

# hypower

von Voith Hydro — N° 36

# NextGen Energy

**Windkraft im Verbund:**

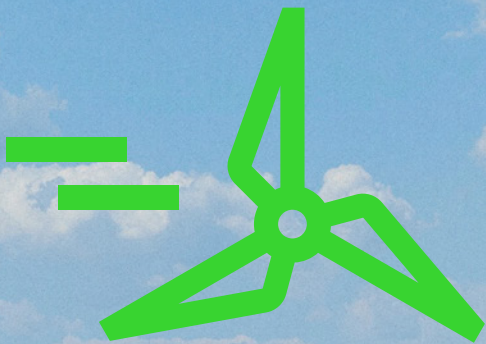
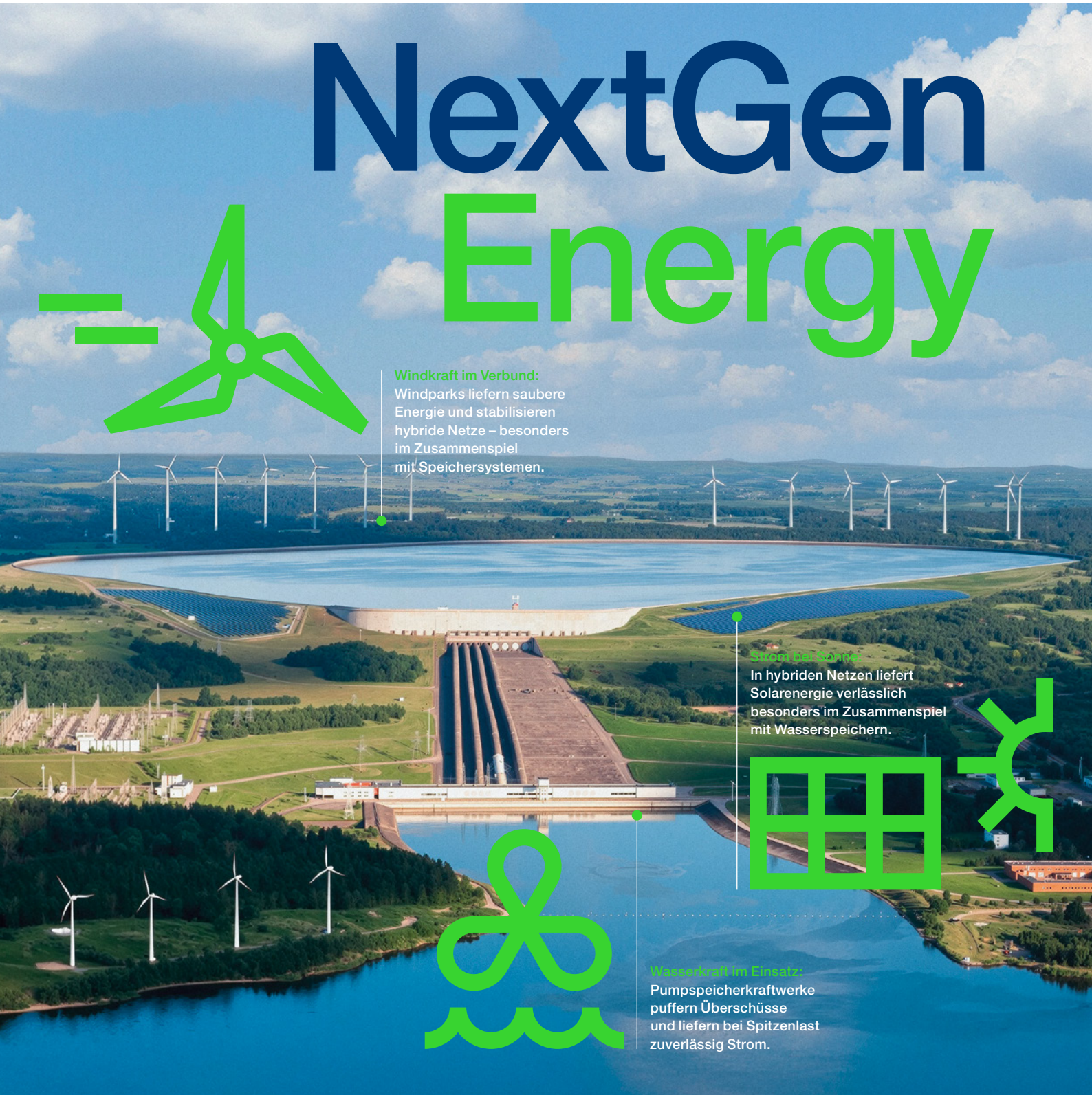
Windparks liefern saubere Energie und stabilisieren hybride Netze – besonders im Zusammenspiel mit Speichersystemen.

**Strom der Sonne**

In hybriden Netzen liefert Solarenergie verlässlich besonders im Zusammenspiel mit Wasserspeichern.

**Wasserkraft im Einsatz:**

Pumpspeicherkraftwerke puffern Überschüsse und liefern bei Spitzenlast zuverlässig Strom.





Die Energiewende nimmt weltweit Fahrt auf – doch je mehr Wind und Sonne ins Netz kommen, desto drängender wird die Frage: Wie schaffen wir Verlässlichkeit?

Stabilität braucht Speicherkapazität, Steuerbarkeit und vorausschauenden Service. Genau hier zeigt Wasserkraft ihre Stärke: Sie ist mehr als ein Erzeuger, sie bildet das Rückgrat eines zuverlässigen Energiesystems.

Unsere Titelgeschichte erklärt, warum hybride Systeme aus Wasser, Wind und Sonne essenziell sind. Pumpspeicherkraftwerke werden zum Schlüssel großskaliger Energiespeicherung, sichtbar auch in aktuellen Projekten in China.

Weitere Beiträge zeigen, wie moderne Services Effizienz, Verfügbarkeit und Kostenvorteile sichern – etwa die Modernisierung von Inga II oder das Interview mit Chief Service Officer Sunil Pandiri.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.

Jan Lüder  
Vorsitzender der Geschäftsführung  
Voith Hydro



08

Hybride Systeme für eine verlässliche Energiewende.

## Inhalt

### Zoom

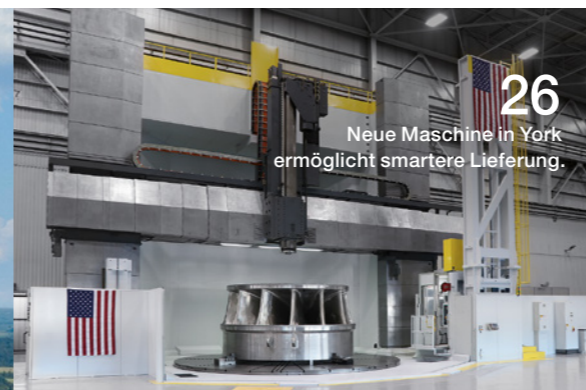
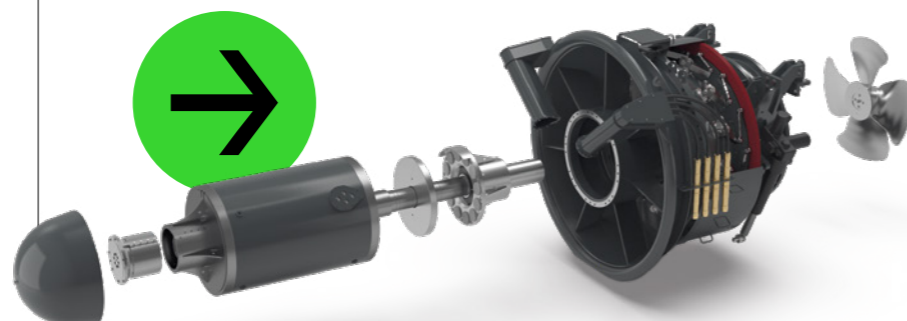
- 04 Abtauchen in die Dunkelheit:** Die Überholung der Unit 5 von Inga II erfordert den Einsatz von Spezialtauchern.

### News

- 06 Kurzmeldungen** aus der Welt von Voith Hydro.

18

StreamDiver im Einsatz für mehr Nachhaltigkeit.



26

Neue Maschine in York ermöglicht smartere Lieferung.



24

Chinas Energiewende setzt auf starke Pumpspeichersysteme.

## transform

- 21 Neue Anlagen und Services**

- 22 Nachhaltig mobilisiert:** Pilotprojekte zeigen neue Lösungen für Sedimentablagerungen.

- 24 Capacity, High-Speed, High Impact:** So unterstützen neue Pumpspeicherprojekte die Energiewende in China.

- 26 Präzision mit Power:** Voiths neue Vertikaldrehmaschine steigert Präzision, Tempo und Nachhaltigkeit.

40  
Die HydroSchool hält Voith-Kunden fachlich auf dem neuesten Stand.



30

Chief Service Officer Sunil Pandiri im Interview.

## reflect

- 29 Einsichten und Einblicke**

- 30 Servicepartner mit Weitblick:** Voith Hydro CSO Sunil Pandiri erklärt, wie sein Team nicht nur Maschinen, sondern auch Denkweisen modernisiert.

- 34 Von Automatisierung zu Innovation:** wie Automatisierung die Wasserkraft verändert – angetrieben durch Ingenieurskunst aus Brasilien.

- 38 Mehr Energie dank cleverer Geometrie:** 12 Megawatt mehr Leistung: was die modernisierte Unit 5 in Inga II jetzt leistet.

- 40 Wo lernen Energie erzeugt:** In der HydroSchool erwerben Kunden wertvolles Know-how für den Betrieb ihrer Anlagen.



### Impressum

**Herausgeber:**  
Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG  
Alexanderstr. 11  
89522 Heidenheim, Deutschland  
hypower@voith.com

**Verantwortlich für den Inhalt / Chefredaktion:**  
Julia Schäfer,  
Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG

**Redaktion:**  
Archetype GmbH  
München, Deutschland

**Design:**  
stapelberg&fritz gmbh  
Stuttgart, Deutschland

**Druck:**  
C. Maurer GmbH & Co. KG  
Geislingen/Steige, Deutschland

**Copyright:**  
Ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Herausgebers darf kein Teil dieser Veröffentlichung kopiert, reproduziert oder auf andere Weise übertragen werden beziehungsweise es dürfen keine Inhalte ganz oder in Teilen in anderen Werken jedweder Form verwendet werden.

**Bildnachweise:**  
Titelseite: shutterstock (Foto) von einem KI-System generiert / modifiziert; S. 04–05: shutterstock (Foto); S. 07, 21, 29, 30, 33 und Rückseite: Thomas Dashuber (Porträts); S. 08–12: shutterstock (Fotos); S. 14–15: shutterstock (Foto Tablet); S. 18–20, 22–23: shutterstock (Hintergrund); S. 24, 40–41: shutterstock / s&f (Karte / Illustration); 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 oder über: www.linkedin.com/company/voith-hydro

**Gender-Hinweis:**  
Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen im Heft gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

LinkedIn   
voith.com



Mehr Informationen zur Berechnungsmethodik, zur Kompensation und dem gewählten Goldstandard-Klimaschutzprojekt finden Sie unter klima-druck.de/ID

# Abtauchen in die

Im Rahmen der kompletten Überholung einer Turbineneinheit im Wasserkraftwerk Inga II (siehe ausführlichen Bericht auf Seite 38) muss das gesamte Rechenwerk – bestehend aus 100 einzelnen Paneelen – erneuert werden. Jedes Paneel wiegt rund 700 Kilogramm. Die Arbeiten erfolgen in bis zu 30 Metern Tiefe, unter unberechenbaren Strömungsverhältnissen (chaotische, einseitig gerichtete Wirbel) und bei nahezu null Sicht. In dieser Tiefe ist die Einsatzzeit der Taucher naturgemäß begrenzt; anschließend ist eine Dekompressionsphase erforderlich. Für diese Aufgabe zog Voith spezialisierte Berufstaucher des marokkanischen Unternehmens ULIS hinzu.

# Dunkelheit

## Die Herausforderung

Die größte Schwierigkeit besteht darin, hochkomplexe Arbeiten in völliger Dunkelheit und unter strengem Zeitdruck auszuführen. In 27 Metern Tiefe atmen die Taucher Pressluft – was ihre Einsatzzeit auf 60 Minuten begrenzt, gefolgt von einem 45-minütigen Dekompressionsaufstieg. Angereicherte Gasgemische, die die Einsatzdauer um 50 Prozent verlängern könnten, sind in der DR Kongo keine Option, da die nötige technische Ausstattung fehlt.

## Die Taucher

Nach Prüfung von Erfahrung und Zertifikaten wird jeder Bewerber vom ULIS-Einsatzleiter persönlich interviewt. Alle Taucher müssen medizinisch topfit sein und die Ruhe bewahren können, auch unter höchstem Druck. Erfahrung an Staudämmen und in trüben Gewässern ist unabdingbar.

## Die Risiken

Die größte Gefahr geht von den Wirbelströmungen der benachbarten Turbineneinheiten aus, die parallel betrieben werden. Wären sie in Betrieb, wäre das für die Taucher tödlich. Voith stellt sicher, dass sie vor jedem Tauchgang vollständig abgeschaltet werden. Ein weiteres erhebliches Risiko ist die Dekompressionskrankheit. Ihr wird durch eine vor Ort installierte Druckkammer begegnet – eine unverzichtbare Sicherheitsmaßnahme angesichts der abgelegenen Lage. Und schließlich bleibt da die völlige Dunkelheit unter Wasser – ohne technische Lösung, nur mit Training und Nervenstärke zu bewältigen.

## Der Erfolg

Dank der hochprofessionellen Arbeit der Spezialtaucher und der minutengenauen, präzisen Abstimmung aller Teams konnte die Operation erfolgreich abgeschlossen werden. Die Turbineneinheit ist nun mit einem neuen Rechenwerk ausgestattet.

# NEWS

News aus der Welt von Voith Hydro

Neues Serviceprojekt in Schottland und KI-gestütztes Turbinendesign: zwei Beispiele dafür, wie moderne Lösungen Effizienz und Zukunftsfähigkeit der Wasserkraft stärken.

## Langfristige Zusammenarbeit: Green Highland übernimmt Betrieb und Modernisierung des Wasserkraftwerks Kinlochleven

Green Highland wurde kürzlich vom Kunden Equitix mit umfangreichen Betriebs- und Wartungsdienstleistungen für das Wasserkraftwerk Kinlochleven in Schottland beauftragt. Das Voith-Tochterunternehmen übernimmt damit die volle Verantwortung für den täglichen Betrieb. Außerdem soll die Anlage modernisiert und so ausgerichtet werden, dass sie hohe Standards in Bezug auf Leistung, Langlebigkeit sowie Gesundheit, Sicherheit, Umwelt und Qualität erreicht – und diese auch langfristig einhält.

Mit dem Long-Term Service Agreement, das Teil von Voiths globalem Voith Hydro's Service Portfolio ist, setzen die Betreiber dabei bewusst auf eine zukunftsorientierte Zusammenarbeit.

Sunil Pandiri, Chief Service Officer bei Voith Hydro und Mitglied des Green Highland Boards, betont die Vorteile dieser langfristigen Partnerschaft: „Kinlochleven wird sowohl von unserem fundierten Wissen als zuverlässiger Servicepartner als auch von der Expertise von Green Highland profitieren. Mit unserer Unterstützung wird dieses Wasserkraftwerk zuverlässig und effizient erneuerbare Energie liefern.“

Das Wasserkraftwerk Kinlochleven ist seit 1909 in Betrieb und ist damit eines der ältesten Wasserkraftwerke Großbritanniens. Ursprünglich erzeugte das Kraftwerk Strom für eine große Aluminiumschmelze, heute speist es nachhaltigen Strom in das nationale Netz ein.

Der Servicevertrag bietet ein umfassendes Betreuungspaket, das auf die besonderen Anforderungen des Standorts zugeschnitten ist. Das sorgt für Planungssicherheit, hohe Anlagenverfügbarkeit und eine zuverlässige Stromproduktion – über Jahrzehnte hinweg.

## Forschungspartnerschaft mit Perspektive – AutoOpti optimiert Turbinendesign mit KI

Voith und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) bringen gemeinsam ein zukunftsweisendes Optimierungsverfahren für Wasserkraftkomponenten voran. Im Zentrum steht AutoOpti, ein vom DLR entwickeltes Softwaretool, das mithilfe Künstlicher Intelligenz (KI) die Entwicklung von Turbinenkomponenten wie Laufrädern und Leitschaufeln beschleunigt und gleichzeitig deren Leistungsfähigkeit verbessert.

Der Entwicklungsdruck auf moderne Wasserkrafttechnik wächst: Betreiber erwarten maximale Effizienz bei minimalen Entwicklungszeiten und -kosten. Gleichzeitig steigen die physikalischen und regulatorischen Anforderungen. AutoOpti adressiert diese Herausforderungen mit einem automatisierten Optimierungsansatz, der Strömungsmechanik, Strukturmechanik und intelligente Simulationsstrategien kombiniert.

Durch den Einsatz sogenannter Surrogatmodelle lässt sich der Rechenaufwand deutlich reduzieren, komplexe CFD-Simulationen werden durch datenbasierte Näherungen ergänzt. In einer aktuellen Fallstudie zu einer Francis turbine konnte so eine neue Geometrie generiert werden, die bei konstanter Durchflussmenge Effizienzgewinne über mehrere Betriebspunkte hinweg erreichte.

In den kommenden Projektphasen soll AutoOpti auf weitere Komponenten ausgeweitet und tief in bestehende Entwicklungsprozesse integriert werden. Ziel ist es, eine langfristige Anwendung im gesamten Turbinenportfolio zu ermöglichen.

„Ohne Technik geht nichts – aber ohne Menschen auch nicht. Bei Voith zählt beides: spontane Lösungen, echte Zusammenarbeit und das Gefühl, jeden Tag etwas für die Zukunft zu bewegen.“

Hannah Scheu  
Commissioning Engineer  
bei Voith Hydro

Seite  
07 → 20

Ein Blick auf  
wichtige Trends

# innovate.

# NextGen Energy

## Die Schlüsseltechnologie

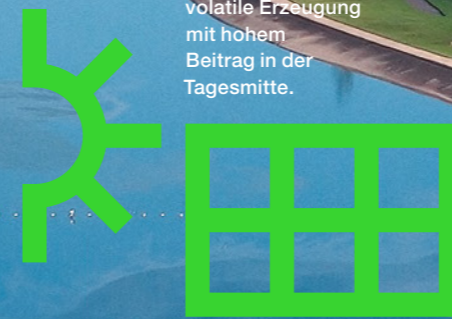
Wie sich die weltweite Energiewende mit hybriden Systemen aus Wasserkraft, Wind- und Sonnenenergie nachhaltig und zuverlässig gestalten lässt.



**Windenergie:**  
volatile Erzeugung mit hohem Beitrag zur nächtlichen Lastdeckung.



**Wasserkraft:**  
zentrale Speichertechnologie mit hoher Netzstützungs- und Regelleistung.



**Solarenergie:**  
volatile Erzeugung mit hohem Beitrag in der Tagesmitte.

2024 stammten bereits 32 Prozent der weltweit erzeugten Elektrizität aus erneuerbaren Quellen, ein Anstieg gegenüber 30 Prozent im Jahr 2023, wie der Ember Global Electricity Review 2025 zeigt. Doch die immer stärkere Nutzung erneuerbarer Energien stellt die Energieversorger vor neue Herausforderungen: Der Ertrag von Wind und Sonne ist wetterabhängig – und das Wetter hält sich nicht an den tatsächlichen Energiebedarf. Stellt sich die Frage: Wie lässt sich angesichts dieser volatilen Erzeugung eine stabile, verlässliche Stromversorgung sicherstellen?

### Die Herausforderung: schwankende Erzeugung

Die wetterbedingten Schwankungen können dazu führen, dass die Erzeugung aus Photovoltaik oder Windkraft sowohl deutlich über als auch weit unter dem tatsächlichen Strombedarf liegt. In vielen Ländern zeigen sich diese vier typischen Problemlagen: Überschüsse bei der Einspeisung über viele Stunden, extreme Lastwechsel innerhalb kurzer Zeiträume, sogenannte Dunkelflauten mit geringer Einspeisung über Tage hinweg sowie Prognosefehler aufgrund unvorhersehbarer Wetterlagen.

Welche Probleme das mit sich bringen kann, zeigt dieses Beispiel aus dem vergangenen Jahr: Im Dezember 2024 erlebte Deutschland eine Dunkelflaute – eine Periode mit geringer Wind- und Sonnenenergieproduktion. In dieser Zeit konnten Windkraftwerke nur 7 Prozent ihrer eigentlichen Kapazitäten an Strom liefern, was wiederum zu einem verstärkten Einsatz von Kohle- und Gas-kraftwerken führte, um den Energiebedarf zu decken. Die Folge: ein Anstieg der Strompreise auf bis zu 936 Euro pro Megawattstunde – das Zwölfwache des durchschnittlichen Preises.

### Das Ziel: Netzstabilität langfristig sichern

Damit die Netzstabilität dauerhaft gesichert werden kann, erfordert es flexible Ausgleichsmechanismen, die kurzfristig auf Schwankungen reagieren können. Mögliche Optionen: moderne flexible Gaskraftwerke und Stromspeicher (beispielsweise Pump- und Batteriespeicher). Jede dieser Technologien bringt spezifische Stärken für die Versorgungssicherheit mit.

Gaskraftwerke können schnell hoch- und heruntergefahren werden, um Spitzenlasten oder Flauten auszugleichen. Batteriesysteme reagieren innerhalb von Millisekunden und sind damit besonders geeignet, kurzfristige Frequenz- und Spannungsschwankungen abzufedern.

Wasserkraft – insbesondere in Form von Pumpspeicherkraftwerken – vereint zentrale Vorteile beider Technologien: Sie ist erneuerbar, äußerst flexibel einsetzbar und stabilisiert das Netz zusätzlich durch rotierende Massen.

### Die Lösung: die Kraft des Wassers

Höchste Zeit daher, dieser wichtigen erneuerbaren Energiequelle auch im Hinblick auf die Herausforderung Netzstabilität mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Wasserkraft deckt bereits jetzt rund 14 Prozent des globalen Stromverbrauchs ab und leistet damit einen höheren Beitrag zur Stromerzeugung als Kernenergie und alle anderen erneuerbaren Energien zusammen. Sie bietet ein Speicher-

Windenergie im Verbund stabilisiert Netze und ergänzt flexible Speicher.

„  
Die derzeit  
einzige technisch  
bewährte  
Lösung zur  
großskaligen und  
kosten-  
effizienten  
Energiespeicherung:  
Pumpspeicher-  
kraftwerke.“

Dr. Klaus Krüger  
Senior Expert Plant Safety and Energy  
Storage Solutions bei Voith

# 32%

2024 stammten bereits 32 % der weltweit erzeugten Elektrizität aus erneuerbaren Quellen, ein Anstieg gegenüber 30 % im Jahr 2023.

potenzial, an das keine andere Lösung heranreicht. „Tatsächlich bietet die Wasserkraft die derzeit einzige technisch bewährte Lösung zur großskaligen und kosteneffizienten Energiespeicherung: Pumpspeicherkraftwerke“, erklärt Dr. Klaus Krüger, Senior Expert Plant Safety and Energy Storage Solutions bei Voith. „Denn diese verfügen über eine 13-mal höhere Speicherkapazität als alle Batteriespeicher weltweit. Sie ermöglichen nicht nur eine Energiespeicherung im zwei- bis dreistelligen GWh-Bereich, sondern sind auch elementar bei der Sicherung der Netzstabilität, vor allem angesichts des wachsenden Anteils volatiler Energiequellen wie Wind und Solar.“

### Hybride Systeme

Komplett und zuverlässig wird die Versorgung durch erneuerbare Energien allerdings erst, wenn Wind und Sonne gemeinsam mit der Wasserkraft gedacht werden. Solche hybriden Stromerzeugungssysteme kombinieren unterschiedliche erneuerbare Energiequellen wie Photovoltaik, Windkraft und Wasserkraft zu einem integrativen Gesamtsystem. Durch das abgestimmte Zusammenspiel dieser Technologien lassen sich wetterbedingte Schwankungen einzelner Komponenten ausgleichen und eine stabilere Energieversorgung gewährleisten. Während Solaranlagen vor allem tagsüber hohe Leistungen liefern, ergänzen Windkraftanlagen insbesondere nachts oder in windreichen Jahreszeiten.

Pumpspeichersysteme übernehmen dabei eine zentrale Rolle als dynamische Speicherkomponente: Bei Stromüberschuss wird Wasser in höher gelegene Speicherbecken gepumpt und bei Bedarf wieder abgelassen, um über Turbinen Strom zu erzeugen – ein bewährter und äußerst effizienter Mechanismus zur Energiespeicherung.

Solche hybriden Systeme kommen sowohl in netzfernen Regionen zur autarken Versorgung als auch in netzgebundenen Anwendungen zum Einsatz, etwa zur Netzstabilisierung oder Spitzenlastabdeckung. Besonders in Kombination mit wetterabhängigen Erzeugern ermöglichen Pumpspeicher eine flexible zeitliche Lastverschiebung und erhöhen so die Versorgungssicherheit. Der technische Schlüssel liegt in der intelligenten Steuerung und der optimalen Ausbalancierung von Erzeugung, Speicherung und Verbrauch. —>

# 1,2 GW

1,2-GW-Pumpspeicherkraftwerk, kombiniert mit einem 2-GW-Solarpark und einer 400-MW-Windkraftanlage – das zeichnet das Pinnapuram-Projekt aus.

## Vorzeigeprojekte in Indien und Litauen

Einige Länder haben die Chancen, die hybride Systeme bieten, bereits für sich erkannt. Ein Beispiel mit Vorbildcharakter: das Pinnapuram-Projekt im südindischen Bundesstaat Andhra Pradesh. Das Projekt kombiniert ein 1,2-GW-Pumpspeicherkraftwerk mit einem 2-GW-Solarpark und einer 400-MW-Windkraftanlage. Die Pumpenergie wird dabei überwiegend aus den benachbarten Windkraft- und PV-Anlagen bereitgestellt, sodass das System nahezu CO<sub>2</sub>-neutral arbeitet. Lediglich für die Energie, die zum Anfahren der Pumpen benötigt wird, muss ab und zu auf das Netz zurückgegriffen werden. Das hybride Kraftwerk ist in ein gemeinsames Umspannwerk integriert, was eine effiziente Steuerung und Strombereitstellung ermöglicht.

Als besonders innovativ ist dabei die tarifliche Struktur dieses Projekts zu betrachten: Für die gesicherte Spitzenlastversorgung (z. B. morgens und abends) wurde ein variabler Tarif mit bis zu 8,5 US-Cent pro kWh über 25 Jahre festgelegt. Damit wird nicht nur Versorgungssicherheit in Spitzenlastzeiten geschaffen, sondern auch eine langfristige Investitionssicherheit gewährleistet.

Ein weiteres innovatives Beispiel für die erfolgreiche Integration hybrider Systeme ist das Ausbauprojekt des Pumpspeicherkraftwerks Kruonis in Litauen. Die bestehende Anlage, deren vier Einheiten bislang 900 MW leisten, wird derzeit um eine fünfte, technologisch neuartige Maschine erweitert. Bei der Installation der hochflexiblen Pump-Turbinen-Einheit wird auf das Know-how von Voith gesetzt und neue Maßstäbe gesetzt, denn die drehzahlvariable Anlage ist die leistungsstärkste ihrer Art weltweit. Anders als die bisherigen festdrehzahl-geregelten Turbinen kommt in der neuen Einheit ein drehzahlvariables Konzept zum Einsatz – inklusive des weltweit größten in ein Wasserkraftwerk integrierten Vollumrichters mit einer Leistung von 130 MVA. Diese leistungsstarke Kombination erlaubt nicht nur den direkten Start der Pumpe im Wasser, sondern auch extrem schnelle Lastwechsel im Pump- und Turbinenbetrieb. In der Praxis bedeutet das: Das System kann künftig deutlich flexibler auf schwankende Einspeisung und Nachfrage reagieren, von 50 bis 110 MW im Pumpbetrieb, bei gleichzeitiger Stabilisierung der Netzfrequenz und Blindleistungskompensation.

„Das Projekt zeigt beispielhaft, wie sich klassische Wasserkrafttechnologie mit modernster Umrichtertechnik verbinden lässt, um den neuen Anforderungen an Stromnetze mit hohem Anteil erneuerbarer Energien gerecht zu werden“, so Krüger. Mit der modularen Multilevel-Architektur des Vollumrichters, seiner hohen Energieeffizienz und netzdienlicher Steuerbarkeit stellt die neue Kruonis-Einheit 5 eine bemerkenswerte Referenz für zukünftige Pumpspeicheranlagen dar.

Solkraft bildet die Basis des Hybridverbunds und liefert planbare Energie.



Wie machen wir erneuerbare Energie zuverlässig verfügbar?“

Dr. Klaus Krüger  
Senior Expert Plant Safety and Energy  
Storage Solutions bei Voith

## Weltweiter Ausbau von Pumpspeicherkraftwerken

Auch in anderen Ländern lassen sich weitere Beispiele finden, etwa in China und Australien. Dort wird bei der Stabilisierung der zunehmend erneuerbaren Stromsysteme gezielt auf den Ausbau von Pumpspeicherlösungen gesetzt. In China wird eine Vervierfachung der Pumpspeicherkapazität von 30 auf 120 GW bis 2030 umgesetzt – ein zentraler Baustein zur Integration volatiler Wind- und Solarenergie bei gleichzeitiger Reduktion fossiler Spitzenlastkraftwerke.

In Australien zeigt sich der strategische Wert dieser Technologie: Das Projekt Snowy 2.0 wird eines der weltgrößten Pumpspeicherkraftwerke mit Technologie von Voith. In der Kraftwerkskaverne werden sechs reversible Francis-Pumpturbinen untergebracht. Mit 2,2 GW Leistung und 350 GWh Speicherkapazität sollen künftig Versorgungslücken bei Dunkelflauten überbrückt sowie unnötige Abregelung von erneuerbaren Energien vermieden werden. Mit dieser Flexibilität und den rotierenden Massen von bis zu sechs Pumpspeichersätzen ist es möglich, viele Gaskraftwerke in dieser Region abzuschalten, um die Stromkosten für die Verbraucher und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu senken.

Ein Blick nach Deutschland zeigt, welche Folgen es hat, wenn flexible Speichertechnologien nicht im ausreichenden Umfang zur Verfügung stehen. Noch immer werden erhebliche Mengen erneuerbarer Energie abgeregelt, da Netzausbau und Pumpspeicherkapazitäten nicht mit dem Tempo der Erzeugung mithalten.

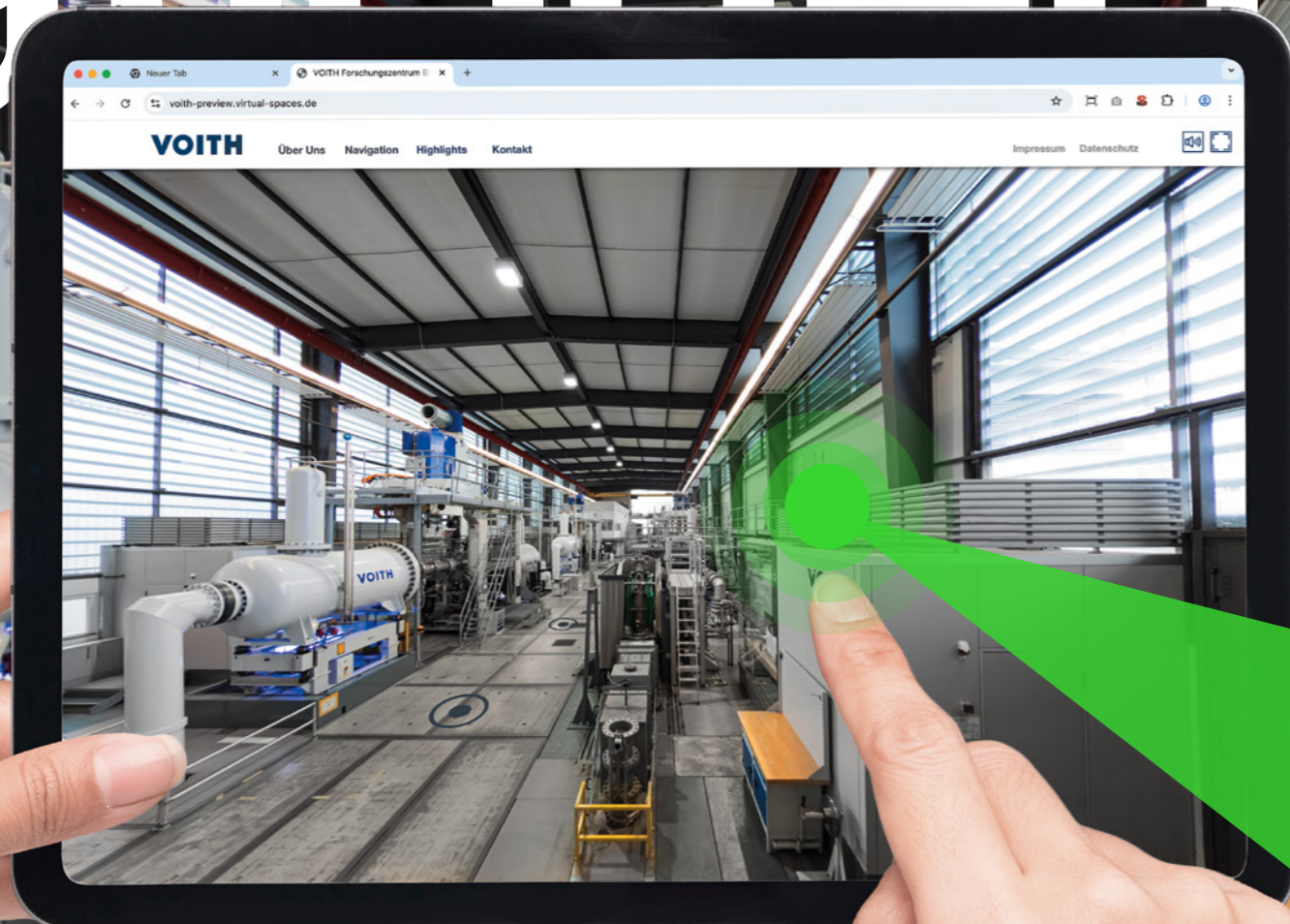
## Lösung auch für dezentrale Systeme

Hybride Energiesysteme, die beispielsweise Wind-, Solar-, Batteriespeicher und Wasserkraft kombinieren, bieten dabei nicht nur Lösungen für großflächige Versorgungssysteme, sondern sind auch geeignet für punktuelle, dezentrale Systeme. Die Flexibilität hybrider Energiesysteme ermöglicht es, sie an die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse anzupassen. Dies ist besonders wichtig für Verbraucher, bei denen die Energieerzeugung und -speicherung direkt vor Ort erfolgen muss. Ein Beispiel ist die Erzeugung von Wasserstoff durch Elektrolyse entweder als nachhaltiger Treibstoff oder für die Stahlherstellung. Detaillierte Informationen zu dem Thema gibt es in unserem Artikel „Saubere Energie für grünen Stahl“ ab S. 18.

Darüber hinaus ist der Einsatz hybrider Systeme bei der Sicherung kleinerer lokaler Energiegemeinschaften denkbar, so könnten auch sehr energieintensive Industriezweige, wie beispielsweise Rechenzentren, durch hybride Systeme sowohl nachhaltig als auch zuverlässig versorgt werden.

„In den kommenden Jahren wird es nicht mehr nur um die Frage gehen, wie viel erneuerbare Energie wir erzeugen können, sondern darum, wie wir sie zuverlässig verfügbar machen – jederzeit und überall. Die Antwort liegt in hybriden Systemen, die durch Kombinationen geeigneter Systeme gebildet werden, um standortspezifischen Anforderungen zu genügen“, lautet das Fazit von Klaus Krüger.

# Inno- vationen



## auf dem Prüfstand

Die Brunnenmühle in Heidenheim ist mehr als nur ein technisches Labor – sie ist ein Ort, an dem die Zukunft der Wasserkraft entscheidend mitgestaltet wird. Wer sich für den Entwicklungsprozess von Turbinen und Generatoren interessiert, kann nun im Rahmen einer interaktiven Tour virtuell durch die traditionsreiche Anlage gehen und dabei wichtige Bereiche der Wasserkrafttechnologie erkunden. Vom hochmodernen hydraulischen Versuchslabor über die Simulations- und Entwicklungsmethoden bis hin zum Hochspannungslabor erhält man fundierte Einblicke in zentrale Technologien.

### Das hydraulische Versuchslabor – Herzstück der Turbinenentwicklung

Im Zentrum der Brunnenmühle befindet sich das hydraulische Versuchslabor – eine der modernsten Anlagen weltweit zur Erprobung von Modellturbinen. Hier werden sämtliche kundenspezifische Turbinenkonzepte physikalisch validiert. Das Verfahren folgt einem stringenten Entwicklungsprozess: Nach der Auslegung und strömungsmechanischen Simulation wird die Modellgeometrie konstruiert, gefertigt und auf einem geschlossenen Versuchsstand montiert. Das Wasser zirkuliert dabei in einem Kreislauf – von Pumpen in den Oberwasserbehälter, durch die Modellmaschine und zurück in den Unterwasserbehälter.

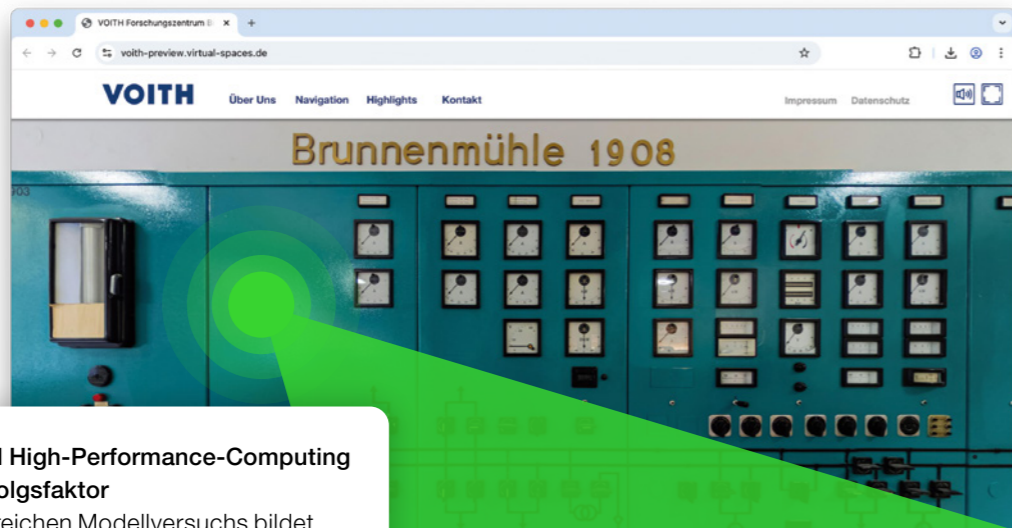
Die Modellturbinen sind maßstäblich verkleinerte Abbilder der späteren Großanlagen – mit typischen Laufraddurchmessern zwischen 400 und 500 mm – und gewährleisten durch geometrische und kinematische Ähnlichkeit eine präzise Vorhersage des Prototypverhaltens.

Das Versuchslabor spielt eine Schlüsselrolle in der hydraulischen Entwicklung, Wirkungsgrad, Kavitation, Druckschwankungen und Durchgangsdrehzahl werden hier unter anderem überprüft – oft über das geforderte Betriebsgebiet hinaus. Nicht selten entscheidet ein erfolgreicher Modellversuch über die Auftragserteilung – entsprechend hoch ist der Anspruch an Präzision. Auch Feedback aus der Inbetriebnahme fließt systematisch zurück in die Entwicklung, so wird kontinuierlich Know-how gesichert. —>



### Das hydraulische Versuchslabor

Im hydraulischen Versuchslabor der Brunnenmühle werden strömungsmechanische Modellversuche durchgeführt, um die Eigenschaften der Turbinen und Pumpen gründlich zu prüfen.



### Simulationsmethoden und High-Performance-Computing – digitale Präzision als Erfolgsfaktor

Die Grundlage jedes erfolgreichen Modellversuchs bildet heute eine hochpräzise strömungsmechanische und strukturmechanische Vorhersage. Dafür sorgt der Bereich „Tools and Methods“ mit eigens entwickelten Simulationsmethoden, die vollständig in den Entwicklungsprozess integriert sind. Herzstück ist ein unternehmenseigener High Performance Computing Cluster, der komplexe Strömungs- und Wirkungsgradberechnungen in kürzester Zeit ermöglicht.

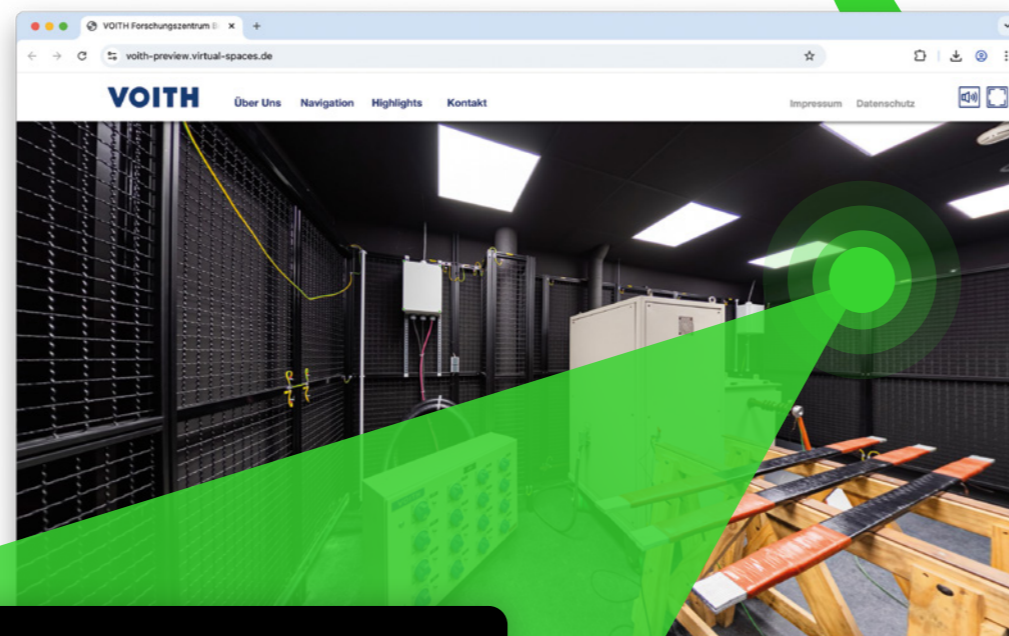
Die Besonderheit: „Die Werkzeuge sind so in den Entwicklungsprozess integriert, dass die Produktentwickler direkt mit ihnen arbeiten können – auch ohne numerische Spezialkenntnisse“, erklärt Roland Jester-Zürker, Vice President Science & Methods bei Voith. „Kommerzielle Software wird gezielt erweitert und an die spezifischen Anforderungen von Voith angepasst.“ Dabei geht es um weit mehr als bloße Effizienz: „Zehntelprozente beim Wirkungsgrad entscheiden über Millionenbeträge – entsprechend präzise müssen die Vorhersagen sein.“

Der große Vorteil: Entwicklung und Versuch sind räumlich eng verzahnt. Die Produktentwickler arbeiten Tür an Tür mit dem Versuchslabor – eine Nähe, die schnellen Erkenntnisgewinn ermöglicht und ein kontinuierliches Modell-Feedback gewährleistet. „So lassen sich Simulationsmodelle nicht nur effizient kalibrieren, sondern auch kontinuierlich weiterentwickeln“, so Roland Jester-Zürker.

Schon heute werden neue Technologien wie GPU-Computing, Cloud und Machine Learning erprobt, etwa zur frühzeitigen Bewertung von Entwürfen. Das Ziel ist klar: „Die Genauigkeit klassischer Methoden mit der Effizienz datengetriebener Verfahren zu kombinieren“, kommentiert Roland Jester-Zürker. Der Weg dahin führt über Erfahrung, Daten und interdisziplinäre Zusammenarbeit – genau das bietet die Brunnenmühle.

### Historischer Ursprung

Seit 1908 ist die Brunnenmühle das globale Forschungs- und Entwicklungszentrum für Wasserkraft.



### Hochspannungslabor für Simulationen

Im „Dark Room“ erfolgt die Beobachtung möglicher Teilentladungen, die potenziell zu Schäden in Isolationssystemen führen könnten.

### Hochspannungslabor – Qualitätssicherung für die elektrische Energiewandlung

Während im hydraulischen Versuchslabor reale Modelle getestet werden, bleibt die Generatorentwicklung stark simulationsgetrieben. Der Grund: Elektromagnetische Prozesse, Kühlung, mechanische Belastungen – all das lässt sich nur in Summe am realen Prototyp erproben. Umso wichtiger ist das Hochspannungslabor von Voith Hydro, in dem zentrale Komponenten wie Wicklungen umfangreichen Prüfungen unterzogen werden.

In mehreren Testbereichen – unter anderem im Gebäude 613 der Brunnenmühle – durchlaufen die Proben ein dreistufiges Verfahren: „Zunächst erfolgt ein Hochstromtest (Thermal Cycling), bei dem Bauteile wie Wicklungsstäbe über viele Zyklen hinweg thermisch belastet werden“, erklärt Dr. Gunar Klaus, Vice President Generator Development bei Voith. „Danach folgt ein Hochspannungstest (Voltage Endurance Test), der die Durchschlagsfestigkeit nach Alterung simuliert.“ Schließlich erfolgt im sogenannten Dark Room eine Beobachtung möglicher Teilentladungen, die potenziell zu Schäden in Isolationssystemen führen könnten.

„Ergänzt wird das Hochspannungslabor durch eine eigene Fertigungslinie für Entwicklungskomponenten sowie mechanische und chemische Labore für Materialanalysen. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Zusammenspiel aus Materialien, Prozessen und Design – Stichwort ‚Isoliertes System‘“, so Dr. Gunar Klaus. „Dieses umfasst exakt abgestimmte Werkstoffe und Herstellungsverfahren, die weltweit als Standard in den Voith-Werken gelten.“

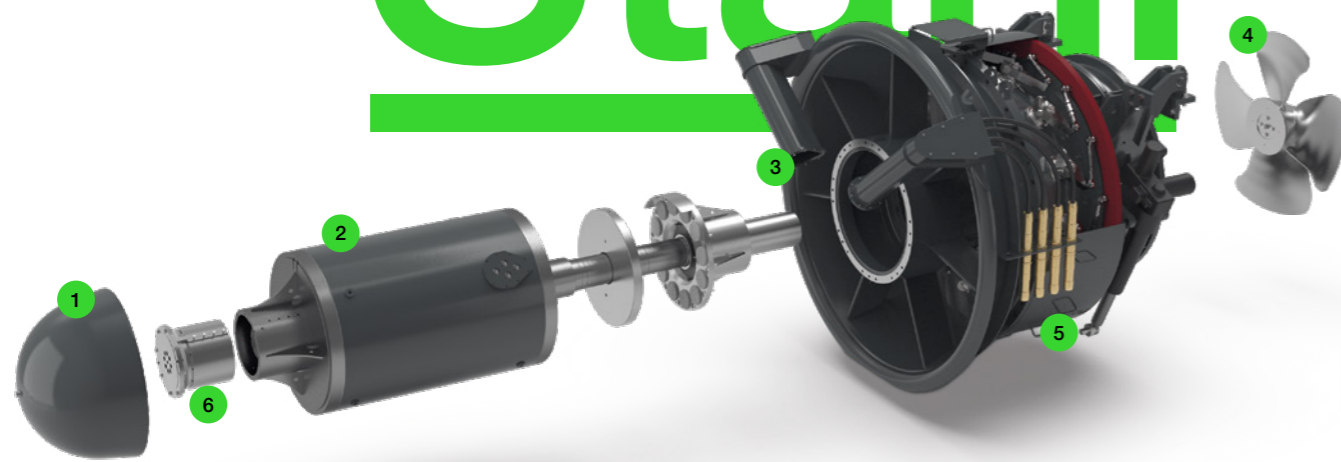
Neben Prüfungen und Materialentwicklung werden auch interne und externe Trainings angeboten – etwa im Rahmen der HydroSchool. Hinzu kommt das Genolab der Universität Hannover, das als Kooperationsprojekt insbesondere das Zusammenspiel von Generator und Umrichter unter realen Bedingungen untersucht. Damit sichert Voith auch im Generatorbereich höchste Qualität – experimentell fundiert und methodisch abgesichert.

Erkunden Sie die Brunnenmühle bei einem virtuellen Rundgang, der ab März 2026 verfügbar ist. Scannen Sie den QR-Code, um die Tour zu starten.



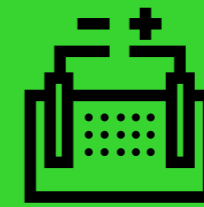
Wie die StreamDiver-Technologie die Wasserstoffproduktion von Cogne Edelstahl unterstützt.

# Saubere Energie für grünen Stahl



**Geregelter StreamDiver: weniger Komponenten, höhere Zuverlässigkeit**

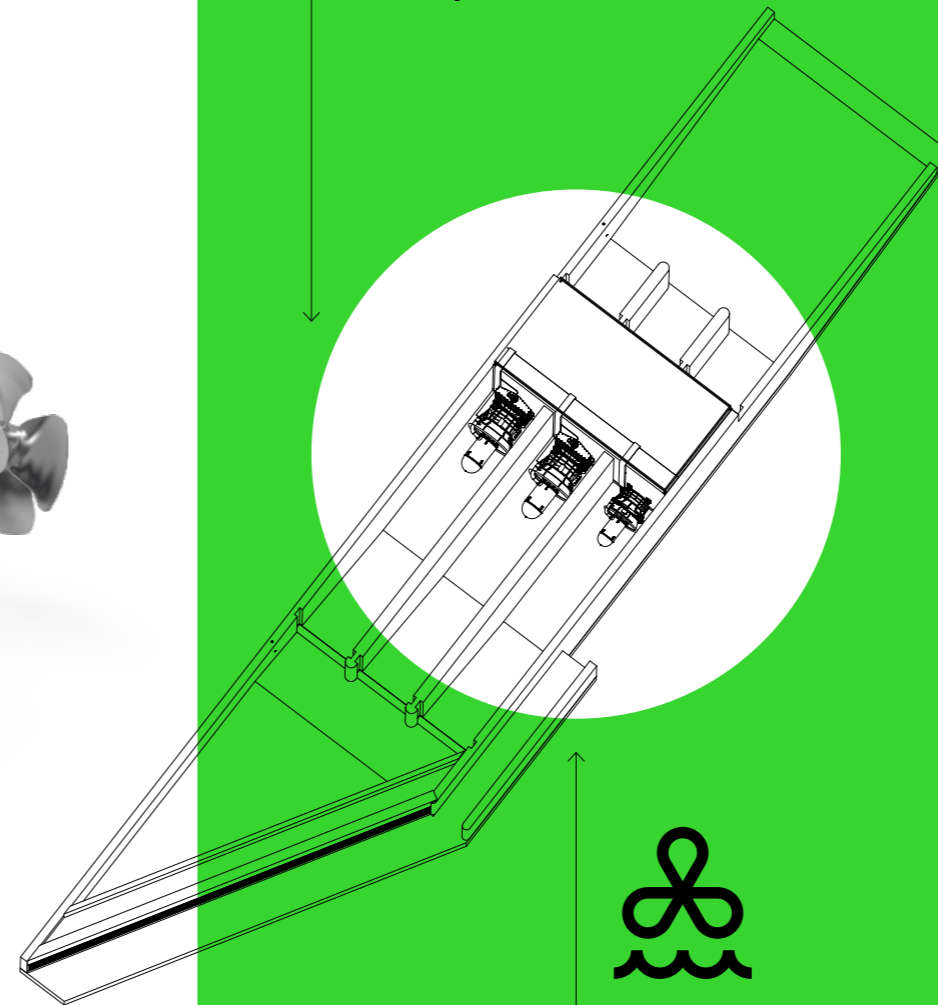
- |  |   |
|--|---|
| <p><b>1. Glasfaserverstärkte Kunststoffnase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Leicht und einfach zu handhaben</li> <li>● Keine Korrosion möglich</li> </ul> <p><b>2. Permanentmagnet- oder Synchrongenerator</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Wassergekühlter Generator</li> <li>● Edelstahlwelle und Schutzabdeckungen</li> </ul> <p><b>3. Turbinengehäuse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Alles in einem System</li> </ul> | <p><b>4. Laufrad mit festen Schaufeln</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Hochwertiger Edelstahl</li> <li>● Keine beweglichen Teile</li> </ul> <p><b>5. Elektrische Steckverbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Spezielle Unterwasserstecker aus Marinemessing</li> <li>● Maximale Flexibilität</li> </ul> <p><b>6. Wassergeschmiertes Lager</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Kein Öl oder Fett</li> <li>● Wartungsfrei über die gesamte Lebensdauer</li> </ul> |
|--|---|



Mit erneuerbarem Strom Wasserstoff effizient erzeugen.



Die Photovoltaikanlage liefert den volatilen Energieanteil für die Elektrolyse.



Die Wasserkraft liefert kontinuierlich Energie für die Wasserstoffelektrolyse.

Im malerischen Aostatal, umgeben von den imposanten Alpen, entsteht ein Vorzeigeprojekt für nachhaltige Industrieproduktion: Das Unternehmen Cogne Edelstahl wird hier künftig den für die Produktion benötigten grünen Wasserstoff selbst erzeugen. Wichtiger Bestandteil des von der EU geförderten Projekts ist die Nutzung erneuerbarer Energiequellen für die Elektrolyse. Und hier kommt die Wasserkraft ins Spiel.

### Schlüssel zur nachhaltigen Stahlproduktion

Hintergrund: Die Stahlindustrie steht weltweit vor der Herausforderung, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen drastisch zu reduzieren. Der Einsatz von Wasserstoff anstelle von Koks als Reduktionsmittel bei der Stahlerzeugung ist ein entscheidender Schritt in diese Richtung (siehe Infokasten). Wirklich klimaneutral ist dieser Prozess aber nur, wenn der Wasserstoff mit erneuerbarem Strom erzeugt wird.

In einem Werkskanal, der vom Fluss Dora Baltea abzweigt und schon früher zur Energiegewinnung genutzt wurde, entsteht deshalb eine moderne Wasserkraftanlage. Zusammen mit einer Photovoltaikanlage liefert sie die Energie für die Wasserstoffelektrolyse. Für das Hybridsystem aus Sonnen- und Wasserkraft entschied sich das Projektteam für die StreamDiver-Technologie von Voith – aufgrund ihrer kompakten Bauweise, der schnellen Installierbarkeit und der Fähigkeit, erneuerbare Energie zuverlässig und wetterunabhängig bereitzustellen (siehe dazu auch den Artikel Hybridsysteme als Rückgrat der Energiewende, Seite 08).

### Effiziente Energienutzung mit StreamDiver

Für die StreamDiver-Turbinen sprachen weitere Gründe: Diese spezielle Kaplan turbine ist wartungsarm und langlebig, zudem hat die StreamDiver-Technologie den entscheidenden Vorteil gegenüber konventionellen Kaplan-Krafthäusern, dass die erforderliche Bautechnik möglichst unauffällig in die Landschaft integriert werden kann.

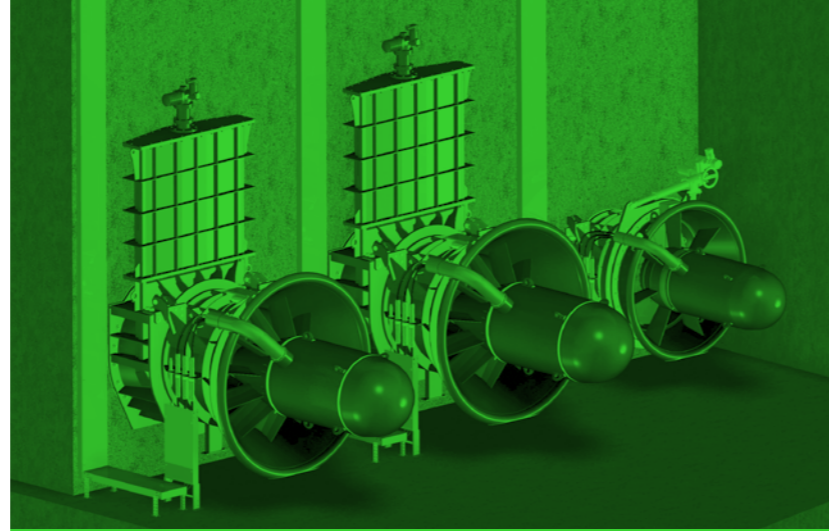
„Der bauliche Aufwand ist minimal, die Kostenersparnis beträgt bis zu 25 Prozent gegenüber konventionellen Wasserkraftwerken. Außerdem lassen sich die StreamDiver-Einheiten dank ihres modularen Aufbaus in der Regel innerhalb eines Tages pro Turbine installieren“, erklärt Johannes Daxelmüller, Senior Sales Manager bei Voith, Division Small Hydro.

Ein weiterer Pluspunkt: Die spezielle Kaplan turbine kommt ohne Öl und Fett aus, da ihre Lager wassergeschmiert sind. Das ist umweltfreundlich, vermeidet Verunreinigungen und reduziert den Wartungsaufwand erheblich.

Bei Cogne Edelstahl sind drei StreamDiver-Einheiten im Einsatz: zwei größere mit einer Leistung von jeweils 372 kW sowie eine kleinere mit 218 kW. Alle Turbinen sind direkt mit wassergekühlten Permanentmagnetgeneratoren gekoppelt. Gemeinsam liefern sie nahezu 1 MW – ausreichend, um in Kombination mit der Photovoltaikanlage die Elektrolyse zur Wasserstoffproduktion zuverlässig zu versorgen.

# 25% Kostensparnis

Weniger Kosten dank smarter  
Turbinentechnologie  
Die StreamDiver-Einheiten senken  
Investitions- und Betriebskosten deutlich.



## StreamDiver im nachhaltigen Energiemix

Die grüne Wasserstoffproduktion bei Cogne Edelstahl beinhaltet einige Aspekte, die auch für andere Projekte mit erneuerbaren Energien relevant sind. Johannes Daxelmüller erklärt: „Die StreamDiver-Technologie ist so konzipiert, dass sie kontinuierlich erneuerbare Energie liefert, ohne dass zuvor aufwendige Bauwerke oder lange Montagezeiten erforderlich sind. Das macht sie ideal für Projekte wie das bei Cogne Edelstahl.“

Ein weiterer Vorteil: Die Technik ist skalierbar. Während herkömmliche Kaplansturbinen oft groß und schwer sind, können mehrere StreamDiver-Einheiten flexibel kombiniert werden, um die gewünschte Leistung zu erzielen. Das macht sie besonders attraktiv für dezentrale Energieprojekte – nicht nur in der Industrie, sondern auch für Kommunen und dezentrale Versorgungsnetze.

Mit weltweit über 70 installierten StreamDiver-Einheiten beweist Voith, dass diese Technologie nicht nur nachhaltig, sondern auch wirtschaftlich ist. Gerade in Zeiten steigenden Energiebedarfs durch neue Technologien wie Rechenzentren oder Wasserstoffproduktion bietet die Kombination aus Wasserkraft und effizienter Turbinentechnologie großes Potenzial. Das Analystenhaus Gartner beispielsweise schätzt, dass der Energiebedarf von Rechenzentren für den Betrieb zusätzlicher KI-optimierter Server im Jahr 2027 500 TWh pro Jahr erreichen wird. Das ist das 2,6-fache des Werts von 2023.

Das Beispiel Cogne Edelstahl könnte also Schule machen – nicht nur für die Stahlindustrie, sondern auch für viele andere Anwendungen, die auf eine zuverlässige regionale Versorgung mit erneuerbarer Energie angewiesen sind.

## Wasserstoff für die Reduktion in der Stahlherstellung

- Bei der Stahlherstellung wird dem Eisenerz Sauerstoff entzogen – dieser Prozess heißt Reduktion.
- Bisher wird dafür meist Koks eingesetzt, was große Mengen CO<sub>2</sub> verursacht.
- Wasserstoff ist eine klimafreundlichere Alternative: Dabei entsteht Wasser statt CO<sub>2</sub>.
- 2022 wurden weltweit 2,1 Mrd. Tonnen Stahl produziert – mit etwa 3,6 Mrd. Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen (World Steel Association).

„Am Traum nachhaltiger Energie für alle mitzuarbeiten – das treibt mich an. Wasserkraft und erneuerbare Energien gehören für mich untrennbar zusammen. Im Team und als Teil der Gesellschaft gestalten wir aktiv die Zukunft. Genau deshalb habe ich mich für Voith entschieden.“

Lorenz Lenhart  
Head of HSS Engineering  
bei Voith Hydro

Seite 21 → 28 Neue Anlagen und Services

# transform.

# Nach- haltig

Zwei Pilotprojekte zeigen neue Lösungen für die Probleme, die Sedimente in Speicher- und Flusswasserkraftwerken verursachen können.

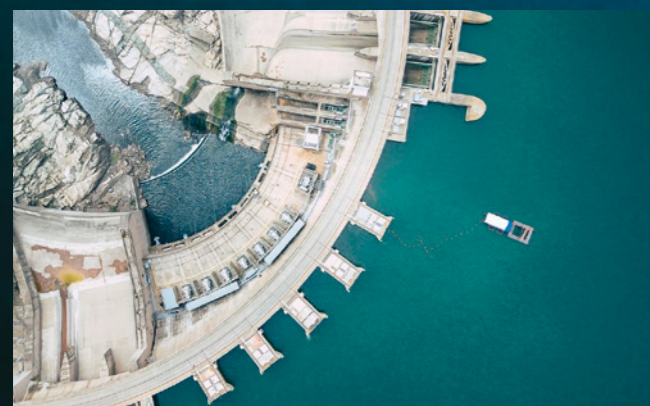
# mobilisiert

Fein, allgegenwärtig und herausfordernd – Sedimente bestehen aus Sand, Schluff und Ton, die Flüsse aus den Bergen mit sich führen. Was in der Natur ein lebenswichtiger Prozess ist, kann in technischen Anlagen zur Belastung werden. In Wasserkraftwerken lagern sich diese Partikel in den Speichern ab, verringern das Speichervolumen und greifen bei Eintritt in die Wasserwege durch ihre abrasive Wirkung die sensible Technik an. Dies führt zu hohen Kosten für Wartung und Reparaturen.

Das SedimentCareProgram bietet innovative Lösungen, um diese Probleme zu vermeiden und einen reibungslosen Betrieb zu gewährleisten. Pilotprojekte in Österreich und Brasilien zeigen das praktische Potenzial dieser nachhaltigen Technologien sowohl für Speicher- als auch Flusswasserkraftwerke.



Gezieltes Sedimentmanagement schützt Anlagen und senkt Betriebskosten.



## Entlandung des Speichers Tassenbach in Tirol

Der Speicher Tassenbach des von TIWAG betriebenen Kraftwerks Amlach leidet unter Sedimentablagerungen aus der Drau, was das Speichervolumen erheblich reduziert. Ein klassisches Problem, das in der Vergangenheit aufwendige Eingriffe in den Betrieb erforderte: Das Kraftwerk musste außer Betrieb genommen, das Wasser abgelassen, spezielle Ausrüstung und umfangreiche Logistik bereitgestellt werden – mit erheblichem Zeitaufwand und hohen Kosten.

Wie das Problem fortan effizienter gelöst wird: Ein mobiler Schwimmbagger mobilisiert die Sedimente gezielt und speist sie während des Betriebs in den Triebwasserstrom des Kraftwerks ein. Bis zu einer Tiefe von mehreren Metern kann das Gerät die Schichten auflockern und in den Wasserstrom einbringen. Jährlich können so die auf natürlichem Wege eingetragenen Mengen an Sediment ohne Betriebseinschränkung schonend weitergeleitet werden. Zudem wird so die natürliche Sedimentbalance im Fluss wiederhergestellt.

„Das Verfahren ermöglicht eine naturnahe Sedimentweitergabe im Sinne der Zielsetzungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie und sorgt dafür, dass der Kraftwerksbetrieb ohne Unterbrechung aufrechterhalten werden kann“, erklärt Peter Weiskopf, Teamleiter in der Kraftwerksinstandhaltung und verantwortlicher Projektleiter bei TIWAG. „Dies führt nicht nur zu einer Reduktion von Kraftwerksstillständen gegenüber einer konventionellen Speicherentlandung, sondern spart uns als Betreiber erhebliche Kosten für aufwendige Bagger- und Deponierungsarbeiten sowie Transporte.“

Die Verwendung von Schwimmbaggern zur Entnahme oder Verlagerung von Sediment, Sand und Kies innerhalb eines Gewässers ist keine unbekannte Technologie und kommt weltweit zum Einsatz. Die aktive Einleitung von Sediment in die Wasserwege eines Wasserkraftwerks jedoch wurde bis jetzt nur vereinzelt erprobt und erfordert umfangreiches Wissen und technische Expertise, um das hydraulische Equipment zu schützen und einen reibungslosen Betrieb zu ermöglichen. Hierfür sind einerseits valide Verfahren zur Abschätzung von Erosionsraten nötig und andererseits robuste Messtechnik und ein erweitertes Portfolio aus Produkten zur Minderung möglicher Risiken für die Anlagen der Kunden.

## Turbinenschutz für Flusswasserkraftwerk in Brasilien

Das zweite Pilotprojekt des SedimentCareProgram führt ins Amazonasgebiet, genauer gesagt in den Westen Brasiliens.

Im Gegensatz zum Projekt in Tirol, bei dem Sedimente in einem Speicherbecken lagern und mobilisiert werden müssen, fließen die Sedimente im Falle dieses Pilotprojektes direkt mit dem Wasser und einer Konzentration von bis zu 50 Gramm pro Liter durch die Maschinen. Diese feinen Partikel treffen ungebremst auf die Turbinenoberflächen.

Die abrasiven Partikel verursachen mit der Zeit Erosionsschäden an den Turbinenschaufeln. Die hydraulische Kontur wird gestört, der Wirkungsgrad sinkt, und es kommt zu vermehrtem Wartungsaufwand. In extremen Fällen kann es durch die lokale Zerstörung der hydraulischen Kontur zu einer durch Abrasion induzierten Kavitation kommen, bei der das Material aus der Oberfläche förmlich herausgerissen wird.

Fünffach längere Lebensdauer dank widerstandsfähiger Softurb-LS-Beschichtung.



Um dieser Herausforderung zu begegnen, hat Voith die Pilotanlage mit der neuen Beschichtung Softurb LS versehen. Labortests zeigen, dass diese Schutzschicht fünfmal widerstandsfähiger als derzeit üblicherweise verwendete Soft-Beschichtungen ist. Sie soll einen direkten Materialabtrag verhindern, die nötigen Wartungs- und Serviceintervalle verlängern, den Serviceaufwand reduzieren und damit die Maschinenverfügbarkeit verbessern.

„Durch die Anwendung von Softurb LS soll der Betrieb der Anlage auch bei hohen Sedimentkonzentrationen ermöglicht werden – ein großer Gewinn für unsere Kunden bezüglich Planungssicherheit und Verfügbarkeit ihrer Maschinen“, so Lorenz Lenhart, als Produktmanager verantwortlich für das SedimentCareProgram bei Voith Hydro. „Die Lösung eignet sich für die meisten Laufwasserkraftwerke, die mit einer hohen Sedimentlast zu kämpfen haben.“

Ob Speicher oder Flusskraftwerk – die beiden Piloten zeigen, wie sich die Sediment-Herausforderung mit innovativen Lösungen erfolgreich meistern lässt.

Im Zuge der Energiewende und zur Erreichung nationaler Klimaziele setzt China verstärkt auf den Ausbau erneuerbarer Energien. Um diesen Fortschritt weiter voranzutreiben und gleichzeitig die Netzstabilität zu gewährleisten, investiert die Supermacht massiv in Pumpspeicherkraftwerke. Mit über 50 GW verfügt China bereits über die weltweit größte installierte Pumpspeicherkapazität. Voith begleitet die chinesischen Energieversorger bei diesem monumentalen Wandel – mit Innovationskraft, technologischer Expertise und einem besonderen Teamgeist. Drei ausgewählte Projekte zeigen exemplarisch, wie sich das in der Praxis umsetzen lässt.



# Pump- speicher- innovationen in China –

Große Kapazitäten,  
hohe Geschwindigkeit,  
starke Wirkung

## Changlongshan – hohe Geschwindigkeit, große Kapazität

Changlongshan spielt eine entscheidende Rolle bei der Stabilisierung des chinesischen Stromnetzes: Durch Spitzenlastabdeckung und Lastregelung gleicht das Kraftwerk Schwankungen aus, die durch Wind- und Solarenergie entstehen. Damit trägt es wesentlich zu Chinas Strategie zur CO<sub>2</sub>-Neutralität und den nationalen „Carbon Peak and Neutrality“-Zielen bei. Dank seiner weltweiten Erfahrung leitete Voith mehrstufige Optimierungen, um komplexe elektromagnetische und materialtechnische Herausforderungen zu lösen, und leistete so einen wesentlichen Beitrag zur beeindruckenden Leistungsfähigkeit des Kraftwerks. Heute erfüllen die Einheiten die „Excellent Unit“-Standards der China Three Gorges Corporation und setzen neue Maßstäbe für Pumpspeichieranlagen.

**Technische Eckdaten Changlongshan**  
Inbetriebnahme: Die letzte Einheit (Einheit 6) wurde am 30. Juni 2022 offiziell ans Netz genommen.

- Leistungsdaten:**
- Leistung pro Einheit: 350 MW
  - installierte Gesamtleistung: 2.100 MW (6 Einheiten)
  - Nenndrehzahl: 600 U/min (Einheiten 5 und 6)
  - Nennfallhöhe: 710 m (maximale Fallhöhe: 756 m)
  - Typ: umkehrbare Pumpturbinen mit Motorgeneratoren

- Besondere Merkmale:**
- 350 MW Leistung bei 600 U/min
  - ungewöhnliche Kombination aus hoher Drehzahl und großer Einzelleistung
  - Rotorzentralstück erforderte Materialinnovationen: Streckgrenze um 100 MPa erhöht, Gewicht über 150 Tonnen

- Voith-Technologien im Einsatz:**
- Pumpturbinen, Motorgeneratoren, Einlaufkugelschieber und Hilfssysteme
  - integrierte Dreifach-Wellenbearbeitung: präzise Ausrichtung der Rotorkomponenten
  - neue Schweißtechnologie für Magnetpole: Doppelnahtverfahren mit Spezialwerkzeug für Kupferverbindungen
  - monolithischer Spiralgehäuse-Stützring: ersetzte geteilte Bauweise zur Minimierung von Schweißarbeiten vor Ort

710 m

Nennfallhöhe



hypower N°36

375 U/min

Nenndrehzahl



## Qingyuan – Pilotprojekt im Gigawatt-Maßstab

Qingyuan stärkt das chinesische Energiesystem durch eine erhöhte Spitzenlastkapazität und verbesserte Netzstabilität in der nordöstlichen Provinz. Das Kraftwerk ermöglicht eine bessere Integration erneuerbarer Energien wie Wind- und Solarkraft. Jährlich spart das Projekt rund 158.000 Tonnen Standardkohle ein und reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um etwa 375.000 Tonnen – ein bedeutender Schritt in Richtung einer grüneren Energiezukunft. Voith verantwortete den gesamten Prozess von der Auslegung der Einheiten über Beschaffung und Fertigung bis hin zur Montage. Die hydraulische Entwicklung erfolgte im firmeneigenen Forschungs- und Entwicklungszentrum, das auch die Modellversuche erfolgreich abschloss. Zu den wichtigen Meilensteinen zählten der bestandene Laufmodelltest und die erste Abnahme eines Kugelschiebers.

**Inbetriebnahme:**  
Die letzte Einheit (Einheit 6) wurde am 16. Januar 2025 offiziell in Betrieb genommen.

- Leistungsdaten:**
- Leistung pro Einheit: 300 MW
  - Gesamtleistung: 1.800 MW (6 Einheiten)
  - Nennfallhöhe: 390 m
  - Nenndrehzahl: 375 U/min

- Besondere Merkmale:**
- Einlaufkugelschieber mit einem Nenndurchmesser von 2.500 mm und einer Auslegungshöhe von 714 m – klassifiziert als Hochdruck-Großdurchmesserarmaturen
  - Entwicklung von Pumpturbinen mit 375 U/min, deren Lauf- räder Modelltests und Abnahme auf Antrieb bestanden

- Voith-Technologien im Einsatz:**
- 6 vertikale, einstufige, umkehrbare Francis-Pumpspeicher- einheiten inklusive Hilfssysteme (z. B. Kugelschieber)
  - optimiertes Kugelschieberdesign: Kombination globaler und lokaler Expertise zur Verbesserung von Materialeigenschaften und Dichtleistung
  - erfolgreiche hydraulische Entwicklung und Modellvalidierung der Hochgeschwindigkeits-Pumpturbine

hypower N°36

## Tianchi – maßgeschneidert für besondere Bedingungen

Tianchi spielt eine Schlüsselrolle für die sichere und stabile Versorgung des Stromnetzes in Zentralchina und ermöglicht zugleich die Einbindung sauberer Energiequellen. Damit leistet das Kraftwerk einen wichtigen Beitrag zum Aufbau eines modernen Energiesystems und unterstützt Chinas Zielsetzungen in Richtung CO<sub>2</sub>-Peak und Klimaneutralität. Voith brachte über 155 Jahre Wasserkraft-Know-how ein und stellte höchste Qualitätsstandards in Konstruktion, Fertigung und Montage sicher. Die Projektteams vor Ort begleiteten die Installation engmaschig – mit dem Ziel, eine Abnahme beim ersten Anlauf zu gewährleisten. Ein besonderer Höhepunkt: die vorzeitige Inbetriebnahme der letzten Einheit – drei Monate vor Plan. Die Leistung sei „hervorragend“, die Qualität „branchenführend“, so das Urteil des Vorstandsvorsitzenden der Tianchi Company. Das Projekt gilt heute als Referenz für Exzellenz in Chinas Wasserkraftsektor.

**Inbetriebnahme:**  
Die vier Einheiten gingen gestaffelt in Betrieb – im Januar, April, Juni und August 2023.

- Leistungsdaten:**
- installierte Gesamtleistung: 1.200 MW (4x 300 MW)
  - geplante Jahresstromerzeugung: 962 Mio. kWh
  - jährlicher Stromverbrauch für das Pumpen: 1,283 Mrd. kWh
  - Netzanschluss: 500-kV-Netz Zentralchina
  - Fallhöhe: 510 m

- Besondere Merkmale:**
- Entwicklung maßgeschneiderter hydraulischer Modelle für die Pumpturbinen entsprechend den standortspezifischen Bedingungen
  - Einsatz einer „Einwellenstruktur“ für die Generator-Rotoren
  - hohe technische Anforderungen an Konstruktion und Fertigung

- Voith-Technologien im Einsatz:**
- 4 umkehrbare Francis-Pumpturbinen mit Generatoren (je 300 MW) und zugehörige Hilfssysteme
  - kundenspezifische Lösungen, darunter hydraulische Modellierung und präzise Konstruktionsauslegung

4

umkehrbare Francis-  
Pumpturbinen-Generator-Einheiten



transform 25

Voiths neue Vertikaldrehmaschine steigert Präzision, Tempo und Nachhaltigkeit am Standort York.

# Präzision mit Power



Einweihung der neuen Vertikaldrehmaschine im Voith-Werk in York.



„Diese Maschine ermöglicht uns eine schnellere, sicherere und intelligentere Fertigung.“

Carl Atkinson  
Vice President of Sales and Marketing  
bei Voith Hydro North America



## Pietro Carnaghi AP 120 TM Vertical Turning Lathe (VTL)

Die Pietro Carnaghi AP 120 TM ist eine CNC-gesteuerte Vertikaldrehmaschine mit integriertem Fräs- und Bohrkopf. Sie bearbeitet rotations-symmetrische Großbauteile bis Ø 12 m und 150 t – ideal für Turbinenläufer und Gehäuse.

Die Pietro-Carnaghi-Drehmaschine läutet eine neue Ära in der Fertigung von Hydroteilen ein.



Im Herzen des Voith Werks in York sorgt eine neue, imposante Maschine für einen Wandel in der Herstellung von Komponenten für Wasserkraftanlagen. Die Pietro Carnaghi AP 120 TM Vertikaldrehmaschine (Vertical Turning Lathe – VTL) überragt den Hallenboden nicht nur physisch – sie steht auch für die kontinuierliche Weiterentwicklung des Unternehmens. Dank ihrer Größe und modernen Technik bringt sie neue Möglichkeiten für eine präzise, nachhaltige und zukunftsorientierte Fertigung.

Die Carnaghi VTL wurde in der über 20.000 Quadratmeter großen Fertigungshalle in York, Pennsylvania, in Betrieb genommen und verändert nun die Produktion großer Wasserkraftkomponenten nachhaltig. Sie ersetzt ein Vorgängermodell aus früheren Jahrzehnten durch Spitzentechnologie, die den Anforderungen einer modernen Energiewirtschaft gerecht wird – schnell, präzise und sicher.

### Entwickelt für maximale Wirkung

Die Carnaghi VTL bearbeitet Werkstücke mit einem Durchmesser von bis zu zwölf Metern, einer Höhe von bis zu sechs Metern und einem Gewicht von bis zu 300 Tonnen. Dabei vereint sie mehrere Bearbeitungsschritte – Drehen, Fräsen, Bohren, Gewindeschneiden, Schleifen und Finish – in einem einzigen, durchgängigen Arbeitsprozess. Das minimiert Stillstandszeiten und Nachbearbeitungen und sorgt gleichzeitig für höchste Präzision.

„Diese Maschine ermöglicht uns eine schnellere, sicherere und intelligentere Fertigung“, erklärt Carl Atkinson, Vice President Sales and Marketing bei Voith Hydro North America. „Unser Team kann dadurch effizienter arbeiten und gleichzeitig höchste Qualitäts- und Umweltstandards einhalten.“

Mit digitaler Steuerung, automatischer Messtechnik und hydrostatischen Lagern, die Vibrationen verhindern, gewährleistet die Carnaghi VTL langfristig geometrische Präzision und hervorragende Oberflächenqualitäten. Die integrierte Fahrerkabine ist mit Sicherheitsverriegelungen und Schutzsystemen ausgestattet – für sichere Arbeitsbedingungen und einen reibungslosen Fertigungsablauf.



Präzision und Nachhaltigkeit:  
Fertigung großer Hydroteile im Voith-Werk York.

### Gebaut für eine nachhaltigere Zukunft

Doch die Carnaghi VTL ist weit mehr als ein ingenieurtechnisches Meisterwerk – sie ist ein zentraler Bestandteil von Voiths Vision einer nachhaltigen Zukunft. Indem sie Nacharbeiten aufgrund von Qualitätsmängeln reduziert, Materialabfall verringert und die Energieeffizienz steigert, leistet sie einen direkten Beitrag zu den Umweltzielen des Unternehmens.

Die Möglichkeit, mehrere Bearbeitungsschritte in einem einzigen Setup zu vereinen, bedeutet: weniger Maschinenlaufzeit, geringerer Energieverbrauch. In Kombination mit selteneren Werkzeugwechseln, kürzeren Rüstzeiten und weniger manuellen Messvorgängen unterstützt die Maschine Voiths Anspruch, sauberer, schneller und verantwortungsbewusster zu produzieren.

„Mit der Carnaghi VTL setzen wir neue Maßstäbe in Sachen Produktivität und Präzision“, sagt Atkinson. „Und wir tun das auf eine Weise, die mit unseren langfristigen Nachhaltigkeitszielen im Einklang steht.“

### Eine strategische Investition in die US-Infrastruktur

Die Carnaghi VTL ist Teil einer Reihe strategischer Investitionen, die Voith Hydro in seinen Standort York tätigt. Gemeinsam mit der neu installierten PAMA Speedram 3000 Horizontalbohrmaschine wird die Modernisierung durch Steuervergünstigungen gemäß Abschnitt 48C des Inflation Reduction Act von 2022 unterstützt – ein klares Bekenntnis zur Wiederbelebung der US-amerikanischen Industrieproduktion.

Angesichts von über 2.500 Wasserkraftstandorten in den USA, von denen viele saniert oder modernisiert werden müssen, kommt dieses Investment zum richtigen Zeitpunkt. Die lokale Fertigungskompetenz von Voith spielt eine Schlüsselrolle bei der Stärkung der US-amerikanischen Energieunabhängigkeit.

„In den letzten Jahren hat sich der Fokus in den USA stark auf den Ausbau der Infrastruktur und die Stärkung der heimischen Industrie gerichtet“, so Atkinson. „Unsere Investition in die Carnaghi VTL folgt genau diesem Kurs – wir setzen alles daran, unseren Wasserkraftkunden in den USA bestmögliche technische Unterstützung und Expertise zu bieten, direkt hier in York, Pennsylvania.“

Mit der Carnaghi VTL rüstet sich Voith Hydro – und mit ihm die gesamte US-amerikanische Wasserkraftbranche – für eine produktivere, effizientere und nachhaltigere Zukunft.

”

Mit der Carnaghi VTL setzen wir neue Maßstäbe für Produktivität und Präzision – und tun dies auf eine Weise, die unseren langfristigen Nachhaltigkeitszielen entspricht.“

Carl Atkinson

Vice President of Sales and Marketing  
bei Voith Hydro North America



### PAMA Speedram 3000 Horizontal Boring Mill

Die PAMA Speedram 3000 ist eine CNC-gesteuerte Horizontalbohr- und Fräsmaschine mit verfahrbarem Ständer. Sie bearbeitet Großbauteile bis 60 t mit hoher Präzision – ideal für Spiralgehäuse und Turbinenteile.



„Strom ist für uns selbstverständlich – doch damit er es bleibt, braucht es Menschen, die im Verborgenen für Verlässlichkeit sorgen. Mich begeistern die Kraft der Hydraulik und die Verantwortung, ihre Leistung für die Zukunft zu sichern.“

Jonathan Weseloh  
Commissioning Engineer for Hydroelectric Turbines  
bei Voith Hydro

Seite 29 —> 41  
Einsichten und Einblicke

re  
flect.

Wie Service in der Wasserkraft  
neu gedacht wird.

# Service- partner



mit  
**Weitblick**

Viele Betreiber stehen heute unter immensem Druck: **Alternde Anlagen, Fachkräftemangel, wachsender Kostendruck und der Ruf nach Digitalisierung stellen etablierte Betriebsmodelle in Frage. Wie kann man auf all das reagieren, um den Betrieb zu optimieren und zukunftssicher aufzustellen? Wie sich Service vom Reparaturmodus zur strategischen Stellschraube entwickeln kann, erklärt Sunil Pandiri, Chief Service Officer bei Voith Hydro, im Gespräch – und lässt durchblicken, dass sein Team nicht nur Maschinen, sondern ganze Denkweisen modernisieren will.**

**Herr Pandiri, wo sehen Sie derzeit die größten Herausforderungen Ihrer Kunden?**

Der Kostendruck ist enorm und in vielen Regionen sogar existenziell, hinzu kommen neue regulatorische Anforderungen – etwa in Bezug auf CO<sub>2</sub>-Reporting oder Sicherheitsanforderungen. Viele Anlagen weltweit sind 40, 50 Jahre alt oder sogar älter. Das bedeutet, dass Komponenten verschleißen, Know-how verloren geht und Ersatzteile schwieriger zu beschaffen sind. Parallel steigen die Anforderungen an Verfügbarkeit, Effizienz und Nachhaltigkeit. Ein zentraler Punkt dabei ist, dass viele Betreiber mehr oder weniger davon ausgehen, Wasserkraftwerke bräuchten keine Wartung. Entsprechend sind dafür keine oder zu geringe Budgets eingeplant. Wenn dann tatsächlich etwas nicht mehr funktioniert, fehlen für die Reparatur oder Überholung nicht selten die Rücklagen. Hinzu kommt, dass andere erneuerbare Energiequellen wie Wind und Solar nicht genügend Blindleistung und Trägheit liefern, die für die Stabilität der Übertragungsnetze erforderlich sind. Deshalb ist heutzutage in vielen Ländern der kontinuierliche Betrieb von Wasserkraftwerken notwendig.

**Was heißt das konkret für den Servicebedarf?**  
Wir erkennen, dass viele Betreiber Bedarf haben, das Thema Wartung strategisch anzugehen, was bedeutet: ganzheitlich und vorausschauend. Und genau dabei helfen Monitoring und Datenanalysen, beides wird noch zu wenig genutzt. Dabei ist deren Impact enorm, da sie helfen, ungeplante Stillstände zu vermeiden, Ressourcen effizient einzusetzen und allgemein das Anlagenpotenzial besser auszuschöpfen.

**Welche Rolle spielt Digitalisierung dabei?**

Eine zentrale. Sie darf jedoch kein Selbstzweck sein. Es geht nicht darum, überall Sensoren einzubauen, sondern gezielt dort anzusetzen, wo wir mit Daten echten Mehrwert stiften. Das heißt: Vibrationsanalysen, thermische Zustandsüberwachung, Vorhersagemodelle für Verschleißteile und vieles mehr. Kunden wollen verstehen: Welcher Baustein hilft mir konkret dabei, meine Stillstandszeiten zu reduzieren, ungeplante Ausfälle zu vermeiden und Ressourcen besser einzusetzen? Wir liefern nicht nur die Technik, sondern helfen auch bei der Interpretation und strategischen Einbettung der Daten.

## „Service ist für uns Strategie“

**Wie antwortet Voith konkret auf diese Herausforderungen?**

Indem wir unser Servicetechnologien, technologisches Know-how und unsere 155-jährige Erfahrung weltweit mit zum Kunden bringen, um mit ihm gemeinsam eine individuelle Strategie zu entwickeln, die genau auf seine Bedürfnisse passt. Wir verstehen Service als elementaren Teil der strategischen Weiterentwicklung unserer Kunden und begleiten unsere Partner auf einer klar definierten Transformationsreise, sodass die Anlagen Jahr für Jahr besser laufen. Mit anderen Worten: Wir holen jeden Kunden dort ab, wo er steht – und entwickeln gemeinsam den passenden, realistisch umsetzbaren Weg hin zu mehr Effizienz und Zukunftsfähigkeit.



**Wir holen jeden Kunden dort ab, wo er steht – und entwickeln gemeinsam einen Weg zu mehr Effizienz und langfristiger Zukunftsfähigkeit, der realistisch und machbar ist.“**

Sunil Pandiri  
Chief Service Officer bei Voith Hydro

### Was bieten Sie entlang dieses Modells konkret an?

Unser Angebot umfasst vier zentrale Bereiche: OPEX (laufender Betrieb, regelmäßige Überholungen, vorausschauende Reparaturen, technische Unterstützung sowie langfristige Serviceverträge mit Anlageningenieurern), Spares (Ersatzteilmanagement für unmittelbare Verfügbarkeit bei Bedarf), Automation & Digital (Austausch von Leit-, Schutz- und Regelsystemen sowie Expertise für OEM-Betriebssoftware und datenbasierte Services) und CAPEX (Modernisierungs- und Austauschprojekte). Besonders im Fokus stehen heute die Long-Term Service Agreements (LTSAs), bei denen wir Verantwortung für die Anlagenverfügbarkeit über mehrere Jahre hinweg übernehmen. Ergänzt wird das durch spezialisierte Programme wie unser Sediment-CareProgram, das weltweit einzigartig ist und in Regionen mit starker Sedimentbelastung große Wirkung entfaltet. Zudem bieten wir unseren Kunden mit der HydroSchool Weiterbildungen an, um ihnen das Wissen zu Grundlagen und neuen Entwicklungen in der Wasserkrafttechnologie zu vermitteln.

### Wie läuft die Zusammenarbeit mit den Serviceteams ab?

Uns geht es zunächst darum, die Situation genau zu verstehen, in der sich der Kunde befindet. Daher starten wir mit einem umfassenden Assessment, bei dem wir gemeinsam mit dem Kunden methodisch und mithilfe verschiedener Diagnose-Tools alle relevanten Faktoren erfassen und analysieren. Dazu zählen unter anderem Betriebsdaten sowie technische und betriebliche Schwachstellen – etwa Verschleiß an Anlagenkomponenten wie Turbinen oder Generatoren, Unregelmäßigkeiten im Betrieb, veraltete Steuerungssysteme oder ineffiziente Wartungsprozesse. Auf dieser Basis erstellen wir genau abgestimmte individuelle Servicelösungen: von punktuellen Dienstleistungen über modulare Servicepakete bis hin zu vollintegrierten Lösungen. Wichtig ist dabei, realistisch und praxisnah zu sein. In der Regel können die Kunden mit einem umsetzbaren Vorschlag binnen einer Woche rechnen.

## „Wir wollen Partner sein“

### Wie setzen Sie diese Philosophie weltweit um?

Mit einer klaren Struktur: Unsere Serviceteams sind in sogenannten Service Hubs lokal verankert, können schnell reagieren und sorgen für Nähe und Verfügbarkeit. Parallel dazu arbeiten unsere Key Account Manager strategisch mit dem Kunden an dessen mittelfristigen und langfristigen Zielen. Diese doppelte Perspektive – operativ und strategisch – macht unseren Ansatz so effektiv. Zudem sprechen unsere Teams die jeweilige Landessprache, kennen die kulturellen Kontexte und verstehen die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen vor Ort.

### Wie messen Sie den Erfolg Ihres Ansatzes?

Einerseits an harten Zahlen: reduzierte Stillstandszeiten, erhöhte Anlagenverfügbarkeit, optimierte Kostenstruktur. Aber ebenso wichtig ist die Entwicklung der Kundenbeziehung. Wenn ein Kunde uns vom reaktiven Reparaturdienstleister zum strategischen Sparringspartner macht – dann wissen wir, dass wir einen echten Unterschied machen.

### Wie sieht für Sie der Service der Zukunft aus?

Er ist vernetzt, vorausschauend und arbeitet noch sehr viel mehr mit digitalen Möglichkeiten. Wir denken an digitale Zwillinge, KI-gestützte Analytik, vorausschauende Ressourcenplanung und eine enge Integration in die Betriebsabläufe unserer Kunden. Aber vor allem ist er: menschlich. Denn Service beginnt mit Vertrauen.

### Und zuletzt: Was fasziniert Sie persönlich am Thema Service?

Mich persönlich fasziniert, dass man, wenn man seinen Job gut macht, sehr schnell Erfolge sehen kann, die dem Kunden enorme Vorteile bringen und Kosten sparen. Man ist innovativ, arbeitet nah am Kunden, entwickelt konkrete Lösungen und sieht den Wert der eigenen Arbeit direkt. Das macht die Serviceaufgabe so spannend – und erfüllend.

”

**Am wichtigsten ist, dass es praktisch und umsetzbar ist. In der Regel erhalten Kunden innerhalb einer Woche einen klaren, konkreten Lösungsvorschlag.“**

Sunil Pandiri  
Chief Service Officer bei Voith Hydro



# Service in der Praxis

**Ob langfristige Serviceverträge (LTSAs), digitale Diagnosen oder schnelle Hilfe im Notfall: Die Business Cases von Voith Hydro zeigen, wie Service weltweit in unterschiedlichsten Szenarien echten Mehrwert schafft.**

#### CAPEX – Lebensdauer verlängern

Cathleen's Fall, Irland – Electricity Supply Board (ESB)

Für das alternde Kraftwerk entwickelte Voith ein maßgeschneidertes Refurbishment-Konzept – inklusive flexibler Preisstruktur, intensiver Zusammenarbeit und technischer Modernisierung zur Optimierung der Anlageneffizienz.

#### Automation – Steuerung mit System

AGUS 7&4, Philippinen – National Power Corporation

In AGUS 7 verlor das Erregungssystem nach mehr als zehn Jahren störungsfreien Betriebs an Präzision bei der Blindleistungsregelung. Mit einem gezielten Upgrade auf das HyCon Thyricon 500 modernisierte Voith das Leistungsstabilitätsmodell auf PSS2C. Dadurch konnten sowohl die Netzstabilität als auch die Gesamtleistung des Systems deutlich verbessert werden – mit positivem Einfluss auf das operative Ergebnis.

#### Digital – datenbasiert entscheiden

Lysebotn, Norwegen – Lyse Produksjon AS

Durch ein strukturiertes Analysekonzept konnten Voith-Experten die digitale Zustandsbewertung der Maschinen gezielt vorantreiben. Das Projekt mündete in einer umfassenden Untersuchung der gesamten Anlage.

#### OPEX & Spares – schnelle Hilfe im Notfall

Aishihik, Kanada – Yukon Energy Corporation

Nach einem Generatorausfall stellte Voith kurzfristig Vor-Ort-Beratung, koordinierte den Rewind mit neuen Ersatzspulen und optimierte den Zeitplan. Wegen der schnellen und professionellen Unterstützung beauftragte der Kunde auch die Inbetriebnahme des Generators.

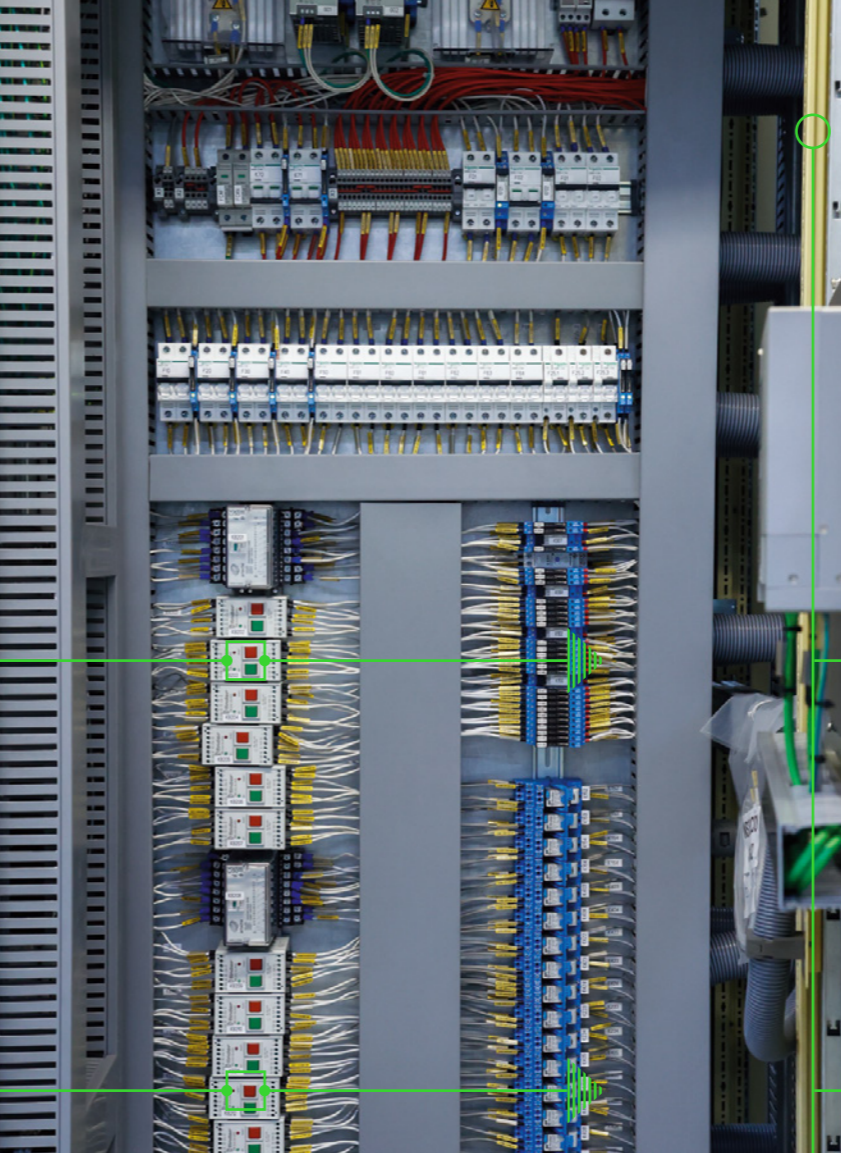
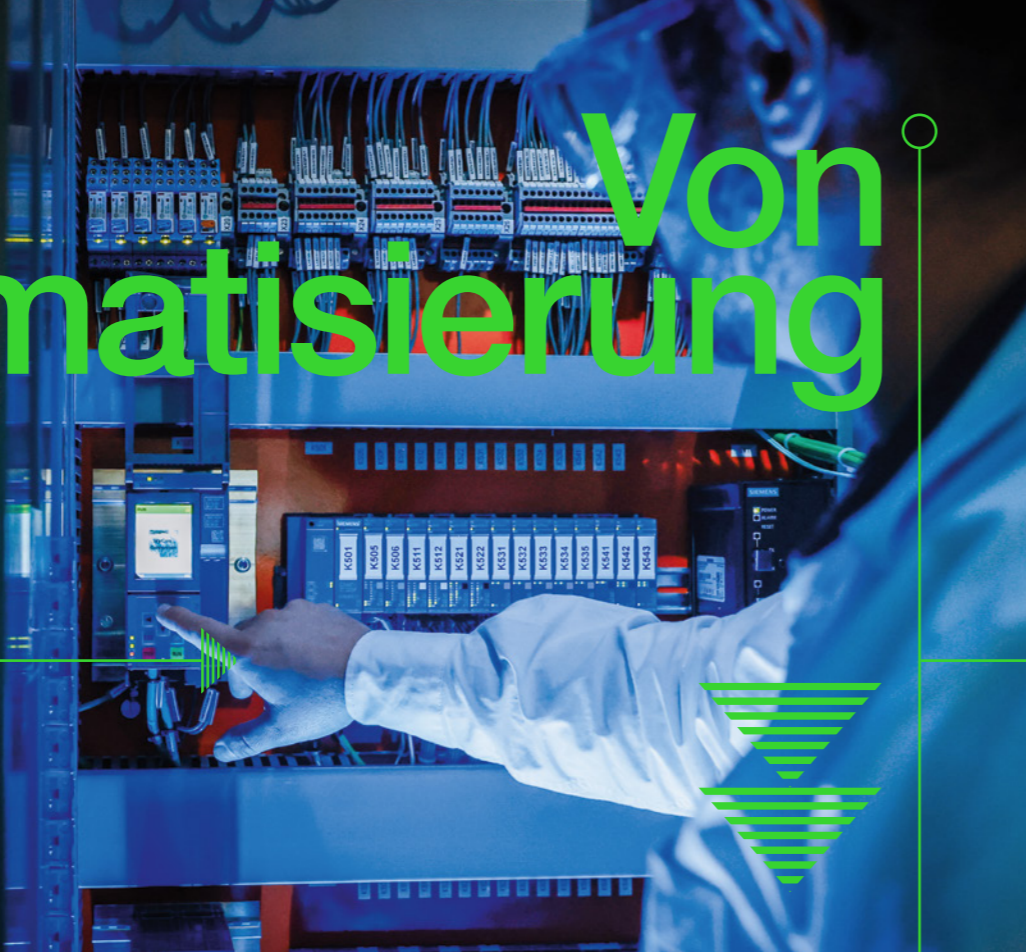
#### L TSA – vorausschauend absichern

Kinlochleven, Schottland – Equitix

Mit einem langfristigen Full-Scope-Servicevertrag auf Basis eines dynamischen Asset-Management-Systems sorgt Voith für stabile Planung, schnelle Reaktion auf Störungen und kontinuierliche Effizienzsteigerung.



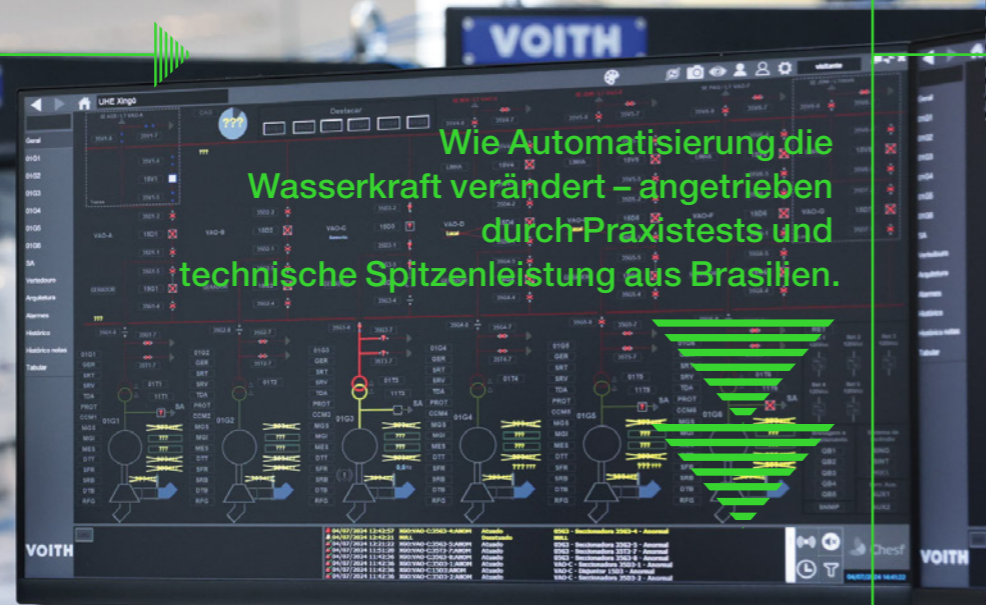
# Von Automatisierung



**Engineering-Kompetenz aus Brasilien:**  
Entwicklung smarter Steuerungslösungen im Lab.

**Präzise verdrahtet:**  
das elektrische Herzstück moderner Wasserkraftsteuerungen.

Wie Automatisierung die Wasserkraft verändert – angetrieben durch Praxistests und technische Spitzenleistung aus Brasilien.



# zu Innovation

Für Betreiber von Wasserkraftwerken zählt jede Sekunde Betriebszeit. Jeder Start und Stopp einer Einheit, jede Warnung, jede Netzstörung, die eine schnelle Reaktion erfordert, erzählt eine Geschichte – und jede Form von Automatisierung hilft dabei, ihr ein besseres Ende zu geben.

In einer Energiewelt, in der erneuerbare Quellen rasant wachsen und Stromnetze immer dynamischer und komplexer werden, kommt der Wasserkraft eine Schlüsselrolle für die Netzstabilität zu. Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Wasserkraftwerken sind deshalb wichtiger denn je. Vorausschauende Wartung ist in diesem Umfeld kein Extra mehr, sondern eine grundlegende Voraussetzung. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, brauchen Wasserkraftanlagen intelligente Automatisierungssysteme, die jeden Anlagenteil in Echtzeit überwachen und steuern – abgestimmt auf Netzschwankungen und Umwelteinflüsse, ohne Kompromisse bei Sicherheit oder Verfügbarkeit.

**Getestet, bevor es darauf ankommt:  
LATHAMs Automation Lab**

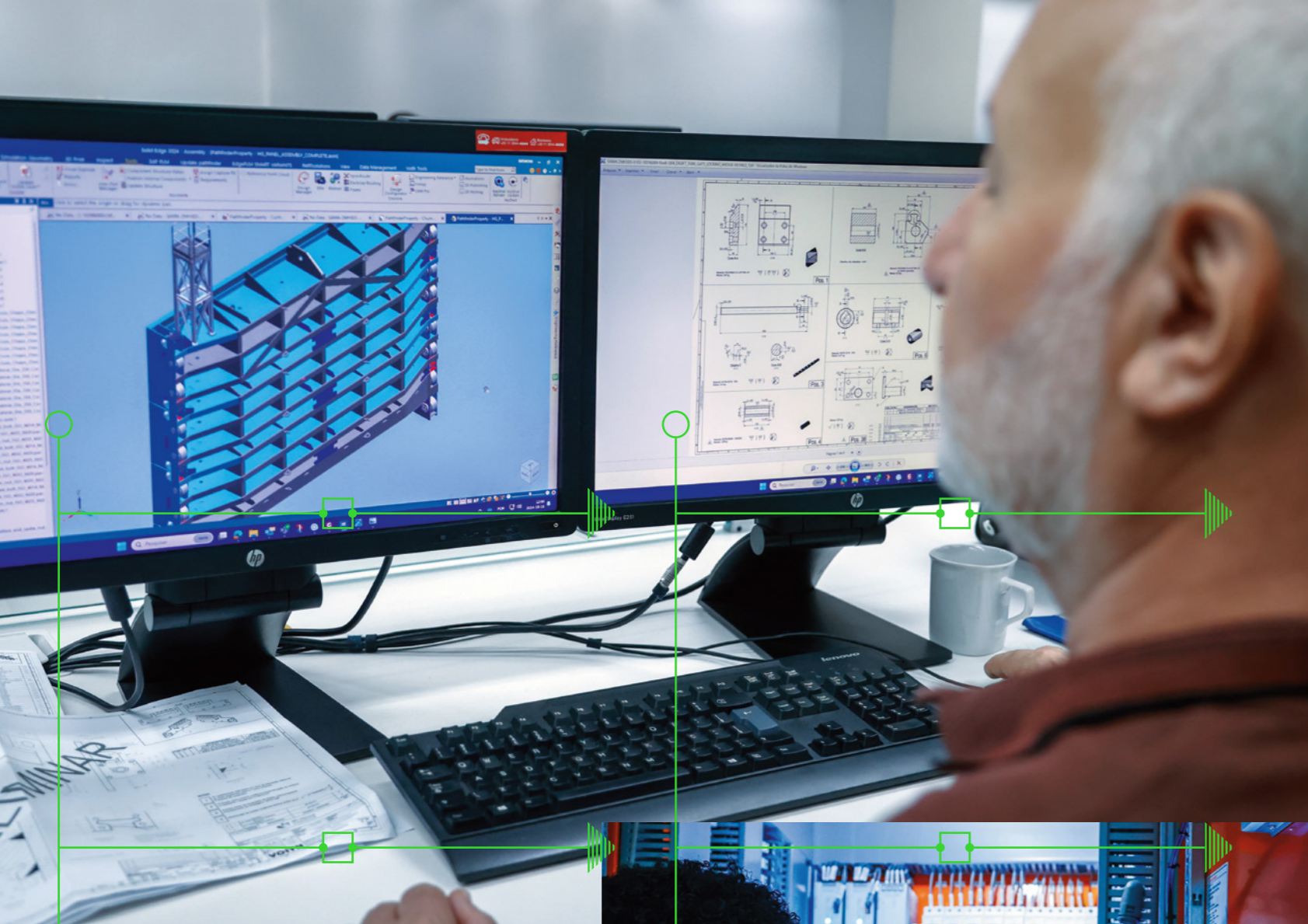
„Operatoren betreiben heute nicht mehr einfach nur ein Kraftwerk – sie dirigieren ein ganzes Orchester technischer

Systeme“, sagt Dr. Manuel Goncalves, Director of Engineering bei Voith Hydro in Brasilien. „Nur durch Automatisierung behalten sie die Kontrolle.“

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, hat Voith bereits Ende der 2000er Jahre ein eigenes Automation Lab in Brasilien gegründet. Die Idee dahinter: eine Umgebung zu schaffen, in der Automatisierungssysteme unter realitätsnahen Bedingungen getestet und weiterentwickelt werden können, bevor sie in der Anlage zum Einsatz kommen. Gleichzeitig soll das Labor auch junge Ingenieurtalente anziehen und fördern.

„Wenn wir hier ein Steuerungssystem prüfen, dann simulieren wir exakt die Bedingungen im Kraftwerk“, erklärt Dr. Goncalves. „So können wir Fehler beheben, Verbesserungen vornehmen und kundenspezifische Anpassungen vornehmen – noch bevor überhaupt ein Techniker vor Ort ist.“

Auf 600 Quadratmetern Fläche bietet das Labor Platz für bis zu drei vollständige Steuerungssysteme gleichzeitig. Die technische Infrastruktur ermöglicht umfassende Tests – von digitalen Turbinenreglern über Erregersysteme, SPS-Logiken und HMI-Oberflächen bis hin zu Alarmroutinen und Sicherheitsprotokollen. Bei einem aktuellen Projekt für das riesige Wasserkraftwerk Xingó von Eletrobrás wurden im Lab über 50 Steuerungsschränke parallel geprüft.



**Testreihen im Labor:**  
sichern die Zuverlässigkeit bei Echtbetrieb und Modernisierung.

Das Labor dient auch als Raum für Zusammenarbeit. Mitarbeitende von Energieversorgern verbringen oft Wochen oder sogar Monate vor Ort, um gemeinsam mit den Ingenieurinnen und Ingenieuren die Logik und die Benutzeroberflächen der Systeme auf ihre konkreten Anforderungen abzustimmen. Anstatt lediglich Zeichnungen zu übernehmen, gestalten die Kunden die Software gemeinsam mit dem Voith-Team. Das spart später Zeit und schafft Vertrauen in die endgültige Lösung.

**Automation as a Service: wenn Kunden das Labor nutzen**

Die Leistungen des Automation Lab sind Teil einer umfassenden Lifecycle-Support-Strategie innerhalb des HyService-Portfolios. Zum Einsatz kommen sie typischerweise bei der Planung der Modernisierung bestehender Anlagen oder bei der Inbetriebnahme neuer Kraftwerke. In beiden Fällen dient das Labor als entscheidende Vorbereitungs- und Testumgebung.



„Bei der Inbetriebnahme muss alles auf Anhieb funktionieren, insbesondere bei Modernisierungsprojekten, in denen die Zeitfenster für die Umsetzung besonders eng sind“, erklärt André Cunha, Automation Manager bei VHLA. „Indem wir die Softwareentwicklung vorab abschließen und die Steuerungslogik im Labor umfassend testen – inklusive Kommunikationstests und integrierter Systemsimulationen – helfen wir unseren Kunden, Stillstandszeiten zu minimieren, die Inbetriebnahme zu beschleunigen und die Betriebssicherheit vor Ort zu erhöhen.“

In den vergangenen Jahren nutzten Kunden das Labor zunehmend auch dafür, gemeinsam individuelle Steuerungslogiken zu entwickeln, digitale Schnittstellen zu testen und neue Technologien zu integrieren – und steigern so die Flexibilität und den langfristigen Wert ihrer Automatisierungslösungen.

**Projekte aus der Praxis: Skalierung und Komplexität**

Brasilien bietet einige der anspruchsvollsten Wasserkraftwerke der Welt. Diese Projekte zeigen nicht nur die Dimensionen moderner Wasserkraft, sondern auch die Vielfalt technischer Anforderungen, die Automatisierungssysteme heute erfüllen müssen.

- **Belo Monte (18 Einheiten, 11.233 MW):** komplette Automatisierungslösung, entwickelt und getestet für eines der leistungsstärksten Wasserkraftwerke Brasiliens.
- **Paulo Afonso IV (6 Einheiten, 2.462 MW):** vollständige Modernisierung für Eletrobrás – das Automatisierungssystem wurde vollständig im Labor geprüft und abgenommen.
- **Xingó (6 Einheiten, 3.162 MW):** kürzlich modernisiert – mithilfe der Simulations- und Testumgebung des Automation Lab.
- **Tucuruí (23 Einheiten, 8.370 MW):** eine der größten Automatisierungsmodernisierungen des Landes. Die abschließenden Abnahmetests sind für dieses Jahr geplant.

**Wissenstransfer in Echtzeit:**  
Schulungen und Live-Demos mit Kunden im Automatisierungslabor.



**Zuverlässigkeit von Anfang an mitdenken**

Anstatt auf Versuch und Irrtum in kleinteiligen Testumgebungen zu setzen, hat Voith frühzeitig und umfassend in ein leistungsfähiges Automation Lab investiert. Dieser strategische Ansatz ist fest im Servicekonzept verankert und trägt dazu bei, den Betrieb zuverlässig zu gestalten, Modernisierungen reibungslos umzusetzen und die Zukunftsfähigkeit der Anlagen zu sichern.

Im Zentrum dieses Ansatzes steht eine starke Kombination: Automatisierung und Digitalisierung, optimal aufeinander abgestimmt. Die Automatisierung gewährleistet einen sicheren, zuverlässigen und effizienten Betrieb. Darauf aufbauend liefert Voiths digitales Portfolio intelligente Lösungen für eine hochoptimierte Betriebs- und Wartungsstrategie. Dieses Zusammenspiel definiert die Zukunft der Wasserkraft.

Und es sind die Menschen, die das möglich machen. „Automatisierung ist in allen Phasen des Anlagenlebenszyklus entscheidend – sie ist deshalb immer auch ein Service- und People-Geschäft“, sagt Dirk Fuchs, Head of HyService Digital & Automation. „Hinter jedem erfolgreichen Projekt steht eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Team unseres Kunden und den Kolleginnen und Kollegen von Voith Hydro – ob Entwickler, Ingenieurinnen oder Serviceexperten. Wir sind stolz auf diese exzellente Einrichtung – aber noch mehr auf das Team, das sie trägt. Gerade in einem so wichtigen Markt wie Lateinamerika.“

**Innovation, die konkrete Probleme löst: wie das Automation Lab Herausforderungen in praxisnahe Lösungen verwandelt**

Hinter jeder Innovation im Automation Lab steht eine reale Herausforderung. So helfen aktuelle Entwicklungen dabei, die Zuverlässigkeit zu erhöhen, Kosten zu senken und den Weg in die digitale Zukunft zu ebnen. Herausforderung: unterschiedliche Hardware-Anforderungen und technische Standards.

- **Innovation:** Entwicklung von SPS-basierten Automatisierungslösungen jenseits der Siemens-Plattformen
- **Kundennutzen:** mehr Flexibilität zur Erfüllung lokaler oder projektspezifischer Vorgaben
- **Herausforderung:** Früherkennung mechanischer Abnutzung
- **Innovation:** Vibrationsüberwachungssysteme, gemeinsam mit Hydronne entwickelt, auf Basis von Echtzeit-Sensordaten
- **Kundennutzen:** Vorausschauende Wartung wird möglich – teure, ungeplante Ausfälle lassen sich vermeiden
- **Herausforderung:** Netzstabilität unter dynamischen Lastbedingungen erhalten
- **Innovation:** erweiterte Funktionen im Erregersystem, inklusive Betrieb im Synchronkondensator-Modus
- **Kundennutzen:** bessere Spannungsregelung und höhere Anlagenflexibilität bei Netzschwankungen
- **Herausforderung:** komplexe Betriebsabläufe und Wissenstransfer
- **Innovation:** Integration von Building Information Modeling (BIM) und Live-Automatisierungsdaten in einen digitalen Zwilling
- **Kundennutzen:** Interaktive Anlagensteuerung, realitätsnahes Operator-Training und Fernüberwachung werden möglich

# Mehr Energie

So erbringt die modernisierte Unit 5 für das Wasserkraftwerk Inga II im Kongo jetzt über 12 Megawatt mehr Leistung.

dank cleverer Geometrie

↑ 12 MW

mehr Output durch strömungsoptimiertes Design

↑  
Essenzielle Energiequelle der Region: Inga II erschließt die Kraft des Kongo.

↓  
Tauchteam ersetzt 100 Segmente des alten Rechens.

→  
Inga II: seit den 1980ern Strom für die Region und die Kamo-Coppermine.



Im Herzen der Demokratischen Republik Kongo, rund 300 Kilometer westlich der Hauptstadt Kinshasa, liegt eines der bedeutendsten Infrastrukturprojekte des Landes: das Wasserkraftwerk Inga II. Seit den 1980er Jahren liefert es Energie für die Region, insbesondere für die Kupfermine von Kamo-Copper. Doch nach jahrzehntelanger Beanspruchung war ein Teil des Kraftwerks in einem Zustand, der einen Weiterbetrieb unmöglich machte.

Die Rede ist von Unit 5, einem von insgesamt acht Maschinensätzen im Powerhouse von Inga II. Die Turbine war technisch nicht mehr funktionsfähig, das Equipment überaltert, die Steuerungssysteme veraltet. Der nationale Energieversorger SNEL (Société nationale d'électricité de la RDC) stand vor der Herausforderung, die Einheit zu reaktivieren – und sie gleichzeitig auf ein modernes Niveau zu heben, inklusive Leistungssteigerung.

Für diese Kompletterneuerung wurde Voith Hydro beauftragt. Die Finanzierung dieses Projekts wurde über Ivanhoe ermöglicht. Seit 2022 laufen die umfassenden Modernisierungsarbeiten. Heute, rund drei Jahre später, steht die Unit 5 kurz vor der vollständigen Wiederinbetriebnahme. Der neue Rotor wurde installiert, die heiße Phase der Abschlussarbeiten hat begonnen.

## Spezialtaucher im Einsatz

Die Arbeiten umfassten weit mehr als den Austausch von Turbine und Generator. Auch die komplette Peripherie wurde auf den neuesten Stand gebracht. Ein besonders aufwendiger Teil der Modernisierung war der Austausch des

sogenannten Trash Racks – des Einlaufrechens, der verhindert, dass größere Fremdkörper wie Holz oder Müll in die Turbine gelangen. Die Besonderheit: Der Austausch musste unter Wasser erfolgen, bei stark sedimenthaltigem Wasser, das kaum Sicht zulässt. Insgesamt wurden 100 einzelne Segmente des alten Rechens durch ein Spezialteam von Tauchern entfernt und ersetzt. Die Arbeiten wurden bei laufendem Kraftwerksbetrieb durchgeführt. Dadurch kommt es zu Strömungen und Wasserwirbeln im Oberbecken und dies erfordert die Einhaltung strenger Sicherheitsvorgaben sowie eine präzise Abstimmung mit dem Energieversorger.

Die Arbeiten wurden durch ein marokkanisches Spezialunternehmen ausgeführt, das auf Unterwasser-Montagen in anspruchsvollen Umgebungen spezialisiert ist. Die Herausforderung: Die Taucher mussten im Schichtbetrieb unter extrem eingeschränkten Sichtbedingungen arbeiten – mit schwerem Gerät, Unterwasserkommunikation und millimetergenauer Koordination. Ein zweites Tauchteam wurde bereitgestellt, um die wenigen verfügbaren Zeitfenster maximal effizient nutzen zu können, um die Arbeiten noch innerhalb des Terminplanes zu finalisieren.

Die neue Rechenkonstruktion ist für die höheren Durchflussmengen ausgelegt und eine notwendige Voraussetzung, um einen sicheren Betrieb der Unit nach Leistungssteigerung zu ermöglichen. Auch für benachbarte Maschinensätze wurde dieser Ansatz bereits in Erwägung gezogen.

## Über 12 Megawatt zusätzlicher Leistung

Noch in diesem Jahr nimmt die modernisierte Unit 5 ihren Betrieb auf. Die Leistungssteigerung ist beachtlich: Statt 178 liefert die neue Einheit nun 190,7 Megawatt. Das Plus von über 12 Megawatt wird maßgeblich durch einen gesteigerten Durchfluss und ein neues, strömungsoptimiertes Design erreicht. Die Maschine 5 wurde von dem Einlaufrechen bis zu der Turbine so überarbeitet, dass mehr Wasser mit weniger Verlusten die zusätzliche Energie erzeugen kann. Rein rechnerisch reicht diese zusätzliche Energie, um rund 100.000 kongolesische Haushalte mit Strom zu versorgen.

Die Umsetzung war herausfordernd: Vor allem die logistischen Prozesse forderten das Projektteam heraus: lange Transportwege, komplexe Freigabeprozesse beim Import sowie die Notwendigkeit, Arbeitsabläufe dynamisch an die jeweils verfügbaren Komponenten anzupassen. Zwischen Bestellung und Anlieferung, die durch langwierige Zollprozesse zusätzlich verzögert wurde, vergingen oft viele Monate. Dies erforderte höchste Flexibilität in der Projektkoordination und -abwicklung.

Björn Reeg, Head of Project Management bei Voith Hydro und verantwortlich für die Umsetzung des Projekts Inga 25, sagt: „Das Projekt Inga II zeigt, wie viel möglich ist, wenn technisches Know-how, die richtigen Partner und persönliches Engagement zusammenwirken. Wir mussten uns immer wieder flexibel auf neue Rahmenbedingungen einstellen – und konnten dabei jederzeit auf die Kompetenz und die Motivation unseres Teams zählen.“

Neben der Maschinentechnik wurden auch alle Steuerungs- und Automatisierungssysteme erneuert. Das neue Kontrollsystem soll die Verfügbarkeit, Sicherheit und einen besseren Datenaustausch mit dem Betreiber SNEL garantieren. Auch der digitale Turbinenregler, die Schutz- und Erregungssysteme sowie der hydraulische Regler wurden vollständig erneuert.

Das Projektteam von Voith war während der gesamten Umsetzung mit hoher personeller Präsenz vor Ort, um die nötige Expertise zu sichern und Engpässe in der Kommunikation zu vermeiden. Das Engagement reichte von technischen Fachkräften über regelmäßige Besuche des internationalen Projektmanagement-Teams bis zum Management-Team – ein Zeichen für die Priorität, die Inga II im Unternehmen genießt. Die Zusammenarbeit mit SNEL, der Ingenieurgesellschaft Gruner und den Finanzierungspartnern verlief konstruktiv und auf Augenhöhe.

Ein Vertreter von Gruner bringt es auf den Punkt: „Dieses Projekt steht aufgrund seiner strategischen Bedeutung für die Stabilität des Stromnetzes und die Entwicklung der Bergbauaktivitäten im Süden der Demokratischen Republik Kongo im Blickpunkt aller Wirtschaftsakteure des Landes. Eine enge Zusammenarbeit zwischen den Projektteams war von zentraler Bedeutung, um die zahlreichen Herausforderungen dieses Projekts gemeinsam zu bewältigen, ohne die technische Qualität der von Voith ausgeführten Anlagen und Arbeiten zu beeinträchtigen.“ Die Modernisierung weiterer Einheiten ist in Planung – für das Kraftzentrum der Region.

# HydroSchool

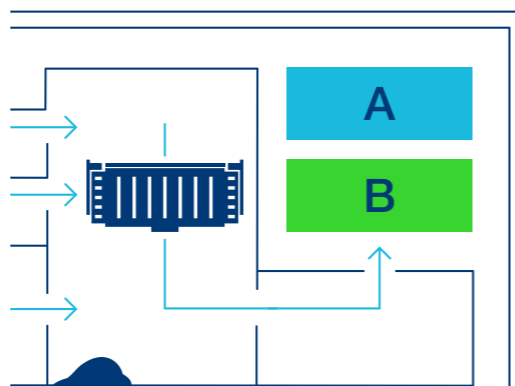
Wo Lernen Energie erzeugt



Gut geschulte Mitarbeitende sind entscheidend für den sicheren und effizienten Betrieb von Wasserkraftwerken. Voith hat auf diesen Bedarf reagiert und mit der HydroSchool ein regelmäßiges Weiterbildungsangebot etabliert. Im Interview erklärt Business Development Managerin Jennifer Schilk, wie die Idee entstanden ist – und welches Wissen in den Kursen vermittelt wird.

### Welche Idee steckt hinter der HydroSchool?

In der Wasserkraftbranche ist kontinuierliche Weiterbildung essenziell, denn die Technologie ist komplex. Ein Blick nach Kanada hat uns damals inspiriert: Dort finden seit Längerem ein etabliertes Kundenevent sowie Kundens Schulungen von Voith statt, bei denen Ingenieurinnen und Ingenieure regelmäßig Fortbildungen absolvieren müssen. Dieses Modell hat uns beeindruckt – und wir wollten ein vergleichbares Konzept auch in unserem Marktgebiet umsetzen. So entstand vor rund neun Jahren die Idee zur HydroSchool. Heute richtet sich das Angebot an Mitarbeitende aus der Branche, die ihr Wissen gezielt vertiefen oder auffrischen möchten.



### An wen richten sich die Kurse?

Wir bieten Schulungen und Weiterbildungen für Berufstätige an, vor allem für Kraftwerksmitarbeitende. Das ist nicht nur auf Ingenieursniveau beschränkt. Wir haben auch Anfragen, bei denen es um Techniker oder Auszubildende geht. Unsere Inhalte passen wir auf die Zielgruppe an, vom Einsteiger- bis zum Expertenlevel. Teilnehmer haben dabei die Wahl zwischen verschiedenen Formaten. Besonders gefragt sind unsere öffentlichen Kurse. In diesem anlagenübergreifenden Training, das für jeden zugänglich ist, werden allgemeine Grundlagen zu verschiedenen Themengebieten vermittelt, wie beispielsweise Turbinen oder hydraulische Regler.

### Welche Rückmeldungen bekommen Sie von den Teilnehmern?

Sehr positive. Einer sagte erst kürzlich zu mir: „Die Art der Wissensvermittlung ist ausgezeichnet und wirklich beeindruckend. Die Trainer sind Experten in ihren Themenfeldern und vermitteln den Lernstoff anschaulich und praxisnah.“

Und das stimmt auch, denn unsere Trainer kommen aus den Fachabteilungen. Das bedeutet, dass sie ihr Wissen und ihre Fähigkeiten direkt weitergeben können. Viele machen das mit großer Leidenschaft neben ihrer regulären Arbeit. Und diese Begeisterung merkt man in der Schulung.

### Welche Rolle spielen die Themen Wartung und Instandhaltung?

Viele Betreiber reparieren Maschinen erst, wenn etwas kaputt ist. Dabei lassen sich durch vorausschauende Wartung nicht nur Kosten sparen, sondern auch Stillstandszeiten vermeiden. Deshalb vermitteln wir in unseren Schulungen praxisnah, wie das gelingt – etwa durch den gezielten Einsatz von Sensorik und Überwachungslösungen. Ein zentrales Beispiel: unser Condition Monitoring Training, in dem wir zeigen, wie sich Ausfälle vermeiden und Prozesse optimieren lassen.

### Also leisten die Schulungen auch einen Beitrag dazu, dass Wasserkraftanlagen zuverlässiger betrieben werden können?

Auf jeden Fall. Auch das Thema Ersatzteilerhaltung ist hier relevant. Statt viele Ersatzteile vorzuhalten, kann man vorausschauend planen und gezielt bestellen. Das senkt die Lagerkosten.


### Welchen Vorteil hat Voith durch die HydroSchool?

Der Mehrwert liegt für uns in der Kundenbeziehung. Gerade bei den kundenspezifischen Schulungen entsteht oft ein enger Austausch, welcher zu weiteren Gesprächen und Ideen führen kann. Ein Beispiel: Wir haben aktuell ein größeres Projekt, das über drei Jahre gewachsen ist. Dort führen wir Basis- und Expertenschulungen durch – teils vor Ort, teils bei uns. Das schafft Vertrauen und langfristige Partnerschaften.

### Welche Botschaft möchten Sie potenziellen Teilnehmern mit auf den Weg geben?

Wissen und Lernen hört nie auf. Selbst wenn man sich bei einem Thema schon gut auskennt, zeigen unsere Kurse doch immer neue Perspektiven und Möglichkeiten auf. Besonders auch für kleinere Firmen und Betreiber von Kleinwasserkraftwerken sind unsere Trainings interessant. Wir gestalten Schulungen individuell und praxisnah. Wer seine Anlagen effizienter und zuverlässiger betreiben möchte, ist bei uns genau richtig.



A portrait of Raphael Bäuerlen, a man with short dark hair and glasses, wearing a dark sweater over a collared shirt. He is smiling and has his arms crossed. The background is a solid blue color.

„Was mich an Service begeistert, ist die technische Komplexität jeder Anlage – und die Verantwortung, mit unserem Service ihre Leistungsfähigkeit für viele weitere Jahrzehnte zu sichern. So leisten wir im Team einen direkten Beitrag zum Erfolg der erneuerbaren Energien.“

Raphael Bäuerlen  
Global Head of HyService CAPEX  
(Refurbishments & Upgrades)



Erfahren Sie mehr über HyService:  
von Diagnose und Wartung bis zur Modernisierung – für einen zuverlässigen  
Betrieb und eine optimale Leistung Ihrer Wasserkraftanlage.

**VOITH**