fachzeitschriften bereits veröffentlicht bzw. eingereicht (siehe Abschnitt II. 4.). Damit wurden die im Projekt bearbeiteten Themen im hydrologischen Fachkreis in Deutschland und international bekannt gemacht. Durch die Teilnahme an der Konferenz FOSSGIS im März 2006 in Bonn fand ein Erfahrungsaustausch mit verschiedenen Nutzern und Entwicklern im Bereich frei verfügbarer GIS-Systeme statt, so dass der derzeitige Stand dieser Entwicklungen im Projekt berücksichtigt werden konnte.