

SCHWERPUNKTTHEMA  
**DIGITALE ZWILLINGE UND OPERATIVE  
DECISION SUPPORT SYSTEME**

ENERGIEWENDE  
**GEOHERMIE UND KOHLEAUSSTIEG**

SOFTWARE  
**MIKE 2023 &  
MIKE CLOUD EXECUTION**



# DHI Water Action

Digitale Lösungen für eine nachhaltige  
Zukunft für das Wasser

## Liebe Leserinnen und Leser, werte Kolleginnen und Kollegen!



Die Zeit verfliegt und es ist inzwischen über vier Jahre her, dass wir die letzte Version von DHI Aktuell ausgesendet haben. Gerade in den letzten Monaten sind wir wiederholt darauf angesprochen worden, dass unsere KundInnen gerne mehr über unser Portfolio informiert werden möchten. Auch darüber, dass wir

in vielen Bereichen der Wasserwirtschaft unsere ExpertInnen haben und in unterschiedlichsten Bereichen federführende Lösungen anbieten.

Uns ist bewusst, dass diese Breite nicht für alle KundInnen relevant sein kann. Wir entwickeln komplexe numerische Modelle, operationelle Hochwasserprognosesysteme oder digitale Systeme für das Hafenmanagement. Wir sind eines der führenden Unternehmen für wasserwirtschaftliche Fragen im Kontext des Kohleausstiegs. Und global gesehen haben wir für etwa 85% aller Offshore-Windparks die hydrodynamischen Berechnungen zur Auslegung der Fundamente geliefert. Aber zunächst steht für jede/n KundIn im Vordergrund, was sie/ihn selbst betrifft. Das wiederholte Interesse dafür, was wir „sonst noch“ machen, hat uns motiviert, die Idee von DHI Aktuell aufzugreifen und uns dabei auf unsere Breite zu konzentrieren, diese Breite als Stärke zu verstehen. Wir wollen über Hintergründe und Themen berichten, die übergreifend von Interesse sind. Wir wollen anregen, sich durch Lösungen aus einem anderen Bereich für die eigenen Arbeiten inspirieren zu lassen. Und insgesamt wollen wir zeigen, wofür wir stehen und wohin wir gehen.

Unsere themenspezifischen Newsletter werden wir im bewährten Format beibehalten. Die Neuauflage von DHI Aktuell soll diese nicht ersetzen, sondern ergänzen.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Vergnügen beim Lesen.

### Ihr Dominic Spinnreker-Czichon

GESCHÄFTSFÜHRUNG DHI WASY GMBH

#### ÜBER UNS

### 3 UNSER FÜHRUNGSTEAM IM DACH-RAUM

Mit unserem neuen Führungsteam und der neuen internen Organisation von DHI sind wir bestens aufgestellt.

#### INTERVIEW

### 4 IM GESPRÄCH: DOMINIC SPINNREKER-CZICHON

Mit der Übernahme der Geschäftsführung von DHI Deutschland kann Dominic seine langjährige Erfahrung aus den Bereichen Software-Sales und Business-Development einbringen.

#### TITELTHEMA

### 6 #DHIWATERACTION

Am 22. März war Weltwassertag 2023 – ein wichtiger Tag, um die Ansätze zur Lösung der global bestehenden Krise bezüglich Wasserdargebot und -qualität einzufordern.

#### SCHWERPUNKTTHEMA

### 8 DIGITALE ZWILLINGE UND OPERATIVE DECISION SUPPORT SYSTEME

Der Begriff des „Digitalen Zwilling“ hat sich vor etwa 10 Jahren etabliert und sich inzwischen in vielen Bereichen als Modewort gefestigt.

#### ENERGIEWENDE

### 14 GRUNDWASSER UND GEOTHERMIE

Geothermische Energie als kohlenstoffneutrale und erneuerbare Ressource gewinnt – befeuert durch Klima- und Energiekrise – zunehmend an Bedeutung.

### 18 BERGBAU-FOLGELANDSCHAFTEN

Der Abbau von Braunkohle im Tagebau verändert in den Revieren hochgradig die jeweilige Kulturlandschaft.

#### SERIE: PROJEKTE ABSEITS DES MAINSTREAMS

### 20 GLOBALE BEWERTUNG DES MAKROPLASTIKMÜLLS

Flüsse sind wie eine Autobahn für die Plastikverschmutzung der Weltmeere, wobei etwa 70-80 % des Plastiks über etwa 1.000 Flüsse zum Meer gelangt.

#### SOFTWARE

### 22 MIKE 2023

Die neue Version unserer Software erscheint seit vielen Jahren jeweils im November – Eckpunkte zu MIKE 2023.

### 23 MIKE CLOUD EXECUTION

Neue Optionen erleichtern den Zugang zum Cloud-Computing.

# UNSER FÜHRUNGSTEAM IM DACH-RAUM

Die Anforderungen unserer Zeit stellen uns als Zivilgesellschaft, als Verantwortungs-trägerInnen und IngenieurInnen vor Herausforderungen. Mit unserem neuen Führungsteam und der neuen internen Organisation von DHI sind wir dafür bestens aufgestellt und gerne möchten wir Ihnen dazu das aktuelle Team vorstellen.

**D**er Vorstellung unseres Teams möchten wir vorausschicken, dass DHI seit 2022 intern sechs Global Business Units (GBU) geschaffen hat, in welchen wir unsere Arbeiten lokal wie global organisieren. Für den Kontakt mit unseren KundInnen in Deutschland, Österreich und der Schweiz sind diese GBUs weniger wichtig, als die Personen, die das Unternehmen vertreten.

Im Kern sind es fünf Personen, die an vorderster Front die Interessen von KundInnen und DHI in Einklang bringen möchten:



**DOMINIC SPINNREKER-CZICHON**

Head of Infrastructure, Western Europe  
Civil Infrastructure

**M** dos@dhigroup.com

**T** +49 / 151 / 40 19 40 68

Dominic Spinnreker-Czichon ist seit 11 Jahren bei DHI und hat seit 2022 die Geschäftsführung der DHI Deutschland – Firmenbezeichnung DHI WASY GmbH – übernommen. Fachlich ist Dominic für das Segment Civil Infrastructure verantwortlich, welches Teil der Global Water Resources & Mining Unit ist.

Darüber, wie er seine neue Rolle als Geschäftsführer sieht und welche Visionen er für DHI und die Wasserwirtschaft insgesamt hat, erfahren Sie mehr im Gespräch mit ihm auf Seite 4.



**STEPHAN OLIVER SUTER**

Head of Water Authorities D-A-CH  
Water resources management, op. Systeme

**M** sts@dhigroup.com

**T** + 49 / 15 / 202 27 44 192

Bevor Stephan Suter innerhalb von Global Water Resources & Mining die Leitung der Gruppe Water Authorities im DACH-Bereich übernommen hat, war er neun Jahre in Australien und hat von dort auch global den Support für viele DHI-Produkte mitgestaltet.

Schwerpunkt – und wesentliches Moment der Visionen, die Stephan motivieren – sind operative Systeme, welche die nachhaltige Nutzung und Sicherung der Ressource Wasser unterstützen.



**CHRISTIAN POHL**

Head of Water Supply & Urban Drainage  
Germany & Austria, Water in Cities

**M** cpo@dhigroup.com

**T** +49 / 172 / 512 44 42

Christian Pohl war über 17 Jahre zentral für Business Development im DACH-Raum verantwortlich und ist als Ansprechpartner mit Detailkenntnissen in jedem Bereich, in dem DHI tätig ist. Inzwischen hat er für den DACH-Bereich die Führung des Bereichs Waters in Cities übernommen und ist daher für den Themenbereich Trinkwasser, Abwasser und Kläranlagen zuständig.



**THOMAS TELEGDY**

Managing Director DHI Österreich  
MIKE+, Global Product Specialist

**M** tht@dhigroup.com

**T** +43 / 699 / 10 43 73 21

Thomas Telegdy ist KundInnen gegenüber primär als Geschäftsführer von DHI Österreich sowie als Experte für Software und Lösungen im urbanen Bereich bekannt.

Gleichzeitig hat er aber die Rolle des „Global Product Specialist“ für MIKE+ und wird damit seine Erfahrung verstärkt auch in Produktentwicklung und neue Anwendungsbereiche einbringen.



**STEFAN LESCHKA**

Head of Ports & Terminals  
Europe/Middle East, Energy & Ports

**M** sle@dhigroup.com

**T** +49 / 30 / 679 998 729

Als Leiter von Ports & Terminals Europa/Mittlerer Osten ist Stefan Leschka der zentrale Ansprechpartner für Consulting-Projekte und operative Lösungen im Bereich von Häfen und Terminals, sowie generell zum Wasserbau im „Salzwasser“.

Aus fachlicher Sicht ist er zusätzlich ein ausgewiesener Experte für alle Fragen, die mit Strömungen, Wellen, Tsunamis und Sedimenten verbunden sind, weshalb seine Expertise auch außerhalb des Hafensegments besonders gefragt ist.

# Im Gespräch: Dominic Spinnreker-Czichon

Mit der Übernahme der Geschäftsführung von DHI Deutschland kann Dominic seine langjährige Erfahrung im direkten Kontakt mit KundInnen, aus Software-Sales aber auch im Business-Development einbringen. Aus der früheren Aufgabe als Business Area Manager ist Dominic gewohnt, Wünsche der KundInnen in Lösungen zu transformieren.

Die nachfolgenden Antworten hat Dominic in einem Gespräch gegeben, für welches wir fünf Fragen vorbereitet haben. Gedacht war das Gespräch ursprünglich im Stil von „Word-Rap“ – wir haben dann aber bewusst auf das Kürzen der Antworten verzichtet.

**W**ir feiern nächstes Jahr 60 Jahre DHI – worauf möchtest du bei der 100-Jahr-Feier zurückblicken?

Ich möchte darauf zurückblicken können, wie viele besondere Projekte und Errungenschaften wir erreicht haben.

Wenn wir einmal das tägliche Geschäft zur Seite nehmen und uns auf die Kernfähigkeiten von DHI fokussieren, auf das, was wir tun und warum ich auch so gerne für DHI arbeite, dann sieht man das, was wir erreichen.

Wir tun als IngenieurInnen etwas wirklich Gutes – auch für die Umwelt. Wir haben klare Visionen und sagen nicht „man müsste es besser machen“ – wir machen es besser! Wir geben – im engsten Sinn der Worte – unser Bestes und leisten als IngenieurInnen einen starken Beitrag, um die Situation für viele Menschen, teils für die Zivilgesellschaft im Ganzen, besser zu machen. Wenn ich mir einzelne Beispiele anschau, egal ob für den Wasserhaushalt der Lausitz, für Decision Support Systeme, welche in der Schweiz für sichere Seen sorgen, oder auf der ganzen Welt Projekte, welche die Energiewende entscheidend voranbringen, dann sehe ich unzählige Projekte, die etwas bewegen. Projekte, wo wir auf unterschiedlichsten Ebenen einen guten, wertvollen Beitrag geliefert haben.

Und wenn ich bei der 100-Jahr-Feier zurückschaue, möchte ich sagen können, was haben wir für coole Projekte gemacht, was haben wir für Erfolge für uns als Firma, als IngenieurInnen und für die Gesellschaft erreicht, wo haben wir etwas bewegt.

**Was sind deiner Meinung nach die größten Herausforderungen, was die größten Chancen für die Wasserwirtschaft?**

Auf den Punkt gebracht: der Digitalisierungstau und der Klimawandel.

Wenn wir auf die Digitalisierung blicken, sehen wir heute eine Wasserwirtschaft, die bei weitem noch nicht den digitalen Stand hat, wie es z.B. die Industrie erreicht hat. Wo die Digitalisierung noch nicht in der notwendigen Tiefe und Breite angekommen ist – auch weil viele Entwicklungen in der Wasserwirtschaft insgesamt langsamer erfolgen als in anderen Bereichen der Industrie. Dies ergibt sich natürlich auch daraus, dass viele Komponenten – z.B. Steuerungssysteme, Anlagenteile, etc. – von der Lebensdauer ganz anders sind als z.B. ein Auto oder die Consumer-Welt. Steuerungen, Einzugsgebietsmanagement oder z.B. wasserwirtschaftliche Optimierungen basieren in der Regel immer noch auf analogen Konzepten und Werkzeugen und nutzen daher zwangsweise nicht, was bei einer fortgeschritteneren Digitalisierung möglich wäre.



Und das Ganze ist auch vor den Herausforderungen des Klimawandels zu sehen: Deutschland wird die Auswirkungen des Klimawandels in den kommenden zwei Dekaden sehr deutlich spüren. In den Bundesländern Brandenburg, Thüringen und Sachsen sehen wir diesen Einfluss schon massiv.

Wir sehen die Veränderung der Grundwasserverfügbarkeit in Bayern, wir sehen es in Brandenburg, wo es Engpässe und hohen Wasserstress in nahezu allen hydraulischen und hydrologischen Systemen gibt. Wir sehen in Niedersachsen die Zunahme der Bewässerung, die sinkende Verfügbarkeit der Grundwasserversorgung, es sind keine singulären Effekte mehr sondern sie werden oder sind bereits systemisch. Der Klimawandel wird zu einem nahen und erlebbaren Problem in Nordeuropa.

Hier greifen Digitalisierung und Klimawandel ineinander. Wenn wir eine gute Digitalisierung hinbekommen, können wir dem Klimawandel besser begegnen und seine Folgen zumindest abmildern.

#### **DHI ist ein Unternehmen, dessen Expertinnen und Experten weltweit verteilt sind – was bedeutet das für unsere KundInnen?**

Dass unsere KundInnen eine einzigartige Betreuung bekommen. Wir haben unsere lokalen ExpertInnen, die unsere KundInnen sehr nahe, sehr persönlich und sehr fair beraten, und die gleichzeitig Zugriff auf unser Wissen weltweit haben. Auf unterschiedliche Aspekte, Ansichten und Lösungen. Deutschland ist keine Insel, sondern es gibt unglaublich viele Ansätze weltweit, auf die wir aufbauen können, um Probleme zu lösen und jedes Land, jede Region macht es anders.

Wir können durch die internationale Vernetzung diese Erfahrungen im Sinne unserer KundInnen zusammenführen und anbieten. Und gleichzeitig haben wir gerade im DACH-Raum eine breite Expertise, was die lokalen Besonderheiten betrifft. Egal, ob wir über den Stand der Technik, über übliche Vorgehensweisen oder auch über logistische Rahmenbedingungen sprechen.

#### **Welche Schwerpunkte möchtest du mit DHI in den nächsten drei Jahren, welche in den nächsten 10 Jahren setzen?**

In den nächsten drei Jahren werden wir unsere Schwerpunkte darauf setzen, Partnerschaften zu bilden, enger mit PartnerInnen zusammenzurücken. Wir wollen unterstützen mit Beratungen und mit Plattformen.

Und diese Plattform-Gedanken führen uns in die Strategie für die nächsten 10 Jahre: Wir werden unser hydraulisches, hydrologisches Wissen in unsere Plattformen einfließen lassen bzw. es in diese integrieren. Damit wollen wir uns immer stärker interdisziplinär aufstellen und immer öfter verschiedene Stellen und AkteurInnen miteinander verbinden.

Meine Vision ist, dass wir in 10 Jahren Daten und Werkzeuge so über Plattformen zur Verfügung stellen, dass z.B. der/die UmweltexpertIn Daten aus der Hydrologie unmittelbar für seine/ihre Arbeiten nutzen kann und diese beispielsweise der/dem UmweltjuristIn gibt, so dass dieser/diese wiederum Daten aus einer Plattform integriert, um seinen/ihren Teil der Arbeit zu machen. Diese Vision sehen wir in Ansätzen immer wieder schon verwirklicht – nicht nur in der Wasserwirtschaft. Und es ist klar, dass die Reise in diese Richtung geht.

#### **Wenn nicht Geschäftsführer bei DHI – welche Aufgabe würde dich noch reizen?**

Also ganz offen: Ich bin seit einem Jahr Geschäftsführer und fange erst jetzt an, in dieser Rolle anzukommen. Ich genieße die Rolle, ich mache den Job super-gerne und es gibt keinen einzigen Moment, in dem ich mir diese Frage stellen würde. Ich möchte in dieser Rolle wachsen und das wird auch noch eine Weile dauern. Wenn ich – auf dein Nachfragen\*) – dazu mehr sagen muss, dann ja: Mich reizen die Aufgaben, bei denen man etwas bewegen kann. Bei denen man gute Lösungen im Dienst der Gesellschaft sucht und umsetzt. Aber damit schließt sich wieder der Bogen zu meiner Rolle bei DHI: Wir versuchen etwas anders zu sein, wir investieren unseren Erlös in das kontinuierliche Suchen und Entwickeln von Strategien und Werkzeugen für die Gesellschaft. Wir haben keine Shareholder über uns, die wir bedienen, sondern unsere Arbeit ist mit einer Vision verbunden, in die wir alles, was am Ende des Tages überbleibt, auch wieder investieren.

Ich sehe meine Aufgabe bei DHI auch als ein Privileg. Denn auch wenn mein Beitrag – gemessen an den globalen Herausforderungen, denen wir uns stellen müssen – in Summe klein bleiben wird: Es ist doch ein gutes Gefühl, die Welt ein klein bisschen besser zu machen.

➤ Die Fragen wurden gestellt von Günther Reichel.

# #DHIWaterAction

Am 22. März war Weltwassertag 2023 und damit ein Tag, an dem es darum geht, die wichtigen Schritte zur Lösung der global bestehenden Krise bezüglich Wasserdargebot und Wasserqualität zu beschleunigen. Am Weltwassertag wird traditionell auch die UN-Wasserkonferenz in New York eröffnet und es werden global Veranstaltungen und Initiativen durchgeführt, um sich mit Fragen zur nachhaltigen Sicherung der Ressource Wasser zu beschäftigen.

**D**ie Welt befindet sich global inmitten einer Wasser- und Hygienekrise, die durch den Klimawandel und durch viele Konflikte verschärft wird. Wenngleich die Herausforderungen, mit denen wir in Mitteleuropa und insbesondere im DACH-Raum konfrontiert sind, in keiner Weise mit dem vergleichbar sind, was wir weltweit sehen und lösen müssen, ist auch unsere Situation in keiner Weise zu beschönigen: Aktuell häufen sich in den Medien Berichte über die Wasserknappheit und die mancherorts massiven Auswirkungen der vergangenen trockenen Jahre: historisch niedrige Wasserstände in vielen Seen, ausgetrocknete Nebengewässer, zu niedrige Grundwasserstände und Auswirkungen auf die Landwirtschaft.

## DIGITALE LÖSUNGEN GEGEN REALE PROBLEME?

Es ist klar, dass wir durch digitale Lösungen weder einen Regen auslösen können, noch, dass wir damit den Grundwasserstand anheben können. Oder können wir doch?

Beim Regen wohl eher nicht, wobei es auch hier Wechselwirkungen zwischen Bodennutzung, Vegetation, Verdunstung und Niederschlägen gibt, die wir in Modellen analysieren können, um daraus Maßnahmen abzuleiten.

Bei Grundwasserständen sind die Eingriffsmöglichkeiten bereits wesentlich deutlicher und greifbarer: So können wir durch eine gezieltere Optimierung von Wasserentnahmen, durch eine Anpassung in der landwirtschaftlichen Nutzung, durch optimierte Fruchtfolgen und geänderte ergänzende Vegetationen einen Einfluss auf den Wasserhaushalt und damit auch auf die Grundwasserstände nehmen.

Digitale Lösungen sind dafür nicht unbedingt erforderlich, denn all diejenigen, die davon betroffen sind oder sich damit – z.B. als LandwirtInnen – auseinandersetzen, haben dazu umfassendes Wissen aufgebaut. Digitale Lösungen können uns aber ganz wesentlich helfen, die Hintergründe tief und systematisch zu analysieren, Handlungsalternativen zu studieren und Lösungsoptionen vorzuschlagen. Und das alles auch im Kontext von langfristigen Veränderungen, wie sie sich aktuell durch den Klimawandel abzeichnen.

## MONITORING UND ENTSCHEIDUNGS-UNTERSTÜTZUNG IN ECHTZEIT

Digitale Lösungen geben uns ein umfassendes und klares Bild. Über das, was ist und das, was sein wird. Entsprechend werden digitale Lösungen in Form von numerischen Modellen seit Jahrzehnten als Planungsgrundlage in praktisch allen Anwendungsbereichen der Wasserwirtschaft verwendet.

Es gibt aber einen zweiten Bereich, wo numerische Modelle und digitale Lösungen insgesamt zum „Game-Changer“ werden können: Überall dort eingesetzt, wo sie Entscheidungen im täglichen Betrieb unmittelbar und direkt stützen können. Wo sie – z.B. in der Form von Digitalen Zwillingen – parallel zur Realität die Zusammenhänge im Wasserkreislauf auswerten und mögliche Maßnahmen proaktiv vorschlagen oder bewerten. Überall dort, wo es aufgrund der komplexen Vernetzung unserer realen Systeme nicht mehr ohne weiteres möglich ist, die Zusammenhänge und Wechselwirkungen direkt und schnell zu erfassen.

## NAVIGATIONSSYSTEME FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFT

Wenn wir von DHI über digitale Lösungen nachdenken, sehen wir beides: die Komplexität der Modelle und die nötige Fokussierung bzw. Reduktion auf das Wesentliche. Als ein „Role Model“ sehen wir dabei – unter anderem – die Navigationssysteme im Straßenbereich: Sie verknüpfen in komplexen Modellen alle Basisdaten, Echt-Zeit-Daten und diverses aggregiertes Wissen über Straßennetze und über das Verhalten der VerkehrsteilnehmerInnen. Und das alles, um uns (möglichst) schnell und sicher dorthin zu bringen, wo wir sein wollen.

Viele der Systeme, die wir für unterschiedlichste Bereiche der Wasserwirtschaft implementiert haben, haben grundsätzlich vergleichbare Ziele. Und an Ihnen sehen wir im täglichen Betrieb, wie wertvoll sie sind – für sichere Entscheidungen im Moment und um auf lange Sicht nachhaltige Strategien umzusetzen.

› Stephan Oliver Suter

# Digitale Zwillinge und Operative Decision Support Systeme

Der Begriff des „Digitalen Zwillings“ hat sich vor etwa 10 Jahren etabliert und sich inzwischen in vielen Bereichen als Modewort gefestigt. Dabei ist zu bedenken, dass das Konzept des Digitalen Zwillings schon wesentlich älter ist und dass die Grenzen zwischen numerischem Modell, operativem Decision Support-System und Digitalem Zwilling fließend sind. In diesem Beitrag möchten wir semantische Überlegungen hintanstellen und sehr allgemein über unsere Ansätze und sechs Themenbereiche im Kontext von Digital Twins berichten.





**A**uch wenn es keine scharfe Definition für Digitale Zwillinge gibt, ist aus unserer Sicht ein wesentliches Merkmal zur Abgrenzung vom „klassischen“ Modell, dass wir bei Digital Twins von komplexen Systemen sprechen, in welchen (a) das Modell nur eine von mehreren Komponenten ist, und (b) die real-time Daten von Sensoren einbeziehen. Gleichzeitig ist uns bewusst, dass diese Definition im Widerspruch zu anderen Definitionen steht, die z.B. postulieren, dass es unerheblich ist, ob das System, welches der Digital Twin abbildet, (schon) existiert oder nicht. Für die nachfolgende Zusammenschau mit Lösungen von DHI aus unterschiedlichsten Bereichen wollen wir diese formalen Aspekte bewusst ausklammern. Wir wollen Ansätze und Lösungen zeigen, die alle als online angebundene, operative Systeme zur Unterstützung der Entscheidungsfindung im realen Betrieb konzipiert sind.

## BACK TO THE ROOTS

MOUSE-ONLINE von DHI war ein früher „Digitaler Zwilling“, der vor 30 Jahren getestet und in Betrieb genommen wurde. MOUSE – die Abkürzung für „Model for Urban SEwers“, ist – mit einigen Generationen dazwischen – der Vorgänger von MIKE+ und wurde für die Modellierung von städtischen Abwässern und Regenwasser entwickelt. Mit MOUSE ONLINE hat DHI bereits in den 1980-er Jahren ein System entwickelt, welches in Echtzeit Daten integriert hat, um damit über automatisierte Simulationen permanent ein digitales Abbild der Realität zu schaffen. Die aus MOUSE ONLINE gewonnenen Erkenntnisse bildeten die Grundlage für den Digitalen Zwilling „Future City Flow“ von DHI.

## FUTURE CITY FLOW

Future City Flow (FCF) ist ein Standard-Software-Paket von DHI, mit welchem Digital Twins für die Optimierung der Stadt-Entwässerung implementiert werden können. Als Herzstück verwendet das System ein MIKE-Modell des Einzugsgebietes und ein Modell des gesamten Entwässerungssystems. Als zentralen Input werden meteorologische Prognosedaten und Echtzeitdaten von Sensoren verwendet.

Das zentrale Ziel von FCF ist die Minimierung von Überflutungen im städtischen Bereich und der Entlastung von unbehandelten Abwässern. Dabei geht es auch darum, sich auf die zu erwartenden Folgen des Klimawandels, einem schnellen Bevölkerungswachstum sowie sich ändernden Gesellschaftswerten und KundInnenerwartungen einzustellen.

In der Anwendung werden beide Zeithorizonte unterstützt, nämlich Kurzzeit-Berechnungen, die das spontane optimale Nutzen der vorhandenen Ressourcen und Anlagen erlauben und Langzeit-Berechnungen, um künftige Investitionen und Strategien zu optimieren.

➤ Christian Pohl, Thomas Telegdy

### FCF FÜR DIE STADT GÖTEBORG UND IHRE UMLIEGENDEN GEMEINDEN

Gryaab AB ist ein regionaler Abwasserentsorger, der derzeit über 800.000 Menschen in sieben Gemeinden (Ale, Göteborg, Härryda, Lerum, Kungälv, Mölndal und Partille) im Großraum Göteborg an der schwedischen Westküste versorgt. Das lokale Kanalnetz jeder Gemeinde ist an ein großes Tunnelsystem angeschlossen, welches das Abwasser zu einer zentralen Kläranlage (KA), der Rya KA, eine der größten Kläranlagen Schwedens, transportiert. Gryaab besitzt und betreibt das Kanalnetz und die KA Rya. Im Tunnelsystem von Gryaab ist das Zurückhalten von bis zu 250.000 m<sup>3</sup> möglich, wodurch eine Dämpfung der Abflusskurve ermöglicht wird.

Ein zentraler Bestandteil des FCF-Systems von Gryaab ist die optimierte Nutzung der Ressourcen mittels Model Predictive Control (MPC). MPC setzt dabei auf die Ergebnisse der hydro-meteorologischen Prognosen und Simulationen auf und berechnet, wie die im Kanalnetz verfügbaren Speicherräume bestmöglich genutzt werden können. Die Berechnung selbst erfolgt iterativ und mit ständig aktualisierten meteorologischen Daten samt Messungen aus dem Kanalnetz.

## TWIN PLANT

Mit Twin Plant stellt DHI ein Modell-System zur Verfügung, um einen Digitalen Zwilling einer Kläranlage zu erstellen. Mit Twin Plant kann die Güte von Reinigungsprozessen überwacht und durch den Vergleich mit Erwartungswerten gesteuert werden. Ein zentrales Element sind Prognosen zur Wasserqualität und zu Energieverbrauch und -produktion, zur Ressourceneffizienz und Kohlenstoffbilanz.

Analog zu FCF kombiniert Twin Plant automatisierte Datenverarbeitung, Online- und Prognosemodellierung sowie Echtzeitsteuerung

und es ermöglicht, alternative Betriebsstrategien und verschiedene Wartungsszenarien zu testen, bevor sie in der realen Anlage umgesetzt werden. Durch Vorhersagefunktionen ist es möglich, proaktiv auf Ereignisse zu reagieren, um die Anlage optimal zu nutzen. In der Anwendung von Twin Plant ist oft eines der Ziele, die Energiekosten von Kläranlagen zu reduzieren und – langfristig gesehen – eine positive oder zumindest ausgeglichene Energiebilanz zu erreichen. Das Senken der Energiekosten ist vor dem Hintergrund der aktuellen Energiekrise ein wertvolles, auch kurzfristig erreichbares Ziel. Und direkt damit verbunden hilft es, Kläranlagen in Hinblick auf ihren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu optimieren.

➤ Christian Pohl, Thomas Telegdy

### EIN DIGITALER ZWILLING FÜR DIE KLÄRANLAGE DES TBZ FLENSBURG

Das Klärwerk des TBZ Flensburg ist ein besonderes: Es liegt in der Stadt, in der Nähe des Stadions, direkt am Ufer mit Blick auf die Flensburger Förde und zeichnet sich auch durch eine besondere Architektur aus. Zum Einzugsgebiet der Kläranlage gehören neben der Städte Flensburg und Glücksburg, den Nachbargemeinden Harrislee, Jarplund-Wedding, Wees, Tastrup auch das Gewerbegebiet Handewitt und die Kläranlage hat eine Reinigungskapazität für 224.00 Einwohner. In einer von der Danish Water Technology Alliance (WTA) des dänischen Außenministeriums initiierten Kooperation von DHI und dem TBZ wird ein Pilotsystem für einen mit Twin Plant erstellten Digitalen Zwilling der Kläranlage Flensburg erstellt. Die Implementierung erfolgt in einem Vier-Stufen-Modell, welches erfolgreich u.a. in USA, Dänemark, Portugal und Deutschland eingesetzt wurde, und das die Einbeziehung der MitarbeiterInnen des Versorgungsunternehmens als oberste Maxime hat. Damit wird es innerhalb eines relativ kurzen Zeitrahmens möglich sein, ein gemeinsames Bild über mögliche Optimierungsansätze zu gewinnen, diese zu priorisieren und dazu Kosten und Umsetzungsvarianten zu erarbeiten. Auch in diesem Projekt steht im Vordergrund, dass der Digitale Zwilling in unterschiedlichen Projektphasen für unterschiedliche Aufgaben genutzt wird und dass jede Projektphase für sich einen direkt umsetzbaren Nutzen hat. Gleichzeitig baut jede neue Projektphase unmittelbar auf Arbeiten und Erkenntnisse der vorherigen auf, wodurch sich kurze Projektphasen und rasch erreichbare Zwischenerfolge ergeben..



## MEHR DATEN-SICHERHEIT BEI HOCHWASSER: PRÜFUNG AM DIGITALEN ZWILLING DER DONAU

Im Rahmen eines von DHI begleiteten Pilotprojekts wird ein Digitaler Zwilling der österreichischen Donau entwickelt, der speziell der Prüfung von Messwerten im Hochwasserfall dient. Durch den Vergleich der Messwerte aus der Natur und den korrespondierenden Daten aus der Simulation können die Messwerte validiert werden, um z.B. Fehler aufgrund von beschädigten Messanlagen zu erkennen.

Durch den Vergleich wird aber auch erkennbar, wenn in der Natur die Situation anders ist, als sie „sein sollte“: Denn das Mo-

dell bildet die Natur so ab, wie wir die Verhältnisse erwarten. Signifikante Abweichungen zwischen Messwerten und Modelldaten können helfen, z.B. nicht erwartete Zuflüsse, Dammbüche oder auch das Versagen von Hochwasserschutz-Einrichtungen zu erkennen, um davor zu warnen.

Oder um es mit den Worten von Harald Wegner von Fischer-Teamplan zu sagen: „Wenn die Unterschiede zwischen Messwerten und Modelldaten klein sind, sollten wir die Berechnungen im Digitalen Zwilling verbessern. Wenn sie groß sind, sollten wir dringend in der Natur nachschauen, was los ist“.

› Günther Reichel

## SEEN-MANAGEMENT IN DER SCHWEIZ

Seen spielen für die Wasserwirtschaft in der Schweiz eine wichtige Rolle; rund 2/3 der Fläche werden über regulierte Seen entwässert. Viele der größeren natürlichen Seen sind reguliert und das Wasser wird nach festgelegten Regeln in die flussabwärts gelegenen Flüsse abgegeben.

Die Seenregulierung hat dabei eine dreifache Wirkung: Sie dämpft Hochwasserspitzen, hebt Niedrigwasser an und sorgt für ein naturnahes Abfluss- und Seepiegelregime. Bei der Regulierung der Seen geht es um die Abwägung verschiedener Interessen. Sie liegt in der Verantwortung der Kantone (Landesregierung), der Bund hat die Oberaufsicht.

In den letzten 20 Jahren haben Hochwasserereignisse in der ganzen Schweiz schwere Schäden verursacht. Die Analysen dieser Hochwasser haben gezeigt, dass eine koordinierte Seenregulierung und Wasserdatenverwaltung notwendig ist und dass diese zu einer Verringerung der Schäden führen kann. Gleichzeitig wurde erkannt, dass eine optimierte Nutzung der Seen als Retentionsräume nur möglich ist, wenn diese durch entsprechende modellbasierte Systeme unterstützt wird.

Die Entwicklung des Systems wurde als langfristiges Projekt mit folgenden drei Schwerpunkten angelegt:

1. Entwicklung eines hydrodynamischen 1D-Modells, das den nördlichen Teil der Alpen in der Schweiz abdeckt. Das Modell enthält Flüsse und Seen, deren Kontrollstrukturen sowie die spezifischen Regulierungsregeln für jeden See.
2. Einbettung in MIKE OPERATIONS für einen integrierten, operativen Betrieb samt Einbeziehung von online-Daten aus Modellen und von unterschiedlichsten Sensoren in der Natur.
3. Optimierung und Verfeinerung des Systems in Hinblick auf Usability und Modellabbildung

Mit diesen Schritten wurde ein System erstellt, welches dem BAFU (Bundesamt für Umwelt) permanent und vollautomatisiert die Informationen liefert, die für das Monitoring des Einzugsgebietes sowie für das Treffen von Entscheidungen wichtig ist. Unter normalen Bedingungen dient das System dazu, mögliche Hochwasserereignisse zu antizipieren und proaktiv darauf zu reagieren. Während eines Hochwasserereignisses wird die optimale Steuerung des Seespiegels durch verschiedene Abflusszenarien in direkter Abstimmung mit den Kantonen beurteilt und es werden Informationen und Warnungen generiert. Nach einem Hochwasserereignis werden die Verhältnisse und die Reaktionen darauf analysiert – auch um daraus mögliche weitere Optimierungsmöglichkeiten zu erkennen.

› Stephan Suter



## NCOS ONLINE – MOORING UND CONTAINER-MANAGEMENT IN HÄFEN AUF DER GANZEN WELT

Das NCOS-Mooring Analyse Modul ist ein Echtzeit-System für Häfen.

Das System kombiniert Meteorologie, 3D-Strömungsdaten sowie die Eckdaten von Häfen und Schiffen, um damit den optimalen Liegeplatz zum Be- und Entladen von Schiffen festzulegen. Als Parameter, die in hunderttausende Einzelsimulationen einfließen, um das Container-Management ganzer Häfen zu optimieren, fließen z.B. Strömungsverhältnisse, Windgeschwindigkeiten, mögliche Abladetiefen, das Dehnungsverhalten von Verankerungssystemen sowie Bauart, Abmessungen und Kapazität von Krananlagen ein.



Dabei verarbeitet NCOS statische Daten wie die Parameter von Anlagen und Schiffen aber selbstverständlich auch dynamische Daten. Letztere stammen u.a. aus eigenen, im System durchgeführten hydrodynamischen Simulationen (Strömungen, Wellen, Tide) aber auch aus vorgelagerten Systemen, die z.B. die meteorologischen Verhältnisse prognostizieren.

Durch frühzeitige Warnungen vor rauen Wetterbedingungen, physikalisch basiertes Screening der dynamischen Unterdeckfreigabe und gut dokumentierte Pläne für die sichere Durchfahrt und Datenvalidierung in Echtzeit ermöglicht das NCOS Online-System den Häfen, ihre Betriebszeiten zu verlängern, den Durchsatz durch ihre Kanäle sicher zu erhöhen und die CAPEX- und OPEX-Kosten konsequent zu senken.

› Stefan Leschka

### STORY: NCOS UND DER HURRICANE IN DER BAY VON CHESAPEAKE

Im August 2020, als der Hurricane Isaias auf die Chesapeake Bay zusteuerte, ergaben die Berechnungen, welche der Port of Virginia (USA) mit NCOS durchführte, dass bei vielen Container-Schiffen die Mooringeilen, mit welchen sie im Hafen vertäut waren, die zu erwartenden Belastungen durch Winddruck und Seegang nicht aushalten würden. Ein Verstärken der Vertäuerung war keine Option, weil dabei wiederum die Poller und die übrigen Hafenanlagen die Lasten nicht ausgehalten hätten.

Es wurde daher auf Basis der NCOS-Prognosen entschieden, das Be- und Entladen völlig zu unterbrechen und alle betroffenen Schiffe zum Abwettern des Hurricanes auf See zu schicken. Die Berechnungen, die der Port of Virginia auf Basis der Hurricane-Daten durchgeführt hat, ergaben, dass alleine bei diesem Ereignis Schäden von 0.5 Mio US\$ verhindert wurden.

### MIKE OPERATIONS ALS ZENTRALE SOFTWARE

Als zentrales Softwaresystem für die Entwicklung von Digital Twins steht MIKE OPERATIONS zur Verfügung.

MIKE OPERATIONS ist ein Framework, der für modellbasierte Vorhersagedienste und für die Online-Betriebssteuerung von Flusssystemen, Wassergewinnungssystemen und Wasserverteilungssystemen entwickelt wurde.

MIKE OPERATIONS ermöglicht den schnellen und sicheren Aufbau dieser Systeme und bietet gleichzeitig flexible Werkzeuge, die uns bei der Bewältigung der Komplexität von Echtzeitmodellen unterstützen. Durch seinen modularen Aufbau ist es skalierbar und beliebig adaptierbar. In Python geschriebene Skripts können direkt integriert werden, um den Funktionsumfang zu erweitern oder anzupassen.

In vielen Systemen verwenden wir MIKE OPERATIONS auch direkt als User-Interface und nutzen seine umfassenden Interaktions- und Visualisierungsmöglichkeiten. In anderen Systemen – wie auch in Future City Flow – ist MIKE OPERATIONS das System „im Hintergrund“, auf das ein zusätzliches System aufgesetzt ist.

› Stephan Suter, Dominic Spinnreker-Czichon

# Grundwasser und Geothermie

Das Potenzial der geothermischen Energie als kohlenstoffneutrale und erneuerbare Ressource gewinnt zunehmend an Bedeutung und wird durch Klimawandel und Energiekrise befeuert. Geothermische Anlagen nutzen die Wärme aus der Erde zur Wärme- und Stromerzeugung und sind damit eine praktikable Option für Länder, die ihren steigenden Wärme- und Energiebedarf decken und gleichzeitig ihre Kohlenstoffemissionen reduzieren wollen.

## PROJEKTE IM KONTEXT VON ENERGIEWENDE UND CO<sub>2</sub>-NEUTRALITÄT

Im Zusammenhang mit der Wende hin zu erneuerbaren Energien wird es wenig überraschen, dass DHI z.B. Schwerpunkte auf allen Aspekten hat, die für die nachhaltige Nutzung der Wasserkraft wichtig sind. Die Aufgaben, die im Rahmen der Energiewende zu lösen sind, gehen aber weit darüber hinaus und wir möchten hier drei der Themen exemplarisch vorstellen.



**F**ridleifsson et al. gingen schon 2008, das heißt lange vor der aktuellen Energiekrise, davon aus, dass die Nutzung der Geothermie für die Energieerzeugung zwischen 2010 und 2050 grob um einen Faktor 10 bis 15 steigen würde. Dabei beziehen sich diese Zahlen nur auf die Gewinnung von elektrischer Energie und berücksichtigen noch gar nicht die unmittelbare Nutzung für Heizungen.

## FALLSTUDIE FÜR MÜNCHEN

Die Stadtwerke München (SWM) sind eines der größten kommunalen Unternehmen in Deutschland. Laut ihrem Nachhaltigkeitsbericht will das Unternehmen bis 2040 den Münchner Fernwärmebedarf vor allem durch Tiefengeothermie klimaneutral decken, denn die Stadt München sitzt – laut eigenen Ausführungen – auf einem großen Schatz: Tief unter der Erde befindet sich ein riesiger Vorrat an heißem Thermalwasser. Ein aktuelles Forschungsprojekt des Leibniz-Instituts für Angewandte Geophysik (LIAG), der Technischen Universität Berlin und von DHI geht der Frage nach, wie das geothermische Potenzial sicher beurteilt und genutzt werden kann.

## UM GEOTHERMISCHE ENERGIE ZU NUTZEN, MÜSSEN WIR ZUNÄCHST VERSTEHEN, WAS SICH UNTER DER ERDE BEFINDET

Damit die Geothermie als Energiequelle genutzt werden kann, müssen wir zunächst verstehen, was sich unter unseren Füßen befindet. Da die Kartierung des gesamten tiefen geothermischen Reservoirs der Erde eine unmögliche Aufgabe ist, basiert unser Verständnis des Erduntergrunds auf vorhandenen Informationen wie geologischen Karten und Querschnitten, Bohrungen, seismischen Kampagnen und anderen Felddaten. Mit diesen Erkenntnissen wird eine virtuelle 3D-Darstellung des Gebiets – die mehrere Kilometer umfassen kann – erstellt. Diese Information – in der Regel als „Modell“ bezeichnet – ist von entscheidender Bedeutung für die Erkennung des geothermischen Potenzials und für die Bestimmung der Machbarkeit einer kohlenstoffneutralen Energieerzeugung in einem Gebiet durch Geothermie.

› Carlos Andres Rivera Villarreyes,  
Ferdinand Fechtner, Julia Mayer

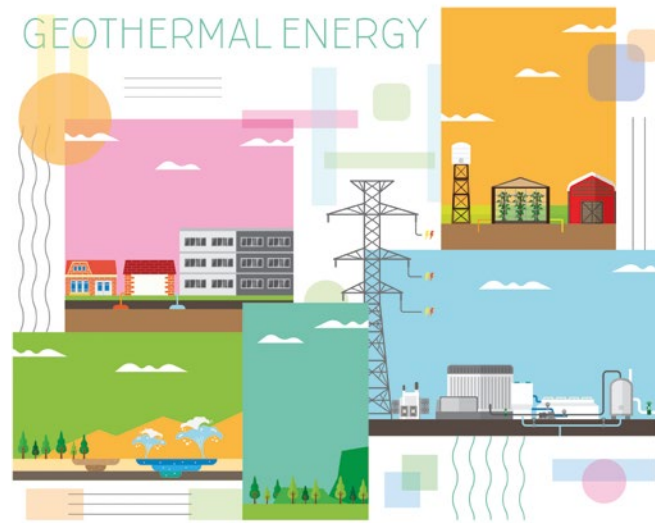
## NEUER ANSATZ BIETET MEHRERE LAGERSTÄTTENDARSTELLUNGEN FÜR HÖHERE GENAUIGKEIT

Ein gemeinsames Forschungsprojekt von DHI, dem Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) und der Technischen Universität Berlin befasste sich mit der Frage, wie aus den unterschiedlichen Daten, die wir über den Untergrund haben, effektiv ein möglichst vollständiges und abgesichertes Bild über den gesamten Untergrund entwickelt werden kann.

Das Team entwickelte ein numerisches 3D-Grundwassermodell des Großraums München (ca. 2.700 km<sup>2</sup>) mit der DHI Software FEFLOW. Modernste 3D-Vernetzungsalgorithmen wurden getestet, um Felddaten wie Verwerfungsneigungen, abweichende Bohrlochtrajektorien und mehr so weit wie möglich abzubilden. Im Vergleich zu einem herkömmlichen Geothermieprojekt, bei dem nur ein einziges Reservoir existiert, ermöglicht diese Methode die Erstellung von hunderten oder sogar tausenden von statistisch wahrscheinlichen Reservoirdarstellungen.

## GRUNDWASSERMODELLIERUNG ALS BASIS FÜR DIE NUTZUNG DER GEOTHERMIE

Die numerische Modellierung mit Grundwasser- und Wärmetransportmodellen ist die Basis für die nachhaltig-systematische Festlegung von Standorten geothermischer Anlagen. In diesem Punkt kann DHI doppelt punkten: Zum einen hat das



Team um Dr. Carlos Andres Rivera Villarreyes eine spezifische Methode entwickelt, um direkt aus geologischen Daten das Rechnetz für FEFLOW-Modelle abzuleiten. Dabei werden aus den – oft nicht geschlossenen – drei-dimensionalen Polygonen und Flächen, mit denen Geologen den Untergrund beschreiben, die geschlossenen, irregulären 3D-Netze für FEFLOW abgeleitet.

Der zweite Punkt ist die Tatsache, dass FEFLOW weltweit gesehen eine der leistungsfähigsten Software zur Grundwassermodellierung ist und alle Themen abdeckt, die für die unterschiedlichsten Formen der geothermischen Nutzung, von oberflächennaher bis tiefer Geothermie, relevant sind. Insbesondere für die tiefergeothermische Simulation, bei der wir Grundwasserkörper und Wärmeströme in vielen tausend Metern Tiefe betrachten müssen, bietet FEFLOW massive Vorteile.

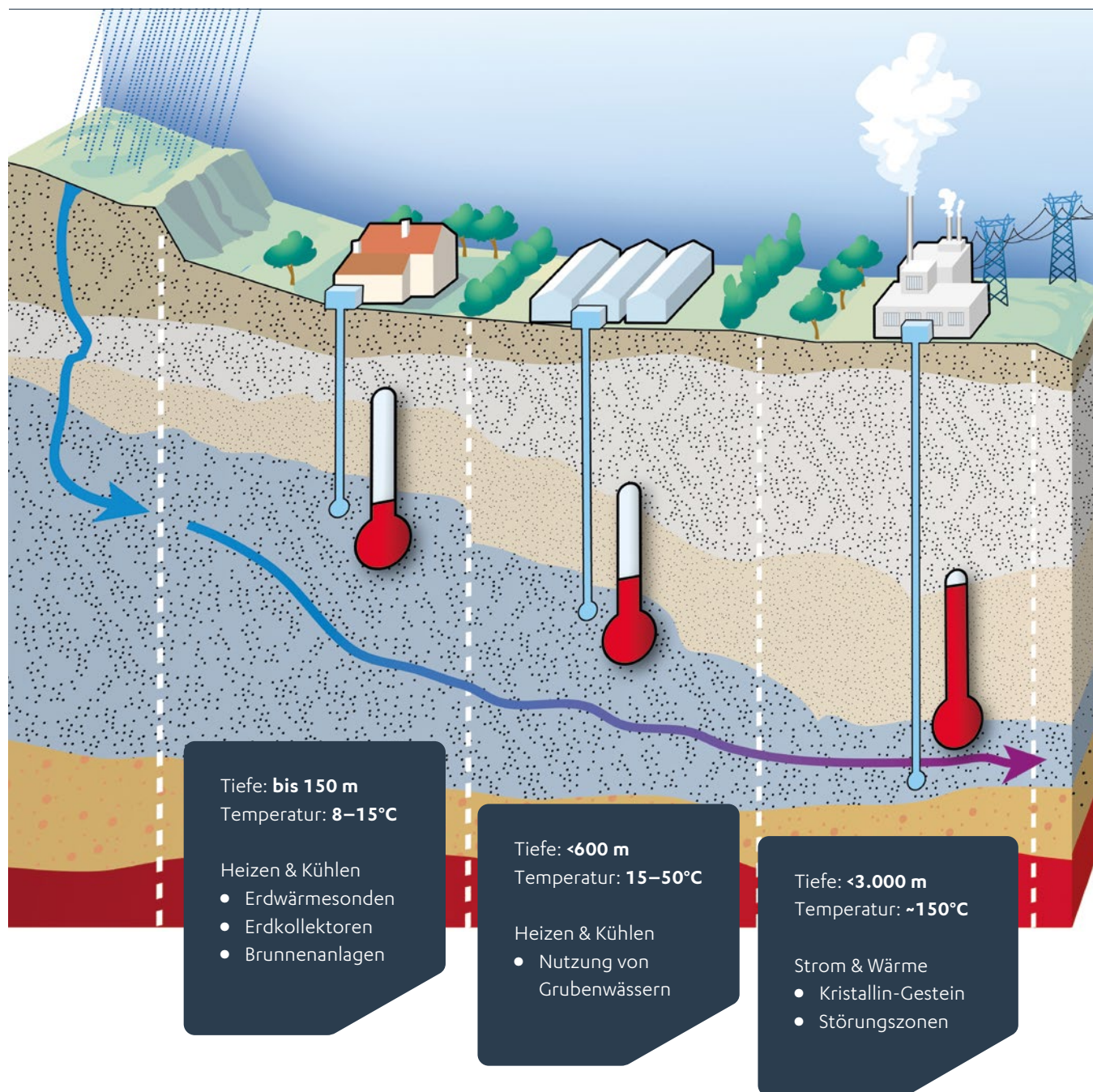
### NUMERISCHE MODELLE MIT FEFLOW

Mit FEFLOW können alle für die Nutzung der Geothermie relevanten Aspekte modelliert werden. Egal ob oberflächennahe Geothermie, Grubenwasser-Geothermie oder tiefe Geothermie – FEFLOW hat sich durch seine flexiblen Vernetzungsstrategien und dank seiner umfassenden Ansätze über Jahrzehnte als Industrie-Standard etabliert.

Ein Auszug aus den Ansätzen, die mit FEFLOW modelliert werden können:

- Oberflächennahe geothermische Anlagen
- Tiefe geothermische Anlagen
- Offene und geschlossene Kreislaufsysteme
- Bohrlochwärmetauscher (BHE)
- Wärmetauscher-Arrays
- Erdwärmesonden, Kollektoren oder offene Brunnensysteme
- Energiepfähle, Eisspeicher oder aktivierte Schlitzwände
- Thermische Energiespeicherung in Aquiferen (ATES)
- Wärmetransport in porösen und geklüfteten Medien unter gesättigten und ungesättigten Bedingungen
- Interaktion mit Heiz- und Kühlanlagen
- Optimierung von geothermischen Anlagen
- Analyse der Lebensdauer von Anlagen





Das Prinzip der Geothermie ist einfach: Die Idee besteht darin, Erdwärme für die Wärme- oder Stromerzeugung zu nutzen. Im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energiequellen, wie Wind, Sonne und Gezeiten, ist die Geothermie völlig vorhersehbar und nicht von den Wetterbedingungen abhängig. Je nach Tiefe der Anlagen unterscheiden wir drei Formen der Geothermie (siehe Bild).

## EFFIZIENTERE ENTSCHEIDUNGSFINDUNG UND RISIKOMINDERUNG BEI GEOTHERMISCHEN PROJEKTEN

Mit den von der Forschungsgruppe entwickelten Konzepten und Systemen lassen sich nicht nur historische Messungen wie Druck und Temperatur des Reservoirs in den letzten Jahren reproduzieren, sondern auch die Machbarkeit künftiger geothermischer Standorte und deren Auswirkungen auf das Reservoir testen. Im Vergleich zur herkömmlichen Modellierung liefert der Ansatz nicht nur eine Antwort, son-

dern bietet bis zu tausende von Möglichkeiten, die natürlich auch Best- und Worst-Case-Szenarien für umfassende Entscheidungen einschließen.

Als konkretes Ergebnis konnte das Forschungsteam die Optionen und Auswirkungen für 12 potenzielle Standorte für geothermische Anlagen in der Münchner Innenstadt testen und so ihre Wirksamkeit für die Fernwärmeversorgung erfolgreich validieren. Dies kommt kommunalen Unternehmen – wie den SWM – direkt zugute, weil die Kenntnis von potenziellen Auswirkungen hilft, Risiken zu mindern und die Umsetzbarkeit von angedachten geothermischen Anlagen sicher zu prüfen.

# Bergbau-Folgelandschaften

Der Abbau von Braunkohle im Tagebau verändert in den Revieren hochgradig die jeweilige Kulturlandschaft. Neben dem Eingriff in den Naturhaushalt ergibt sich – im Zusammenhang mit dem für den Tagebau nötigen Absenken des Grundwasserspiegels – eine massive Störung des Wasserhaushalts.

Die Unterstützung wasserwirtschaftlicher Planung mit der DHI-Software WBalMo und MIKE HYDRO Basin ist nicht auf die Herstellung von Bergbaufolgelandschaften beschränkt. Sie können auch in folgenden Einsatzbereichen angewendet werden:

- Aufstellung wasserwirtschaftlicher Rahmen- und Entwicklungspläne, Erarbeitung von Betriebsplänen für wasserwirtschaftliche Anlagen sowie Standortgutachten für Speicher
- Untersuchung des Einflusses von Klimaänderungen
- Kopplung mit Gewässergütemodellen
- Auswirkung von bergbaubedingten Grundwasserabsenkungen auf die Wasserverfügbarkeit
- Verknüpfung von Landschaftswasserhaushaltsmodellierung und wasserwirtschaftlicher Bilanz
- Einbeziehung von Hochwassermodellen im Tages-schritt
- Wasserrechtliche Genehmigungsverfahren

**D**ie Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbauverwaltungs-gesellschaft mbH hat in den durch sie verantworteten Braunkohlerevieren eine jahrzehntelange, international einzigartige Arbeit zur Gestaltung der Bergbaufolgelandschaften geleistet.

Mithilfe der Rekultivierung wird versucht, die durch den Abbau der Braunkohle entstandenen Eingriffe an Natur und im Landschaftsbild auszugleichen. Dies gilt als erreicht, wenn nach der Beendigung der Braunkohleförderung keine erheblichen oder nachträglichen Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes zurückbleiben und das Landschaftsbild landschaftsgerecht wieder hergestellt oder neu gestaltet ist.

Gleichzeitig ist wichtig, dass es bei Tagebau-Folgelandschaften auch um ehrliches Integrieren der Vergangenheit geht und dass der Tagebau Teil unserer Geschichte ist. Ein Teil, der auch maßgebliche Stütze unseres Wohlstandes und unserer gesellschaftlichen Entwicklung war. In diesem Sinne ist auch zu sehen, dass z.B. versucht wird, Teile der Lausitzer Bergbaufolgelandschaften als UNESCO-Welterbe zu etablieren.

## VIELSCHICHTIGE HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFT

Die Themen, die bei der Rekultivierung zu behandeln sind, sind vielschichtig und vernetzt. Von zentraler Bedeutung sind dabei sichere Analysen und Prognosen zu den Veränderungen im Grundwasserkörper, welche sich mit Beendigung des Tagebaus und dem Abstellen der Pumpen ergeben werden:

Zum einen geht es um den Wasserhaushalt und dabei um massive Wassermengen, die z.B. zum Auffüllen der Tagebauflächen nötig sind. Zum anderen geht es um Fragen der Wassergüte, wo Parameter wie pH-Wert, Sulfat- und Eisenkonzentrationen eine bestimmende Rolle spielen.

## BEISPIEL WBALMO – EIN INTERAKTIVES SIMULATIONSSYSTEM, UM PLANUNGSPROZESSE ÜBER ZIG JAHRE ZU BEGLEITEN

Als zentrales Werkzeug für die großräumige wasserwirtschaftliche Begleitung des Tagebaus und damit auch für die Herstellung von Tagebau-Folgelandschaften dient das von DHI mit-entwickelte WBalMo-Ländermodell für die Flussgebiete der Spree, Schwarzen Elster und Lausitzer Neiße, welches bereits seit 30 Jahren im Einsatz ist und in dieser Zeit regelmäßig und systematisch erweitert und angepasst wurde. Von großer Bedeutung im Modellsystem ist das Modul GRMSTEU, welches

die spezifischen Anforderungen der operativen Steuerung auf der Grundlage des WBalMo-Ländermodells insbesondere für die Flutung der Tagebaulöcher umsetzt. Damit greifen planerische und operative Aufgaben ineinander.

Das WBalMo-Ländermodell stellt die Grundlage dar, um das wasserwirtschaftliche Potential der aus den Abbaugebieten entwickelten Seenlandschaft zu bewerten. Im Flussgebiet der Weißen Elster wird deshalb unter Federführung der sächsischen Wasserbehörden gegenwärtig ein wasserwirtschaftliches Langfristbewirtschaftungsmodell LBM Weiße Elster auf WBalMo-Basis aufgebaut.

➤ Dr. Michael Kaltofen, Stephan Suter



Seebrücke, dessen Form an einen Schaufelradbagger erinnert, im Hintergrund der sich in Flutung befindende Ilsesee in Großräschen, Brandenburg



Folgenutzung - Förderbrücke F60 (heute ein Museum – Besucherbergwerk) bei Lichterfeld-Schackersdorf in Brandenburg, Deutschland

# Globale Bewertung des Makroplastikmülls

Flüsse sind der wichtigste Kanal für die Plastikverschmutzung der Weltmeere, wobei schätzungsweise 70-80 % des Plastiks, das in den Meeren landet, über etwa 1.000 Flüsse vom Land in die Meere transportiert wird. Während bei ersten wissenschaftlichen und politischen Ansätzen zur Reduktion des Plastikproblems der Fokus auf den Meeren lag, hat man erkannt, dass wir das Problem dort angehen müssen, wo es entsteht. An der Stelle, an der aus – nützlichem – Plastik Müll wird. Und in den Flüssen, auf denen Plastik wie auf einer Autobahn zu den Weltmeeren gelangt. Maßnahmen in Flüssen sind damit einer der zentralen Schlüssel, um die Verschmutzung der Meere durch Plastik zu bekämpfen. Die Vermeidung und Reduktion von Plastik ist naturgemäß der eigentliche Schlüssel, auf den wir als DHI aber wenig konkreten Einfluss nehmen können.

In der Serie „Projekte abseits des Mainstreams“ möchten wir Projekte vor den Vorhang holen, die sich durch ihren Inhalt, ihre Lösungsansätze oder auch durch die Fragestellung per se stark von dem unterscheiden, was wir als unser „typisches Tagesgeschäft“ ansehen.

Dazu darf gesagt werden, dass es viele Projekte gibt, die ungewöhnlich sind und bei denen DHI – auch aufgrund unserer Stellung als Forschungseinrichtung – neue Wege beschritten hat. Die Projekte, die wir hier vorstellen, sind aber quasi „die ungewöhnlichen Projekte unter den ungewöhnlichen“.

**D**as Problem der Plastikverschmutzung ist so allgegenwärtig, dass die Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen im Jahr 2022 auf der UN-Umweltversammlung in Nairobi eine historische Resolution verabschiedeten, um der Plastikverschmutzung ein Ende zu setzen und bis 2024 ein internationales rechtsverbindliches Abkommen zu schließen.

Um das Problem an der Wurzel lösen zu können, müssen wir in der Lage sein, die Plastikverschmutzung in Süßwasser-Ökosystemen zu quantifizieren, um relevante Maßnahmen und Strategien zur Beendigung der Plastikverschmutzung zu identifizieren und umzusetzen. Nicht nur, um die UN-Vereinbarung zu erfüllen, sondern auch, um die Umwelt wirklich zu schützen.

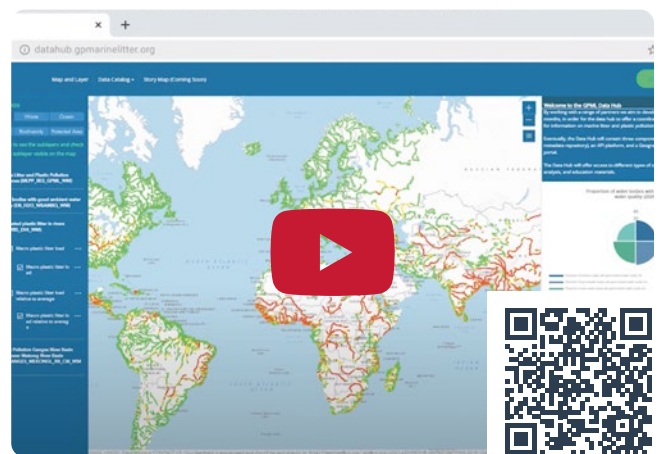
## EIN GLOBALES MONITORING- UND PROGNOSE-SYSTEM ALS ERSTER SCHRITT

Das Problem des Plastiks und wie sich Plastikpartikel durch Flüsse bewegen, konnte aufgrund der bisher wenigen Daten, die Regierungen und politische EntscheidungsträgerInnen über Plastik in Flüssen haben, kaum verstanden und daher auch kaum pro-aktiv angegangen werden. Aus diesem Grund wurde im Rahmen von UNEP-DHI in Zusammenarbeit mit der UNEP Freshwater Ecosystems Unit und Global Partnership on Marine Litter (GPML) ein operationell arbeitendes Risikoanalyse- und Warnsystem entwickelt.

Das Frühwarnsystem stützt sich auf das von DHI entwickelte „Global Hydrological Model“ (GHM), welches ein aus 1,5 Mio Einzelmodellen bestehendes Gesamt-Modell für den ganzen Globus darstellt (siehe unten). Neben hydrologischen Analyse-daten für über 20 Jahre stellt das GHM sowohl Kurzfristprognosen für 10 Tage als auch saisonale Prognosen für einen Vorhersagezeitraum von jeweils 9 Monaten zur Verfügung. Alle Daten stehen über ein Webportal zur Verfügung, wobei die Kurzfrist-

prognosen zwei-stündlich und die Langfristprognosen täglich aktualisiert werden.

Als Input in das Frühwarnsystem zur Abschätzung der Einträge in Flüsse und Meere werden die saisonalen Prognosen verwendet. Die Schätzungen der in die Umwelt gelangenden Kunststoffabfälle, die als Modellinputs dienen, werden von führenden Forschungseinrichtungen auf diesem Gebiet, darunter die Universität Leeds und UN-Habitat, bereitgestellt. Die Daten über die Plastikbelastung vor Ort werden von The Ocean Cleanup bereitgestellt.



## ONLINE VERFÜGBARE DATEN – GRUNDLAGEN FÜR MASSNAHMEN UND GEGENSTRATEGIEN

Das GPML-Risiko- und Warnsystem für makroplastische Abfälle in Flüssen umfasst alle großen Flusssysteme der Welt. Es werden Simulationen für über 870.000 Punkte erstellt. Auf die Daten kann über den GPML Data Hub zugegriffen werden und zusätzliche Einblicke in die Daten werden unter UNEP GPML Warning for plastic litter in rivers bereitgestellt. Die Kunststoffbelastung in Flüssen kann in Tonnen/Tag oder im Verhältnis zur durchschnittlichen Belastung an der betreffenden Stelle dargestellt werden.

Das GPML-Frühwarnsystem kann damit helfen, die Hot-Spots, an welchen Probleme entstehen oder bestehen, zu identifizieren, um gezielte Maßnahmen planen und setzen zu können.

> Nicola Balbarini

# MIKE 2023

Die neue Version unserer Software erscheint seit vielen Jahren jeweils im November, so auch geschehen mit dem aktuellen Release MIKE 2023.

Über das Jahr gesehen hat DHI 2022 den Launch von sechs neuen Produkten plus MIKE 2023 durchgeführt. Nachdem schon das zusammenfassende Anführen von neuen Features und Optionen jeden Rahmen sprengen würde, möchten wir dazu auf unsere Website und spezifische Produktunterlagen verweisen. Einen Überblick geben auch unsere Webinare, die wir für Sie aufgezeichnet haben und zu denen wir die wichtigsten Eckpunkte anführen.

**E**in zentraler Punkt der neuen Release ist das Weiterführen von übergeordneten Konzepten wie das Homogenisieren aller User-Interfaces, das Umsetzen oder Vorbereiten der Verwendung mit MIKE Cloud Executing und damit verbunden das systematische Kapseln der numerischen Berechnungen in den numerischen Kernen („numerical engines“). Neben der sehr umfangreichen Auflistung von durchgeführten Änderungen und neuen Funktionalitäten erläutern wir in unseren

Webinaren auch Hintergründe und Besonderheiten. Als registrierte/registrierter UserIn finden Sie diese wie gewohnt über Ihren DHI Academy Zugang. Alternativ – und neu – können Sie über „On-Demand Webinars – DHI“ unser Angebot durchblättern. Zu den neuen Features und Optionen hier eine Auswahl von Webinaren, die zur Verfügung stehen:



> Thomas Telegdy

<b>MIKE+</b>	<b>Wasserversorgung, Siedlungs-entwässerung, Fließgewässer, 2D Überflutung</b>	Einen ersten Überblick gibt Ihnen Thomas Telegdy im Webinar Neuerung in MIKE+ 2023.
<b>WEST</b>	<b>Kläranlagen</b>	Enrico Ulisse Remigi spricht über WEST und zwar ab 30:00 Minuten in Powerful new features in MIKE+, WEST and MIKE WaterNet Advisor.
<b>FEFLOW</b>	<b>Grundwasser</b>	Carlos Rivera Villarreyes stellt im Release Webinar FEFLOW 8.0 viele neue Funktionen vor. In einem eigenen Webinar zeigt er, wie mit dem neuen 3D Supermesh Repairing aus geometrisch unsauberen Ausgangsdaten ein perfektes 3D Mesh erstellt wird.
<b>MIKE 21 UND MIKE 3</b>	<b>Hafen, Küsten und hohe See</b>	Steve Flood führt Sie in What's new in MIKE 21/3 and MIKE Zero gleich durch mehrere marine Produkte.
<b>MIKE SHE</b>	<b>Integrierte Hydrologie</b>	Aurelien Gasc spricht in seinem MIKE 2023 Latest enhancements-Webinar ab 47:40 Minuten über MIKE SHE ...
<b>MIKE OPERATIONS</b>	<b>Modelle in Überwachungs- und Fernwirkssystemen</b>	... und ab 54:00 Minuten über MIKE OPERATIONS.

# MIKE Cloud Execution

Seit einigen Jahren schon wird Cloud Computing immer populärer, doch das Aufsetzen und die Konfiguration der Cloud-Rechner erforderten bisher einige Handarbeit.

**M**it Release 2023 ist Cloud Computing denkbar einfach geworden und hat unter dem Begriff MIKE Cloud Execution in FEFLOW, MIKE 21 und MIKE 3, sowie in MIKE+ Einzug gefunden.

MIKE Cloud Execution soll Ihre Desktop-Anwendung nicht vollständig ersetzen. Aber stellen Sie sich vor, kurz vor einem wichtigen Termin sind unerwartet weitere Lösungsvarianten gewünscht, jeweils unter verschiedenen Lastannahmen mit spezifischen Vorgaben. Zum Beispiel Überflutungsberechnungen mit unterschiedlichen Niederschlagszenarien und unterschiedlichen Jährlichkeiten.

Einerseits ist es erfreulich, dass Ihr/Ihre AuftraggeberIn das Potenzial zusätzlicher Simulation schätzt, und Sie so ein breiteres

und tieferes Bild über Abhängigkeiten und Wechselwirkungen darstellen können. Andererseits dauern aber heute Simulationsläufe typischerweise immer sehr lange – entweder wegen des langen Betrachtungszeitraumes oder der Modellkomplexität (2D, 3D). Bisher hätten Sie ein solches Ansinnen aus Mangel an freien Rechnerressourcen und Lizenzen wahrscheinlich als nicht realisierbar ablehnen und auf ein oder zwei Rechenläufe reduzieren müssen. Mit MIKE Cloud Execution können Sie problemlos fünf oder zehn Rechner in der Cloud buchen und sofort loslegen. Die zusätzlichen Kosten werden ob der Dringlichkeit der Fragestellung mit größter Wahrscheinlichkeit gedeckt sein!

› Thomas Telegdy

## Wir feiern, was wir für Sie fertiggestellt haben

### Release-Party bei DHI

Mit der Release 2023 haben wir im November 2022 erstmals eine globale und (fast) gleichzeitige Feier verbunden: Nach vielen Monaten langer, zielgerichteter Arbeit und

umfassenden Tests haben wir nach dem Rollout den MIKE 2023 Release Day gefeiert. Hier einige Bilder von diesen Feiern.



The expert in **WATER ENVIRONMENTS**



**DHI DEUTSCHLAND**

DHI WASY GmbH Volmerstraße 8, 12489 Berlin

Büro Hamburg Grimm 8, 20457 Hamburg

Büro Bremen Knochenhauerstraße 20/25, 28195 Bremen

Büro München Dingolfingerstraße 15, 81671 München

**DHI ÖSTERREICH**

Schleißmanngasse 17, 1130 Wien

