

# hypower

von Voith Hydro — Nr. 29.2017

s.12

Mit StreamDiver Potenziale  
bei der Kleinwasserkraft  
erschließen

s.20

150 Jahre Voith  
Innovationskraft

s.40

Erfolgskonzept  
Hybridkraftwerk

Grund zur Freude: kontinuierliche Innovationen im Wasserkraftbereich –  
wie spannende neue Ideen unsere Branche prägen

# Kommende Generationen inspirieren



# Editorial



Nur wenige Unternehmen können auf 150 Jahre Wachstum, bahnbrechende Projekte und erfolgreiche Kundenbeziehungen im globalen Maßstab zurückblicken. Und noch weniger Unternehmen blicken in diesen Zeiten des rapiden Wandels voller Zuversicht in die Zukunft.

Diese Ausgabe von HyPower blickt zurück auf die faszinierende Reise, die Voith Hydro in den letzten anderthalb Jahrhunderten gemeinsam mit seinen Kunden unternommen hat. Doch mindestens genauso ausführlich widmen wir uns den neuen Technologien und Trends, von denen der Fortschritt unserer Branche in den kommenden Jahrzehnten geprägt sein wird. Dazu gehören Hybridkraftwerke, die durch eine Kombination von Wind- und Wasserkraft neue Chancen für die Erzeugung und Speicherung von sauberer Energie eröffnen, Pumpspeicherwerke der neuesten Generation, eine akustische Kraftwerksüberwachung sowie kleine Wasserturbinen mit minimalen Auswirkungen auf die Umwelt.

Auf die nächsten 150 Jahre Innovationen für die Wasserkraft – viel Freude bei der Lektüre dieser Ausgabe!

Uwe Wehnardt  
Vorsitzender Geschäftsführung Voith Hydro

# Inhalte

## Zoom

04 Weniger Umweltrisiken durch selbstschmierende Anlagen

## News

06 Turbinen mit verbesserter Fischdurchgängigkeit

## 07 Innovation

Der Generator-Umrichter-Prüfstand in Hannover

## 08 Realität neu erschaffen

Eine reibungslosere Kraftwerksentwicklung dank Simulationen

## 12 Große Kleinwasserkraftinnovationen

Mit StreamDiver Wasserkraftpotenziale erschließen

## 14 Strategische Perspektiven

Der CEO und der CTO von Voith Hydro sprechen darüber, wie Innovationen das Geschäft von Voith prägen



Die Entwicklung der Wasserkraft feiern und bei ihrer Entwicklung vorangehen

## 17 Transformation

Porträt Inna Kremza

## 18 Baubeginn in Kanada

Das neue Wasserkraftwerk Site C am Peace River

## 20 150 Jahre Voith Hydro

Wie sich Voith Hydro seit 1867 zu einem Branchenführer entwickelt hat

## 26 Die Herausforderungen des Wandels

Die neue Rolle der International Hydropower Association

## 29 Reflexion

Akustische Kraftwerksüberwachung

## 30 Erweiterung in Reißbeck

Effiziente, nachhaltige Energiegewinnung in den Alpen

## 34 Service-Verfügbarkeit rund um die Uhr

Weitere HyService-Center eröffnet

## 36 Frades II

Pumpspeicherkraftwerk in Portugal

## 40 Eine starke Verbindung

Neue Lösungen für Hybridkraftwerke

## 43 Wasser im Universum

Wo es sich befindet, wie es entsteht und worin seine Bedeutung liegt

**IMPRESSUM HERAUSGEBER:** Voith GmbH & Co. KGaA, St. Pöltener Str. 43, 89522 Heidenheim, Germany  
**Verantwortlich für den Inhalt:** Kristine Adams **Chefredaktion:** Gudrun Köpf **Redaktion:** Christina Garre, Elke Kleinknecht, Susanne Speiser **In Zusammenarbeit mit:** C3 Creative Code and Content GmbH, Heiligegeistkirchplatz 1, 10178 Berlin, Germany. **www.c3.co** **Content Director:** Klaus-Peter Hilger **Autoren:** Liz Fletcher (freiberuflich), Hamish Mackenzie (freiberuflich), Geoff Poulton (freiberuflich), Paul Wheatley (freiberuflich) **Lektorat:** Asa Tomash **Projektmanagement:** Christa Krick **Design:** Michael Helble (Art Director), Regina Fichtner (Senior-Grafikdesigner) **Fotoredaktion:** Julia Fell **Druck:** C. Maurer GmbH & Co. KG, Schubartstraße 21, 73312 Geislingen/Steige **Copyright:** Ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Herausgebers darf kein Teil dieser Veröffentlichung kopiert, reproduziert oder auf andere Weise übertragen werden bzw. es dürfen keine Inhalte ganz oder in Teilen in anderen Werken jedweder Form verwendet werden. **Bildnachweise:** Titelseite: Alfons Hauke/Getty Images, S. 2, 9, 10, 15, 40, 42: Thomas Dashuber, S. 4, 21–24, 32, 33, 41: C3 Visual Lab, S. 7: Jan Walford, S. 17: Michelle Gibson, S. 27: Claudia Meitert, S. 34: Paulo Vitale/Kromo, S. 36–38: Telmo Banha, S. 39: Rüdiger Nehmsow, S. 43: ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum). Alle anderen Fotos stammen von Voith.

**Ihr Feedback:** Bei Fragen und Anmerkungen zu dieser Ausgabe von HyPower kontaktieren Sie uns gerne per E-Mail unter [hypower@voith.com](mailto:hypower@voith.com) oder über: [www.twitter.com/voith\\_hydro](https://www.twitter.com/voith_hydro), [www.youtube.com/c/voith\\_hydro](https://www.youtube.com/c/voith_hydro), [www.linkedin.com/company/voith-hydro](https://www.linkedin.com/company/voith-hydro)

[voith.com](http://voith.com)



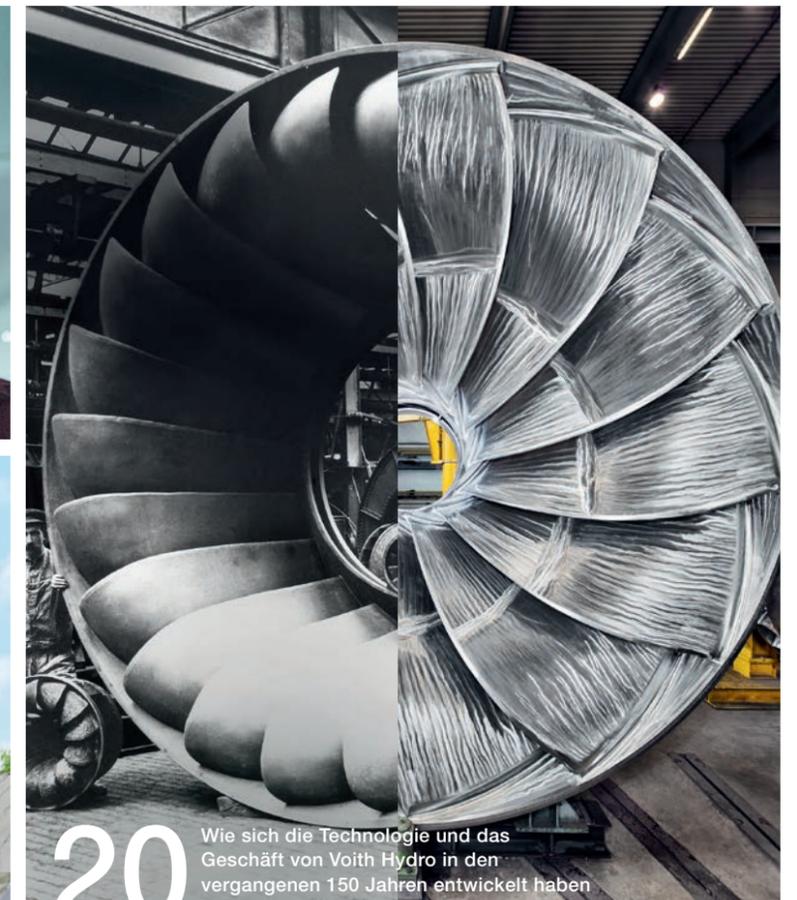
Simulation des Turbinenbetriebs mit CFD-Technologie

08



Wie die kompakte StreamDiver-Turbine neue Chancen bei der Kleinwasserkraft eröffnet

12



Wie sich die Technologie und das Geschäft von Voith Hydro in den vergangenen 150 Jahren entwickelt haben

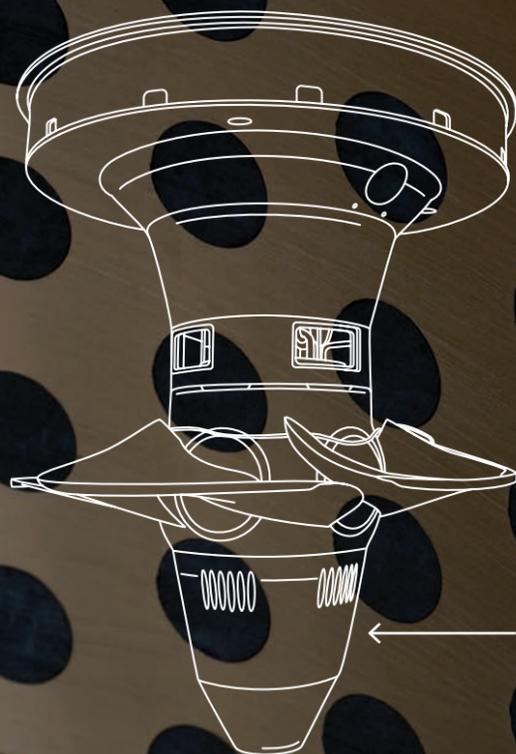
20



Das österreichische Kraftwerk Reißbeck II zeigt, wozu Pumpspeicherkraftwerke der neuesten Generation fähig sind

30

## Selbstschmierende Gleitlager



# 1985

Das Jahr, in dem Voith erstmals ölfreie Laufradnaben für Kaplan turbinen entwickelt und installiert hat.



Die selbstschmierenden Gleitlager befinden sich entlang der gesamten Laufradnabe, beispielsweise am unteren Ende der Turbine.

# Ölfreie Leistung

Bei Kaplan turbinen sind die Naben der verstellbaren Laufradschaufeln normalerweise mit Öl gefüllt.

Dieses Öl dient zur Schmierung der Lager und Gleitteile des Mechanismus. Doch Voith entwickelt seit über 30 Jahren auch ölfreie Alternativen. Bei der ölfreien Nabe wird das Öl durch selbstschmierende Gleitlager ersetzt. So ist das Entweichen von Öl unmöglich, und die Umwelt wird bestmöglich geschützt. Auch die Wartung wird einfacher – und dennoch bleibt die Leistung voll erhalten.

# News

## Kurze Meldungen

### Automatisierung hinzugefügt, Verfügbarkeit kaum beeinträchtigt

Der entscheidende Vorteil von Pumpspeicherkraftwerken ist die zuverlässige Stromerzeugung. Deshalb ist es so wichtig für den belgischen Stromversorger ENGIE Electrabel, dass das aus sechs Turbinen bestehende Kraftwerk Coo-Trois-Ponts am Netz bleibt, während es von Voith mit einer neuen Automatisierungstechnik ausgestattet wird. „Unsere Lösung besteht darin, dass wir immer nur eine Turbine für einen Zeitraum von etwa acht Wochen stilllegen“, sagt Jürgen Häckel, Head of Service bei Voith Hydro Deutschland. Der Kunde ist begeistert von den Vorteilen der Maßnahme: „Durch die neue Automatisierungstechnik ... wird ein sicherer, zuverlässiger und wirtschaftlicher Kraftwerksbetrieb für mindestens 20 weitere Jahre gewährleistet“, erklärt Luc François, Projektmanager bei ENGIE Electrabel.

### Miyashiro Nr. 1

# 114

Betriebsdauer in Jahren der Voith Turbine in Japans ältestem Wasserkraftwerk.

↓  
Schutz  
=  
Intention  
+  
Design

Schutz des Fischbestands hat hohe Priorität für den Kunden

Untersuchung der Optionen

Gemeinsame Suche nach der besten Lösung

Ausführung der besten Technik für eine verbesserte Fischdurchgängigkeit

**2020**  
Das Jahr, in dem alle drei Ersatzturbinen in Betrieb sein werden.

↑

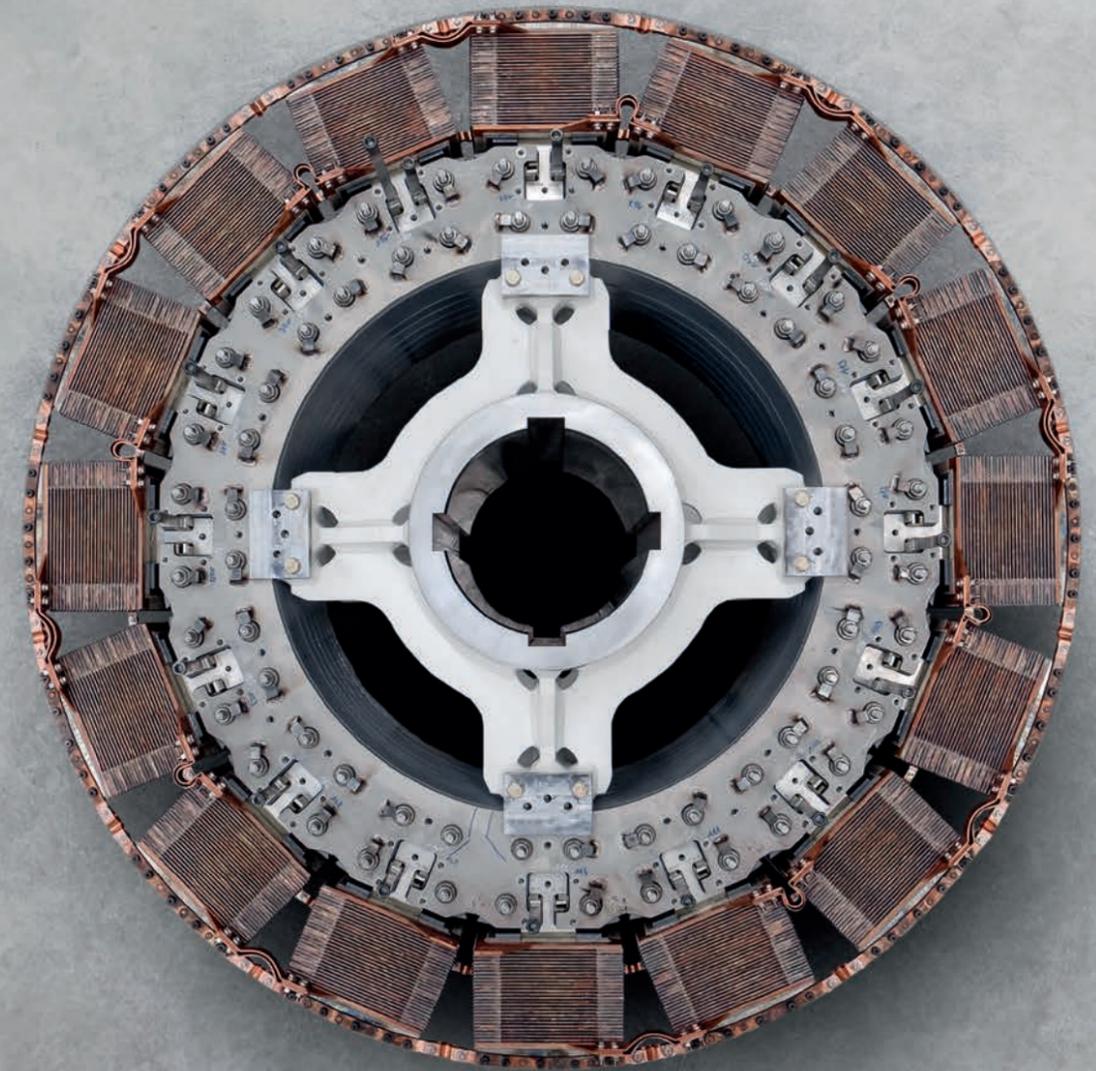
## „Meiner Meinung nach stellt Ice Harbor den nächsten Schritt in der Turbinentechnologie für eine bessere Fischdurchgängigkeit dar.“

Jason Foust,  
Hydraulikingenieur, Voith

### Turbinenentwicklung für eine bessere Fischdurchgängigkeit

Am Snake River im US-Bundesstaat Washington ist es besonders wichtig, das Verletzungsrisiko für die Fische, die stromabwärts durch die verschiedenen Wasserkraftwerke wandern, zu minimieren. Als die Turbinen am Kraftwerk Ice Harbor ausgetauscht werden mussten, war die perfekte Gelegenheit gekommen, Turbinen mit einer optimierten Fischdurchgängigkeit zu installieren. Einem Designteam aus Ingenieuren, Biologen und lokalen Interessenvertretern ist es in mehreren Design- und Testzyklen gelungen, die dafür entscheidenden Turbineneigenschaften zu ermitteln. Die neu entwickelte Turbine verfügt etwa über eine neuartige Geometrie, die das Verletzungsrisiko von Jungfischen deutlich reduziert.

Jason Foust, Hydraulikingenieur beim Ice-Harbor-Projekt, stellt abschließend fest: „Meiner Meinung nach stellt Ice Harbor den nächsten Schritt in der Turbinentechnologie für eine bessere Fischdurchgängigkeit dar. Dieses Konzept und der daraus resultierende Entwicklungsprozess können Wasserkraftwerke weltweit für die Fischpassage sicherer machen.“



S. 07 → S. 16

## Innovation

Ein Blick darauf, wie Neuerungen in der Wasserkrafttechnologie entstehen

### Völlig neuer Generatorprüfstand

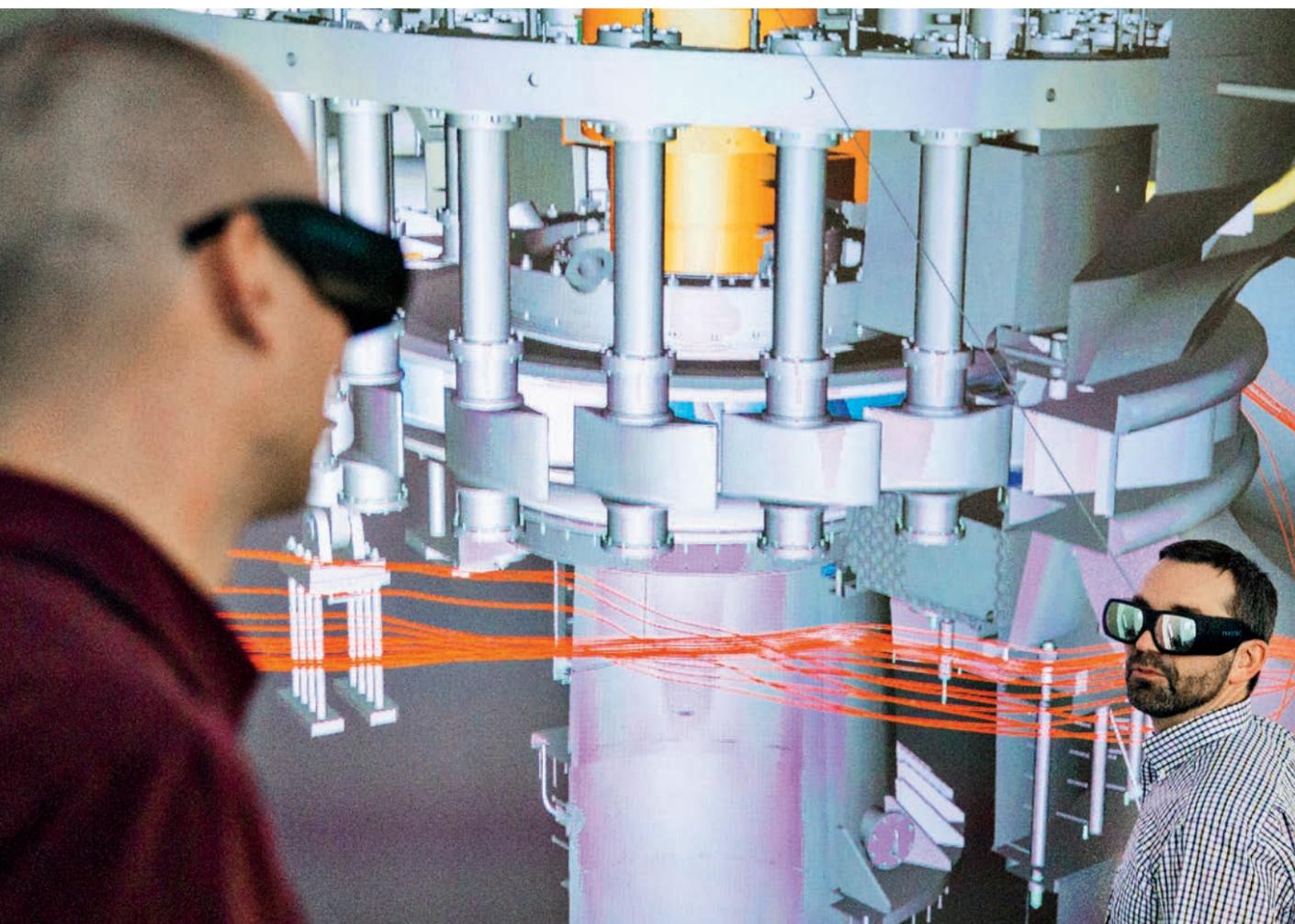
Während Voith bestrebt ist, mit seiner strategischen Forschung und Entwicklung den Produktwert zu steigern, lassen sich mit dem neuen Prüfstandsgenerator auch extrem fortschrittliche Wasserkraftgenerator-Simulationsmodelle und innovative Entwicklungen validieren. Seit Juli 2016 ist die mit zahlreichen Sensoren ausgestattete Maschine im neuen Generator-Umrichter-Prüfstand (GeCoLab) der Leibniz Universität Hannover in Betrieb. Sie bietet völlig neue Möglichkeiten, um die physikalischen Effekte von normalen, absichtlich fehlerhaften und extremen Betriebsbedingungen zu untersuchen. Das Ergebnis: eine umfassend getestete Grundlage für fortschrittliche hydroelektrische Lösungen.

D  
R  
I  
N  
C  
L  
I  
E  
T  
A  
H  
D  
E  
A  
L  
T  
Ä  
T  
B  
I  
N  
E  
N

Dr. Roland Jester-Zürker, Leiter Strömungsmechanik bei Voith Hydro, erläutert, wie sein Team mit Strömungssimulationen die Effizienz von Wasserkraftturbinen und -generatoren analysiert und verbessert.



Modernste Simulationstechnologie hilft den Experten von Voith zu verstehen, wie sich die Komponenten einer Wasserkraftanlage unter verschiedenen Betriebsbedingungen verhalten.



Die Voith Experten nutzen leistungsstarke Hardware und Software, um die Strömung in Voith-Anlagen vorherzusagen und zu analysieren.



## Turbinenströmung

Prognosen darüber, wie Komponenten und Flüssigkeiten miteinander interagieren, sorgen für einen reibungslosen Betrieb.

## Virtuelle Tests

Ermöglichen eine Verbesserung der Leistung, Zuverlässigkeit und Effizienz.

\_\_\_\_\_ **Für den erfolgreichen Betrieb** von neuen Wasserkraftanlagen ist es entscheidend, dass vor der Fertigung möglichst genaue Prognosen darüber vorliegen, wie die Komponenten und Flüssigkeiten miteinander interagieren. Dr. Roland Jester-Zürker, Leiter Strömungsmechanik bei Voith Hydro, setzt auf CFD-Strömungssimulationen, um die Konstruktion von Anlagen zu erforschen, zu planen, zu optimieren und ihre Leistung zu maximieren.

\_\_\_\_\_ **Können Sie erklären, was CFD-Simulationen sind und welche Rolle sie bei Voith spielen?** Bei den CFD-Simulationen nutzt eine Gruppe geschulter Ingenieure eine Kombination aus leistungsstarker Hardware und Software, um die Strömung in unseren Anlagen vorherzusagen und zu analysieren. So können wir bereits in einer sehr frühen Phase der Konstruktion komplexe physikalische Zusammenhänge zuverlässig erforschen und auswerten. Das hilft uns, bei Leistung, Zuverlässigkeit und Effizienz unserer Produkte ein hohes Niveau zu erreichen. Wir können Dinge wie die Auswirkungen von geometrischen Abweichungen, Leistungsgrenzen im Betrieb oder die Beanspruchung von Bauteilen durch den Strömungsdruck virtuell testen. Die Fähigkeit, detaillierte und präzise Analysen am Computer auszuführen, reduziert auch den Bedarf an physikalischen Modellversuchen,

was wiederum die Entwicklungszeit verkürzt und den Prozess für unsere Kunden schneller und kostengünstiger macht.

\_\_\_\_\_ **Sind physikalische Modellversuche weiterhin von Bedeutung?** Absolut. Die Validierung numerischer Ergebnisse ist gerade bei anspruchsvollen Strömungsregimen wie zum Beispiel Off-Design-Bedingungen entscheidend für die erforderliche Prognosegenauigkeit. Wir arbeiten eng mit unseren Kollegen im Hydrauliklabor des Forschungs- und Entwicklungszentrums Brunnenmühle in Heidenheim zusammen. Die enge Zusammenarbeit zwischen den Teams ist ein großer Vorteil – sie erhöht die Prognosegenauigkeit, beschleunigt den Planungsprozess und verbessert die Produktleistung.

\_\_\_\_\_ **Ist die gesamte Expertise intern vorhanden?** Um die Entwicklung zu beschleunigen, blicken wir mit externen Partnern wie dem Institut für Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen der Universität Stuttgart in die Zukunft. Mit Unterstützung des Instituts haben wir kürzlich eine der größten computergestützten Untersuchungen abgeschlossen, die jemals an einer Francisturbine durchgeführt wurden. Im Fokus der Untersuchung standen der Teillastbetrieb und seine Auswirkungen auf den Wasserdurchfluss durch das Saugrohr. Unser Hauptziel war es, einen CFD-Prozess mit einer höheren Prognosegenauigkeit zu entwickeln. Beim Teillastbetrieb ist dies allerdings sehr schwierig, dementsprechend hoch war auch der Aufwand. Extrem feine Gittermodelle mit mehr als 300 Millionen Knoten machten den Einsatz von 2.000 parallel arbeitenden Prozessoren erforderlich.

\_\_\_\_\_ **Untersuchen Sie auch Generatoren?** Auch Generatoren sind wichtig und wir setzen uns mit ihnen intensiv auseinander. Da es sich um elektromagnetische Maschinen handelt, bei deren Entwicklung die Strömungsmechanik nicht von primärer Bedeutung ist, gestalten sich Strömungsuntersuchungen komplizierter. Doch wir haben einen Prozess entwickelt, der die Luftströmung in einem kompletten Generator simuliert. So können wir uns anschauen, wie wir die Maschinen richtig kühlen, Energieverluste minimieren und die Wärmeübertragung optimieren. Außerdem können wir dadurch das gesamte Maschinenverhalten verbessern, die Lebensdauer verlängern und die Gesamtkosten minimieren.

\_\_\_\_\_ **Wie entwickelt sich die CFD-Technologie, und welche Änderungen zeichnen sich ab?** Eine der wichtigsten Annahmen bei CFD ist die Turbulenzmodellierung. Bisher gibt es kein allgemeingültiges Turbulenzmodell, doch wir erwarten, dass skalenauflösende Ansätze die Vorhersagegenauigkeit verbessern werden. Auch die Erhöhung des Detaillierungsgrades und die Einbeziehung multiphysikalischer Aspekte wird in naher Zukunft eine Aufgabe sein. Generell hat sich die Rechenleistung seit den Anfängen von CFD vor rund 30 Jahren deutlich verbessert. Wir kommen schneller zu genaueren Ergebnissen. Dadurch verkürzen sich natürlich die Entwicklungszyklen. Für die kommenden Jahrzehnte erwarten wir, dass sich diese Genauigkeit und Geschwindigkeit noch weiter verbessern werden.



## Wasserdurchflussanalyse

Die in Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart durchgeführte Analyse war der Frage gewidmet, wie sich der Teillastbetrieb einer Turbine auf den Wasserdurchfluss durch das Saugrohr eines Wasserkraftwerks auswirkt.

Über 2000 Prozessoren und extrem feine Gittermodelle mit mehr als

# 300 Millionen

Knoten kamen zum Einsatz.

### Das Ergebnis:

ein verbesserter CFD-Prozess mit genaueren Wasserdurchflussprognosen.

„Mit CFD-Simulationen können wir bereits in einer frühen Phase der Konstruktion komplexe physikalische Zusammenhänge zuverlässig erforschen und auswerten.“

Dr. Roland Jester-Zürker  
Leiter Strömungsmechanik

# Große Kleinwasserkraftinnovationen

**Kleinwasserkraftprojekte werden in Zukunft eine wichtige Rolle bei der Erschließung von Wasserkraftpotenzialen spielen. Der StreamDiver hilft, dieses Potential mit minimaler Umweltbelastung zu realisieren.**

Rund 75 % der weltweit nutzbaren Wasserkraftressourcen sind noch nicht ausgeschöpft, doch viele potenzielle Standorte sind für den Bau größerer Wasserkraftwerke nicht geeignet. Das war einer der Gründe für Voith, die Kompaktturbine StreamDiver speziell für Gefällstufen bis acht Meter zu entwickeln. Die standardisierte, modulare Stromerzeugungseinheit ist für Ausgangsleistungen ab 30 kW bis in den zweistelligen Megawatt-Bereich geeignet und lässt sich mit minimalen Auswirkungen auf die Umwelt installieren und betreiben. Zum Tragen kommen die Vorteile des StreamDiver beispielsweise in dem direkt an der Brenz gelegenen Kleinwasserkraftwerk Alte Bleiche auf dem Voith Gelände in Heidenheim.

Timo Mayer, Projektleiter Small Hydro bei Voith, erklärt: „Die StreamDiver-Installation im Kraftwerk Alte Bleiche kombiniert eine kompakte Turbinen-Generator-Einheit mit einem von der Technischen Universität München entwickelten Schachtkraftwerkskonzept. Es ist eines der wenigen Wasserkraftwerke der Welt, das hohe Effizienz mit einem umweltbewussten, unsichtbaren und völlig ölfreien Design verbindet.“

## Minimale Umweltbelastung

Die Entwicklung des Standorts Alte Bleiche wurde nur unter der Auflage genehmigt, dass die Umweltvorschriften in Bezug auf Lärmbelastigung, Durchgängigkeit für flussabwärts wandernde Fische und Hochwasserschutz vollständig erfüllt werden. Deshalb hat sich das Team für die Schachtlösung entschieden und den StreamDiver in einer kleinen, seit den 1980er Jahren nicht mehr genutzten Wehranlage installiert. Außer dem unter der Wasseroberfläche gelegenen Schacht waren keine Bauarbeiten nötig. Auch die Hochwasserschützöffnungen des Flusses wurden nicht verändert. Besonders innovativ ist auch, dass das Kraftwerk ganz ohne Hydrauliköl betrieben wird. Zudem ist es aufgrund seiner Lage unter dem Wasserspiegel vom Ufer aus unsichtbar und nahezu geräuschlos. Die technische Steuerung des Kraftwerks ist in einem kleinen Standardcontainer untergebracht. Ein Maschinenhaus musste nicht errichtet werden.

## Wartung, leicht gemacht

Timo Mayer erläutert, warum die Technologie so einfach zu warten ist: „Der StreamDiver kommt ganz ohne Kühlwasser-, Drainagewasser- und Ölleitungen aus. Damit entfällt die sonst übliche Komplexität von Wasserkraftwerken. Alle relevanten Betriebsparameter und Systemzustände können fernüberwacht werden. In Verbindung mit dem geringen

Anteil beweglicher Teile reduziert dies den Bedarf an manuellen Inspektionen, ermöglicht eine sehr vorausschauende Wartung und maximiert die Verfügbarkeit der Anlage. Hohe Leistung, stabiler Betrieb, lange Serviceintervalle, reduzierte Stillstandszeiten und kostengünstige Ersatzteile sorgen für stabile Einnahmen über die gesamte Projektlaufzeit.“

Eine Besonderheit des Projekts war, dass in allen Phasen – von der Konstruktion über die Fertigung bis hin zur Montage und Installation – engagierte Auszubildende und Studierende beteiligt waren. Im Dezember 2016, nach nur achtmonatiger Bauzeit, wurde das Projekt abgeschlossen. Heute produziert das Kraftwerk Energie für die Werksfertigung. Kunden können den StreamDiver in Aktion erleben, wenn sie die Installation und die spezielle Vor-Ort-Ausstellung besuchen.



„Das umweltbewusste Design des StreamDiver

ist unsichtbar und völlig ölfrei.“

Timo Mayer  
Projektmanager Small Hydro, Voith



**Geringe Auswirkungen**

Bauaufwand und -kosten geringer als bei konventionellen Lösungen

**Geringe Kosten**

Niedrige Betriebs- und Wartungskosten

**Ölfrei**

Ölfreie Turbine und vollständig ölfreies Kraftwerk

**Geringe Lärmentwicklung**

Geringere Geräuschentwicklung als bei einem normalen Kraftwerk

**Unsichtbar**

Anlage vollständig unter der Wasseroberfläche für minimale visuelle Beeinträchtigung



# Kontinuierliche Innovation

Seit 150 Jahren sind neue Ideen die Grundlage für Voiths Dienst am Kunden. Uwe Wehnhardt, Vorsitzender der Geschäftsführung, und Dr. Norbert Riedel, Mitglied der Geschäftsführung, verantwortlich für den Bereich Zentrale Technik, diskutieren darüber, wie Innovationen auch in Zukunft den Erfolg der Kunden sicherstellen werden.

\_\_\_\_\_ Nicht viele Unternehmen können eine 150-jährige Erfolgsgeschichte aufweisen. Was hat Voith Hydro richtig gemacht?

**Uwe Wehnhardt:** Zunächst einmal hat die Wasserkraft selbst eine lange und innovative Geschichte, in der Voith seit 1870, als das Unternehmen mit der Entwicklung von Turbinen in Deutschland anfang, eine führende Rolle spielt. Bereits 1903 lieferte Voith seine Wasserkrafttechnologie ins Ausland. Dazu gehörte die Lieferung der damals weltgrößten Turbinen für ein neues Werk an den Niagarafällen. Gleichzeitig hat die Bedeutung der Wasserkraft als Motor für das Wirtschaftswachstum zugenommen. Dies lässt sich besonders zu Beginn des 20. Jahrhunderts in Europa und in jüngster Zeit auch in Afrika und Asien beobachten. Die Wasserkraft als erneuerbare Energiequelle hat zudem die einzigartige Fähigkeit, die Grundlastversorgung unabhängig von Wind und Sonne zu gewährleisten. Auch dies hat zum Wachstum und zur Bedeutung der Branche beigetragen.

**Dr. Norbert Riedel:** Da Wasser eine natürliche und damit vielfältige Energiequel-

„Unsere Kompetenz spiegelt sich in den sehr langfristigen Partnerschaften mit unseren Kunden wider.“

Uwe Wehnhardt  
Vorsitzender der  
Geschäftsführung Voith Hydro

le ist, muss jedes Wasserkraftwerk eine maßgeschneiderte technologische Lösung für die spezifischen Gegebenheiten des Standorts bieten. Es zahlt sich aus, jedes Kilowatt Leistung wirtschaftlich zu planen, und dazu sind wir dank der von uns entwickelten Standards, die sich über Jahrzehnte erfolgreich in der Projektdurchführung bewährt haben, in der Lage. Um diese Standards zu etablieren, müssen wir modernste Entwicklungsmethoden anwenden und dabei auf große Mengen an Referenzdaten aus bestehenden Projekten zurückgreifen. Deshalb können unsere Kunden auf unsere Technologie vertrauen, die zwar insgesamt bewährt ist, aber in dieser Weise noch an keinem anderen Ort so installiert

wurde. Wir sind nur deshalb führend, weil wir viel in die Technik und die Menschen investieren. Dadurch können wir Technologie, die außergewöhnlichen Fähigkeiten unserer Fachkräfte und die Erfahrungen aus unseren Referenzprojekten miteinander verbinden.

**Wehnhardt:** Ein weiterer wichtiger Faktor ist, dass wir unser Produkt- und Serviceportfolio in der Breite und in der Tiefe ausgebaut und uns dadurch zum Komplettanbieter entwickelt haben. Dazu gehören auch Finanzierungslösungen unseres internen Partners Voith Financial Services, die für viele Kunden wichtig sind – insbesondere bei Kleinwasserkraftprojekten. Natürlich fließt alles, was wir bei Großprojekten lernen und entwickeln, in unsere anderen Geschäftsfelder wie Small Hydro, Modernisierung und Service ein. So stellen wir kontinuierliche Verbesserungen sicher, dank denen wir sowohl bei den hydraulischen als auch bei den elektrischen Komponenten von Wasserkraftwerken führend sind. Unsere Kompetenz in diesen Bereichen spiegelt sich auch in den langfristigen Partnerschaften mit unseren Kunden

wider, die oft bereits seit Jahrzehnten auf unsere technologische Expertise und unsere Innovationskraft vertrauen.

\_\_\_\_\_ Warum glauben Sie, dass die Wasserkraft in Zukunft noch wichtiger wird?

**Wehnhardt:** Wasserkraft kann dazu beitragen, die Ziele des im vergangenen Jahr in Paris unterzeichneten Klimaabkommens zu erreichen, denn sie ist eine saubere, erneuerbare und umweltfreundliche Energiequelle mit einer starken CO<sub>2</sub>-Bilanz. Hinzu kommt ein enormes Entwicklungspotenzial, denn rund 75 % der verfügbaren Kapazitäten sind noch nicht ausgeschöpft.

Und weil wir Wasser zur Speicherung von Energie nutzen können, kann Wasserkraft auch mit anderen Energieträgern zu hybriden Energieerzeugungslösungen kombiniert werden. **Riedel:** Die Wasserkraft ist in der Tat ideal, um den Beitrag wetterabhängiger erneuerbarer Energiequellen wie Wind und Sonne zu ergänzen, denn sie kann Angebotsschwankungen ausgleichen und zuverlässig verfügbare Kapazitäten bereitstellen. Durch die Kombination von Pumpspeicherwerken mit Wind- oder Solaranlagen lassen sich sehr effektive Lösungen schaffen, die eine konstante Grundlastversorgung ermöglichen.

\_\_\_\_\_ Welche Entwicklungen werden die Wasserkrafttechnologie in nächster Zeit weiterbringen?

**Wehnhardt:** Die Digitalisierung wird nicht nur für die Wasserkraft, sondern für den Energiesektor insgesamt von entscheidender Bedeutung sein. Digitale Lösungen werden unseren Kunden ermöglichen, ihre Wasserkraftwerke noch effizienter zu betreiben oder Betriebskosten zu senken. Außerdem erhalten wir durch unsere Fähigkeit zur Analyse und Interpretation von Daten ein genaueres Verständnis von unseren Anlagen und können Anomalien leichter erkennen, während unsere Kunden als Folge dessen ihre Wasserkraftanlagen effektiver nutzen können.

**Riedel:** Deshalb haben wir unsere Automatisierungs- und Überwachungs-kapazitäten im neuen Konzernbereich Digital Solutions gebündelt, um für unsere Kunden neue Produkte und Lösungen zu entwickeln. Dazu gehört beispielsweise unser neuer akustischer Überwachungsservice HyGuard, mit dem Ingenieure aus der Ferne allein anhand des Sounds eines Kraftwerks potenzielle Probleme erkennen können, bevor sie sich auf den Betrieb auswirken. Der Service ist in neuen und bestehenden Kraftwerken leicht zu installieren und zeichnet sich dadurch aus, dass durch die Realisierung über die Cloud Anomalien nach einem Lernprozess noch erfolgreicher erkannt werden können. Überhaupt erhöht der Einsatz neuer Sensortechnologien im gesamten Werk die betriebliche Flexibilität und Effizienz und hilft unseren Kunden, die Rentabilität zu maximieren. Außerdem ermöglichen digitale Lösungen den Kraftwerksbetreibern, Wartungsarbeiten optimal zu planen und auszuführen, so dass Stillstandszeiten den Betrieb möglichst wenig belasten.

#### Welche Lösungen bietet Voith für die Erschließung brachliegender Wasserkraftpotenziale?

**Wehnhardt:** Die Digitalisierung ist auch hier ein wichtiger Treiber für die Leistungsmaximierung von neuen und bestehenden Kraftwerken. Wir bieten maßgeschneiderte digitale Lösungen, die die Effizienz steigern und operative Grenzen erweitern. Die Basis dafür sind zuverlässige Datenanalysen, die unseren Experten helfen, unsere Kunden optimal zu beraten. Insbesondere im Bereich unter 100 MW sehen wir viel Potenzial, für das wir auch kostengünstige Lösungen anbieten. Voith ist ein führender Anbieter für Kleinwasserkrafttechnologien – nicht zuletzt deshalb, weil dort alles einfließt, was wir im Rahmen unserer Mitwirkung bei den größten Wasserkraftprojekten der Welt lernen und entwickeln.

**Riedel:** Genau. Kleinwasserkraftwerke sind genauso ausgefeilt und effektiv wie große Kraftwerke, bringen aber Vorteile wie eine geringere Umweltbelastung mit sich. Ein gutes Beispiel ist der StreamDiver von Voith – eine anpassungsfähige, umweltfreundliche und kompakte Turbinen-Generator-Einheit, die eine stabile, flexible Stromerzeugung im kleinen Maßstab ermöglicht.

**Wehnhardt:** Und diese Expertise auf dem Feld der nachhaltigen Wasserkraftentwicklung geben wir auch weiter, zum Beispiel über unsere HydroSchool-Initiative. In Rahmen dieser haben wir zum Beispiel 20 ausgebildete Techniker und Manager des Kraftwerks Mount Coffee in Liberia vor Ort und hier in Heidenheim geschult und gleichzeitig in Liberia die Technik auf den neuesten Stand gebracht. Weltweit haben wir bereits 13.000 Stunden unterrichtet, verteilt auf 50 Kurse, und auf diese Weise rund 800 Teilnehmern aus 100 Unternehmen geholfen, ihre Fähigkeiten zu verbessern.

**Was tut Voith sonst noch, um die Zukunft der Wasserkraft zu fördern?** **Riedel:** Die Energiewirtschaft verändert sich rasant. Das gilt auch für die Anforderungen der Kunden, die sich nicht mehr nur für den optimalen Betrieb interessieren, sondern auch flexibel die Leistungsgrenzen ihrer Kraftwerke ausschöpfen möchten. Deshalb wird Simulationstechnologie, die die Kunden dabei unterstützt, Verbesserungen vorzunehmen und gleichzeitig ihre Ressourcen zu schonen, immer wichtiger. Unser Ansatz ist es, einen „digitalen Zwilling“ zu schaffen, der das

Kraftwerk über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg widerspiegelt. Seit Jahrzehnten sind wir führend bei der Verbesserung dieser Simulationstechniken, sowohl in der Hydraulik als auch in der Elektronik.

**Wehnhardt:** Und diese Führungsrolle verdankt sich auch unseren kontinuierlichen Investitionen in Forschung und Entwicklung. In Form einer Roadmap haben wir genau definiert, wo wir hinwollen. Ein wichtiger Meilenstein auf diesem Weg ist der Generator-Umrichter-Prüfstand (GeCoLab) in Hannover, der 2016 in Kooperation mit der Universität Hannover eröffnet wurde.

**Riedel:** Der Prüfstand ist ein gutes Beispiel dafür, wie wir unser weltweit integriertes Netzwerk von FuE-Einrichtungen und unsere Partnerschaften mit Universitäten auf der ganzen Welt nutzen. Diese Art der Zusammenarbeit ermöglicht es uns zum Beispiel, neue Anforderungen an Werkstoffe zu stellen und an künftigen Anwendungen für unsere Technologien in Salzwasserumgebungen zu arbeiten.

**Wehnhardt:** Ein weiterer wichtiger Grund für unsere Zukunftsfähigkeit ist, dass wir inzwischen noch besser in der Lage sind, die Prioritäten unserer Kunden zu verstehen und ihre Hauptanliegen zu identifizieren. Wir lernen, welche Teile ihrer Geschäftsmodelle sie optimieren und erweitern wollen, und nutzen moderne Methoden wie den Design-Thinking-Prozess, um Lösungen zu finden. Und durch die noch engere Zusammenarbeit mit unseren Kunden entwickeln wir für sie individuelle Lösungen, die das Beste aus unseren wachsenden Möglichkeiten machen. —

**„Die Simulationstechnologie hilft unseren Kunden, Verbesserungen vorzunehmen und gleichzeitig ihre Ressourcen zu schonen.“**

**Dr. Norbert Riedel**  
Mitglied der Geschäftsführung Voith Hydro,  
verantwortlich für den Bereich Zentrale Technik

hypower Nr.29.2017

S. 17 → S. 28

# Transformation

Menschen und Technologien, die die Zukunft der Wasserkraft prägen

## Weltweit Schulungen durchführen

Inna Kremza, die 2017 ihre 20-jährige Betriebszugehörigkeit bei Voith Hydro feiert, arbeitet nicht nur als Leiterin des Engineerings, sondern hat auch eine führende Rolle bei der Schulung der Kunden übernommen.

„Vor rund fünf Jahren haben uns Kunden gebeten, sie dabei zu unterstützen, ihre Expertise bei der Wasserkraft zu erhalten und auszubauen. Jetzt führe ich weltweit Schulungen für neue und erfahrene Ingenieure durch. Es ist sehr erfüllend zu sehen, wie diese Schulungen den Ingenieuren helfen. Ich wünschte nur, ich hätte früher anfangen können“, sagt sie.

Inna Kremza,  
Leiterin Engineering,  
Voith Hydro Mississauga, Kanada





# Vor-Ort-Fertigung

Voith wird sechs Francisturbinen und Generatoren mit einer Gesamtleistung von 1.100 MW für Site C liefern.

Der kreative Ansatz einer Vor-Ort-Maschinenfertigung wird die Produktivität beim Bau des neuen Wasserkraftwerks Site C in British Columbia, Kanada, steigern.

Fast fünf Jahre nach dem ersten Kontakt mit BC Hydro in Vancouver konnte Voith im April 2017 den ersten Spatenstich für das



Wasserkraftwerk Site C am Peace River in British Columbia setzen. Ein weiterer Meilenstein, nachdem Voith sich im März 2016 in einem Ausschreibungsverfahren gegen zwei Wettbewerber durchgesetzt und den Auftrag für die Herstellung und Installation von sechs Francisturbinen, sechs Generatoren sowie Nebenanlagen erhalten hatte. Auf diese Weise wird bis 2024 ein Kraftwerk mit einer Kapazität von 1.100 MW entstehen, dessen erwartete Jahresleistung dem jährlichen Stromverbrauch von 450.000 Haushalten in British Columbia entspricht. Voith wird beim Bau von Site C, das sich stromabwärts der ebenfalls von BC Hydro betriebenen Kraftwerke W. A. C. Bennett und Peace Canyon befindet, zwei Innovationen anwenden, die in den Angeboten der Wettbewerber nicht enthalten waren: Vor-Ort-Fertigung und Roboterschweißen.

## Intensive Evaluierung

18 Monate lang fanden alle zwei Monate Treffen mit BC Hydro statt, bei denen die Parameter für das Wasserkraftwerk Site C besprochen, definiert und angepasst wurden. Daraufhin konnten die Bieter Vorschläge einreichen, untermauert von Modellturbinen, die an der EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne) in der Schweiz unter Aufsicht von BC Hydro unabhängig getestet wurden. Es war ein intensiver Prozess, erinnert sich Voith Projektingenieur Sebastian Mogl: „Der Evaluierungs- und Testprozess dauerte über ein Jahr. Wir wussten, dass wir den Auftrag nur erhalten, wenn wir ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den Kosten für die elektromechanische Ausrüstung, der Effizienz und den Kostenauswirkungen auf die Baukonstruktion finden. So haben wir uns der optimalen Lösung für BC Hydro angenähert.“ Am Ende war BC Hydro der Meinung, dass Voith der Balanceakt ge-



**2012**

Erstes Treffen zur Besprechung des Projekts



**2013/14**

Entwicklung von Turbinenmodellen



**2015**

Unabhängige Prüfung der Modelle in der Schweiz



**2016**

Voith erhält den Auftrag für sechs Francisturbinen plus Generatoren



**2017**

Baubeginn der Anlage und Fertigstellung der Fertigungshalle vor Ort



**2018**

Baubeginn für das Maschinenhaus



**2022**

Maschinenfertigung abgeschlossen



**2023**

Erste Voith Einheit geht in Betrieb – die weiteren folgen bis 2024

lungen ist. Jessica McDonald, President und CEO von BC Hydro, erklärte: „Voith wurde aufgrund seiner Erfolgsbilanz bei ähnlich komplexen Projekten ausgewählt und weil Voith innerhalb des Budgets die Lösung mit dem größten Mehrwert für BC Hydro gefunden hat.“

## Innovation vor Ort

Den Mehrwert liefert Voith unter anderem durch den Bau einer Produktionsstätte vor Ort. Voith Projektmanagerin Leila Britel erläutert: „Einige der Turbinenkomponenten, die wir liefern – etwa die geschweißten Abschnitte der Saugrohrkrümmer und -konen, die Schottwände der Saugrohre und die Spiralgehäuseteile für die sechs Einheiten – sind sehr groß. Das macht den Transport über lange Strecken schwierig, zeit- und kostenintensiv. Durch den Bau einer eigenen lokalen Fertigungsstätte können wir diese Teile vor Ort zusammenbauen und verschweißen. Das verringert das Risiko von Verzögerungen, senkt Installations- und Transportkosten und ermöglicht eine schnellere Umsetzung von Änderungen.“ Darüber hinaus wird die Anlage erstmals mit einer neuen Roboterschweißtechnologie arbeiten, die die Produktivität steigert, für höchste Teilequalität sorgt und das Nacharbeitsrisiko reduziert.

## Lokale Gemeinden fördern

Voith arbeitet auch mit BC Hydro und lokalen Gemeinden zusammen, um Störungen zu minimieren und die Beschäftigung und den wirtschaftlichen Nutzen des Projekts für die lokale Bevölkerung, einschließlich der Ureinwohner, zu maximieren. Durch das Site C-Projekt werden Tausende von Arbeitsplätzen geschaffen. Auf dem Höhepunkt des Turbinen- und Generatorenprojekts werden 200 Voith Mitarbeiter vor Ort sein, um gemeinsam mit lokalen Arbeitskräften dafür zu sorgen, dass Site C 2024 den Betrieb termingerecht aufnehmen kann.



**1867**  
Friedrich Voith übernimmt das Unternehmen seines Vaters mit 30 Beschäftigten – die offizielle Gründung des heutigen Unternehmens Voith.

# Damals

Voith Hydro hat sich in den letzten 150 Jahren zu einem der weltweit führenden Anbieter von Komplettlösungen für die Wasserkraft entwickelt. Innovationskraft war der entscheidende Wegweiser auf dieser Reise und wird es auch in unserer digitalen Zukunft bleiben.



Welcome  
to the Next  
150 Years

→ [www.voith.com/150years-de/index.html](http://www.voith.com/150years-de/index.html)

Konnte sich Friedrich Voith 1867 vorstellen, dass der von seinem Vater aufgebaute Betrieb zu einem der beständigsten Unternehmen der Welt werden würde? Oder dass das von ihm gegründete Unternehmen noch anderthalb Jahrhunderte später die Innovation im Wasserkraftsektor vorantreiben würde? Wir wissen es nicht genau. Doch wir können sagen, dass sich der Erfindergeist, mit dem er ans Werk ging, in den technologischen Entwicklungen, den Kundenbeziehungen, den Meilensteinprojekten und den strategischen Übernahmen der folgenden Jahrzehnte widerspiegelt. Seit der Auslieferung der ersten Turbine hat Voith entscheidend dazu beigetragen, die industrielle Entwicklung und das Wirtschaftswachstum der Welt mit sauberer, erneuerbarer Energie zu unterstützen. Voith hat zwei Weltkriege und zahlreiche Wirtschaftskrisen überstanden, indem sich das Unternehmen auf das konzentriert hat, was es am besten kann: Lösungen zu liefern, die die Herausforderungen der Kunden auf innovative und höchst effektive Weise lösen. Denn Innovation sollte immer einen praktischen Zweck haben – definiert durch das, was unsere Kunden brauchen.



① **Frühes 20. Jahrhundert** Dieses Francislauftrad wurde 1920 für die Stromerzeugung in einer Papierfabrik in Kuusankoski, Finnland, gefertigt. Friedrich Voith war 1873 der Erste in Deutschland, der eine Francisturbine entwarf und produzierte.



# Heute



② **Frühes 21. Jahrhundert:** Dieses moderne Francislauftrad wurde 2014 an das Wasserkraftwerk Bratsk geliefert, das am Fluss Angara liegt, dem einzigen Auslauf des Baikalsees in Russland. Das Lauftrad hat einen Durchmesser von 5,6 Metern und wiegt 73 Tonnen.

Heute treibt Voith die nächste Stufe seiner Evolution im digitalen Zeitalter voran. Natürlich haben Automatisierung, moderne Technologie und computergestütztes Design den Turbinenbau verändert. Doch Voith lässt die Digitalisierung darüber hinaus in alle Aspekte von Planung, Bau und Betrieb von Wasserkraftwerken einfließen.

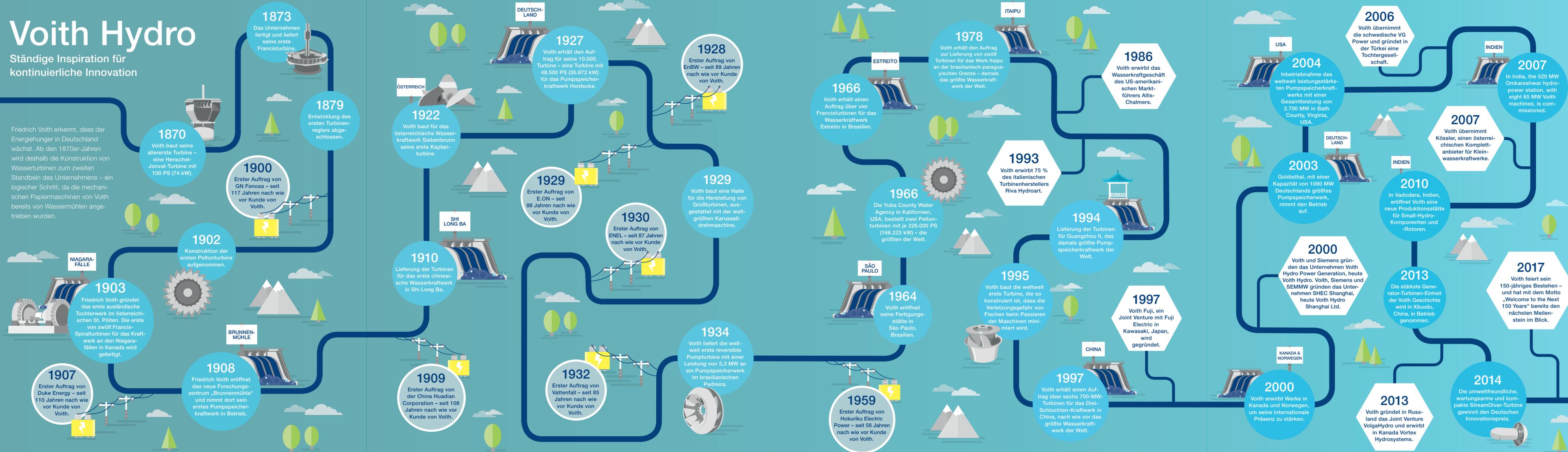
Beispielsweise nutzt Voith modernste Simulationstechnologien, um das Maschinenverhalten exakt vorherzusagen – sodass der Kunde der Inbetriebnahme seines Kraftwerks mit Zuversicht entgegenblicken kann. Akustische Überwachungssysteme von Voith ermöglichen den Energieversorgern zudem, ihre Kraftwerke proaktiv zu warten, ohne dass sie dafür Ingenieure an die teils entlegenen Standorte schicken müssen. So lassen sich Verzögerungen, Kosten und potenzielle Risiken vermeiden.

Neben diesen digitalen Ansätzen setzt Voith auch weiterhin auf Innovationen bei den Maschinen, etwa durch umweltfreundliche Lösungen, die das Wasser nicht belasten, Fischbestände schützen und das Potenzial der Kleinwasserkraft erschließen. Mit anderen Worten: Auch die nächsten 150 Jahre der Geschichte von Voith werden – so wie bisher – sicher von Innovationen geprägt sein.

# Voith Hydro

Ständige Inspiration für kontinuierliche Innovation

Friedrich Voith erkennt, dass der Energiehunger in Deutschland wächst. Ab den 1870er-Jahren wird deshalb die Konstruktion von Wasserturbinen zum zweiten Standbein des Unternehmens – ein logischer Schritt, da die mechanischen Papiermaschinen von Voith bereits von Wassermühlen angetrieben wurden.



**1873**  
Das Unternehmen fertigt und liefert seine erste Francis turbine.

**1870**  
Voith baut seine allererste Turbine – eine Henschel-Jonval-Turbine mit 100 PS (74 kW).

**1900**  
Erster Auftrag von GN Fenosa – seit 117 Jahren nach wie vor Kunde von Voith.

**1902**  
Konstruktion der ersten Pelton turbine aufgenommen.

**1903**  
Friedrich Voith gründet das erste ausländische Tochterwerk im österreichischen St. Pölten. Die erste von zwölf Francis-Spiralturbinen für das Kraftwerk an den Niagarafällen in Kanada wird gefertigt.

**1907**  
Erster Auftrag von Duke Energy – seit 110 Jahren nach wie vor Kunde von Voith.

**1908**  
Friedrich Voith eröffnet das neue Forschungszentrum „Brunnenmühle“ und nimmt dort sein erstes Pumpspeicherkraftwerk in Betrieb.

**1909**  
Erster Auftrag von der China Huadian Corporation – seit 108 Jahren nach wie vor Kunde von Voith.

**1922**  
Voith baut für das österreichische Wasserkraftwerk Siebenbrunn seine erste Kaplan-turbine.

**1929**  
Erster Auftrag von E.ON – seit 88 Jahren nach wie vor Kunde von Voith.

**1930**  
Erster Auftrag von ENEL – seit 87 Jahren nach wie vor Kunde von Voith.

**1932**  
Erster Auftrag von Vattenfall – seit 85 Jahren nach wie vor Kunde von Voith.

**1934**  
Voith liefert die weltweit erste reversible Pumpturbine mit einer Leistung von 5,3 MW an ein Pumpspeicherkraftwerk im brasilianischen Pedreira.

**1929**  
Voith baut eine Halle für die Herstellung von Großturbinen, ausgestattet mit der weltgrößten Karussell-drehmaschine.

**1928**  
Erster Auftrag von EnBW – seit 89 Jahren nach wie vor Kunde von Voith.

**1927**  
Voith erhält den Auftrag für seine 10.000. Turbine – eine Turbine mit 48.500 PS (35.672 kW) für das Pumpspeicherkraftwerk Herdecke.

**1959**  
Erster Auftrag von Hokuriku Electric Power – seit 58 Jahren nach wie vor Kunde von Voith.

**1964**  
Voith eröffnet seine Fertigungsstätte in São Paulo, Brasilien.

**1966**  
Die Yuba County Water Agency in Kalifornien, USA, bestellt zwei Pelton-turbinen mit je 226.000 PS (166.223 kW) – die größten der Welt.

**1966**  
Voith erhält einen Auftrag über vier Francis-turbinen für das Wasserkraftwerk Estreito in Brasilien.

**1995**  
Voith baut die weltweit erste Turbine, die so konstruiert ist, dass die Verletzungsgefahr von Fischen beim Passieren der Maschinen minimiert wird.

**1997**  
Voith erhält einen Auftrag über sechs 700-MW-Turbinen für das Dreischluchten-Kraftwerk in China, nach wie vor das größte Wasserkraftwerk der Welt.

**1993**  
Voith erwirbt 75 % des italienischen Turbinenherstellers Riva Hydroart.

**1994**  
Lieferung der Turbinen für Guangzhou II, das damals größte Pumpspeicherkraftwerk der Welt.

**1978**  
Voith erhält den Auftrag zur Lieferung von zwölf Turbinen für das Werk Itaipu an der brasilianisch-paraguayischen Grenze – damals das größte Wasserkraftwerk der Welt.

**1997**  
Voith Fuji, ein Joint Venture mit Fuji Electric in Kawasaki, Japan, wird gegründet.

**1986**  
Voith erwirbt das Wasserkraftgeschäft des US-amerikanischen Marktführers Allis-Chalmers.

**2000**  
Voith erwirbt Werke in Kanada und Norwegen, um seine internationale Präsenz zu stärken.

**2003**  
Goldisthal, mit einer Kapazität von 1060 MW Deutschlands größtes Pumpspeicherkraftwerk, nimmt den Betrieb auf.

**2013**  
Voith gründet in Russland das Joint Venture VolgaHydro und erwirbt in Kanada Vortex Hydrosystems.

**2004**  
Inbetriebnahme des weltweit leistungsstärksten Pumpspeicherkraftwerks mit einer Gesamtleistung von 2.700 MW in Bath County, Virginia, USA.

**2013**  
Die stärkste Generator-Turbinen-Einheit der Voith Geschichte wird in Xiluo, China, in Betrieb genommen.

**2007**  
Voith übernimmt Kössler, einen österreichischen Komplettanbieter für Kleinwasserkraftwerke.

**2014**  
Die umweltfreundliche, wartungsarme und kompakte StreamDiver-Turbine gewinnt den Deutschen Innovationspreis.

**2010**  
In Vadodara, Indien, eröffnet Voith eine neue Produktionsstätte für Small-Hydro-Komponenten und -Rotoren.

**2007**  
In India, the 520 MW Omkareshwar hydro-power station, with eight 65 MW Voith machines, is commissioned.

**2017**  
Voith feiert sein 150-jähriges Bestehen – und hat mit dem Motto „Welcome to the Next 150 Years“ bereits den nächsten Meilenstein im Blick.

**Turbinen**  
Voith hat es sich zur Gewohnheit gemacht, Innovationen in der Turbinentechnologie zu schaffen – bei der Konstruktion, dem Bau und der Fertigung einer breiten Palette von Francis-, Kaplan-, Pump-, Pelton- sowie Rohr- und Pitturbinen. 40.000 Einheiten hat Voith bereits an seine Kunden geliefert.

**Generatoren**  
Voith bietet Generatorenlösungen für alle Drehzahlbereiche, für horizontale und vertikale Designs, sowohl mit luft- als auch mit wassergekühlten Wicklungen, darunter die größten und leistungsstärksten wassergekühlten Generatoren der Welt.

**Pumpspeicherung**  
Voith Hydro ist ein führender Anbieter von Pumpspeicherkraftwerken, die mit ihrer Fähigkeit, überschüssige Energie zu speichern und bei Bedarf wieder abzugeben, eine zuverlässige Stromversorgung sicherstellen können. Diese Technik ist auch die ideale Grundlage für hybride Energieerzeugungslösungen.

**Automatisierung und digitale Lösungen**  
Die Automatisierung der Wasserkraft erreicht mit der Digitalisierung eine neue Stufe. Voith Digital Solutions ermöglicht einen tiefen Einblick in die Betriebszustände von Anlagen und eine schnellere Identifizierung von Anomalien oder Verbesserungsmöglichkeiten, damit Energieversorger effizienter arbeiten können.

**Kleinwasserkraft**  
Nur 25 % der weltweit verfügbaren Wasserkraftkapazitäten werden genutzt. Die innovative Technologieführerschaft von Voith in der Kleinwasserkraft trägt dazu bei, dieses Potenzial dort zu erschließen, wo große Wasserkraftprojekte wirtschaftlich und geografisch nicht realisierbar sind.

**Komplettlösungen**  
Voith Hydro hat sein Portfolio so weiterentwickelt, dass es die Anforderungen der Kunden über den gesamten Lebenszyklus von neuen und bestehenden Wasserkraftanlagen hinweg erfüllt und übertrifft, unabhängig von deren Größe und Umfang – von der Planung und vom Bau über die Finanzierung bis hin zum Service.

**HyService**  
Die Voith HyService-Teams bieten weltweit rund um die Uhr schnelle, hochwertige und proaktive Wartungs- und Reparaturservices. Die Kunden profitieren von einer zuverlässigen Stromerzeugung und einem maximalen Nutzen aus den getätigten Investitionen.

**Umweltfreundliche Lösungen**  
Voith-Lösungen tragen dazu bei, Umweltauswirkungen von Wasserkraftprojekten zu minimieren. – beispielsweise kleine Wasserturbinen, die sich vollständig unter der Wasseroberfläche befinden und öfrire sind, um die Wasserverschmutzung zu reduzieren, sowie Turbinen, die von Fischen besser durchschwommen werden können.

# Die Herausforderungen des Wandels annehmen

Voith engagiert sich bei der International Hydropower Association (IHA) durch seine Platin-Mitgliedschaft und dadurch, dass Uwe Wehnhardt, Vorsitzender der Geschäftsführung von Voith Hydro, dem Vorstand des Verbands angehört. Im Interview äußert sich Richard Taylor, CEO der IHA, zu den Herausforderungen und Chancen unserer Branche sowie zum jüngsten World Hydropower Congress.

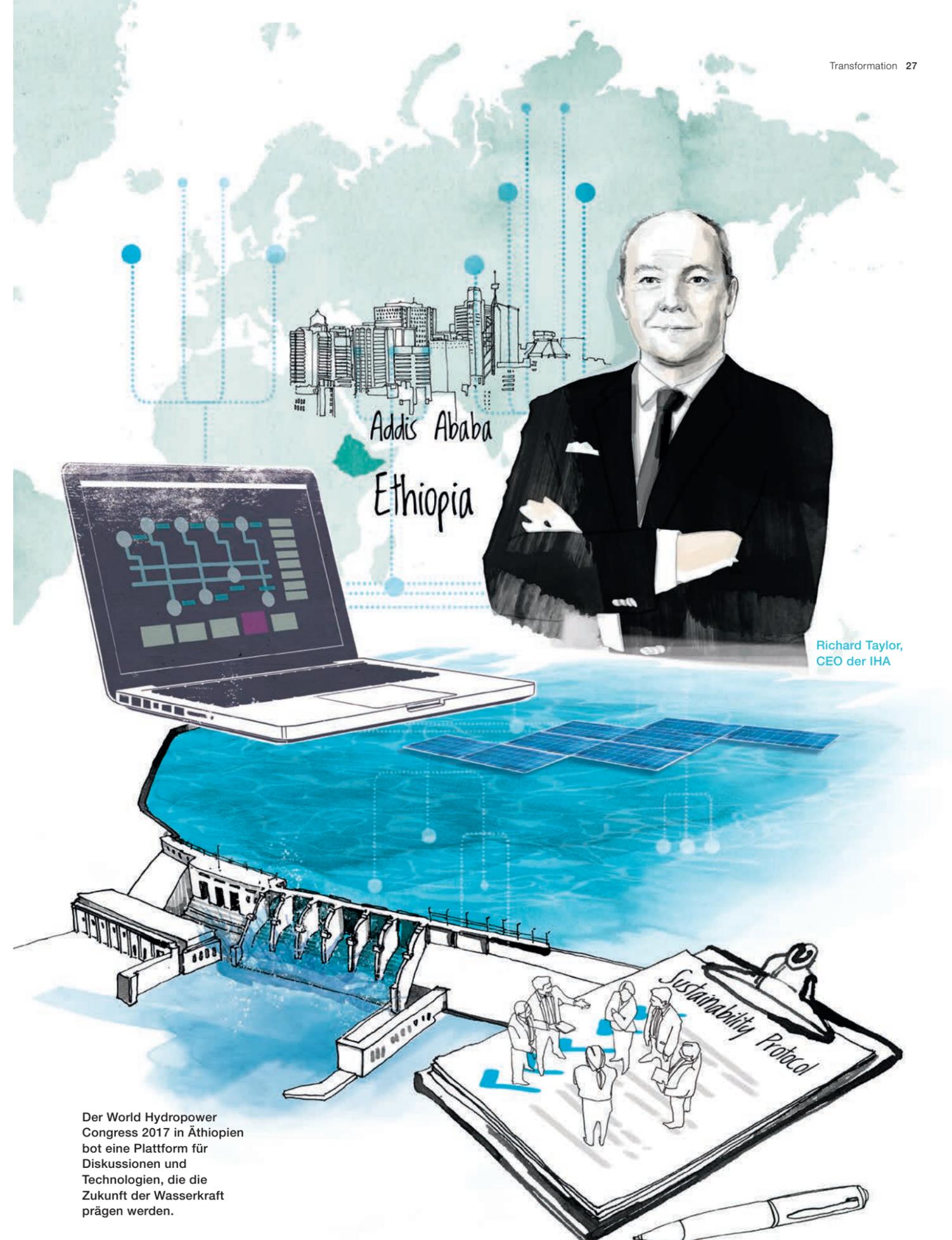
\_\_\_\_\_ Herr Taylor, Sie sind seit 30 Jahren im Bereich Wasserkraft tätig. Woran liegt diese anhaltende Faszination, und vor welchen neuen Herausforderungen steht die Branche? Die Wasserkraft basiert auf so vielen Disziplinen und ist in geografischer, technischer, finanzieller, ökologischer und sozialer Hinsicht so vielfältig, dass ein Mensch allein niemals in einem umfassenden Sinn Wasserkraftexperte sein wird. Ich lerne immer noch dazu, und die Suche nach besseren Lösungen hört nie auf. Die Herausforderung besteht vor allem darin, angesichts des raschen technologischen, politischen und wirtschaftlichen Wandels überall auf der Welt nicht an Bedeutung zu verlieren und sich dynamisch und flexibel anzupassen. Wir müssen dafür sorgen, dass die Wasserkraft die Bedürfnisse bezüglich Energie und Wasser in Zukunft noch wettbewerbsfähiger decken kann.

„Die IHA ist eine hervorragende Organisation, die den Wasserkraftsektor auf bestmögliche Weise vertritt, vor allem durch die Vielfalt ihrer Mitglieder.“

Uwe Wehnhardt,  
Vorsitzender der  
Geschäftsführung Voith Hydro

\_\_\_\_\_ Wie wandelt sich die Rolle der IHA angesichts dieser Herausforderungen? Angefangen hat der Verband als eine Gruppe interessierter Mitglieder, die der Wasserkraft eine stärkere Stimme in der politischen Landschaft geben wollten. Heute sind wir ein in 100 Ländern tätiges Unternehmen. Wir sammeln und verteilen Wissen – und helfen damit denjenigen, die mit der Wasserkraft zu tun haben, fundierte Entscheidungen zu treffen.

In den letzten zehn Jahren haben wir zudem die Zusammenarbeit mit unseren Partnerorganisationen in den Branchen Windkraft, Solarenergie, Geothermie und Bioenergie vertieft. Das ist sinnvoll, da die Integration verschiedener erneuerbarer Energiequellen zur Gewährleistung einer sicheren Energieversorgung immer wichtiger wird.



Richard Taylor,  
CEO der IHA

Der World Hydropower Congress 2017 in Äthiopien bot eine Plattform für Diskussionen und Technologien, die die Zukunft der Wasserkraft prägen werden.

In vielen Ländern sind momentan Zuverlässigkeit und Qualität die Knackpunkte, nicht die Steigerung der Kapazität. Darüber hinaus ist die wachsende Zahl von Hybridprojekten im Bereich der erneuerbaren Energien bemerkenswert. Dazu gehören etwa Solaranlagen, die auf Wasserspeichern schwimmen.

#### Wie wichtig ist das Nachhaltigkeitsprotokoll für Wasserkraft für die Entwicklung der Branche?

Das Protokoll wurde entwickelt, um bei den entscheidenden Themenbereichen eines Wasserkraftprojekts zu einem Konsens darüber zu gelangen, worin unter ökologischen, gesellschaftlichen, ökonomischen und technischen Gesichtspunkten bewährte Verfahren bestehen. Die im Protokoll definierten Informationen unterstützen die Projektbeteiligten und ermöglichen eine fundierte Entscheidungsfindung. Das Protokoll wird ständig daraufhin überprüft, ob es nützlicher und effizienter gestaltet werden kann, was allen Beteiligten zugutekommt. Beispielsweise arbeiten wir derzeit gemeinsam mit Voith an einer Methodik zur Messung der Projektleistung in Bezug auf die Klimaresistenz. Eine weitere Initiative ist die Suche nach Wegen, um die Geschwindigkeit zu erhöhen, mit der Informationen vor Ort gesammelt und Entscheidungsträgern präsentiert werden können. Darüber hinaus streben wir an, die Zahl der unabhängigen akkreditierten Auditoren zu erhöhen, die die Daten eines Projekts gemäß dem Protokoll messen. Wir möchten erreichen, dass in allen Unternehmen, die Due-Diligence-Prüfungen von Wasserkraftprojekten durchführen, mindestens ein Auditor als Vollzeitkraft beschäftigt ist.

Für den World Hydropower Congress 2017 wurde Äthiopien als Gastgeber ausgewählt. Welche Beweggründe standen dahinter, und was waren die Höhepunkte des Kongresses? Den Beschluss, den Kongress nach Afrika zu bringen, haben wir auf dem World Hydropower Congress 2015 in Peking getroffen. Afrika verfügt

#### Voith und die IHA: wichtige Fakten

**Voith ist Platinmitglied der IHA, und Uwe Wehnhardt, Vorsitzender der Geschäftsführung von Voith Hydro, gehört dem Vorstand des Verbands an.**



Voith gehörte zu den Hauptsponsoren des World Hydropower Congress 2017, und zwei Voith Hydro-Mitarbeiter haben dort auf Workshops und Themensitzungen vorgetragen:

#### Dr. Norbert Riedel, verantwortlich für den Bereich Zentrale Technik

(„Workshop 4: Strategien für einen nachhaltigeren Betrieb und eine nachhaltigere Wartung“ und „Speicherung von erneuerbaren Energien“)

#### Heike Bergmann, Senior Vice President Sales Africa

(„Kapazitätsaufbau und Fachkräftemangel“)

über ein ähnliches Wasserkraftpotential wie Europa, doch 90 % davon sind noch nicht ausgeschöpft. Deshalb ist das Interesse dort sehr hoch. Addis Abeba ist der Sitz der Afrikanischen Union und der Wirtschaftskommission für Afrika der Vereinten Nationen. Deshalb war Äthiopien die logische Wahl.

Bei den Highlights gab es mehrere Bereiche: zum einen die Einführung unseres neuen Instruments zur Messung der Treibhausgasbilanz von Wasserkraftprojekten. Das ist ein echter Meilenstein für die Branche. Zum anderen war die Diskussion um Ökolabels und die Bedeutung der gemeinnützigen Climate Bonds Initiative für die Wasserkraftindustrie sehr interessant. Und drittens war die Debatte über die Einrichtung einer Hydropower Preparation Support Facility (HPSF) wichtig. Eine solche Einrichtung könnte den Gastländern und Erschließungsunternehmen eine genau definierte Blaupause für die Vorbereitung und Durchführung künftiger Projekte an die Hand geben. Das würde die Risikoprämien für die Erschließungsunternehmen deutlich reduzieren und helfen, die Projekte besser an den Systemanforderungen auszurichten. Und es hätte eine Steuerungsfunktion für die Art, wie wir in einer zunehmend vernetzten Welt die Wasserkraft nutzen.

Letzter Punkt: Das übergreifende Thema der Konferenz lautete „Better Hydro“. Ergänzend dazu haben wir Fallstudien veröffentlicht, die wir gemeinsam mit der Weltbank entwickelt haben. Diese Fälle belegen, wie durch Nachhaltigkeitsprüfungen Best Practices für die Wasserkraft erreicht und überprüft wurden – und einige der Beispiele sind sehr inspirierend. Insgesamt war es also ein sehr spannender Kongress, auf dem sich Teilnehmer aus der ganzen Welt der Zukunft der Wasserkraft gewidmet haben. Im Namen aller Veranstaltungspartner möchte ich die Gelegenheit nutzen, Voith als Sponsor für die Unterstützung des Kongresses zu danken.

# Reflexion

Technologien und Ansätze, die den Fortschritt der Branche sichtbar machen

## Soundinnovation

Wasserkraftwerke sind so groß und so komplex, dass sich Probleme manchmal akustisch bemerkbar machen, bevor sie visuell erkannt werden. Das einfach zu installierende akustische Überwachungssystem HyGuard™ nutzt Mikrofone, um ungewöhnliche Geräusche in der gesamten Anlage zu erkennen. Mittels spezieller Algorithmen werden sie dann in der Cloud analysiert, und es wird ermittelt, ob ein potenzielles Problem vorliegt. Das Beste daran ist, dass es sich um ein selbstlernendes System handelt, dessen Fähigkeit, Anomalien zu erkennen, sich kontinuierlich verbessert.



**Ein sechsjähriges Projekt zur Erweiterung und Leistungssteigerung eines österreichischen Wasserkraftstandorts markiert einen Höhepunkt in der Pumpspeichertechnik.**



Ein Voith Ingenieur prüft eine Turbine im Kraftwerk Reißbeck II.

# Eine „grüne Batterie“ in den Alpen

Die imposante Staumauer vom Werk Reißbeck II in Kärnten, Österreich.

\_\_\_\_\_ Inmitten einer herrlichen Alpenkulisse hoch über dem Mölltal im österreichischen Bundesland Kärnten befindet sich das ebenso innovative wie ambitionierte Pumpspeicherkraftwerk Reißbeck II. Mit der neuen Anlage werden die bisher hydraulisch getrennten Kraftwerkssysteme Malta und Reißbeck-Kreuzeck miteinander verbunden. Dadurch wird die Energieerzeugung in den Alpen noch effizienter und nachhaltiger. Gleichzeitig markiert die Anlage einen Höhepunkt in der Entwicklung von Pumpspeicherkraftwerken. „Aus technologischer Sicht“, so Martin Nussmüller, Voith-Projektleiter für Reißbeck II, „handelt es sich um eines der modernsten Pumpspeicherkraftwerke der Welt.“

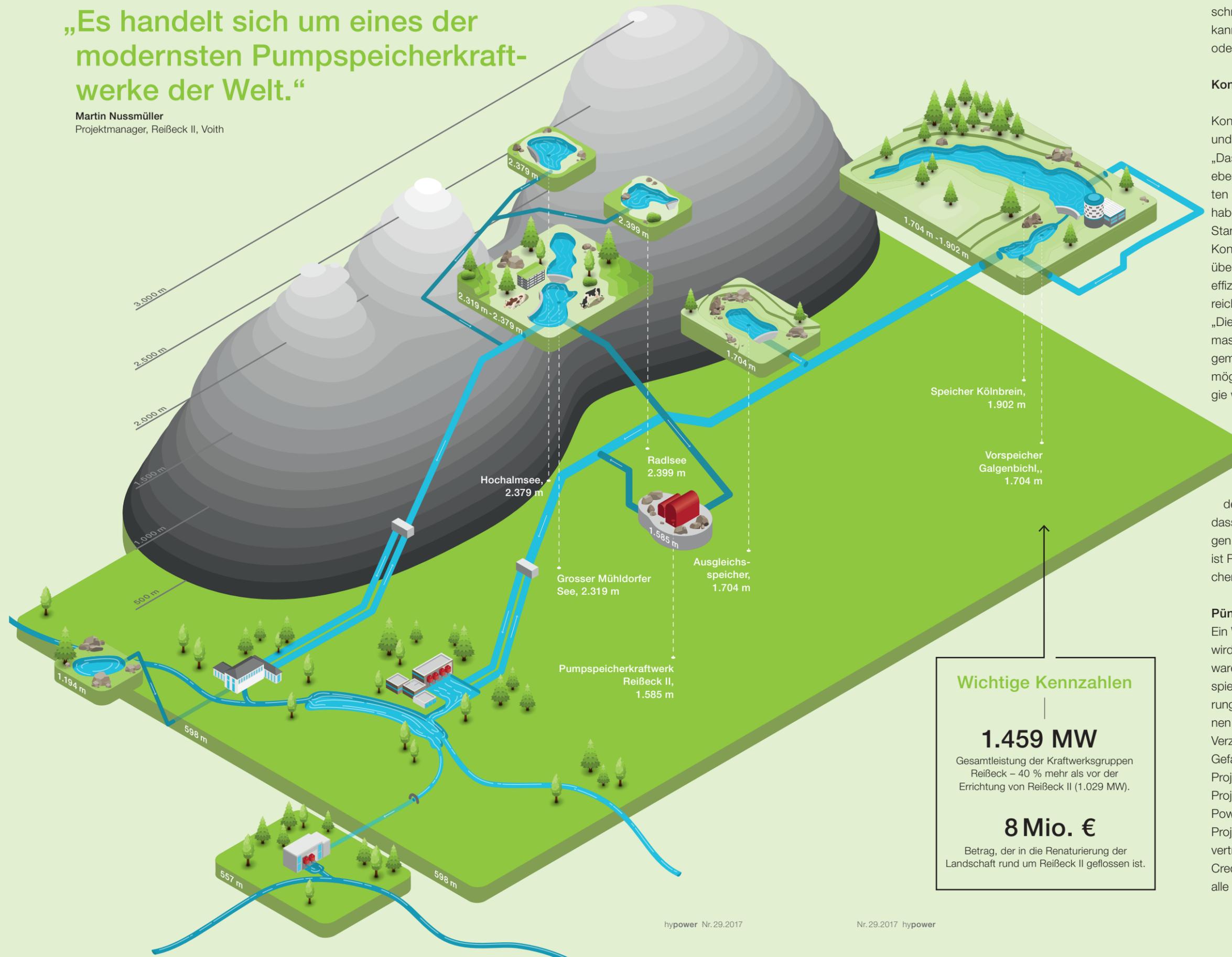
#### **Solide ökologische Grundlagen**

Die ursprüngliche Kraftwerksgruppe Reißbeck-Kreuzeck wurde zwischen 1948 und 1961 errichtet, und 1978 wurde die Kraftwerksgruppe Malta fertiggestellt. Das bedeutet, dass Reißbeck II ohne größere Eingriffe in die Landschaft auskommt. Zwar waren zwischenzeitlich 250 hochspezialisierte Fachkräfte, große Maschinen und unterirdische Tunnels nötig, um den Bau fertigzustellen. Doch die alpine Idylle wurde wiederhergestellt. „Etwa acht Millionen Euro sind in die Renaturierung des Gebiets geflossen“, sagt Nussmüller.

Jetzt, wo Reißbeck II fertiggestellt und am Netz ist, erhöht das Kraftwerk die Effizienz des dortigen Energieerzeugungssystems und damit auch seine Umweltfreundlichkeit. Daher wird das Projekt von den Beteiligten auch „grüne Batterie“ genannt. Immer wenn die Stromerzeugung aus Wind und Solar aufgrund der örtlichen Wetterbedingungen einge-

# „Es handelt sich um eines der modernsten Pumpspeicherkraftwerke der Welt.“

**Martin Nussmüller**  
Projektmanager, Reißbeck II, Voith



schränkt ist, kommt Reißbeck II zum Einsatz: In kürzester Zeit kann das Pumpspeicherkraftwerk Strom liefern, bis Wind- oder Sonnenkraft wieder verfügbar sind.

### Konstruktionsgrenzen neu definieren

Voith hat zwei Pumpturbinen geschaffen, die bezüglich Konstruktion und Funktionalität voller Innovationen stecken und dadurch den optimalen Betrieb der Anlage ermöglichen. „Das war eine große Herausforderung“, so Anton Huber, ebenfalls ein Voith-Projektmanager für Reißbeck II. „Wir mussten über die üblichen Spezifikationen hinausgehen. Doch wir haben gezeigt, dass wir das Projekt mit einem sehr hohen Standard umsetzen können.“ Das wesentliche Ziel bei der Konstruktion war, dass die Turbinen trotz ihrer Kompaktheit über eine sehr hohe Leistungsabgabe verfügen, also sehr effizient sind. Das war die Forderung des Kunden, der österreichische Verbund Hydro Power GmbH. Huber fügt hinzu: „Die Pumpturbinen wurden zurecht als Grenzleistungsmaschinen bezeichnet. Denn die Leistung der Turbinen liegt, gemessen an ihrer Größe, an der Grenze dessen, was zurzeit möglich ist. Daher sind sie in puncto Effizienz und Technologie wirklich wegbereitend.“

Das Ergebnis: Reißbeck II verfügt sowohl bei der Stromerzeugung im Turbinenbetrieb als auch im Pumpbetrieb über eine Leistung von 430 MW und steigert die Gesamtleistung der beiden Kraftwerksgruppen um 40 % – von 1.029 MW auf 1.459 MW. Das Schöne an der Technologie und der Gesamtkonstruktion besteht darin, dass sie praktisch per Knopfdruck an die aktuellen Bedingungen angepasst werden kann. Und als Pumpspeicherkraftwerk ist Reißbeck II selbstverständlich in der Lage, Energie zu speichern, wenn zu viel Strom im Netz ist.

### Pünktliche Lieferung trotz der Herausforderungen

Ein Wasserkraftwerk, das an einem entlegenen Ort gebaut wird, ist immer ein komplexes Projekt. Dementsprechend waren auch die Bauarbeiten 1600 Meter über dem Meeresspiegel und bis zu 200 Meter tief im Berg voller Herausforderungen, insbesondere was den Transport der großen Maschinen an den Einsatzort betrifft. Darüber hinaus stellten Verzögerungen durch Lawinen und Waldbrände jederzeit eine Gefahr dar. Dennoch wurde nicht zugelassen, dass der Projektabschluss dadurch gefährdet würde, wie David Giefing, Projektmanager für die Pumpturbine bei der Verbund Hydro Power GmbH, zufrieden feststellt: „Während des gesamten Projekts hatte ich immer das Gefühl, dass wir in Voith einen vertrauenswürdigen Partner gefunden haben. Mit unserem Credo ‚Die technische Lösung hat immer Priorität‘ konnten wir alle Herausforderungen des Projekts gemeinsam meistern.“

**Wichtige Kennzahlen**

**1.459 MW**

Gesamtleistung der Kraftwerksgruppen Reißbeck – 40 % mehr als vor der Errichtung von Reißbeck II (1.029 MW).

**8 Mio. €**

Betrag, der in die Renaturierung der Landschaft rund um Reißbeck II geflossen ist.

# Service-Verfügbarkeit rund um die Uhr

Die globale Service-Center-Strategie von Voith Hydro gewährleistet einen schnellen Zugriff der Kunden auf lokalen Support. Hier ein Blick auf die konkrete Umsetzung in Brasilien.

**65%** Das ist der Anteil der Wasserkraft am brasilianischen Energiemix.

**2** HyService-Center existieren bereits, und es werden mehr!

**25%** Der Anteil der Wasserkraft-Bauprojekte an den zurzeit laufenden Kraftwerks-Bauprojekten.

„Die Idee hinter unseren HyService-Centern besteht darin, dass wir in der Nähe unserer Kunden sein und Services dort anbieten wollen, wo unsere Kunden sind“, erläutert Luiz Fontes, HyService-Leiter für Lateinamerika. „In der Vergangenheit haben lange Wege zu den Werken manchmal zu Verzögerungen für unsere Kunden geführt. Die Lösung bestand darin, kleine, effektive und lokale Serviceeinrichtungen in Form der HyService-Center zu schaffen.“

#### Günstige Lage: HyService-Standorte

Momentan verfügt Brasilien über zwei HyService-Center, die beide 2016 eröffnet wurden und günstig gelegen sind, um die Wasserkraftwerke in der Region zu unterstützen: eines in Porto Velho im Bundesstaat Rondônia, am Rio Madeira und in der Nähe der Kraftwerke in Jirau und Santo Antônio gelegen. Ein zweites HyService-Center befindet sich im Bundesstaat Tocantins, in der Stadt Miracema am Rio Tocantins, ebenfalls in der Nähe von zwei großen Kraftwerken, Lajeado und Peixe Angical.

#### Binnen Stunden vor Ort

Fontes macht deutlich, dass die neuen Center eine wesentliche Rolle spielen werden. „Unsere Kunden erhalten einen Mehrwert durch das Vertrauen, das sie in Voith setzen“, sagt er. „Sie möchten sich für den unwahrscheinlichen Fall, dass mit einer Maschine ein Problem auftritt, sei sie nun von Voith gefertigt oder nicht, darauf verlassen können, dass Voith-Ingenieure schnell reagieren. Unsere Servicespezialisten sind innerhalb weniger Stunden in jedem Kraftwerk in der Region.“

Jedes Service-Center verfügt über einen Leiter sowie über Teams von Technikern, Ingenieuren und Mechanikern, die auf die Reparatur und Wartung von Kraftwerken spezialisiert sind. Zudem stehen in der Voith Zentrale in São Paulo jederzeit Experten zur Verfügung, falls zu speziellen Themen Unterstützung benötigt wird.

#### Proaktive Unterstützung

Neben der schnellen Reaktion im Notfall gehört zu den Aufgaben der Servicespezialisten auch, dass sie die Kraftwerke unserer Kunden regelmäßig aufsuchen, um Rat zu geben und die vorhandenen Turbinen, Generatoren und Maschinen proaktiv zu prüfen. „Unser Ansatz verbindet die Instandsetzung in Notfällen mit einem präventiven technischen Support, durch den der Kunde viel Zeit und Geld sparen kann.“

#### Expansion geht weiter

Nach dem Muster der beiden Standorte in Brasilien sollen ähnliche Einrichtungen auch an anderen Orten entstehen. „Momentan prüfen wir verschiedene Standorte in Brasilien und anderen Ländern Mittel- und Südamerikas“, so Fontes. Durch diese Expansion werden Fontes und seine Kollegen in der Lage sein, die Kunden überall in der Region noch besser zu unterstützen.

Voith Serviceingenieure untersuchen eine lokale Wasserkraftanlage.



# Netzstabilität sicherstellen

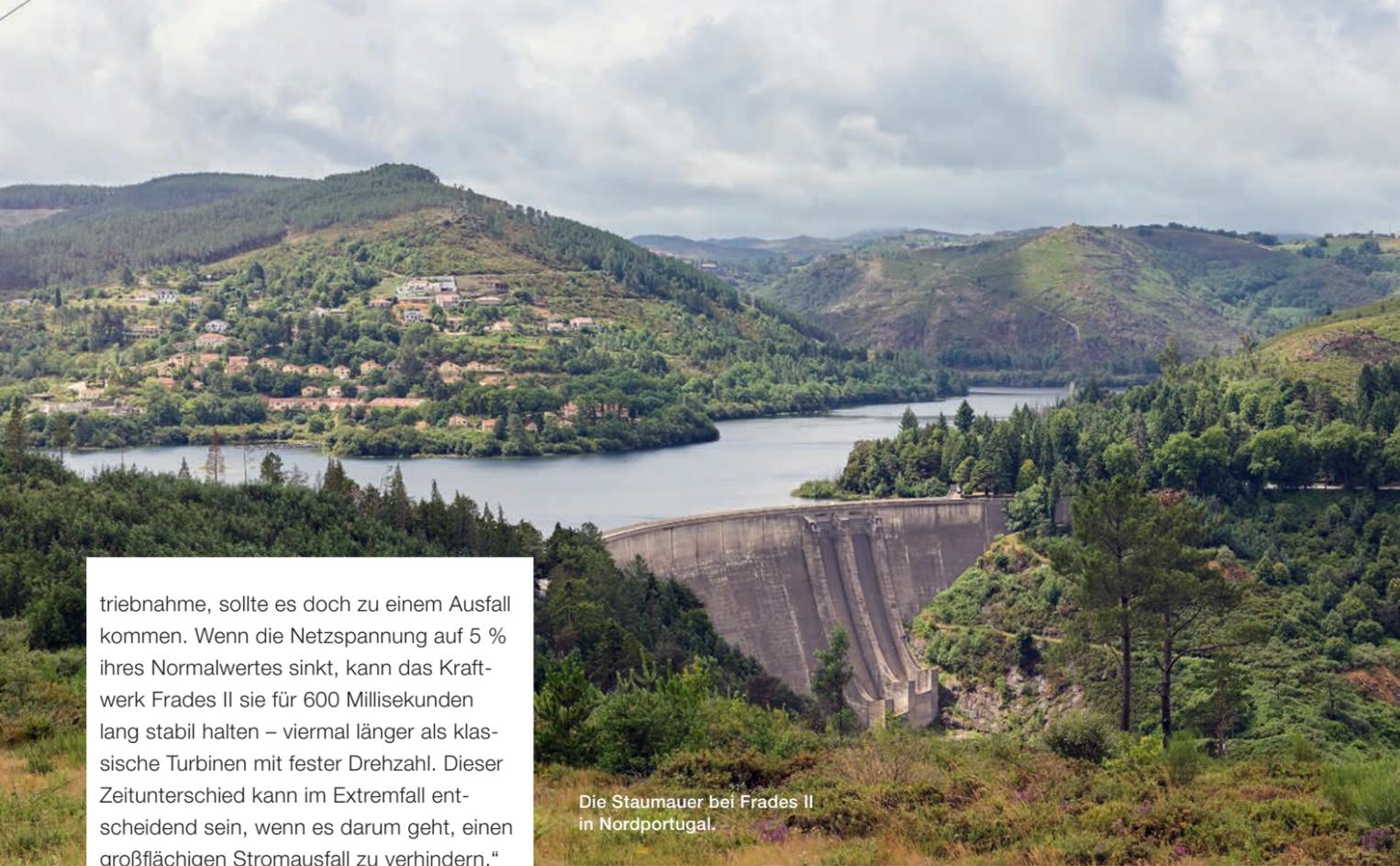
Im Nordwesten Portugals wurde Europas bedeutendste Installation von drehzahlvariablen, reversiblen Pumpturbinen-/Motorgenerator-Einheiten im Wasserkraftwerk Frades II des Stromversorgers EDP erfolgreich in Betrieb genommen.

Solar- und Windkraftanlagen haben einen wesentlichen Anteil an der portugiesischen Stromerzeugungskapazität. Da diese Technologien wetterabhängig sind, ist das Stromnetz entsprechend anfällig für Versorgungsschwankungen. Das macht Portugal zum perfekten Ort, um ein Pumpspeicherkraftwerk zu bauen, das mit modernster Technologie hilft, die Netzstabilität sicherzustellen. Trotzdem war es eine mutige Entscheidung, als der Stromversorger EDP Produção beschloss, eine Lösung mit zwei drehzahlvariablen, reversiblen Pumpturbinen-/Motorgenerator-Einheiten von Voith zu implementieren, deren Effektivität zum damaligen Zeitpunkt noch nicht in Referenzprojekten erwiesen war. Das Vertrauen von EDP in die Technologie von Voith wurde jetzt belohnt: Am 1. April 2017 hat das neue Pumpspeicherkraftwerk Frades II erfolgreich seinen kommerziellen Betrieb aufgenommen.

## Variable Drehzahl, konstante Zuverlässigkeit

„Das zentrale Element dieser Anlage ist ein spezieller asynchroner Motorgenerator: die doppelt gespeiste Asynchronmaschine“, erklärt Thomas König, zuständig für Electrical Balance of Plant bei Voith Hydro Deutschland. „Im Unterschied zu einer herkömmlichen Synchronmaschine, deren Drehgeschwindigkeit fest an die Netzfrequenz von 50 Hz gebunden ist, kann die mechanische Drehgeschwindigkeit bei den beiden neuen doppelt gespeisten Asynchronmaschinen variieren. Das bietet zwei Vorteile: Zum einen kann die Anlage schneller und flexibler auf die aktive und reaktive Nachfrage aus dem Stromnetz reagieren. Zum anderen bietet es zusätzlich Stabilität bei Spannungsabfall, verringert die Wahrscheinlichkeit eines Stromausfalls und ermöglicht die schnelle Wiederinbe-





Die Staumauer bei Frades II in Nordportugal.

triebnahme, sollte es doch zu einem Ausfall kommen. Wenn die Netzspannung auf 5 % ihres Normalwertes sinkt, kann das Kraftwerk Frades II sie für 600 Millisekunden lang stabil halten – viermal länger als klassische Turbinen mit fester Drehzahl. Dieser Zeitunterschied kann im Extremfall entscheidend sein, wenn es darum geht, einen großflächigen Stromausfall zu verhindern.“

Die doppelt gespeisten Asynchronmaschinen liefern sowohl im Turbinen- als auch im Pumpbetrieb eine optimale Leistung und erfüllen gleichzeitig die Anforderungen des Übertragungsnetzbetreibers REN bezüglich des Netzstörungsverhaltens, indem sie in beiden Betriebsarten bei Bedarf schnell Wirk- und Blindleistung einspeisen können. Ein weiterer wichtiger Aspekt dieser Technologie – und hinsichtlich der Wertschöpfung möglicherweise der wichtigste – ist die Fähigkeit, im Pumpbetrieb eine variable Leistung bereitzustellen. In Schwachlastzeiten kann diese Fähigkeit auch für die benötigte Fernregelung des Netzes eingesetzt werden, während alle anderen Kraftwerke auf der iberischen Halbinsel dafür überschüssigen Strom herstellen müssen.

**Innovation als Maßstab**

Das neue Pumpspeicherkraftwerk Frades II erforderte von den Voith Ingenieuren innovatives Denken in vielen Bereichen. So musste beispielsweise der Rotor des Motorgenerators komplett umgestaltet werden, um mit den hohen Zentrifugalkräften, dem viel höheren Strom und der Spannung aus dem Frequenzrichter fertig zu werden. Der Umrichter ist größer, schwerer und 25-

mal leistungsfähiger als der in einer vergleichbaren synchronen Anlage. Und da der Umrichter viel schneller ist als herkömmliche Modelle, musste auch ein neues elektrisches Schutzsystem geschaffen werden.

Der Kunde EDP profitiert stark von diesen Innovationen, wie Lars Meier, Leiter Technisches Vertriebs- und Angebotsmanagement bei Voith Hydro Deutschland, erklärt: „Die Motorgenerator-Technologie mit variabler Drehzahl bei Frades II erhöht die Flexibilität und dadurch die Gesamtzahl der Betriebsstunden der Anlage. Mehr Be-



**Frades II**

Das Kraftwerk Frades II befindet sich im Norden Portugals, ca. 40 km nordöstlich der Stadt Braga.

**390 MW**

Jeweilige Nennleistung der beiden drehzahlvariablen, reversiblen Pump- turbineneinheiten bei Frades II.

**Spannungs- abfall**

Der Spannungsabfall gegenüber der Normalspannung liegt deutlich über 5 %.

Die Netzstabilität muss gewahrt bleiben, um einen großflächigen Stromausfall zu verhindern.

**600 Millisekunden**

Die doppelt gespeisten Asynchron- maschinen können die Netzstabilität für 600 Millisekunden halten.



Einer der asynchronen Motorgeneratoren, die in Frades II installiert wurden.

Das ist viermal länger als eine Turbine mit fester Drehzahl.

triebsstunden und höhere Verfügbarkeit generieren mehr Umsatz und letztendlich mehr Gewinn. Dies ist einer der Gründe, warum sich die erforderlichen Investitionen bei vergleichbaren Kraftwerken sehr schnell amortisieren. Ein weiterer schöner Nebeneffekt der Technik ist die insgesamt gesteigerte betriebliche Effizienz. Es ist eine Win-win-Situation für den Kunden.“

António Ferreira da Costa, Vorstand bei EDP Produção, kann dem nur zustimmen: „Die EDP ist das Unternehmen in Europa, das eine solide Referenz für die Technologie in diesem großen Maßstab vorweisen kann. Voith hat sich als fähig erwiesen, die strengsten Netzanschlussregeln in Europa zu erfüllen und die mit der hohen Nennleistung der Einheiten verbundenen Herausforderungen zu überwinden. Wir sind sehr zufrieden, dass das Werk wie geplant läuft. Bereits in den ersten beiden Betriebsmonaten haben wir fast das gesamte technologische Potenzial genutzt, um eine kontinuierli-

che, auf den Bedarf abgestimmte Erzeugung von erneuerbaren Energien sicherzustellen.“

**Ein Modell für die Zukunft**

Seit das Kraftwerk Frades II seinen kommerziellen Betrieb aufgenommen hat, finden sich dort europaweit die größten drehzahlvariablen Einheiten. Und da die Netzstabilität und die Sicherstellung einer zuverlässigen Stromversorgung überall immer wichtiger werden, ist Frades II ein Modellprojekt, das rund um die Welt nachgeahmt werden wird. In der Tat ist Voith bereits in Gesprächen über ähnliche Projekte in China und Kanada. Meier fasst zusammen: „Die bei Frades II eingesetzte Technologie ist extrem fortschrittlich, und wir sind stolz, dass wir alle elektrotechnischen und mechanischen Herausforderungen gemeistert haben, auf die wir gestoßen sind. Wir freuen uns darauf, dieses Wissen für andere Energieversorger anzuwenden, die von ähnlichen Vorteilen profitieren möchten.“



„Dieser Zeitunterschied kann entscheidend sein, um einen großflächigen Stromausfall zu verhindern.“

Thomas König  
Electrical Balance of Plant, Voith Hydro

**Ein stabiles Netz**

# Eine starke Verbindung

Dr. Klaus Krüger sieht Hybridkraftwerke als Schlüssel für eine saubere Energiezukunft.



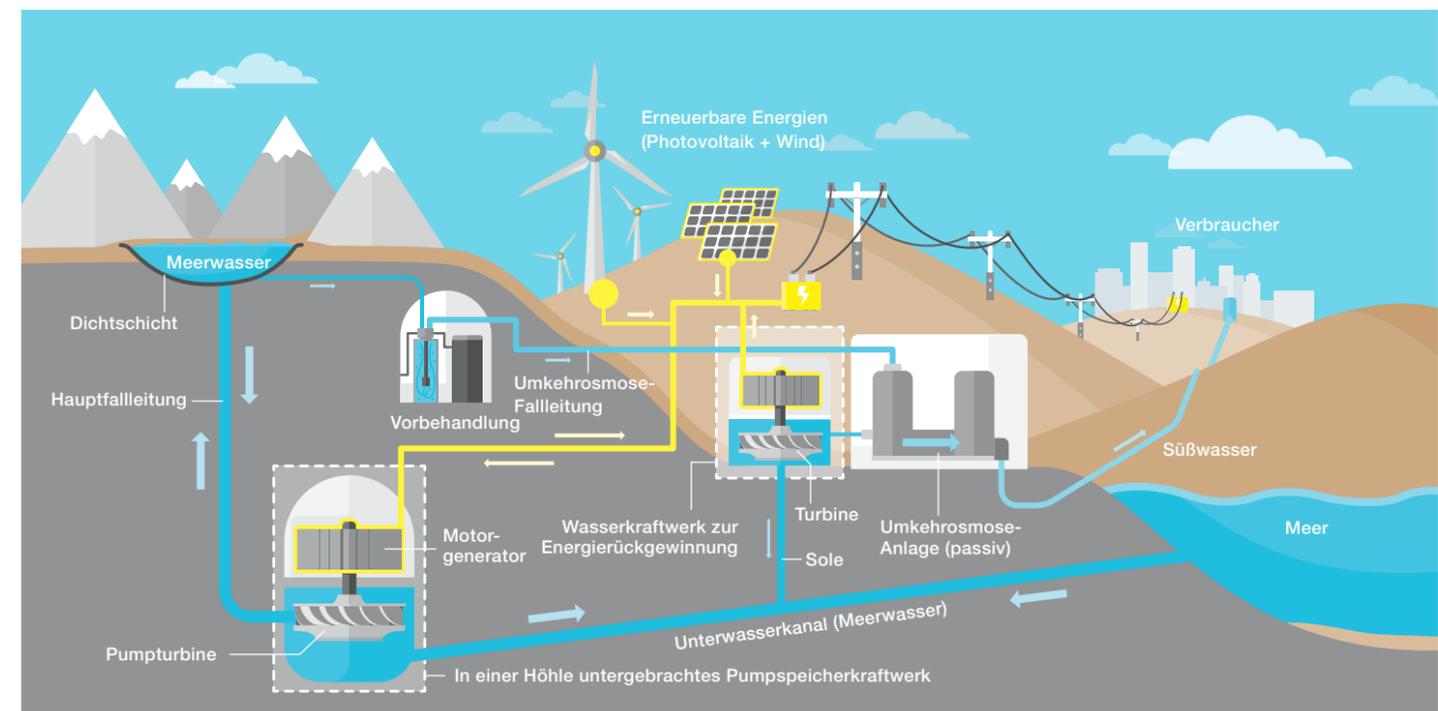
**Dr. Klaus Krüger, Head of Plant & Product Safety and Innovation bei Voith Hydro, erläutert, warum Hybridlösungen immer wichtiger werden für die Erzeugung und Speicherung von sauberer, erneuerbarer Energie.**

In einem Wald oberhalb der baden-württembergischen Kleinstadt Gaildorf befindet sich ein einzigartiges Erneuerbare-Energien-Projekt im Aufbau: der „Naturstromspeicher“, eine Kombination aus Pumpspeicherkraftwerk und Windfarm. Die Oberbecken sind dabei jeweils im Sockel der Windkrafttürme untergebracht. Zur Stromerzeugung wird das Wasser dann über Pumpturbinen in ein Unterbecken abgelassen. Bei einem Überschuss von Strom im Netz wechseln die Wasserturbinen in den Pumpbetrieb und befördern das Wasser aus dem Unterbecken in die Oberbecken in den Windkrafttürmen. Das Unterbecken ist direkt am Fluss Kocher gelegen und kann bei Hochwasser zugleich als Flutungsbecken genutzt werden.

### Integrierte Flexibilität

Im September 2016 erhielt Voith den Auftrag über die Lieferung von drei reversiblen Francis turbinen für dieses Pionierprojekt. Dr. Klaus Krüger, Head of Plant & Product Safety and Innovation bei Voith Hydro, betont, dass der Naturstromspeicher mit 16 MW die Integration von erneuerbaren Energien ins Netz vereinfacht. „Pumpspeicherkraftwerke sind eine bewährte Lösung für die flexible Speicherung großer Energiemengen – und damit

Ein System, bestehend aus einem meerwasserbasierten Pumpspeicherkraftwerk, Wind- und/oder Sonnenkraftanlagen und einer Entsalzungsanlage, wäre ein sehr effizienter Weg, um Energie zu erzeugen und zu speichern und gleichzeitig Trinkwasser zu produzieren.





„Das Hybridkonzept könnte auch auf kleine Netze, beispielsweise auf Inseln, angewendet werden.“

Dr. Klaus Krüger

Head of Plant & Product Safety and Innovation,  
Voith Hydro

eine Schlüsseltechnologie in Zeiten, wo immer mehr Strom aus volatilen Quellen wie Wind und Sonne gewonnen wird.“

Die Kombination aus Pumpspeicherkraftwerk und Windfarm ist ein neuer Ansatz, um saubere Energie zu erzeugen und zu speichern. Die Windkrafttürme sind aufgrund der im Sockel integrierten Wasserspeicher (Oberbecken) höher als normal, sodass die Windturbinen mehr Strom erzeugen können. Die Planungs- und Infrastrukturkosten sowie der Eingriff in die Natur können reduziert werden, da sich die beiden Technologien den Servicezugang, den Netzanschluss und das Umspannwerk teilen. „Die Speichermöglichkeit, die kurzen Hochlaufzeiten und die Laststeuerungsoptionen der drei drehzahlvariablen Einheiten ermöglichen den Betreibern ein profitables Agieren auf den verschiedenen Strommärkten, zum Beispiel dem Ausgleichsenergie-, dem Regelenergie- und dem Spotmarkt. Außerdem lassen sich mit der Pumpspeichertechnologie Verlustgeschäfte mit der Windenergie vermeiden, die sonst bei negativen Preisen auf dem Spotmarkt vorkommen können“, fügt Krüger hinzu.

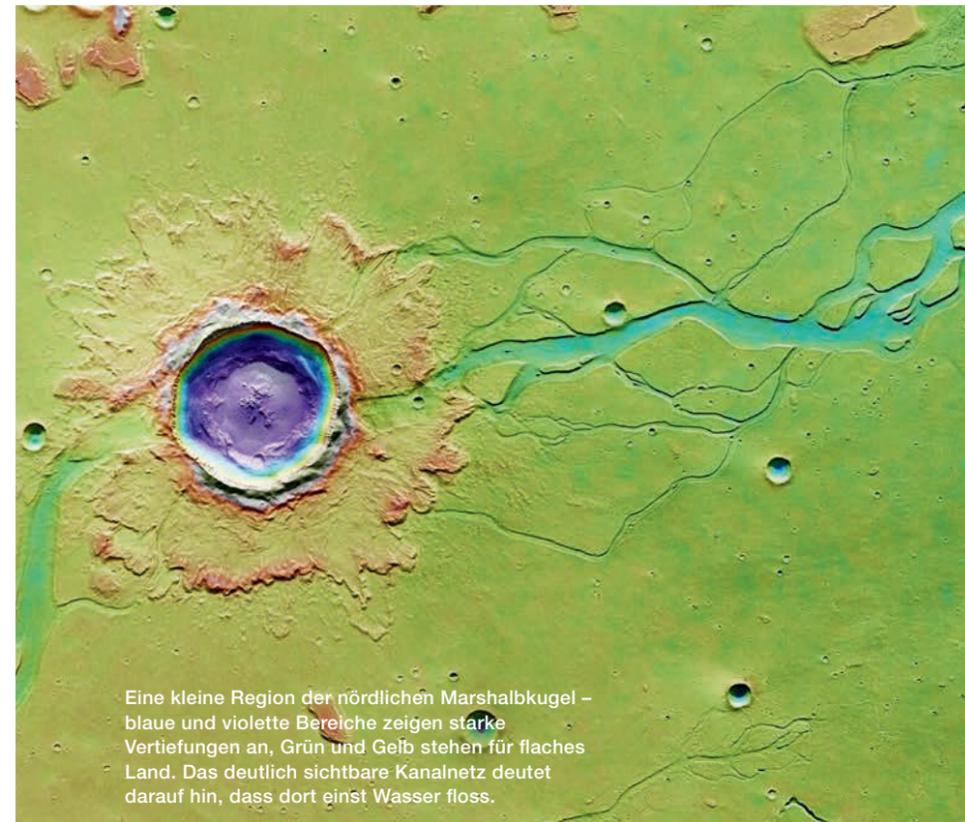
Doch vor allem hat die Unterbringung der Oberbecken in den Windtürmen den Vorteil, dass einige geographische Einschränkungen wegfallen und die kommunalen Versorgungsunternehmen damit neue Standortoptionen für die dezentrale Pumpspeicherung erhalten. „Das Hybridkonzept könnte auch auf kleine Netze, beispielsweise auf Inseln, angewendet werden“, erläutert Krüger. „Dann könnte man sogar Salzwasser anstatt des wertvollen Süßwassers verwenden, mit dem Ozean als Unterbecken.“

#### Symbiotische Salzwasseranwendungen

Die Nutzung von Salzwasser für Pumpspeicherkraftwerke schafft neue technische Herausforderungen, die aber zu bewältigen sind. Vor allem muss die Anlage vor Korrosion geschützt werden. Krüger und seine Kollegen erforschen jetzt, welches ökonomische Potenzial in der Kombination von Pumpspeicherung und Meerwasser liegt. Im Fokus stehen dabei einige symbiotische Ansätze, bei denen nicht nur Strom produziert wird.

Einer dieser Ansätze könnte helfen, zwei lebenswichtige Ressourcen bereitzustellen: erneuerbare Energie und sauberes Süßwasser. Weltweit wird Meerwasser in Entsalzungsanlagen durch Umkehrosmose in Trinkwasser umgewandelt, indem es durch semipermeable Membranen gepresst wird. Das Verfahren ist allerdings sehr energieintensiv, und häufig stammt der verwendete Strom aus Kraftwerken, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Krüger hat einen Alternativvorschlag: „Eine Kombination aus einem meerwasserbasierten Pumpspeichersystem, das mit Solar- oder Windenergie betrieben wird, und einer passiven Umkehrosmose-Entsalzungsanlage könnte eine effektive und umweltfreundliche Lösung darstellen. Wir würden das Meer als Unterbecken verwenden, und das Oberbecken könnte auf einem küstennahen Berg liegen. Anstatt das Wasser mit Hochdruckpumpen und Motoren gegen die Membran zu drücken, wie in klassischen Umkehrosmose-Anlagen, wäre es ein passiver Ansatz: Der Druck resultiert aus der Gefällhöhe des Oberbeckens. Und dank des konstanten Drucks könnte die Umkehrosmose-Anlage rund um die Uhr arbeiten.“

Wie bei Wasser-Wind-Hybridlösungen würde auch dieses Konzept die Kosten reduzieren, weil es die Systeme an einem Standort zusammenführt und sie vereinfacht. Außerdem würde der Betrieb keine CO<sub>2</sub>-Emissionen generieren. Solche Pumpspeicherlösungen im großen Maßstab könnten volatile Wind- oder Solarenergie in eine wirtschaftliche, steuerbare Grundlastquelle umwandeln, deren Qualität und Verfügbarkeit vergleichbar mit Kohle- oder Gaskraftwerken ist. Krüger fasst zusammen: „Sie könnten mehr Netzstabilität, qualifizierte Arbeitsplätze und Hoffnung auf eine Zukunft ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen bringen. Außerdem könnten Photovoltaikanlagen und Windturbinen, angeschlossen an ein salzwasserbasiertes Pumpspeicherkraftwerk mit passiver Umkehrosmose-Entsalzungsanlage, wasserarme Küstenregionen mit Strom und Süßwasser versorgen.“



Eine kleine Region der nördlichen Marshalkugel – blaue und violette Bereiche zeigen starke Vertiefungen an, Grün und Gelb stehen für flaches Land. Das deutlich sichtbare Kanalnetz deutet darauf hin, dass dort einst Wasser floss.

## Q&a

### Fragen und Antworten

Dr. Arnold Hanslmeier,  
Professor für Astrophysik  
an der Karl-Franzens-  
Universität in Graz,  
Österreich, geht dem  
Was, Wo, Wie und Warum  
des Wassers im  
Universum nach.

#### Warum existiert Wasser?

Nach dem Urknall vor ca. 13,7 Milliarden Jahren gab es zunächst nur zwei Elemente: Wasserstoff und Helium. Daraus entstanden später durch Fusionsprozesse in Sternen schwerere Elemente, darunter der Sauerstoff. Und irgendwann haben sich dann Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser verbunden.

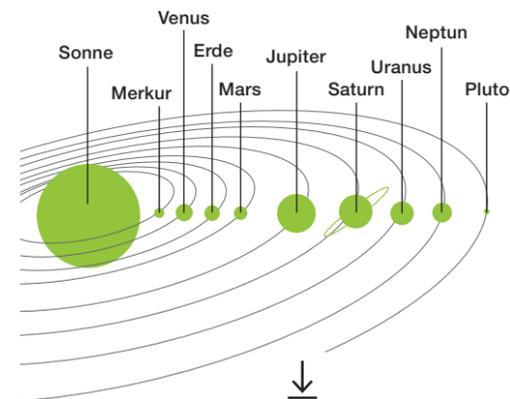
**Wie verbreitet ist Wasser im Universum?** Wasser ist überall – in Form von Dampf und Tröpfchen in galaktischen Gaswolken, als Eis innerhalb von Kometen und natürlich in den Atmosphären, Meeren und Eisfeldern von Planeten. Je weiter man sich von einem Stern entfernt, desto mehr Wasser ist zu finden.

**Wie bildet sich Wasser auf Planeten?** In den meisten Fällen gelangt es wohl in Form von Eis dorthin, nämlich wenn ein Komet auf die Oberfläche eines Planeten stürzt. Beispielsweise würden die innerhalb von 10 Millionen Jahren stattfindenden Kometeneinschläge ausreichen, um die Menge an Wasser zu erklären, die sich heute auf der Erde befindet.

#### Wie verbreitet ist Wasser auf Planeten in unserem Sonnensystem und anderswo?

Es ist sehr verbreitet. Die schattigen Krater auf dem Merkur enthalten Eis, und in der Atmosphäre der Venus findet sich Wasserdampf. Auf dem Mars gibt es sehr viel Oberflächeneis, und Einiges deutet darauf hin, dass es dort einmal Flüsse gab. Der Jupitermond Europa besitzt eine Eiskruste mit einem flüssigen Salzwasserozean darunter. Und Uranus und Neptun verfügen über sehr dicke Eiskrusten, unter denen sich möglicherweise ebenfalls Ozeane befinden. Auch außerhalb des Sonnensystems entdecken wir viele Planeten, die aufgrund ihrer Distanz zu anderen Sternen im Prinzip bewohnbar sind, und auch in deren Atmosphären gibt es Wasserdampf. Doch diese Planeten sind zu weit entfernt, um feststellen zu können, ob es auch flüssiges Wasser dort gibt.

**Ist das Vorhandensein von Wasser notwendig, um Leben zu ermöglichen?** Wasser ist das ideale Lösungsmittel für Lebewesen, weil es in einem relativ breiten Temperaturbereich stabil ist. Soweit wir wissen, ist Leben ohne Wasser nicht möglich. Doch das heißt nicht, dass es auch überall Leben gibt, wo sich Wasser findet. Genaueres werden wir erst wissen, wenn wir in der Lage sind, Proben von flüssigem Wasser auf anderen Planeten zu untersuchen.



Je größer die Entfernung von der Sonne, desto mehr Wasser enthalten die Planeten.



Welcome  
to the Next  
150 Years

**VOITH**  
Inspiring Technology  
for Generations