
IASS POLICY BRIEF 1/2016

Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS)

Potsdam, Februar 2016

Sichere Energie in einer Welt knapper Wasserressourcen

Sybille Röhrkasten, Dominik Schäuble, Sebastian Helgenberger

IASS
POTSDAM



*

Wir danken Fritz Holzwarth, dem ehemaligen stellvertretenden Generaldirektor für Wasserwirtschaft im Bundesumweltministerium (BMUB), Manfred Konukiewitz, IASS Senior Fellow und ehemaliger Unterabteilungsleiter „Globale und sektorale Aufgaben“ im Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ), Patrick Matschoss (IASS) sowie Kristin Nicolaus (IASS) für ihre kritischen und hilfreichen Kommentare.

Der globale Wasserbedarf im Energiesektor ist enorm. Ohne Politikwechsel wird er weiter stark wachsen. Dabei gefährdet Wassermangel schon jetzt die weltweite Energieversorgung. vielerorts musste die Stromerzeugung aufgrund von Dürren oder Hitzewellen bereits vorübergehend zurückgefahren werden. Naturgemäß war die Wasserkraft davon besonders stark betroffen. Aber auch die Leistung von Atom- und Kohlekraftwerken wurde aufgrund fehlenden Kühlwassers gedrosselt. Der Klimawandel und der global ansteigende Wasserbedarf werden den Wettlauf um das kostbare Gut zusätzlich verschärfen – was Entscheidungsträger zunehmend vor Herausforderungen bei der Verteilung von Wasser stellt.

Bisher neigen Energiepolitiker dazu, Wasser als reichlich vorhandene Ressource zu betrachten, um die sie sich bei der Planung des Energiesystems kaum kümmern müssen. Die Wahl der Energiequelle beeinflusst jedoch erheblich, wie viel Wasser für die Stromerzeugung benötigt wird. Zwar existieren technische Lösungen, mit denen sich der Energiesektor gegen Wasserknappheit wappnen kann. Sie werden jedoch zu wenig genutzt. Neue Bündnisse zwischen Entscheidungsträgern aus den Sektoren Wasser und Erneuerbare Energien könnten indes helfen, den globalen Wasser- und Energiebedarf zu befriedigen und die sozioökonomische Entwicklung mit den ökologischen Wachstumsgrenzen unseres Planeten in Einklang zu bringen.

Vor diesem Hintergrund hat sich das IASS mit wichtigen Partnern zusammengetan, um auf internationalen Wasser- und Energiekonferenzen Optionen für eine höhere Wasser- und Energiesicherheit zu sondieren: auf den World Water Weeks 2014¹ und

2015² und der South Africa International Renewable Energy Conference (SAIREC) 2015.³ Die dabei gewonnenen Einsichten sind in diesen Policy Brief eingeflossen. Zur Förderung wassersparender Stromerzeugung in aller Welt gibt das IASS die folgenden drei Empfehlungen:

■ **Empfehlung 1: Erhöhung des Anteils von Windkraft und Photovoltaik in wasserarmen Regionen.** Denn das sind im Vergleich die wasserschonendsten Energiequellen. Überdies vermindern sie aufgrund minimaler Treibhausgasemissionen klimabedingte Wasserrisiken.

■ **Empfehlung 2: Berücksichtigung des Wasserverbrauchs bei Entscheidungen im Energiesektor.** Besseres Wassermanagement im Energiesektor kann durch Nutzungsgebühren vorangetrieben werden, die die wahren Kosten von Wasser widerspiegeln. Darüber hinaus lässt sich der Faktor Wasserverbrauch durch Integration in Energiesystemmodelle bei der Planung des Energiesystems berücksichtigen.

■ **Empfehlung 3: Transparenz des Wasserverbrauchs im Energiesektor erhöhen.** Fehlende Daten zum tatsächlichen Wasserbedarf von Energieversorgern in verschiedenen Teilen der Welt verhindern fundierte Entscheidungen. Sowohl Privatunternehmen als auch der öffentliche Sektor sollten ihren Wasserverbrauch daher genauer überwachen – und die Ergebnisse veröffentlichen.

¹ „Producing electricity with less water“, veranstaltet vom IASS, dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU), der Internationalen Organisation für erneuerbare Energien (IRENA), dem International Water Management Institute (IWMI), dem Turkish Water Institute (TWI) und der Thirsty Energy Initiative der Weltbank, Stockholm, 1. September 2014.

² „Governing the water-energy nexus: new integrated management practices“, organisiert von IASS, IRENA und der Thirsty Energy Initiative der Weltbank, Stockholm, 24. August 2015.

³ „Towards sustainable energy security in a water-constrained world“, ausgerichtet von IASS, Greenpeace Africa, IRENA und der Thirsty Energy Initiative der Weltbank, Kapstadt, 5. Oktober 2015.

1. Wasserknappheit: ein Risiko für eine sichere Stromversorgung

In vielen Teilen der Welt hat Wassermangel bereits die Stromversorgung beeinträchtigt (siehe Abb. 1, S. 4). Obgleich ein globales Phänomen, ist es die Abhängigkeit von Wasser auf lokaler Ebene, die große thermische Kraftwerke und Wasserkraftwerke anfällig für wasserbedingte Einschränkungen macht. In den meisten Fällen mussten Kraftwerke ihre Stromerzeugung aufgrund von Dürren und Hitzewellen herunterfahren. Gleichzeitig führt große Hitze oft zu erhöhtem Strombedarf, was es noch schwieriger macht, Angebot und Nachfrage in Einklang zu bringen.

Naturgemäß wird vor allem die Stromerzeugung aus Wasserkraft durch Wassermangel beeinträchtigt (Tabelle 1). Gerade Regionen mit hohem Wasserkraftanteil erlebten in Dürreperioden Stromausfälle und Einschränkungen der Stromversorgung. So führte im Jahr 2012 ein verspäteter Monsun zu geringerer Wasserkrafterzeugung in Indien, während der Strombedarf zur selben Zeit anstieg. Von den zweitägigen Stromausfällen waren über 600 Millionen Menschen betroffen.⁴ In Brasilien waren im Januar 2015 mehr als vier Millionen Menschen von Stromrationierungen und -ausfällen betroffen, verursacht durch die schlimmste Dürre in der Geschichte des Landes. Hauptgründe waren die geringe Wasserkrafterzeugung und der erhöhte Stromverbrauch durch Klimaanlagen.⁵

Allerdings mussten auch schon Kern- und Kohlekraftwerke wegen Wasserknappheit vorübergehend vom Netz genommen oder mit reduzierter Leistung

gefahren werden. In den Vereinigten Staaten, Europa und Australien gab es bereits zahlreiche wasserbezogene Beeinträchtigungen der Stromerzeugung aus Kohle und Atom (Tabelle 1). In diesen Regionen befinden sich viele Kohle- und Kernkraftwerke. Gleichzeitig sind die Umweltauflagen relativ streng. In Polen etwa führte im August 2015 eine Hitzewelle zu eingeschränkter Verfügbarkeit nutzbarer Kühlwassers – und zu geringerer Stromerzeugung aus Kohle. In der Folge schränkte die Regierung den industriellen Stromverbrauch ein.⁶ Und im Sommer 2003 musste der französische Stromversorger Electricité de France (EdF) aufgrund einer Hitzewelle und hoher Wassertemperaturen in Flüssen vorübergehend die atomare Stromerzeugung herunterfahren; der Rückgang entsprach einer Leistung von vier bis fünf Reaktoren.⁷ Durch den Klimawandel können niedrigere Pegelstände und höhere Wassertemperaturen in europäischen und nordamerikanischen Flüssen das Risiko einer eingeschränkten Stromerzeugung aus Kohle und Atom noch erhöhen.⁸

Der Klimawandel und der weltweit zunehmende Druck auf die Ressource Wasser werden die wasserbezogenen Risiken weiter verschärfen. 2050 leben voraussichtlich mehr als 40 Prozent der Weltbevölkerung in Gebieten mit großem Wassermangel.⁹ Als Folge werden die politisch Verantwortlichen immer schwierigere Entscheidungen bei der Verteilung von Wasser fällen müssen. Konkurrenz mit Blick auf den Wasserbedarf wird dabei Endverbraucher aus allen Bereichen der Volkswirtschaft betreffen.¹⁰

⁴ International Energy Agency (IEA) (2012): World Energy Outlook 2012.

⁵ The Guardian (2015): Brazil's worst drought in history prompts protests and blackouts. 23. Januar 2015.

⁶ PSE S.A. (2015): Information on the situation in the Polish power system. pse.pl/index.php?dzid=32&did=2516. (letzter Zugriff 19.08.2015).

⁷ The Guardian (2003): Heatwave hits French power production. 12. August 2003.

⁸ van Vliet, Michelle T. u.a. (2012): Vulnerability of US and European electricity supply to climate change. In: Nature Climate Change 2 (9), S. 676–681. DOI: 10.1038/NCLIMATE1546.

⁹ UNESCO (2014): Water and Energy. The United Nations World Water Development Report 2014.

¹⁰ World Economic Forum (2015): Global Risks 2015. Genf.

Sichere Energie in einer Welt knapper Wasserressourcen

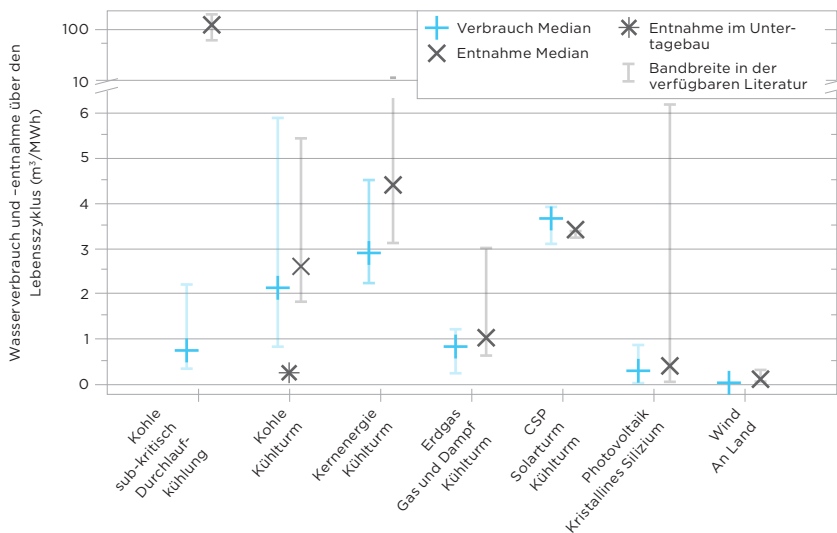
Abbildung 1: Weltweiter Wasserstress (Quelle: WRI Aqueduct 2014).
Die angezeigten Orte beziehen sich auf Tabelle 1.



Tabelle 1: Beispiele wasserbedingter Einschränkungen der Stromerzeugung durch Wasser- (☉ in Abbildung 1), Kohle- und Kernkraftwerke (☉ in Abbildung 1).

Index	Land	Jahr	Technologie	Auswirkungen
1	Brasilien	2015	Wasserkraft	Stromverbrauchsrationierung und rollierende Versorgungsunterbrechungen
2	USA, Kalifornien	2015, 2014	Wasserkraft	Erzeugung aus Wasserkraft im Jahr 2014 bei 50% des Wertes von 2013
3	Indien	2012	Wasserkraft	Zwei Tage andauernde Blackouts, 600 Mio. Betroffene
4	China	2011	Wasserkraft	Strenge Energieeffizienzmaßnahmen, Verbrauchsrationierung
5	Vietnam, Philippinen	2010	Wasserkraft	Eingeschränkte Erzeugung, Versorgungsengpässe
6	Ecuador	2009	Wasserkraft	Stromversorgungskrise, Blackouts in ganz Ecuador
7	Uganda	2006, 2004	Wasserkraft	Eingeschränkte Erzeugung, angespannte Versorgungssituation, Preisanstiege
8	Kenia	2002, 1999	Wasserkraft	Um 25% reduzierte Erzeugung
I	Polen	2015	Kohle	Einschränkung des industriellen Verbrauchs wegen reduzierter Stromerzeugung der Kohlekraftwerke
II	Deutschland	2015	Kohle	Eingeschränkte Erzeugung in zwei Kohlekraftwerken
III	USA, Connecticut	2012	Kernenergie	Abschaltung eines von zwei Reaktoren wegen zu hoher Meerwassertemperaturen
IV	USA, Illinois	2012	Kernenergie	Betrieb jenseits der Temperaturgrenzwerte des Kühlwasserreservoirs
V	USA, Alabama	2011, 2010, 2007	Kernenergie	Eingeschränkte Erzeugung
VI	Australien	2009, 2007	Kohle	Eingeschränkte Erzeugung und Strompreisspitzen
VII	Frankreich, Deutschland, Spanien	2006	Kernenergie	Eingeschränkte Erzeugung wegen zu hoher Flusswassertemperaturen
VIII	Frankreich	2003	Kernenergie	Reduzierte Erzeugung äquivalent zur Leistung von 4-5 Reaktoren; Betrieb jenseits der Wassertemperaturgrenzwerte

Abbildung 2: Wasserverbrauch und -entnahme über den Lebenszyklus für unterschiedliche Energieträger und Kühltechnologien (Quelle: IASS auf Basis der Daten in Meldrum et al., 2013)



2. Wasser wird bei energiepolitischen Entscheidungen häufig übersehen

Energiepolitiker neigen zur irrigen Annahme, Wasser sei reichlich vorhanden, und es bestehe kein Grund zur Sorge.¹¹ Nur in den wasserärmsten Regionen der Welt ist man sich der Endlichkeit des Wassers bewusst. Inner- und außerhalb des Energiesektors gehen Nutzer mit Wasser oft um, als sei es im Überfluss vorhanden. Denn selten spiegelt der gezahlte Preis Wert und Knappheit von Wasser adäquat wider. Oft ist Wasser kostenlos, oder die Preise decken die Versorgungskosten nicht.¹² Zudem ist im Energiesektor die Offenlegung des Wassermanagements der Unternehmen wenig entwickelt.¹³ Und was das Bewusstsein für die Risiken des hohen Wasserverbrauchs angeht, hinkt die öffentliche Hand sogar noch hinterher.¹⁴

Ein Hauptgrund für die ungenügende Aufmerksamkeit gegenüber der Begrenztheit von Wasser sind fehlende Daten. Vielerorts gibt es keine zuverlässigen Informationen über Wasservorkommen. Und selbst wenn es sie gibt, sind sie selten mit Daten aus dem Energiesektor kompatibel. Fehlende Wasser-Daten betreffen den gesamten Energiesektor. In den Bereichen jenseits der Stromerzeugung ist das Thema noch weniger beleuchtet. Weitaus größere Lücken klaffen, wenn es um Lebenszyklusanalysen geht.¹⁵

Auch Machtungleichgewichte tragen dazu bei, dass Wasser zu wenig Beachtung findet. Da der Energiesektor politisch und wirtschaftlich einflussreich ist, wird seinem Wasserbedarf oft Vorrang eingeräumt. In manchen Ländern gelten Energieversorger als strategische Wassernutzer: Wenn die Wasserversorgung nicht für alle reicht, wird ihnen zuletzt der Hahn zugedreht. Die negativen Folgen des Wasserverbrauchs im Energiesektor – seien es geringere Verfügbarkeit

für andere Nutzer oder Wasserverschmutzung – erhalten oft nicht die nötige politische Aufmerksamkeit. Das gilt vor allem dann, wenn Betroffene armen Gruppen mit geringem Einfluss angehören – etwa Slumbewohner oder Kleinbauern.

Nicht zuletzt wird Wasser auch deshalb übersehen, weil es nicht in den eigenen Verantwortungsbereich fällt. Energie und Wasser werden meist getrennt voneinander behandelt. Spezialisierung bringt zwar Vorteile, kann aber auch zu Betriebsblindheit führen: Entscheidungsträger lassen Fragen jenseits ihres Ressorts eher außer Acht. Hinzu kommt: Energie- und Wassermanagement sind auf unterschiedlichen Ebenen angesiedelt. Während Energiefragen häufig auf nationaler Ebene entschieden werden, gehört Wasser meist in den Verantwortungsbereich kommunaler Behörden. Und je höher die politische Ebene, desto schwieriger wird die Abstimmung: Eine integrierte Planung findet eher auf der kommunalen Ebene statt, während auf nationaler und internationaler Ebene das „Silodenken“ um sich greift. Viel zu selten gibt es Anreize, die Politiken sektorübergreifend zu koordinieren.¹⁶

Gerade der öffentliche Sektor vernachlässigt noch häufig wasserbezogene Risiken und verfolgt kurzfristige Interessen. Das gilt vor allem in Regionen, in denen die Wasserversorgung noch nicht akut gefährdet ist, es aber in Zukunft sein wird. Auch private Investitionsentscheidungen im Energiesektor werden oft aufgrund kurzfristiger Vorteile getätigt. Dabei reichen die Konsequenzen solcher Entscheidungen weit in die Zukunft. Und sie sind einer Reihe künftiger Risiken ausgesetzt.

¹¹ Siehe zum Beispiel UNESCO (2015); UNESCO (2014); IRENA (2015): *Renewable Energy in the Water, Energy and Food Nexus*; World Bank (2013): *Thirsty Energy, Water Papers*.

¹² UNESCO (2015).

¹³ CDP (2014): *From water risk to value creation*. CDP Global Water Report 2014.

¹⁴ Westphal, K./Röhrkasten, S. (2013): *Energieversorgung: Vom Umgang mit internationalen und vernetzten Versorgungsrisiken*, in Beisheim, M. (Hg.): *Der „Nexus“ Wasser-Energie-Nahrung*, Berlin: SWP.

¹⁵ IRENA (2015); World Bank (2013); UNESCO (2015).

¹⁶ IRENA (2015); UNESCO (2014); World Water Week (2014): *Overarching Conclusions*.

3. Wasser ist ein wesentlicher Faktor der aktuellen Stromerzeugung

Der Wasserbedarf des weltweiten Energiesektors ist erheblich und wird sich weiter erhöhen, wenn kein Politikwechsel stattfindet. Im Jahr 2010 gingen geschätzte 583 Milliarden Kubikmeter (15 Prozent der gesamten globalen Wasserentnahme) auf das Konto des Energiesektors.¹⁷ Der Wasserverbrauch¹⁸ belief sich dabei auf rund 66 Milliarden Kubikmeter (das entspricht in etwa dem Volumen eines Würfels mit einer Kantenlänge von vier Kilometern). Laut dem IAE New Policies Szenario im *World Energy Outlook 2012* wird bis 2035 die globale Wasserentnahme durch den Energiesektor um etwa 20 Prozent steigen und der Wasserverbrauch um etwa 85 Prozent.

Der Großteil des im Energiesektor genutzten Wassers und ein hoher Anteil des gesamten in industrialisierten Ländern genutzten Wassers ist der Stromerzeugung zuzuschreiben. Bei der konventionellen Stromerzeugung wird Wasser vor allem für zwei Zwecke verwendet: als Arbeitsmedium in Wasserkraftwerken und als Standardkühlmittel in thermischen Kraftwerken wie etwa Kohle- oder Atomkraftwerken. In den Vereinigten Staaten beträgt der Anteil der Süßwasserentnahme für die thermische Stromerzeugung etwa 40 Prozent der gesamten Süßwasserentnahmen und vier Prozent des gesamten Süßwasserverbrauchs.¹⁹ In Entwicklungs- und Schwellenländern könnte sich die im Energiesektor genutzte Wassermenge im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung bedeutend erhöhen, sollten dort konventionelle Formen der Stromerzeugung (Wasserkraft, Dampfturbinen) in großem Maßstab zum Einsatz kommen.

Die Verfügbarkeit von Wasser für Kraftwerke ist sowohl physisch als auch durch Gesetze und Vorschriften eingeschränkt. Die für die Kühlung von Kraftwerken entnommenen Wassermengen müssen tatsächlich verfügbar sein. Darüber hinaus kann die Wasserverfügbarkeit für Kraftwerke durch Wasserzuteilungsrechte begrenzt sein. Die Wärmebelastung von Gewässern durch die Ableitung von Kühlwasser wird vielerorts durch Temperaturhöchstwerte zum Schutz lokaler Ökosysteme reguliert. Auch das Ausmaß der chemischen Belastung von Gewässern aufgrund von Brauchwasserableitungen durch Kraftwerke (die etwa Zinkverbindungen für die Aufbereitung von Kühlwasser enthalten) kann durch Grenzwerte geregelt sein. Die Verfügbarkeit von Wasser und Grenzwerte für Wassertemperaturen in Gewässern waren in der Vergangenheit die Faktoren, die am häufigsten zu einer Einschränkung der Stromerzeugung geführt haben.

Die Wahl der Energiequellen wirkt sich in hohem Maß auf die Wassermenge aus, die für die Stromerzeugung benötigt wird. Über den gesamten Lebenszyklus betrachtet, benötigen thermische Kraftwerke am meisten Wasser im Betrieb – und zwar zur Kühlung während der Stromerzeugung (siehe Abb. 2 auf Seite 4).²⁰ Den höchsten Bedarf an Kühlwasser haben Atom-, Kohle- und solarthermische Kraftwerke. Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerke, die mit Erdgas betrieben werden, benötigen wegen ihres höheren Wirkungsgrades weniger Wasser. Windkraft- und Photovoltaikanlagen haben einen sehr geringen Wasserbedarf, der hauptsächlich bei der Produktion der

¹⁷ Siehe Fußnote 4.

¹⁸ Wasserverbrauch: die Wassermenge, die über einen längeren Zeitraum aus einem Wasservorkommen entnommen und nicht wieder in den Wasserkreislauf zurückgeführt wird. Wasserentnahme: die gesamte Wassermenge, die einem Wasservorkommen entnommen wird, meist nur vorübergehend.

¹⁹ EPA (2014): *The Impact of Traditional and Alternative Energy Production on Water Resources: Assessment and Adaptation Studies*. USA.

²⁰ J. Meldrum u. a. (2013): „Life cycle water use for electricity generation. A review and harmonization of literature estimates“, in: *Environmental Research Letters* 8 (1), S. 15031. DOI: 10.1088/1748-9326/8/1/015031.

Anlagen anfällt (siehe Abb. 2 auf Seite 4). Der Wasserbedarf der Stromerzeugung durch Wasser-, Geothermie- und Biomassekraftwerke variiert enorm und ist beispielsweise vom lokalen Klima (etwa Niederschlägen und Verdunstung) abhängig.

Die Kühltechnik hat einen signifikanten Einfluss auf den Wasserbedarf von thermischen Kraftwerken. Die am weitesten verbreiteten Techniken sind die Durchlaufkühlung und die Umlaufkühlung. Bei Kraftwerken mit Durchlaufkühlung ist die Wasserentnahme sehr hoch, der Wasserverbrauch hingegen relativ gering. Kraftwerke mit Umlaufkühlung entnehmen viel weniger Wasser, doch der Großteil davon wird nicht in den Wasserkreislauf zurückgeführt (siehe Abb. 2).

Die Trockenkühlung ist eine bewährte technische Option zur Reduzierung des Wasserbedarfs von thermischen Kraftwerken, aber sie ist mit hohen Kosten und einem hohen Flächenverbrauch verbunden. Mit Trockenkühlssystemen kann der Wasserbedarf von thermischen Kraftwerken auf etwa zwei Prozent²¹ des Bedarfs der Nasskühlung reduziert werden. Dabei müssen allerdings erhebliche Abstriche an anderer Stelle in Kauf genommen werden. Die Trockenkühlung ist weniger effektiv als die Nasskühlung. Und das bedeutet: Der Brennstoffbedarf ist höher,

und pro erzeugter Megawattstunde (MWh) werden mehr Treibhausgase emittiert. Darüber hinaus sind die Investitionskosten höher (um das Zwei- bis Vierfache), und der Flächenverbrauch ist größer als etwa bei Nasskühltürmen, da mehr Oberfläche für die Wärmeabführung benötigt wird.²²

Süßwasser zur Kühlung könnte teilweise durch Wasser aus anderen Quellen ersetzt werden. Doch das ist mit höheren Kosten und geringerer Effizienz verbunden. Auch durch die Nutzung von Abwasser (etwa aus kommunalen Abwassersystemen, aus der Schiefergasförderung und dem Kohlebergbau) oder Salzwasser aus dem Meer beziehungsweise aus salzhaltigen Aquiferen kann der Bedarf an Süßwasser vermindert werden. Abwasser muss vor der Verwendung als Kühlwasser in der Regel jedoch aufbereitet werden, um Korrosion im Kühlsystem zu verhindern. Das zieht zusätzliche Kosten und eine Reduzierung der Gesamteffizienz des Kraftwerks nach sich. Die Kühlung mit Meerwasser kann vor allem durch Wärmebelastung des Wasserkörpers genauso negative Auswirkungen auf maritime Ökosysteme haben wie die Rückführung von Süßwasser in Oberflächengewässer. Außerdem ist die Kühlung mit Meerwasser nur unmittelbar an oder in der Nähe von Küsten möglich.

²¹ Gas- und Dampfturbinenkraftwerk: Trockenkühlung im Vergleich zum Kühlturm (siehe Fußnote 20).

²² World Bank (2013): *Thirsty Energy (Water Papers)*.

4. In wasserarmen Regionen den Anteil von Windkraft und Photovoltaik erhöhen

Der Wasserbedarf von Photovoltaikanlagen und Windturbinen ist sehr gering. Der Wasserverbrauch beläuft sich über den gesamten Lebenszyklus hinweg auf rund 0,1 bis 14 Prozent, die Entnahme auf etwa zwei bis 15 Prozent dessen, was konventionelle Kraftwerke (Kohle oder Atom) zur Erzeugung von einer Megawattstunde Strom benötigen (siehe Abb. 2 auf Seite 4). Abgesehen davon emittieren Photovoltaik- und Windkraftanlagen keine oder nur sehr geringe Mengen Treibhausgase. Weitere Vorteile dieser Form der Stromerzeugung sind mittlerweile weithin bekannt, etwa die Unabhängigkeit von Brennstoffimporten, die Wertschöpfung direkt vor Ort, die Verbesserung der Widerstandsfähigkeit des Gesamtsystems und die Möglichkeit, auch Regionen ohne Anschluss an Versorgungsnetze einen Zugang zu Elektrizität zu verschaffen.

Mit der raschen Ausweitung des Markts für Photovoltaik- und Windkraftanlagen²³ sind die Kosten dieser Technologien drastisch gesunken.²⁴ Dennoch ist die Schaffung eines stabilen politischen Umfelds der Schlüssel zur Förderung von Investitionen in Er-

neuerbare Energien. Um die schwankende Stromerzeugung durch Photovoltaik- und Windkraftanlagen und den Strombedarf in Einklang zu bringen, gibt es ein ganzes Spektrum an Flexibilitätsoptionen (etwa Netzausbau, Lastmanagement, flexible thermische Kraftwerke). In Regionen, die bereits unter Wassermangel leiden oder in Zukunft leiden werden, könnten Investitionen in Photovoltaik- und Windkraftanlagen vielversprechende Optionen sein, um dem steigenden Strombedarf gerecht zu werden, ohne den Druck auf das Klima und die knappen Wasservorräte weiter zu erhöhen. Das Gleiche gilt für Regionen, in denen aufgrund abnehmender Wasservorräte Alternativen zur Wasserkraft gefunden werden müssen (wie etwa in Brasilien und Kalifornien).

Technologische Lösungen sind zwar wichtig, aber sie werden nicht ausreichen. Um die Anfälligkeit des Energiesektors gegenüber einer Verknappung des nutzbaren Wassers und gleichzeitig die Auswirkungen des Energiesektors auf die Gewässer zu reduzieren, ist ein Politikwechsel nötig.

²³Die weltweit vorhandene Kapazität betrug 2014 177 GW durch solare Photovoltaik und 370 GW durch Windkraft (REN21 2015).

²⁴Aufgrund der jeweiligen Rahmenbedingungen sind die Stromgestehungskosten (Levelised costs of electricity, LCOE) von Land zu Land unterschiedlich. In Deutschland betragen sie 2013 10–14 Ct/kWh bei PV-Aufdachanlagen, 7,8–12 Ct/kWh bei großen solaren PV-Anlagen und 4,5–11 Ct/kWh bei Windparks an Land. Demgegenüber betragen die Gestehungskosten 6,3–8 Ct/kWh bei Steinkohlekraftwerken und 7,5–9,8 Ct/kWh bei Gas-Dampfkombikraftwerken (Kost u. a. 2013).

5. Transparenz der Wassernutzung im Energiesektor verbessern

Um das Wissen über den Wasserverbrauch des Energiesektors zu verbessern, müssen unterschiedliche Akteure eng zusammenarbeiten. Jeder dieser Akteure kann dazu beitragen, das verfügbare Datenmaterial zur Wasserintensität und -verschmutzung im Bereich der Energieerzeugung zu erweitern. Da die Wasserintensität der Energietechnologien von Ort zu Ort meist deutlich variiert,²⁵ sind kontextspezifische Daten erforderlich – vor allem in jenen Regionen, die bereits von Wasserknappheit betroffen sind oder in absehbarer Zukunft sein werden.

Energieunternehmen können ihre Bedarfsberechnung verbessern – im Rahmen der Ex-ante-Planung und der Projektdurchführung. Dies dient auch dem Eigeninteresse der Unternehmen, da solche Informationen zentrale Voraussetzung für effektive Risikovorbeugung sind. Entsprechende Anstrengungen können auch auf freiwilliger Basis beruhen. Ein positives Beispiel hierfür ist die Water for Energy Framework Action Group, die Energieunternehmen hilft, den eigenen Wasserbedarf und dessen Auswirkungen einzuschätzen.²⁶ Wenn nötig, können auch Regulierungsmaßnahmen durchgeführt werden. So verabschiedete etwa der Bundesstaat Kalifornien ein Gesetz zur Meldepflicht von Ölunternehmen, die nun angeben müssen, wie viele und welche Art von Wasserquellen sie bei ihren Bohrungen nutzen.²⁷

Auch im öffentlichen Sektor können Bedarfsschätzungen für Wasser verbessert werden. Zu einer umfassenden Bewertung gehören dabei die Etappen der Planung, der Umsetzung und der Evaluation. Dies sollte sowohl für Energieinvestitionen im Inland als auch für Energieprojekte in der Entwicklungszusammenarbeit gelten. Besonders wichtig ist, dass die Ergebnisse für die Öffentlichkeit leicht zugänglich sind und auch die Verteilungswirkung der Wassernutzung durch den Energiesektor aufgezeigt wird.

Die Akteure in der internationalen Energiepolitik können weltweit das Bewusstsein für den Einfluss des Energiesektors auf den Wasserhaushalt und die Wasserqualität schärfen. Zugleich können sie Entscheidungsträgern bei der Einschätzung des tatsächlichen Wasserbedarfs helfen. Ein wichtiger Beitrag ist vor diesem Hintergrund der *World Energy Outlook 2012* der IEA, in dem ein ganzes Kapitel der Wassernutzung im Energiesektor gewidmet ist. In Zukunft könnte die IEA dies im Rahmen ihrer World Energy Outlooks und Onlinedatenbanken regelmäßig aktualisieren. Der von der IRENA veröffentlichte *Nexus Report 2015* stellt ebenfalls einen Schritt in die richtige Richtung dar. Er liefert einen konzeptionellen Rahmen für die Einschätzung des Wasser- und Bodenbedarfs unterschiedlicher Energiemixe. Neben internationalen Organisationen wie der IEA und der IRENA bieten die United Nations Sustainable Energy for All Initiative (SE4All) mit der Nexus High Impact Opportunity passende Plattformen zur Erhöhung der Transparenz mit Blick auf den Wasserverbrauch des Energiesektors.

NGOs, wissenschaftliche Einrichtungen und Journalisten auf der ganzen Welt können ergänzende und unabhängige Wirkungsanalysen von wasserrelevanten Energieentscheidungen liefern. Auf der einen Seite würde das jene Entscheidungsträger im Energiebereich stützen, die ohnehin bereit sind, die Endlichkeit der Wasservorräte zu berücksichtigen. Auf der anderen Seite könnte so der notwendige öffentliche Druck erzeugt werden, um Verhaltensänderungen bei jenen Akteuren zu bewirken, die sich bislang weigern, zu handeln – etwa im Fall einer Wassernutzung auf Kosten anderer. Die Bewertung der Verteilungswirkungen der Wassernutzung im Energiesektor würde auch transparent machen, wer die Verlierer dieser Wassernutzung sind.

²⁵ IRENA (2015).

²⁶ Die Leitung bei dieser Partnerschaft hat Electricité de France, und sie wird unterstützt von European Innovation Partnership on Water. Siehe EIP Water, W4EF, <http://www.eip-water.eu/W4EF> (letzter Zugriff 20.07.2016); siehe auch World Water Week (2014) und World Bank (2014): Thirsty Energy Update.

²⁷ IRENA (2015).

6. Wasserknappheiten bei energiepolitischen Entscheidungen berücksichtigen

Dem Energiesektor für die Nutzung von Wasser Gebühren aufzuerlegen, die die wahren Kosten und die tatsächliche Verknappung widerspiegeln, bietet einen sehr effektiven Weg, das Wassermanagement in der Branche zu verbessern. Die zentrale Bedeutung von Süßwasser für das Leben von Menschen ist sicher ein Hauptgrund für niedrige Wassergebühren oder eine kostenlose Wasserversorgung. Gleichwohl zieht dies auch negative Folgen nach sich: So wird signalisiert, dass Wasser eine Ressource ist, über die sich kein Konsument Gedanken machen muss. Und das führt zu übermäßiger Nutzung und einer weiteren Verknappung. Außerdem gelten niedrige Wassergebühren nicht nur für Privathaushalte, sondern auch für industrielle Unternehmen, den Energiesektor und die Landwirtschaft – die zusammengekommen für rund 90 Prozent der globalen Wasserentnahmen verantwortlich sind.²⁸ Somit genießen vor allem diese Endnutzer und nicht Privathaushalte die Kostenvorteile durch subventionierte Wasserpreise.

Um zu verhindern, dass höhere Wasserpreise das Menschenrecht auf Wasser aushöhlen, indem sie Haushalten mit niedrigem Einkommen den Zugang zu Wasser versperren, sollten Preiserhöhungen nur für die nichtprivate Wassernutzung oder für eine private Wassernutzung über einem bestimmten Schwellenwert vorgenommen werden.

Wasserknappheiten in die Energieplanungsmodelle der öffentlichen Hand einzubeziehen, ist vergleichsweise leicht umzusetzen und kann enorme positive Effekte haben. In diesem Zusammenhang war der Start der Thirsty Energy Initiative der Weltbank im Jahr 2014 ein wichtiger erster Schritt. Das Programm, das gegenwärtig in Südafrika, Marokko und China läuft, trägt dazu bei, dass Staaten Synergien entdecken, eine Balance zwischen der Energieentwicklung und der Wassernutzung finden und sektorübergreifendes Planen in den politischen Prozess einführen können.

²⁸ World Water Week (2014).

7. Erweiterung der Perspektive: die globale Nachhaltigkeitsagenda vorantreiben

Die von den Vereinten Nationen verabschiedeten nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) offenbaren ebenfalls das Potenzial – und die Notwendigkeit – eines bewussten und schonenden Wassermanagements im Energiesektor. Und sie geben einen klaren Kurs vor: Die internationale Gemeinschaft soll bis zum Jahr 2030 die Verfügbarkeit und das nachhaltige Management von Wasser und Sanitäreinrichtungen für alle (SDG 6) gewährleisten und allen Menschen Zugang zu erschwinglicher, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie (SDG 7) verschaffen. Gerade im Energiesektor stellen die SDGs eine bemerkenswerte Neuerung dar: Bis vor Kurzem haben die Vereinten Nationen Energiefragen weitgehend aus ihren Verlautbarungen ausgeklammert, da unter den Mitgliedsstaaten kein Konsens erzielt werden konnte.²⁹

Ein bewusstes und ressourcenschonendes Wassermanagement im Energiesektor ist von entscheidender Bedeutung, wenn das Energie-SDG nicht mit dem Wasser-SDG in Konflikt geraten soll. Der auf der Grundlage der 1992 formulierten Vision nachhaltiger Entwicklung von der internationalen Gemeinschaft

aufgestellte Katalog von insgesamt 17 SDGs ist mit der Forderung und der Chance verbunden, Synergien zwischen verschiedenen Zielen herzustellen. Ein gutes Beispiel hierfür ist ein integriertes Management von Wasser und Energie, das die Förderung wasserschonender Energietechnologien wie Windkraft- und Photovoltaikanlagen einschließt. Eine Ausweitung des Zugangs zu Energie ohne Berücksichtigung von Wassermangel und Klimawandel verpasst solche Chancen und pervertiert den Gedanken der Nachhaltigkeit durch die Verengung der Agenda auf einzelne ausgewählte Ziele.

Die SDGs liefern gute Gründe für die Stärkung von Bündnissen zwischen Entscheidungsträgern der beiden Sektoren Wasser und erneuerbare Energien. Die Kraft der neuen Agenda für nachhaltige Entwicklung liegt darin, dass sie ein Bewusstsein für nachhaltige Politik und internationale Zusammenarbeit schafft und Schritte dazu skizziert. Damit stehen wir vor der einmaligen Chance, die Wasser- und Energiesicherheit miteinander in Einklang zu bringen. ■

²⁹ S. Röhrkasten, (2015): *Global Governance on Renewable Energy*, Springer VS Research.



Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) e. V.

Das vom BMBF und dem Land Brandenburg geförderte Institut hat das Ziel, Entwicklungspfade für die globale Transformation zu einer nachhaltigen Gesellschaft aufzuzeigen. Das IASS folgt einem transdisziplinären, dialogorientierten Ansatz zur gemeinsamen Entwicklung des Problemverständnisses und von Lösungsoptionen in Kooperation zwischen den Wissenschaften, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Ein starkes nationales und internationales Partnernetzwerk unterstützt die Arbeit des Instituts. Zentrale Forschungsthemen sind u. a. die Energiewende, aufkommende Technologien, Klimawandel, Luftqualität, systemische Risiken, Governance und Partizipation sowie Kulturen der Transformation.

IASS Policy Brief 1/2016 Februar 2016

Institute for Advanced Sustainability Studies Potsdam (IASS) e. V.

Redaktion: Corina Weber, Alexander Grieb
Übersetzung: Gabriele Gockel

Adresse:
Berliner Straße 130
14467 Potsdam
Deutschland
Telefon 0049 331-28822-340
www.iass-potsdam.de

E-Mail:
media@iass-potsdam.de

Wissenschaftliche Direktoren
Prof. Dr. Mark Lawrence (vertretungsberechtigt)
Prof. Dr. Patrizia Nanz
Prof. Dr. Ortwin Renn

DOI: 10.2312/iass.2016.014
ISSN: 2196-9221

