

20NWProg - Donau Niedrigwasserprognosen

Aktuell, präzise und zuverlässig

Exposé Innovationswettbewerb



viadonau

Exposé für Innovationswettbewerb

April 2020

Dieses Angebot wurde im Rahmen des DHI Business-Management-Systems
(Bureau Veritas - zertifiziert nach ISO 9001, Qualitätsmanagement) erstellt.



Erstellt von

02.04.2020

X



Signed by: Francois Eugène Robert Leesch

Genehmigt von

03.04.2020

X



Signed by: Marcus Richter

20NWProg - Donau Niedrigwasserprognosen

Aktuell, präzise und zuverlässig

Exposé Innovationswettbewerb

Erstellt für viadonau



Projektmanager	Francois Leesch
Angebotsnummer	27800396-P
Revision	Final 1.0
Einstufung	Offen

© DHI. Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Dokuments darf in irgendeiner Form ohne vorherige schriftliche Genehmigung durch DHI reproduziert, übertragen oder auf irgendeine Weise außerhalb der Organisation des Empfängers verbreitet werden.

INHALT

1	Referenzen und Unternehmensstruktur	1
1.1	Kurzbeschreibung des Unternehmens	1
1.2	Referenzprojekte	2
1.3	Personelle Kapazitäten des Unternehmens	3
1.4	Erfahrungen in der Kundenbetreuung	3
2	Niederwasserprognose - Produktbeschreibung und Zugang	4
3	Herausforderungen	5

1 Referenzen und Unternehmensstruktur

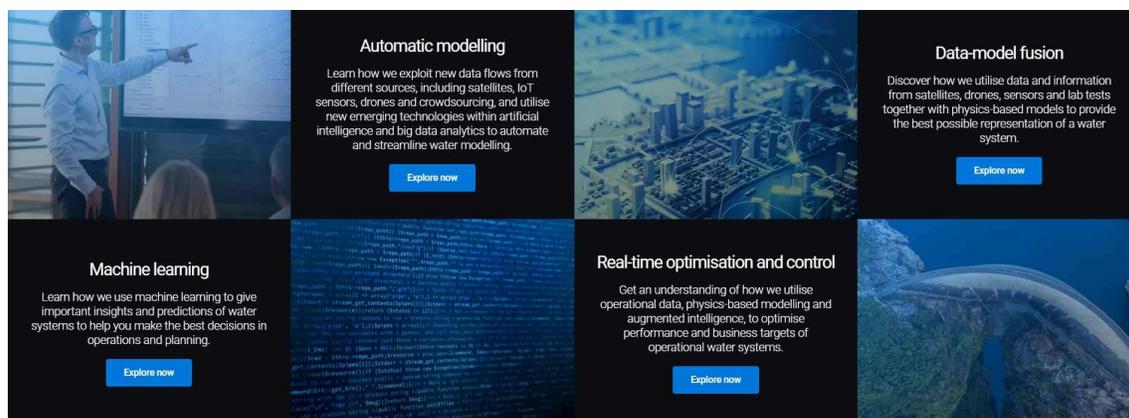
1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Die Kernkompetenz von DHI liegt in der Digitalisierung, Modellierung und Visualisierung von Wassersystemen. Unser Ansatz lautet „Wasserwirtschaft 4.0“, das heißt wir vernetzen und verwalten vielfältige Informationen, erstellen gekoppelte Softwarelösungen und bieten maßgeschneiderte, komplexe Echtzeit-Anwendungen mit Eingang in Automatisierungs-Systeme zur Betriebssteuerung an. Professionelle Visualisierungsmöglichkeiten erlauben es, sämtliche Prozesse im Wasserkreislauf darzustellen und Projekte erfolgreich zu präsentieren. DHI ist seit über 50 Jahren führend in der Forschung und Entwicklung innovativer Lösungen im Bereich Wasser und Umwelt. Das gesammelte Wissen ist in unsere MIKE Powered by DHI Softwareprodukte und -lösungen eingeflossen. Die DHI-Gruppe arbeitet in 32 Landesgesellschaften; die DHI WASY GmbH vertritt die Gruppe im DACH-Vertriebsraum – inklusive der DHI Österreich Niederlassung in Wien.

Qualifizierte, hochmotivierte Experten bei DHI und unser weltweites Netzwerk an Niederlassungen und Büros versetzen uns in die Lage, Wissen rund um das Thema Wasser für wichtige Entscheidungsprozesse in geeigneter Form zu transferieren. Dabei gehen wir gezielt auf regionale Bedürfnisse ein und bieten unseren Kunden individuell angepasste Lösungen an. Unsere Systeme unterstützen Sie bei der Entscheidungsfindung unter Ausnutzung großer Datenmengen. Planungen werden dadurch nachhaltig und effektiv. Unser Kerngeschäft liegt dabei bei *Softwareentwicklung und -vertrieb, Consulting und Weiterbildung*.

Der Bedarf an Digitalisierungsmöglichkeiten der Wasserwirtschaft und die dafür notwendigen Innovationen hat DHI frühzeitig erkannt und in der 4.0 Strategie verankert. Durch die jahrzehntelange Erfahrung in der Software-Entwicklung, dem technischen Know-How, Investitionen in digitale Infrastruktur, der fachlichen Ausrichtung der Mitarbeiter und der agilen Firmenphilosophie sind für die Umsetzung dieser Strategie bereits robuste Brücken und Voraussetzungen geschaffen worden.

Kern dieser Innovationsstrategie bildet unter anderem die zunehmende Migration zu digitalen Dienstleistungen. Dieser Weg wird bei DHI als Cloud Bridge Journey bezeichnet. Zusammen mit den damit verbundenen Technologien und Konzepten wie Machine Learning, Internet der Dinge, Data Fusion und Model Predictive Control (MPC) sind wir dabei, unseren Status als Experten der Wasserwirtschaft in eine zentrale Rolle bei Entscheidungsprozessen bei wasserwirtschaftlichen Herausforderungen weiter zu entwickeln: *Empowering water decisions*



	<p>Automatic modelling</p> <p>Learn how we exploit new data flows from different sources, including satellites, IoT sensors, drones and crowdsourcing, and utilise new emerging technologies within artificial intelligence and big data analytics to automate and streamline water modelling.</p> <p>Explore now</p>		<p>Data-model fusion</p> <p>Discover how we utilise data and information from satellites, drones, sensors and lab tests together with physics-based models to provide the best possible representation of a water system.</p> <p>Explore now</p>
<p>Machine learning</p> <p>Learn how we use machine learning to give important insights and predictions of water systems to help you make the best decisions in operations and planning.</p> <p>Explore now</p>		<p>Real-time optimisation and control</p> <p>Get an understanding of how we utilise operational data, physics based modelling and augmented intelligence, to optimise performance and business targets of operational water systems.</p> <p>Explore now</p>	

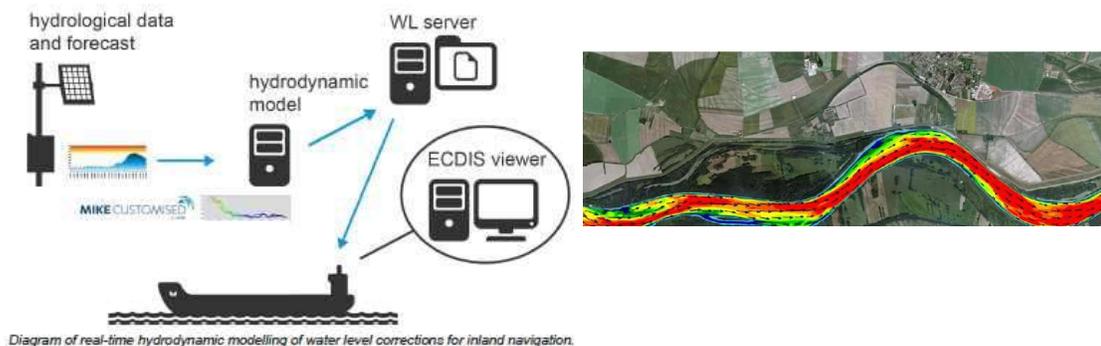
Find out more: <http://research.dhigroup.com/>

1.2 Referenzprojekte

Im Folgenden wird eine Auswahl von Referenzprojekten mit Schwerpunkt auf längerfristige Prognosen (z.B.: hydrologische Modelle, meteorologische Modelle, Prognosen mit Zielparameter Abfluss und Wasserstand, Verarbeitung langjähriger Datenreihen, etc.) in einer Kurzfassung aufgelistet. Diese Auswahl ist bei weitem nicht vollständig – bei Bedarf können auch individuelle Referenzblätter geliefert werden.

Die aufgelisteten Projekte werden im **24/7 Modus operationell** betrieben und **online** visualisiert. Je nach Bedarf wird das Prognosesystem komplett auf DHI Servern betrieben oder beim Auftraggeber implementiert, gewartet und durch gezielte Schulungen von DHI Fachpersonal unterstützt.

- **Implementation of River Information Services (IRIS) in Europe (Teilprojekt):** Ein operationelles hydrologisches und hydrodynamisches Modell zur Prognose von Wasserständen der Donau (*Slowakei*) für den Abschnitt Sap -Komárno auf der Basis von meteorologischen Daten (Echtzeit) wurde 2014 von DHI entwickelt und als Pilotprojekt für die hiesige Schifffahrt implementiert. Durch den Einsatz eines zweidimensionalen Strömungsmodells werden in Echtzeit elektronische Navigationskarten aktualisiert und visualisiert. Ebenfalls an der Donau werden von DHI für Teileinzugsgebiete in *Ungarn* operationelle Vorhersagesysteme auf Basis von hydrologischen und hydrodynamischen Modellen aufgebaut und gewartet (*Ipoly Forecasting, 2014/2015; Raab Interreg: Ab 2019/2020*).



- **Operational Decision Support System (ODSS) River Shire (2012-2018):** Für das gesamte Einzugsgebiet des River Shire (Malawi) wurde ein Operationelles Entscheidungsunterstützungssystem für kurz- und langfristige Prognosen von Abflüssen und Wasserständen entwickelt. Durch dieses Projekt können im Echtzeitbetrieb fundierte Entscheidungen für die Steuerung von Dammbauwerken zur besseren Bewältigung von möglichen Trockenperioden getroffen werden.
- **Operationelles Vorhersagesystem Venedig (2018):** Für die weitere Optimierung von Hochwasserwarnungen für die Lagunenstadt Venedig hat DHI einen *Machine Learning Ansatz* unter der Verwendung eines neuronalen Netzwerks konzipiert. Hierbei wurde das System aktiv auf über 35 Jahre an Messungen von Wasserstand, Wind und meteorologischen Parametern trainiert, um im Ergebnis wertvolle Inputs für die Steuerung der Fluttore unter Berücksichtigung einer minimalen Beeinträchtigung des Schiffverkehrs zu liefern.
- **ENEL hydrologischer Vorhersagedienst für Wasserkraftanlagen (2013-2020):** Für einen Energiekonzern in Italien wurde von DHI ein operationelles Vorhersagesystem aufgestellt, um u.a. eine bessere Grundlage für wirtschaftliche Betrachtungen (Handel und Strombörsen) zu schaffen. Bei einer Vielzahl von Stauanlagen für das Einzugsgebiet des Po mussten hierbei insbesondere bei Niedrigwasser robuste Vorhersagen mit der Hilfe eines gut kalibrierten hydrologischen Modells ermöglicht werden. Das System wird seit 2013 auf DHI Servern betrieben, gewartet und kontinuierlich zur vollsten Zufriedenheit des Kunden optimiert.

- **Raab Flood Forecasting System (2017-2020):** Aktuell wird das Prognosesystem für das Einzugsgebiet der Raab durch DHI (in Partnerschaft mit der JR Aquaconsol) neu aufgebaut. Neben einer kompletten Aktualisierung der Modellgeometrie wurden u.a. neue Inputdaten (INCA) implementiert und das Schneemodul verbessert. Zudem wurde ein Szenarienkatalog zur statischen und dynamischen Visualisierung von Hochwassersituationen erstellt. Das operationelle Vorhersagesystem wird unterstützt durch Datenassimilation und Ensembleprognosen und die Prognosen sind auf 6 Tage ausgelegt. Das Online-Dashboard des Prognosesystems wurde neu konzipiert und u.a. auch Visualisierungen der Abflussentwicklungen im Längsschnitt eingeführt. Ebenso sind Warn-E-Mails oder SMS bei der Überschreitung von Grenzwerten an vordefinierten Stationen möglich.



1.3 Personelle Kapazitäten des Unternehmens

Aus einem weltweiten Pool von 1.100 Mitarbeitern ist DHI in der Lage, das notwendige Fachpersonal für die Challenge bereit zu stellen. Bei fachlich ähnlich gelagerten Fragestellungen hat sich eine Unterstützung von DHI Österreich durch folgendes Projektteam bewährt:

 Andrea Crosta 20J Berufserfahrung Experte Echtzeitprognosesysteme	 Francois Leesch 15J Berufserfahrung Experte hydronumerische Modellierung, Projektleitung	 Fabio Rameni 15J Berufserfahrung Experte MIKE OPERATIONS & steuerbare Bauwerke	 Stephan Oliver Suter 13J Berufserfahrung Experte Hydrologie & Hydrodynamik
--	---	---	---

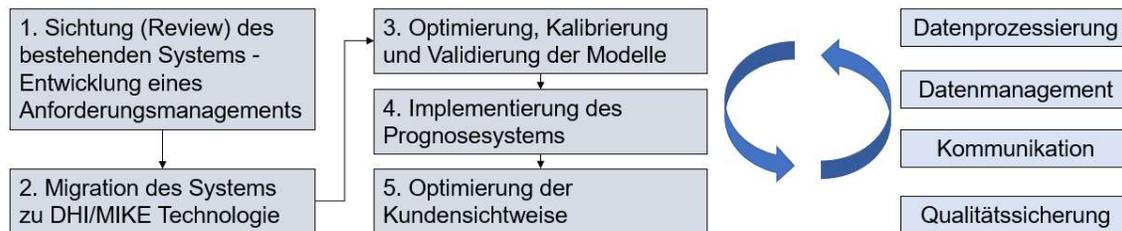
1.4 Erfahrungen in der Kundenbetreuung

UNSERE KUNDEN SIND UNSERE PARTNER

Erfolgreiche Projekte sind unser gemeinsames Ziel. Um diesen Erfolg zu ermöglichen, arbeiten wir eng mit unseren Kunden zusammen, sei es als Berater oder auch als Projektpartner. Die Herausforderungen in den Projekten sind unser Antrieb für maßgeschneiderte Lösungen, welche das in uns gesetzte Vertrauen widerspiegeln. Zu unseren Kunden zählen u.a. staatliche Organisationen und öffentliche Träger, Vertreter der Hafen-, Wasser- und Energiewirtschaft, Infrastruktur- und Transportunternehmen, Beratende Ingenieure und Bauunternehmen und Industriebetriebe.

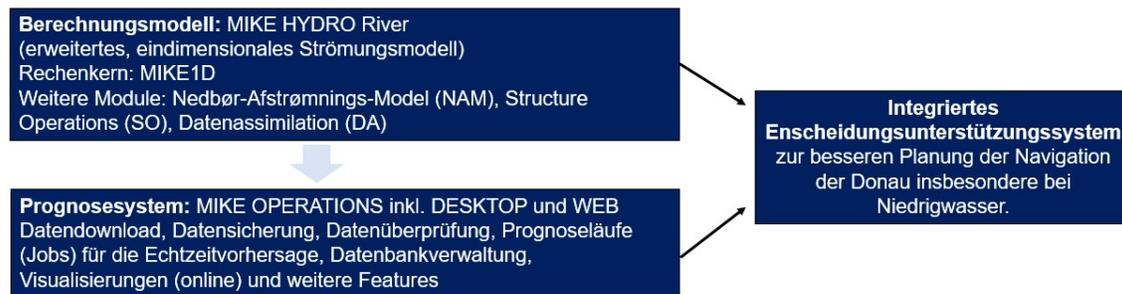
Für die vorliegende Herausforderung können dezentrale Expertenteams mit 24/7 Bereitschaftsdienst über verschiedene Zeitzonen hinweg koordiniert werden. Unser Software-Support ist durch diese dezentrale Aufstellung mit der Hilfe von Digitalisierung effizient organisiert. Dazu sind wir in der Lage, auch agil auf sich verändernde Situationen zu reagieren und unsere Kunden zu betreuen.

2 Niederwasserprognose - Produktbeschreibung und Zugang



1. Sichtung (Review) des bestehenden Systems und Anforderungsmanagement: In einem ersten Schritt wird von DHI eine *Sichtung des bestehenden Systems* und Bewertung der möglichen Defizite durchgeführt. Es wird untersucht, ob die Abweichungen zwischen Prognosen und Beobachtungen bei Niedrigwasser grundsätzlich einer nicht optimalen Methodik geschuldet sind oder ein Fine Tuning für verschiedene Einzugsgebiete bereits zielführend sein könnte. Hierzu gehört ggf. auch ein Review der Fachdokumentation zum bestehenden System. Es ist nicht auszuschließen, dass die bisherigen hydrologischen und hydraulischen Ansätze adäquat gewählt wurden, aber durch die bisher verwendete Technologie zuverlässige Prognosen erschwert worden sind. Im *Anforderungsmanagement* werden in Abstimmung mit dem Auftraggeber die Zielsetzungen hinsichtlich der Prognosegüte abgestimmt.

2. Migration zu MIKE: Konvertierung und Neuaufbau einzelner Modellbausteine. Wegen der hohen Ansprüche an die Effizienz, Performance und Prognosegüte des Vorhersagesystems wird folgende Softwarelösung vorgeschlagen, um mit MIKE HYDRO River (<https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-hydro-river>) und dem integrierten Modul NAM (<https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-hydro-river/hydrology>) einen digitalen Zwilling des Gewässersystems für Echtzeitprognosen zu entwickeln:

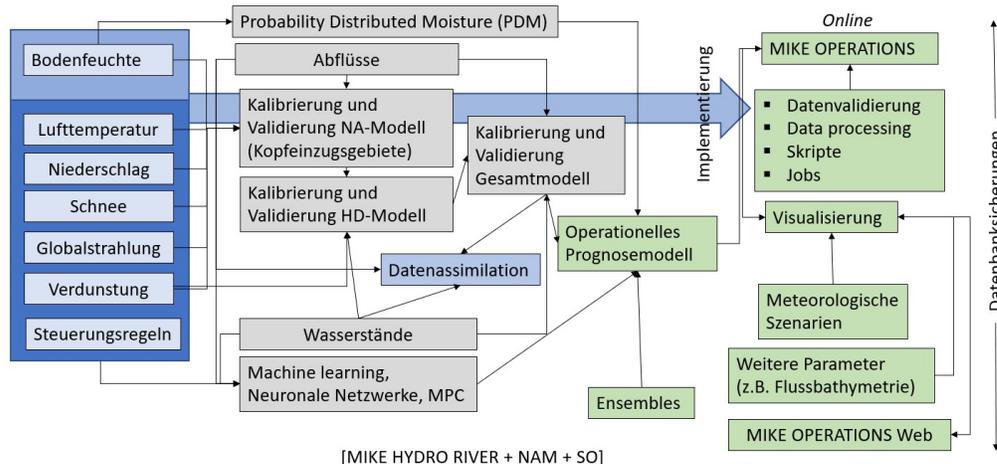


3. Optimierung, Kalibrierung und Validierung der Modelle: Dieser Offline-Prozess muss vor der Implementierung des Modellsystems stattfinden, um im späteren Echtzeitsystem die Güte (geringe Abweichungen zwischen Vorhersagen und Beobachtungen) und Robustheit des Prognosebetriebs gewährleisten zu können.

→ *Optimierung:* Überprüfung des Modellumrisses, Schematisierung der Teileinzugsgebiete zur bestmöglichen Berücksichtigung der Hydrologie (kontinuierliche Aktualisierung der Oberflächen-, Zwischen- und Basisabflussprozesse sowie Schneefall, Schmelze, Bodensättigung und Verdunstung), Modellstruktur für Zubringer, Wiederauffüllung der Grundwasserspeicher, Abbildung Querprofile im Niedrigwasserbereich und Berücksichtigung von steuerbaren Strukturen.

→ *Kalibrierung und Validierung:* Einbezug aller Pegel (falls möglich), Überprüfung der Modellgüte über einen langen Zeitraum (z.B. 10 Jahre für die Kalibrierung, 2 Jahre für die Validierung), Zielsetzung: Möglichst geringe Abweichungen bei den Abflüssen und Wasserständen und der Wasserbilanz bei niedrigen Abflüssen. Die wichtigsten Pegel sind hierbei Kienstock und Wildungsmauer.

4. Implementierung des Echtzeit-Prognosesystems:



Im operationellen Echtzeit-Prognosesystem bei stündlichen Rechenläufen mit Aktualisierung der Startbedingungen und Zustandsvariablen werden vor allem auch Maßnahmen zur Vermeidung von Fehlprognosen und Ausfällen implementiert. Eine besondere Rolle übernimmt das Datenassimilation (DA) Modul mit seinen erweiterten Möglichkeiten der Berücksichtigung von Fehlerfunktionen im Prognosezeitraum.

5. Optimierung Kundensichtweise und Finalisierung des Prognosesystems: Wesentliche Bestandteile des Entscheidungsunterstützungssystems inkl. kundenspezifische Erwartung an die Kommunikation und Darstellung der Ergebnisse werden über MIKE OPERATIONS verwaltet:

- Online-Visualisierungstool (interaktives *Dashboard*): PC, Tablet oder Smartphone
- Kartographische Darstellungen
- Kundenspezifische Visualisierungsmöglichkeiten und Einbindung von zusätzlichen Funktionalitäten über Python Skripte
- Graphische Visualisierung der Wasserstandsentwicklung (inkl. Beobachtungen und Performance der Datenassimilation im Hindcast) an Prognosepunkten von -2 bis +5 Tagen
- Veranschaulichung der Bandbreite an Vorhersagen durch meteorologische Ensembles
- *Interaktive*, dynamische Längsschnitte der Wasserstandsentwicklung mit Plot der Sohlhöhen, navigierbaren Korridorbreiten und weiteren Parameter
- Einführung von kritischen Situationen (z.B. Ampelverfahren) und Benachrichtigungsdienste (E-Mail, SMS)
- Visualisierung von vordefinierten meteorologische Szenarien (z.B. historische Trockenperioden)
- Bulletins und „Summary Sheets“ der Prognosen → Entscheidungshilfe und Protokollierung

3 Herausforderungen

Das fachlich anspruchsvolle Projekt bietet eine Vielzahl von interessanten Herausforderungen, für die sich der Bieter DHI gewappnet sieht:

- Veränderung der meteorologischen, hydrologischen und morphologischen Randbedingungen → Dynamische Aktualisierung der NAM-Komponenten, DA, PDM-Technik für Bodensättigung, Aktualisierung Modellprofile, ggf. Zusammenarbeit mit JR Aquaconsol für regionale Besonderheiten ✓
- Güte der Inputdaten → Einwertung durch Experten, Model Predictive Control ✓
- Größe des Einzugsgebiets → Erfahrung in der Verwaltung von großen Datenmengen und Modellen ✓
- Relativ intensiver Bearbeitungszeitraum (12 Monate) → Gewährleistung von Ressourcen ✓

***** Ende des Dokuments *****