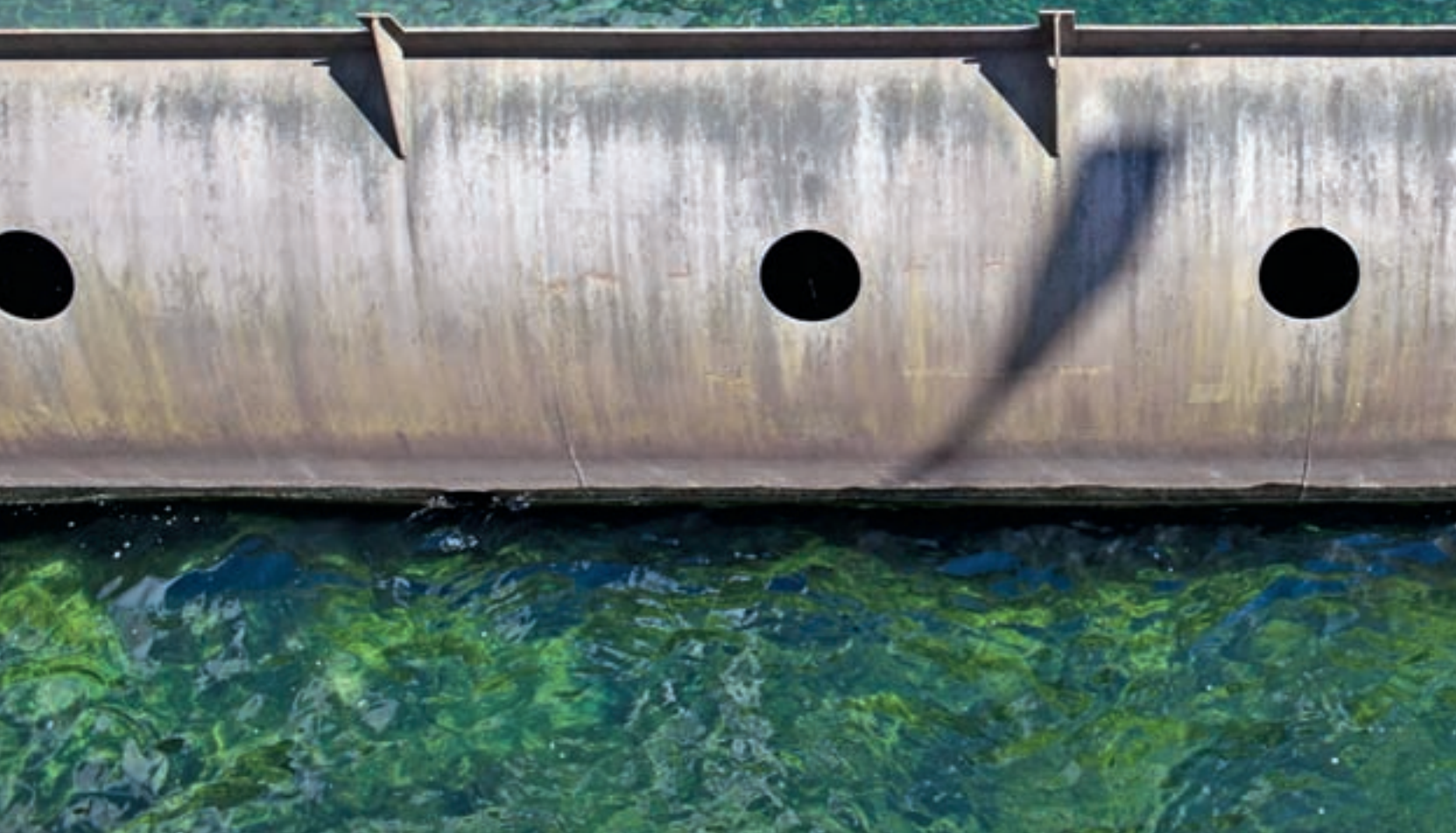


Einmal Fjord und zurück

Auf der Suche nach **Speichern für Wind- und Sonnenstrom** stehen die norwegischen Wasserreservoirs im Fokus. Aber wie viel Potenzial gibt es tatsächlich, und wollen die Norweger überhaupt Strom aus Europa aufnehmen? Ein Besuch in einem **Pumpspeicher-kraftwerk**.



Gestaut: Tief in den norwegischen Fjords nutzt der Energiekonzern Statkraft die Wasserkraft. Die Kraftwerke von Ulla-Førre haben eine Leistung von mehr als zwei Gigawatt.



Text: Karsten Wiedemann, **Fotos:** Ilja C. Hendel

Björn Sandvik bekommt in letzter Zeit häufiger Besuch in Suldal, 115 Kilometer nördlich der norwegischen Großstadt Stavanger. Gruppen aus Deutschland, China und sogar der amerikanische Energieminister waren schon da. Sie alle kommen nicht, um die atemberaubend schöne Fjordlandschaft Westnorwegens zu bewundern. Sie kommen, um sich Sandviks Arbeitsplatz anzuschauen, der sich über die bescheidende Fläche von 2000 Quadratkilometern erstreckt. Der Ingenieur leitet die Kraftwerksgruppe Ulla-Førre, eine Mischung aus Pumpspeicher- und Wasserkraftwerk. Das Mammutprojekt des staatlichen Energiekonzerns Statkraft besteht aus einem System von 34 größeren und kleineren, teilweise regulierten Zuflüssen, einem Dutzend Wasserspeichern und zahlreichen bis zu zehn Meter breiten unterirdischen Tunneln (siehe Grafik Seite 38). Vier Wasser- und ein Pumpspeicherkraft nutzen die Energie des Wassers. Kraftwerksleiter Björn Sandvik muss dafür sorgen, dass im System Ulla-Førre alles funktioniert. Er koordiniert die Einsätze der Techniker. „Im Sommer sind wir viel im Auto unterwegs, im Winter mit dem Schneemobil und dem Helikopter“, erzählt er.

Seinen Besuchern zeigt Sandvik gerne das Wasserkraftwerk Kvittdal. Mit dem Auto geht es dann 600 Meter tief in einen Berg hinein, bis zu einer Sackgasse. Björn Sandvik wendet den Wagen. „Wir müssen mit der Front zum Ausgang parken und den Schlüssel stecken lassen, damit wir im Notfall schnell rauskommen“, erklärt er. Durch eine unscheinbare Glastür in der Felswand geht es in die Kraftwerkshalle, ein imposanter Raum, hundert Meter tief und rund 20 Meter hoch in den Berg geschlagen. An einer Seite ist der massive Fels zu sehen, der Rest ist orange verkleidet. Zehn Meter unter dem Boden treibt das Wasser vier Turbinen an. 66 Kubikmeter Wasser pro Sekunde, die aus 520 Meter nahezu senkrechtem Gefälle heranstürzen, sorgen für 333 Umdrehungen pro Minute. Viel mehr als ein kleines Surren ist davon nicht zu spüren. Dabei leisten die vier Turbinen zusammen über 1200 Megawatt (MW), also mehr als ein durchschnittliches Atomkraftwerk.

Kvittdal ist das größte Wasserkraftwerk Norwegens. „Diese Leistung steht innerhalb von Minuten zur Verfügung“, erklärt Sandvik stolz. An dieser Stelle horchen die meisten Besucher auf. Denn die Energiewelt ist auf der Suche nach Möglichkeiten, erneuerbaren Strom zu speichern und diesen bei Bedarf möglichst schnell wieder zur Verfügung zu haben. Nach einer Studie der Unternehmensberatung Boston Consulting Group müssen sich bei einem wachsenden Angebot von fluktuierendem Strom aus Wind und Sonne die Speicherkapazitäten in Europa in den kommenden 15 Jahren vervierfachen. Norwegen steht dabei im Fokus. Das Land bezieht seinen Strombedarf zu 99,5 Prozent aus Wasser, welches in 370 Kraftwerken genutzt wird. Die meisten davon verfügen über angeschlossene



Gute Pflege: Die Turbinen im Wasserkraftwerk Kvildall werden regelmäßig gewartet. Sie sollen 80 Jahre lang Dienst tun.

ne Reservoirs. Vor allem letztere haben es den Energiewissenschaftlern angetan. Mit rund 82 Terrawattstunden (TWh) verfügt Norwegen über rund die Hälfte der gesamten europäischen Wasserspeicherkapazitäten.

Im Sommer speichern, im Winter verbrauchen

Auch das Kraftwerk Kvilldal wird aus einem solchen Wasserspeicher versorgt, dem Blasjø, zu deutsch: blauer See, in 1000 Meter Höhe. Mit mehr als drei Millionen Kubikmetern Inhalt und knapp acht Terrawattstunden Kapazität ist er der größte Energiespeicher Norwegens. Zum Vergleich: Alle deutschen Pumpspeicher zusammen kommen gerade mal auf 0,04 TWh.

Blasjø ist das Herzstück von Ulla-Førre. Entstanden ist der Gebirgssee aus vielen kleinen Seen, die mit einem System aus einem Dutzend bis zu 140 Meter hohen Dämmen zum zehngrößten Binengewässer des Landes gestaut wurden. Über 15 Jahre arbeiteten bis zu 1500

Menschen an dem Milliardenprojekt Ulla-Førre, das 1988 fertig gestellt wurde. Ein immenser Eingriff in die Natur ist das gesamte Kraftwerk bei aller kohlendioxidfreien Energieproduktion allemal. Die Widerstände gegen den Bau hielten sich dennoch in Grenzen: Die zuvor arme Region Rogaland profitiert von den Steuereinnahmen und den Arbeitsplätzen. Und anders als bei vielen deutschen Projekten ist der blaue See mit wenigen Einschränkungen frei zugänglich.

Die installierte Turbinenleistung aller Kraftwerke in Ulla-Førre beträgt zwei Gigawatt (GW). Gegenüber dem umstrittenen chinesischen Megaprojekt Drei-Schluchten-Staudamm mit einer installierten Turbinenleistung von 18,2 GW klingt das bescheiden. Dennoch werden in den Kraftwerken von Ulla-Førre rund fünf Prozent oder 4,5 Terrawattstunden des norwegischen Strombedarfs produziert. Der Energieüberschuss zeigt, Ulla-Førre ist primär ein Wasserkraft- und kein Pumpspeicherkraftwerk. Aber: Wird gerade kein Strom gebraucht, etwa im Sommer, wenn die Norweger die Ferien auf ihren Hütten verbringen, dient die Anlage auch als Speicher. Im Wasserkraftwerk Saurdal können zwei der vier Turbinen das Wasser 400 Meter hinauf in den blauen See pumpen. Rund ein Viertel der jährlichen Energieproduktion des Kraftwerks Saurdal nimmt der

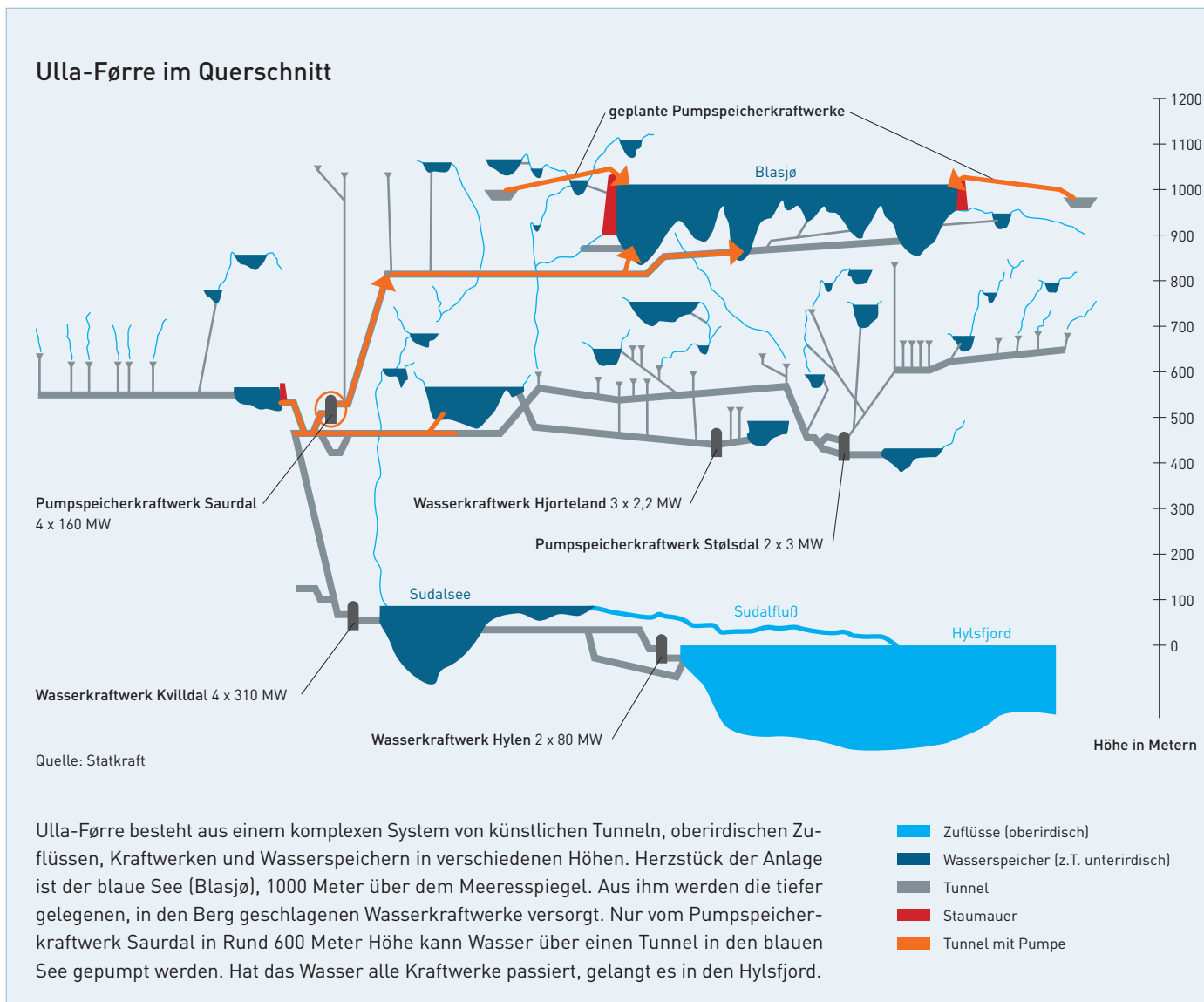


Herr des Wassers: Für den Betrieb des gesamten Systems ist Bjørn Sandvik zuständig.

Pumpbetrieb in Anspruch. Bisher wird der Strom für die Pumpen in einer kleinen Kraftwerksstation vor Ort erzeugt.

Das könnte sich ändern, zumindest nach den Vorstellungen von Energieexperten. Mit überschüssigem Windstrom aus Deutschland und anderen Ländern soll Wasser in die Speicher gepumpt werden. Wird der Strom benötigt, treibt das Wasser aus den Speichern die Turbinen an, die Strom produzieren. So setzt beispielsweise der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) in seinem aktuellen Energieszenario für eine regenerative Vollversorgung Deutschlands auf eine Verbindung skandinavischer Wasserkraft- und Pumpspeicherpotenziale mit den deutschen Erzeugungskapazitäten (neue energie 6/2010). Das Land könnte wegen seiner großen Speicherpotenziale und des relativ einfachen leistungstechnischen Anschlusses an die deutsche Windenergienutzung in der Nordsee eine zentrale Rolle für den erfolgreichen Ausbau der Elektrizitätserzeugung aus regenerativen Energiequellen in Deutschland spielen. Pumpspeicherkraftwerke seien als Kurzzeitspeicher für große Strommengen die wirtschaftlichste Option, heißt es auch in einem Gutachten des Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik Kassel. Sie sei zudem die einzig ausgereifte Großspeichertechnik (siehe Seite 24).

Fortsetzung Seite 38 ▶



Pumpen können mehr leisten

Kraftwerksleiter Sandvik kennt diese Ideen – und er befürwortet sie. „Ich mag die Idee, dass Wind und Wasser Hand in Hand gehen.“ Den Betrieb entsprechend umzustellen, sei kein Problem. „Wir könnten noch mehr pumpen“, sagt er und deutet auf eine Grafik, die seine Aussage verdeutlicht. Zu sehen sind die Aktivitäten der Turbinen im Kraftwerk Saurdal. Der Pumpbetrieb beschränkt sich auf wenige Monate im Frühjahr und Sommer, wenn in Norwegen die Energienachfrage sinkt und der Preis entsprechend niedrig ist. Den Rest des Jahres wird Strom produziert, vor allem im Winter. Die Norweger heizen überwiegend mit Strom und gehören, bei allem Stolz auf die



grüne Stromproduktion, zu den größten Stromverbrauchern der Welt.

Ulla-Førre ist mit dieser Betriebsweise typisch für alle norwegischen Pumpspeicherkraftwerke. Die Reservoirs werden nur als saisonale Speicher genutzt. Ein Schema, das sich ändern müsste. Der Energiekonzern Statkraft bereitet sich bereits darauf vor. Das Staatsunternehmen produziert rund ein Drittel des norwegischen Stroms und betreibt insgesamt 218 Wasserkraft- und Pumpspeicherkraftwerke in Norwegen und Europa. „Der Unterschied im Vergleich zu heute wird sein, dass wir häufiger zwischen den Wasserreservoirs hin und her pumpen. Wir brauchen also keine neuen Wasserspeicher“, sagt Oluv Ulseth, bei Statkraft für das Europageschäft zuständig (siehe Seite 40).

Der Wechsel zwischen Pumpenbetrieb und Energieproduktion sei im Minutentakt möglich, bestätigt Björn Sandvik. Die Kapazitäten ließen sich zudem erhöhen, wenn noch mehr Turbinen in den Kraftwerken auf Pumpbetrieb umgerüstet würden, erläutert er. Bisher gibt es in Ulla-Førre nur zwei Kombiturbinen.

Auch die Regierung in Oslo kann der Vision, die grüne Batterie Europas zu werden, offenbar einiges abgewinnen. Das Land will



Gigantische Reservoir: Der Blasjø ist mit mehr als drei Millionen Kubikmetern Inhalt und knapp acht Terawattstunden Kapazität der größte Energiespeicher Norwegens (oben).

Aus dem Stausee Suldalvatnet müssen aus Naturschutzgründen Mindestmengen in einen Fluss abgelassen werden, damit die Fische nicht auf dem Trockenen sitzen (unten).



eine weltweit führende Nation in Sachen erneuerbare Energien werden, wie die Staatssekretärin im Ministerium für Öl und Energie, Sigrid Hornegrad, kürzlich auf einer deutsch-norwegischen Offshore-Konferenz verkündete. Wasserspeicher spielen dabei für sie eine zentrale Rolle.

Ohne Netz geht nichts

Ganz ohne weiteres lässt sich der Betrieb indes nicht umstellen. Sollten die Pumpen in Ulla-Førre und den rund einem Dutzend anderen Großspeicherkraftwerke in Norwegen künftig häufiger arbeiten, würde sich logischerweise der Wasserspiegel der angeschlossenen Reservoirs häufiger ändern. Aus Umweltschutzgründen gibt es hier Beschränkungen. „Die Betriebslaubnis schreibt minimale und maximale Wasserstände vor“, erläutert Sandvik die Ausgangslage. Im Winter würde häufiges Pumpen zudem die Eisdecke auf den Speichern destabilisieren. Sie müssten dann abgesperrt werden. Die Regierung müsste Vorgaben machen, wie oft gepumpt werden darf, sagt Sandvik.

Laut SRU reichen die norwegischen Speicherkapazitäten aus, um neben dem normalen Einsatz für die norwegische Elektrizitätsver-

sorgung auch Windstrom aus Deutschland aufzunehmen und später wieder in Energie umzuwandeln. Über allem steht jedoch die Netzfrage. Ohne neue Stromleitungen in der Nordsee wird deutscher Windstrom nicht bis in die Fjorde Norwegens und wieder zurück gelangen. „Als erstes müssen nicht die Speicher, sondern das Netz ausgebaut werden. Besonders zwischen Norwegen und dem europäischen Kontinent“, betont deshalb Oluf Ulseth.

Ein solcher Netzausbau erfordert nach unterschiedlichen Berechnungen bis zu 30 Milliarden Euro an Investitionen. Pläne dazu gibt es schon lange. Nicht nur um erneuerbaren Strom in Norwegen zu parken, sondern auch um von günstig erzeugtem Strom in Skandinavien zu profitieren. Der Energiekonzern Eon hatte das gemeinsam mit dem norwegischen Netzbetreiber Statnett geplante „Viking-Kabel“ bereits im Genehmigungsverfahren, stoppte das Projekt aber dann im Jahr 2001 unter anderem aus Furcht vor Klagen gegen den Bau. Kraftwerksleiter Björn Sandvik erinnert sich zudem an Pläne, eine direkte Kabelverbindung vom Kraftwerk Kvittdal nach Schottland zu bauen. Passiert sei aber nichts.

Seit einiger Zeit erleben solche Pläne eine Renaissance. Ein Konsortium aus den norwegischen Energieversorgern Agder und Lyse mit einem Schweizer Energiehändler hat das Viking-Projekt aufgegriffen und will es nun unter dem Label Nor Ger umsetzen. Das Raumordnungsverfahren für das 1,4 Milliarden teure Unterfangen wurde vor kurzem eröffnet. Ende Juni stieg der norwegische Netzbetreiber Statnett mit 50 Prozent in das Projekt ein. Der erste Strom soll im Jahr 2015 fließen. Bereits seit zwei Jahren verbindet das 580 Kilometer lange Nord-Ned-Hochspannungskabel Norwegen mit den Niederlanden.

Nach Angaben des niederländischen Netzbetreibers Tennet stammt 80 Prozent des übertragenen Stroms aus erneuerbaren Quellen. Das Unternehmen plant in Kooperation mit Statnett bereits ein zweites Kabel, Nord Ned 2, sowie eine Verbindung zwischen Norwegen und Deutschland (Nord Link). In nicht allzu weiter Ferne könnte also tatsächlich Strom aus deutschen Windparks im blauen See gespeichert werden. ◀