



# Wasserkraft und Klimawandel

## Eine problematische Beziehung

von **Amelie Huber**

unter Mitwirkung von  
**Thilo F. Papacek und  
Heike Drillisch**



**GegenStrömung  
CounterCurrent**



# WASSERKRAFT UND KLIMAWANDEL – Eine problematische Beziehung

Von Amelie Huber

unter Mitwirkung von Heike Drillisch und Thilo F. Papacek (GegenStrömung)

Berlin 2018

*Für den Inhalt dieser Publikation sind allein Autor und Herausgeber verantwortlich; die hier dargestellten Positionen geben nicht den Standpunkt von Engagement Global gGmbH und dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung wieder.*

## Herausgeber:



GegenStrömung / CounterCurrent  
[www.gegenstroemung.org](http://www.gegenstroemung.org)  
[gegenstroemung@gegenstroemung.org](mailto:gegenstroemung@gegenstroemung.org)



c/o  
Institut für Ökologie und Aktions-Ethnologie e.V. (INFOE)  
Melchiorstr. 3  
D-50670 Köln  
[www.infoe.de](http://www.infoe.de)  
[infoe@infoe.de](mailto:infoe@infoe.de)

**Layout:** Thilo F. Papacek

**Titelbild:** Die Nuozhadu-Talsperre in Yunnan/China am Lancang-Jiang-Fluss, wie der Oberlauf des Mekong in China heißt Quelle: International Rivers (CC BY NC 2.0)

**Druck:** Die Umweltdruckerei, Hannover. Gedruckt auf Recyclingpapier (Umweltzeichen Euroblume)



Gefördert von ENGAGEMENT GLOBAL im Auftrag des

sowie



<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>I. Grüne und Saubere Wasserkraft? Wie Staudämme zum Klimawandel beitragen</b>	<b>6</b>
I.1 Die Wasserkraft als Treibhausgasfabrik	6
I.2 Der indirekte Beitrag der Wasserkraft zur globalen Emissionsbilanz	7
I.3 Wasserkraft als Energieversorger für Klimasünder	7
Infokasten: Emissionsprozesse an Wasserkraftanlagen	8
I.4 Die Wissenschaftsdebatte über Wasserkraftemissionen	9
1. <i>Unregelmäßigkeiten bei der Emissionsmessung</i>	
2. <i>Unstimmigkeit über die Berücksichtigung des Faktors Zeit</i>	
3. <i>Die Notwendigkeit einheitlicher Messstandards</i>	
4. <i>Einflussnahme der Wasserkraftindustrie</i>	
Infokasten: Elektrizität und Entwicklung	10
Infokasten: Wasserkraft, Umweltgerechtigkeit und soziale Missstände – ein nüchterner Blick auf das „Grün-und-sauber“-Label	12
<b>II. Wasserkraft und Klimarisiken – Wechselwirkungen</b>	<b>13</b>
II.1 Klimarisiken für die Wasserkraft	13
II.2 Wasserkraft als Risikofaktor für Energiesicherheit und Hochwasserschutz	14
Fallbeispiel: Wasserkrafttrisiken im Himalaya	15
Fallbeispiel: Klimawandelanfälligkeit in Afrika	16
<b>III. Klimafinanzierung für die Wasserkraft</b>	<b>18</b>
III.1 Der Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (CDM)	18
III.2 Der Grüne Klimafonds (GCF)	19
III.3 Green Bonds	20
Infokasten: Der Africa Climate Business Plan der Weltbank	21
<b>IV. Klimaverträgliche und -resiliente Alternativen zum Wasserkraftausbau</b>	<b>22</b>
IV.1 Energieeffizienz steigern	22
IV.2 Energiesysteme diversifizieren und dezentralisieren	23
<b>Schluss</b>	<b>25</b>
<b>Endnoten</b>	<b>26</b>

Seit dem Beginn des 21. Jahrhunderts erlebt der Staudambau einen neuen Boom. Vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern ist die Zahl der privaten und öffentlichen Investitionen, sowohl in Klein- als auch Mega-Staudammprojekte, rasant gewachsen. Angetrieben wird diese Entwicklung von nationalen Bestrebungen nach Wirtschaftswachstum, Devisen und Energiesicherheit, sowie von der zunehmenden Bedeutung, die der Wasserkraft als Kapitalanlage für Finanzfonds und in der Klimafinanzinfrastruktur zukommt.<sup>1</sup> Dabei schienen der Branche Ende der 1980er und in den 1990er Jahren aufgrund der umstrittenen sozialen und ökologischen Auswirkungen von Großstaudämmen die Finanzmittel auszugehen.<sup>2</sup> Die boomende Staudammindustrie legitimiert sich u. a. mit dem Diskurs der grünen, sauberen und klimafreundlichen Wasserkraft. Die wachsende Besorgnis über die Ursachen und Folgen des Klimawandels und die damit verbundene erhöhte Nachfrage nach erneuerbaren Energien befeuern das Argument, dass Wasserkraft als CO<sub>2</sub>-neutrale Energie zur Bekämpfung der fortschreitenden Erderwärmung unabkömmlich sei. Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) müssten in den nächsten 2 Jahrzehnten 800 GW zusätzliche Wasserkraft installiert werden, um das 2-Grad-Ziel des Pariser Abkommens zu erreichen.<sup>3</sup> Die augenscheinliche Klimaneutralität der Wasserkraft wurde mittlerweile von Wissenschaft und zivilgesellschaftlichen Organisationen widerlegt (siehe Kapitel I). Dennoch, so schreibt GegenStrömung-Mitarbeiter Christian Russau, „hält sich das Narrativ von der klimafreundlichen Wasserkraft hartnäckig. Es [wurde] uns von nahezu allen Konzernen aus dem Staudammbusiness entgegengehalten, die wir im Rahmen unserer Arbeit in den vergangenen Jahren zu ihren Staudammaktivitäten und -beteiligungen befragt und – auch öffentlich – kritisiert haben“.<sup>4</sup> Auch erhalten Wasserkraftprojekte immer wieder Gelder aus Klimafinanzierungsprogrammen (siehe Kapitel III). Die wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Auswirkungen dieses großangelegten Zugriffs auf die verbleibenden wasserkrafttauglichen Flüsse der Erde werden ein beispielloses Ausmaß erreichen, wenn nicht umgehend umgesteuert wird.<sup>5</sup> Diese Broschüre soll der Öffentlichkeit und Entscheidungsträger\*innen als Wegweiser durch die komplexe Klima-Wasserkraft-Debatte dienen. Oft werden Abwägungen des Für und Wider von zusätzlichen Wasserkraftinvestitionen auf zwei gegenläufige Prioritäten reduziert: CO<sub>2</sub>-arme Energieversorgung

(die die Wasserkraft angeblich bietet) oder sozial- und umweltverträgliche Entwicklung (wo für die Wasserkraft vermehrt auch Schwachstellen eingeräumt werden). So argumentieren z. B. Forscher\*innen des Deutschen Instituts für Entwicklungspolitik (DIE), eine Energiewende ohne Wasserkraft sei in vielen Ländern nicht denkbar und ihre Rolle sei trotz der lokal problematischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen maßgeblich für eine Eindämmung des Klimawandels.<sup>6</sup> Die Debatte über den Sinn eines Ausbaus nationaler Wasserkraftkapazitäten in Zeiten des Klimawandels umfasst aber weitaus mehr und vielschichtiger Aspekte. Mit dieser Broschüre möchten wir den Diskurs der klimafreundlichen Wasserkraft in Frage stellen und aufzeigen, dass die Wasserkraft aufgrund verschiedener klimarelevanter Aspekte problematischer ist als sie oft beworben wird. Und nicht nur das. Aufgrund des Klimawandels greifen auch viele andere Argumente, für die die Wasserkraft oft gepriesen wird, nicht immer – so etwa ihr Beitrag zu wirtschaftlicher Entwicklung und Energiesicherheit in Entwicklungsländern.

In Kapitel I beleuchten wir den Mythos der grünen, sauberen und klimaneutralen Wasserkraft. Entgegen der weitverbreiteten Meinung, dass Wasserkraft emissionsneutral oder ihr Schadstoffausstoß vernachlässigbar sei, kommen viele wissenschaftliche Studien zu dem Schluss, dass Treibhausgasemissionen aus Wasserkraft nicht unerheblich zum Klimawandel beitragen. Häufig werden die wissenschaftlichen Erkenntnisse zu Wasserkraftemissionen aber von Entscheidungsträger\*innen und von der breiten Öffentlichkeit entweder nicht wahrgenommen oder verdrängt. Zwei weitere Aspekte, die oft keinen Eingang in die Klima-Wasserkraft-Debatte finden, sind Emissionen, die die Wasserkraft durch Zerstörung oder Modifizierung wichtiger Kohlenstoffspeicher wie Wälder, Flüsse und Ozeane verursacht; sowie die Frage, wie klimafreundlich die Endnutzung von Strom aus Wasserkraft ist. Vielerorts ist Wasserkraft nicht nur Energieversorger für schmutzige Industrien, sondern trägt auch zu deren Expansion bei.

Während die Auswirkungen der Wasserkraft auf den globalen Kohlenstoffkreislauf Grund genug zur Beunruhigung geben, gibt es noch andere Aspekte, die ihre Klimaverträglichkeit in Frage stellen und grundsätzliche Bedenken gegenüber dem globalen Ausbau der Wasserkraft in Zeiten des Klimawandels aufkommen lassen. Zum einen beeinträchtigen Kli-



marisiken, wie vermehrt auftretende Dürren oder Flutereignisse, die Sicherheit und Effizienz von Wasserkraftwerken und damit auch deren Sozialverträglichkeit und wirtschaftliche Rentabilität. Darunter leiden vor allem ärmere Länder, deren Energieversorgung in hohem Maße von der Wasserkraft abhängig ist und die in Krisensituationen auf teure Stromerzeugungsalternativen zurückgreifen müssen. Zum anderen haben Wasserkraftanlagen zum Teil schwerwiegende Auswirkungen auf die Kapazitäten sozio-ökologischer Systeme, sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen. Die Klimawandelanfälligkeit bestimmter Ökosysteme und Bevölkerungsgruppen erhöht sich dadurch. Kapitel II veranschaulicht diese Wechselwirkungen zwischen Wasserkraft und Klimarisiken mit Fallbeispielen aus dem afrikanischen Sambesi-Flussgebiet und dem Himalaya. Ein dritter Themenblock beschäftigt sich mit klimaorientierten Fördermechanismen für die Wasserkraft. Die Förderung von Wasserkraftprojekten durch prominente Klimafinanzmechanismen der UNO stellt maßgebliche Anreize für die Wasserkraftindustrie dar und beeinflusst so auch neue Investitionsdynamiken im Wasserkraftsektor.<sup>7</sup> Auch auf nationaler Ebene begünstigen Initiativen zur Förderung des Staudammbaus, unter anderem als Teil der Klimaschutz-Zusagen einzelner Länder zur UN Klimarahmenkonvention (UNFCCC), die Expansion des Wasserkraftsektors.<sup>8</sup> Kritiker\*innen bemängeln, dass

klimaorientierte Wasserkraftfördermaßnahmen nur die Illusion des Klimaschutzes schaffen, in Wirklichkeit aber Bemühungen um effektivere Lösungen für das Klimaproblem ausbremsen.<sup>9</sup> Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass Klimaüberlegungen in der Realität eine auffallend geringe Rolle in Planungsprozessen für neue Wasserkraftanlagen oder in Instrumenten zu deren Sozial- und Umweltfolgenabschätzung spielen.<sup>10</sup> Kapitel III hinterfragt die Legitimität von Klimafördermaßnahmen für Wasserkraftwerke und beleuchtet deren Konsequenzen für die Erreichung von Klimazielen. Auch der weit verbreitete Diskurs, die Wasserkraft sei alternativlos und daher unumgänglich, bedarf einer kritischen Hinterfragung. Wie schneidet der Sektor in Blick auf Wirtschaftlichkeit, Wettbewerbsfähigkeit und Zweckdienlichkeit zur Klimaanpassung im Vergleich mit anderen erneuerbaren Energien ab? Bei welchen Energiequellen gibt es noch ungenutztes Potential, dessen Entwicklung eine Förderung viel nötiger hätte als die konventionelle Wasserkraft – eine im Prinzip „veraltete“ Technologie? Und braucht es überhaupt so viele neue Energiequellen oder könnten Energielücken in viel größerem Maße durch Effizienzsteigerungen und eine Optimierung des Energieverbrauchs geschlossen werden? Das vierte und abschließende Kapitel bietet einen kleinen Ausblick auf diese Debatte, deren Abhandlung in Wirklichkeit einer eigenen Publikation bedürfte.

Der Stausee des Wasserkraftwerks Balbina ist eine bedeutende Quelle von Treibhausgasen  
Foto: Seabirds / Wikimedia (CC BY 3.0)



# I. GRÜNE UND SAUBERE WASSERKRAFT?

## WIE STAUDÄMME ZUM KLIMAWANDEL BEITRAGEN

6

Eines der am häufigsten verwendeten Argumente für einen globalen Ausbau der Wasserkraft ist deren augenscheinliche Klimaneutralität. Wasserkraft, so heißt es, liefert erneuerbare und CO<sub>2</sub>-neutrale Energie, welche in Zeiten des beschleunigten Klimawandels gefördert werden müsse.<sup>1</sup> Wie und in welchem Ausmaß große Stauseen und Wasserkraftwerke in den globalen Kohlenstoffkreislauf eingreifen, wird immer noch stark unterschätzt und in der Wasserkraft-Debatte zu meist übersehen. Ihr Beitrag zu klimaschädlichen Treibhausgasemissionen wird oft als so gering gehandelt, dass sie in vielen Emissionsschätzungen und nationalen CO<sub>2</sub>-Registrierungen sogar komplett vernachlässigt werden.<sup>2</sup> Dabei weisen wissenschaftliche Studien schon seit vielen Jahren auf einen durchaus signifikanten Emissionsausstoß durch Großstaudämme und Wasserkraftwerke hin.<sup>3</sup> Und auch durch die Beeinträchtigung der ökologischen Funktionen klimarelevanter Ökosysteme (siehe Kapitel II) hat die Wasserkraft Auswirkungen auf den Klimawandel.

### 1.1 Die Wasserkraft als Treibhausgasfabrik

Im Vergleich zu Öl-, Gas- und Kohlekraftwerken setzen Staudämme wesentlich weniger Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) frei, also das Treibhausgas, das in der Debatte um den Klimawandel eine zentrale Rolle spielt. Stattdessen entstehen jedoch große Mengen an Methan, welches um ein Vielfaches klimaschädlicher ist als CO<sub>2</sub>: Auf zwanzig Jahre umgerechnet gehen Wissenschaftler\*innen von einer 83-mal stärkeren Treibhausgaswirkung aus. Auf ein Jahrhundert gerechnet, sinkt die Wirkung auf „nur“ das 25-fache, da Methan schneller zerfällt als CO<sub>2</sub> – doch um den Klimawandel zu begrenzen, sind gerade die nächsten zwanzig Jahre entscheidend, in denen die Klimaschädlichkeit besonders hoch ist. Methan trägt daher schon in geringen Mengen zum Klimawandel bei.<sup>4</sup> Die Klimawirkung entsteht, indem biologisches Material (v. a. Vegetation, Erde und tote Tiere) unter sauerstoffarmen (anaeroben) Bedingungen im Wasser der Stauseen verfault. Bei der Zersetzung werden die Treibhausgase Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Distickstoffmonoxid (N<sub>2</sub>O) und Methan (CH<sub>4</sub>) produziert.<sup>5</sup> Durch Staudämme geflutete Waldflächen, die zuvor nicht gerodet wurden, verursachen demnach beson-

ders hohe Treibhausgaskonzentrationen. Eine Untersuchung aus dem Jahr 2008 stellte fest, dass Staudämme weltweit jährlich ca. 104 Millionen Tonnen Methan produzieren und damit für 30 Prozent der anthropogenen Methangasemissionen verantwortlich sind.<sup>6</sup> Dabei ist die Höhe des Emissionsausstoßes einzelner Stauseen stark abhängig vom Alter des Staudamms und anderen lokalen Bedingungen, wie Temperatur, Nährstoffbelastung und Menge des im Stausee befindlichen biologischen Materials. Außerdem variieren Emissionen oft saisonal und im Tagesverlauf, in Abhängigkeit von Luftdruck und Wasserstand.<sup>7</sup> Tropische Stauseen haben einen besonders hohen Emissionsausstoß, weil dort die hohen Temperaturen die Fäulnisprozesse im Wasser verstärken. Forscher\*innen schätzen, dass allein durch tropische Großstaudämme ein Viertel aller von Menschen verursachten Methanemissionen entsteht.<sup>8</sup>

Eines der zum Thema Wasserkraftemissionen am besten erforschten tropischen Gebiete ist das brasilianische Amazonasbecken. Dort fanden Studien zum Beispiel, dass der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Tucuruí-Staudamms mit 7–10 Millionen Tonnen Kohlenstoffemissionen 1990 deutlich größer war als der von São Paulo – der neuntgrößten Stadt der Welt.<sup>9</sup> Noch mehr Treibhausgase – insgesamt 11,2 Millionen Tonnen – soll der 2016 in Betrieb genommene Belo-Monte-Staudamm erzeugen.<sup>10</sup>

Dennoch sind auch Staudämme außerhalb der Tropen, vor allem in wärmeren Gewässern, keinesfalls emissionsneutral. So enthalten z. B. auch deutsche Flüsse enorme Mengen Methan, welche sich in Sedimentablagerungen vor Staudämmen sammeln und von dort in die Atmosphäre entweichen können.<sup>11</sup> Nachforschungen am Schweizer Wohlensee haben ergeben, dass dieser pro Jahr 150 Tonnen Methan produziert. Das entspricht in etwa 250 Millionen gefahrenen Autokilometern oder einer Herde von 2.000 Rindern, und übersteigt die durchschnittlichen Emissionen anderer europäischer Seen in dieser Größenordnung. Da diese Studie nur Emissionen an der Wasseroberfläche maß, könnte das tatsächliche Emissionsvolumen sogar noch wesentlich höher sein.<sup>12</sup>

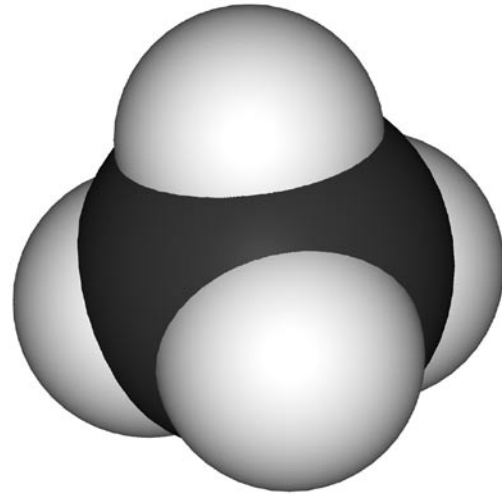
Zahlreiche Studien haben außerdem versucht, die Treibhausgasemissionen der Wasserkraft mit denen fossiler Energiequellen zu vergleichen. So ergab eine globale Studie, dass Wasserkraft im Durchschnitt

knapp 100 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Megawattstunde freisetzt, und damit ein Zehntel der Emissionen typischer Kohlekraftwerke.<sup>13</sup> In den Tropen werden diese Werte aber höher eingeschätzt und können den Emissionsausstoß fossiler Brennstoffe wie Kohle und Gas übersteigen.<sup>14</sup> Berechnungen einer amerikanisch-brasilianischen Forschungsgemeinschaft zufolge würden allein die in Brasilien geplanten Großstaudämme mindestens 785 Millionen zusätzliche Tonnen Treibhausgase emittieren.<sup>15</sup>

Ein Extrembeispiel ist der Balbina-Staudamm – größter Klimasünder unter den brasilianischen Staudämmen, da er vergleichsweise wenig Strom erzeugt. Seine Emissionswerte wurden als insgesamt zehnmal so hoch eingeschätzt wie die eines Kohlekraftwerks mit vergleichbarer Leistung.<sup>16</sup> Für das Mekongbecken schätzten Forscher\*innen kürzlich, dass ca. 20 Prozent der dort befindlichen Stauseen Emissionswerte aufweisen, die mit denen fossiler Kraftwerke vergleichbar sind. Auch hier handelt es sich vor allem um Staudämme in warmen, subtropischen Gebieten mit relativ großen Stauseen im Verhältnis zu ihrer Stromproduktion.<sup>17</sup>

## 1.2 Der indirekte Beitrag von Staudämmen zur globalen Emissionsbilanz

Zur Entstehung von Treibhausgasen in den Stauseen kommen die Emissionen hinzu, die durch den Bau einer Wasserkraftanlage verursacht werden. So ist Zement, der in riesigen Mengen für den Bau von Wasserkraftwerken eingesetzt wird, ein gewaltiger Klimakiller: bei seiner energieintensiven Produktion werden große Mengen von CO<sub>2</sub> freigesetzt, die zuvor im Kalkgestein gebunden waren. Schätzungen zufolge hat die Zementherstellung einen Anteil von 5 % an den globalen CO<sub>2</sub> Emissionen.<sup>18</sup> Auch die Überflutung oder Rodung großer Waldflächen (v. a. tropischen Regenwalds) für den Staudamm-bau hat enorme Klimafolgen, denn diese sind wichtige Kohlenstoffspeicher, indem sie CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre aufnehmen.<sup>19</sup> Die Bedeutung von Wäldern für die Minderung von Treibhausgasen wird in den Debatten um Wasserkraft oft übergangen. Pro Hektar Wald werden bis zu 375 Tonnen Kohlenstoff freigesetzt, wenn das Holz verbrannt wird oder verrottet. Zusätzlich zu den Flächen, die den Stauseen zum Opfer fallen, führt die Wasserkraft zu weiterer Waldzerstörung, da die Erschließung durch Straßen für den Bau von Dämmen den Zuzug von Landsuchenden und dadurch illegale Rodungen in großem Ausmaß nach sich zieht.<sup>20</sup> Ebenso beeinträchtigen Staudämme durch den



Methan (CH<sub>4</sub>) ist ein stark wirkendes Treibhausgas und entsteht in den Reservoiren von Staudämmen

Foto: Wikimedia / gemeinfrei

Rückhalt großer Mengen Feinsedimente die Kapazität v. a. tropischer Flüsse und Ozeane, CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre aufzunehmen. Flüsse absorbieren jährlich etwa 200 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>. Zusätzlich schwimmen sie zahlreiche, in Sedimenten enthaltene Nährstoffe wie Phosphor und Eisen in die Ozeane, wo diese Teil der Nahrungskette von Phytoplankton und anderen Mikroorganismen werden, die atmosphärisches Kohlenstoffdioxid fixieren und damit auf den Meeresboden absinken. Dieser Kreislauf trägt maßgeblich zum Klimaschutz bei. Verringert sich der Sedimenteintrag, nimmt auch das Planktonwachstum und damit die CO<sub>2</sub>-Aufnahme aus der Atmosphäre ab. Im Fall von besonders großen, tropischen Kohlenstoffsinken, wie dem Amazonas-, Kongo-, Mekong- oder Yangtzebecken, befürchten Klimaforscher\*innen, dass Großstaudämme erheblichen Einfluss auf Klimaszenarien haben können.<sup>21</sup>

## 1.3 Wasserkraft als Energieversorger für Klimasünder

Der Ausbau von Wasserkraftkapazitäten weltweit wird oft mit dem Argument legitimiert, Wasserkraft würde den Stromzugang und die Energiesicherheit in Ländern und Gegenden mit Stromversorgungsengpässen verbessern.<sup>22</sup> Tatsächlich geht ein Großteil der durch Wasserkraft erzeugten Elektrizität allerdings an energie- und CO<sub>2</sub>-intensive Wirtschaftszweige wie Bergbau, Aluminium- und Eisenerzhüttung, Erdöl- und Gasförderung oder industrielle Landwirtschaft. Diese tragen ihrerseits oft zu einem rasanten und unkontrollierten wirtschaftlichen



## Infokasten: Emissionsprozesse an Wasserkraftanlagen

Treibhausgase werden in erster Linie durch die Zersetzung organischen Materials in den Stauseen gebildet und konzentrieren sich dann auf deren Grund. Häufig werden die Überflutungsgebiete nicht ausreichend von Vegetation befreit, was die Entstehung klimaschädlicher Faulgase noch verstärkt.<sup>1</sup> Die Freisetzung der Gase in die Atmosphäre erfolgt danach durch verschiedene Prozesse<sup>2</sup>:

- Ein Teil des Methans löst sich im aufgestauten Wasser auf und diffundiert durch Oxidation und Gasaustausch langsam in die Atmosphäre.
- Zudem steigt Methan in Blasenform aus den Tiefen des Stausees relativ abrupt an die Wasseroberfläche und kann so unmittelbar in die Luft entweichen. Dieser Prozess, Ebullition („Überschäumen“ oder „Ausblubbern“) genannt, ist in flacheren Stauseen aufgrund des geringen Wasserdrucks stärker ausgeprägt.
- Durch den Abfluss des aufgestauten Wassers über die Turbinen und Abflusskanäle entstehen Turbulenzen, die auch die hohen Gaskonzentrationen im Tiefenwasser des Stausees freisetzen.
- Auch flussabwärts der Dämme entweicht noch Methan, das im Stausee entstanden ist.<sup>3</sup>

Wachstum in entlegenen Regionen bei, welches zerstörerisch auf Ökosysteme wirkt und nicht selten an den Bedürfnissen der lokalen Bevölkerung vorbeigeht.<sup>23</sup> So dient Strom aus Wasserkraft z. B. der Produktion von Erdöl aus Teersand und Flüssiggas in British Columbia, Kanada (u. a. durch Fracking) und dem Bergbau in Oaxaca, Mexiko.<sup>24</sup>

In Brasilien stellen Regierungspläne für die Verarbeitung einheimischer Bodenschätze, wie Bauxit, Nickel, Kupfer und Gold, einen wichtigen Anreiz für Wasserkraftinvestitionen im Amazonasbecken dar (wo der Energieverbrauch bisher nur sehr gering ist). Der Wasserkraftausbau und Großprojekte wie der Belo-Monte-Staudamm haben also den wichtigen Sekundäreffekt, die Expansion regionaler Bergbaubetriebe anzutreiben. Zum Beispiel wurde einer kanadischen Firma eine 1.305 km<sup>2</sup> große Konzession für die Förderung von Gold im Flussbett des Xingu erteilt – an einer Stelle, die freigelegt wird, wenn der Belo-Monte-Staudamm auf einer Strecke von 100 km 80 Prozent des Flusswassers umleitet.<sup>25</sup> Auch der Tucuruí-Staudamm wurde in erster Linie gebaut, um die weltgrößte Eisenerzmine Carajás und die daran gebundene nationale Aluminiumproduktion zu versorgen. Nachforschungen ergaben, dass ein Großteil der brasilianischen Wasserkraftinvestitionen auf Bemühungen der Regierung zurückzuführen ist, die Stromversorgung für eine Expansion der Bergbau- und Aluminiumsektoren durch multinationale und chinesische Firmen zu gewährleisten.<sup>26</sup>

In afrikanischen Ländern tätige chinesische Firmen bieten oft Investitionsgesamtpakete an, um ihre eigenen Ziele der Rohstoffgewinnung zu verfolgen.

Diese Investitionen umfassen nicht nur Projekte zur Erdölförderung oder für den Bergbau, sondern auch den Bau der gesamten Verarbeitungs- und Transportinfrastruktur - und eben auch die Energieversorgung, oftmals durch Wasserkraftanlagen. Zum Beispiel wurde das umstrittene, in einem Nationalpark in Gabun gelegene Belinga-Wasserkraftwerk speziell als Teil eines 3,5 Milliarden USD teuren Eisenerzabbauprojekts gebaut. Auch im Sudan wurden für die Versorgung der Erdölgewinnung durch chinesische Firmen mehrere Wasserkraftanlagen gebaut, darunter der kontroverse Merowe-Staudamm, an dessen Bau auch eine deutsche Firma beteiligt war, und bei dem es zu schwerwiegenden sozio-ökologischen Auswirkungen und Menschenrechtsverletzungen kam.<sup>27</sup>

Das vermeintlich klimafreundliche Image der Wasserkraft führt auch dazu, dass sich energieintensive Industrien wie Kryptowährungen oder schmutzige Industrien in Wasserkraftregionen/-ländern ansiedeln, um dort anhand „sauberer“ Energie uneingeschränkt expandieren zu können. In einer entlegenen Wasserkraftregion Chinas hat der Wasserkraftausbau z. B. die Ansiedlung von Aluminiumhütten gefördert, die von der überschüssigen Energie profitieren wollen.<sup>28</sup>

Ein Effekt der mächtigen Interessengemeinschaft zwischen der Wasserkraftindustrie und den Bergbau- und verarbeitenden Industrien, vor allem in ärmeren Ländern, ist, dass die weitverbreitete Energiearmut nicht beseitigt wird – ein Problem, das nicht zuletzt maßgeblich zur Klimawandelanfälligkeit der armen Bevölkerung beiträgt (siehe Kasten S. 10).





Der Tucuruí-Staudamm in Brasilien versorgt die größte Eisenerzmine der Welt in Carajás mit Strom

## 1.4 Die Wissenschaftsdebatte über Wasserkraftemissionen

### 1. Unregelmäßigkeiten bei der Emissionsmessung

In den letzten Jahren hat die Befassung mit Emissionswerten zugenommen. Dabei kommen die Wissenschaftler\*innen jedoch zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen, je nachdem, welche Faktoren in welchem Umfang in die Emissionsrechnungen einbezogen werden. Aktuell leiden Bemühungen, Staudammemissionen zu quantifizieren, modellieren und zu handhaben vor allem an Datenknappheit, und sie stehen vor großen methodischen Problemen.<sup>29</sup> Wie schon zuvor angedeutet sind Emissionswerte zum einen sehr fallspezifisch, außerdem sind die Emissionsprozesse äußerst komplex und vielschichtig, was das Messen zum Teil sehr schwierig macht.

Zum Beispiel ist das zuvor genannte Ausblubbern (Methanblasen, die aus den Tiefen des Stausees aufsteigen und direkt in die Luft entweichen) ein sehr chaotischer und unvorhersehbarer Emissionsprozess, und daher besonders schwierig zu messen. So fanden Forscher\*innen der Universität Koblenz-Landau heraus, dass 90 Prozent der Emissionen aus nur 15 Prozent der von Stauseen bedeckten Fläche kommen.<sup>30</sup> Dennoch trägt dieser unregelmäßige Prozess laut wissenschaftlichen Einschätzungen 60-80 Prozent der Gesamtemissionen bei.<sup>31</sup>

Auch der Emissionsausstoß flussabwärts wird häufig unterschätzt und, aufgrund von Definitionsabweichungen und nicht adäquaten Messmethoden, in vielen Studien unzureichend erfasst. Dabei kann die-

ser Prozess einen großen Teil der Gesamtemissionen ausmachen.<sup>32</sup> So maßen Wissenschaftler im Laufe eines Jahres am Stausee des Balbina-Damms 34.000 Tonnen Methanemissionen und flussabwärts weitere 39.000 Tonnen. Allein der letztere Wert „mache bereits drei Prozent der gesamten Faulgas-Emissionen des Amazonasbeckens aus“<sup>33</sup>, so die Forscher. Laut dem Ökologen Philip Fearnside vom Nationalen Institut für Amazonasforschung (INPA) in Brasilien werden Emissionen an Turbinen und Abflusskanälen aber oft auch einfach ignoriert; ebenso die Bildung von CO<sub>2</sub>, wenn über die Reservoiroberfläche herausragende Bäume verfaulen – ein Prozess, der sich über mehrere Jahre hinziehen kann.<sup>34</sup>

### 2. Unstimmigkeit über die Berücksichtigung des Faktors Zeit

Eines der größten Probleme für eine akkurate Emissionsschätzung von Wasserkraftanlagen ist, laut Fearnside, ein mangelnder Konsens darüber, ob und wie „Zeit“ in Emissionsrechnungen berücksichtigt werden sollte. Der Emissionsausstoß fossiler Kraftwerke bleibt über die gesamte Dauer der Energieerzeugung mehr oder weniger konstant. Demgegenüber sind vor allem in den ersten Jahren nach Inbetriebnahme die Emissionswerte mancher Stauseen um ein Vielfaches höher als bei vergleichbarer Energieerzeugung durch fossile Brennstoffe.<sup>35</sup> So wird zum Beispiel geschätzt, dass der Belo-Monte-Staudamm in den ersten zehn Betriebsjahren mehr Treibhausgase produzieren wird als Brasiliens größte Stadt São Paulo.<sup>36</sup> Erst nach 41 Jahren soll seine Stromproduktion einen positiven

## Infokasten: Elektrizität und Entwicklung

Die Demokratische Republik Kongo ist eines der ärmsten Länder der Welt und eines der Länder mit der höchsten Energiearmutsrate. Laut der Weltbank hatten 2016 nur 17 Prozent der Bevölkerung Zugang zu Elektrizität. Dennoch zielen Pläne der Regierung für einen Ausbau der Energieversorgung hauptsächlich auf eine erhöhte Stromproduktion für den Bergbausektor des Landes ab (der immer noch die Haupteinnahmequelle des extrem rohstoffreichen Landes darstellt), sowie für Stromexporte in Nachbarländer.<sup>1</sup> Die 1972 und 1982 in Betrieb genommenen Staudämme Inga I und II und die 1.725 km lange Inga-Kolwezi-Hochspannungsgleichstromleitung (ein Milliardenprojekt) versorgen vor allem die Kupfer- und Kobaltminen in der fernen Provinz Katanga, nicht Städte und Dörfer entlang des Weges. Auch der in der Planung befindliche Grand-Inga-Staudamm (nach Fertigstellung mit einer geplanten Leistung von 40.000 MW das weltgrößte Wasserkraftwerk) sieht keinen Ausbau lokaler Stromnetze vor, da dies aufgrund der hohen Armutsquote wirtschaftlich unrentabel wäre. Der erzeugte Strom ist vor allem für die Rohstoff- und verarbeitenden Industrien des Kongo (v. a. Kupferabbau und Aluminiumverhüttung) und für andere afrikanische Länder wie Südafrika vorgesehen.<sup>2</sup> Obwohl der Kongo ein Extrembeispiel ist, leiden die meisten Länder des globalen Südens unter Energiearmut. Mangelnder Zugang zu Elektrizität ist ein bedeutendes Hindernis für eine nachhaltige Entwicklung. Eine gute Gesundheitsversorgung in ländlichen Regionen oder Armenvierteln in der Stadt hängt von einer zuverlässigen Stromversorgung ab, da medizinische Geräte betrieben und Medikamente gekühlt werden müssen. Zudem bietet der Zugang zu Elektrizität wichtige Entwicklungspotenziale: Kleinbäuerliche Betriebe können ihre Produkte weiter verarbeiten und so mehr Einnahmen generieren, Fischer können ihren Fang kühlen und so auf weiter entfernte Märkte bringen. Insbesondere in Subsahara-Afrika (ausgenommen Südafrika) ist die Situation dramatisch. Fast 70 Prozent der Bevölkerung – also etwa eine halbe Milliarde Menschen – haben keinen Zugang zu Stromversorgung. Zusammen produzieren die 48 Länder der Region (Südafrika ausgenommen) nur 28 Gigawatt Strom – in etwa so viel wie Spanien.<sup>3</sup> Doch ein großer Teil dieses Stroms kommt nicht der Bevölkerung zugute: Nach Angaben der Weltbank aus dem Jahr 2008 verbrauchten energieintensive Bergbauunternehmen sowie Stahl- und Aluminiumhütten 33 Prozent dieses Stroms, mehr als die Gesamtheit privater Haushalte. In manchen Ländern beträgt der industrielle Verbrauch bis zu 75 Prozent, oft zu hoch subventionierten Preisen.<sup>4</sup> Auch in Thailand, dessen wachsender Energiebedarf einer der Antriebsmotoren für den massiven Wasserkraftausbau im Nachbarland Laos ist, sind die energieintensivsten Sektoren Industrie (42,4 Prozent) und Handel (35,6 Prozent).<sup>5</sup>

Einfluss auf die Treibhausgasemissionen Brasiliens haben.<sup>37</sup> Allerdings hat Methan eine kürzere atmosphärische Lebensdauer (etwa ein Jahrzehnt) als Kohlendioxid (mehrere Jahrhunderte).<sup>38</sup> Dabei gilt es zu beachten, dass viele Großstaudämme wohl nie Null-Emittenten werden. Durch das kontinuierliche Einspülen von organischem Material und Sedimenten aus dem Flusseinzugsgebiet geht die Methangasproduktion ständig weiter.<sup>39</sup> Das zeigt zum Beispiel auch die zuvor genannte Schweizer Wohlensee-Studie: das Wohlenseekraftwerk wurde 1920 gebaut. In Stauseen, die während der Trockenzeit verhältnismäßig wenig Wasser speichern, kann am Ufer Vegetation nachwachsen, sodass der Verrottungsprozess mit einer erneuten Überflutung von neuem beginnt. Solche Stauseen entwickeln sich zu regelrechten „Methanfabriken“.<sup>40</sup> Es macht daher einen großen Unterschied, ob der Emissionsausstoß von Wasserkraftanlagen im Vergleich zu fossilen Energieträgern über 10, 20 oder 30

Jahre gemessen wird – oder gar über 100 Jahre, wie es der bedeutendste Vertreter der Wasserkraft-Industrie, die International Hydropower Association (IHA), vorschlägt. Nur über sehr lange Zeiträume gerechnet sind fossile Energieträger immer die größeren Emittenten.<sup>41</sup> Dabei wird für viele Wasserkraftanlagen heute nur noch mit einer Lebensdauer von 30-50 Jahren gerechnet, bevor kostspielige Renovierungsarbeiten anstehen, die oftmals nicht mehr rentabel sind.<sup>42</sup> An Flüssen mit extrem hohem Feinsedimenttransport, wie etwa im Himalaya, kann die produktive Lebensdauer sogar noch kürzer ausfallen.<sup>43</sup> Wie der Faktor Zeit in Emissionsschätzungen berücksichtigt wird, ist also vor allem eine ethische und politische Entscheidung, die auch ausschlaggebend für den Klimaschutz ist. Schließlich, so Fearnside, „haben wir nicht 100 Jahre Zeit, um effektive Maßnahmen gegen die Erderwärmung zu treffen, und es sind die Emissionen der nächsten Jahre, die darüber entscheiden, ob ein ‚gefährlicher‘



Es ist fraglich, ob Wasserkraft eine sinnvolle Alternative zu Kohlekraftwerken wie diesem in Shuozhou / China darstellt

Klimawandel vermeidbar ist. Allein die für das Amazonasbecken geplanten Staudämme würden enorme Mengen an Treibhausgasen genau in dem Zeitfenster produzieren, in dem die Erderwärmung eingedämmt werden müsste.<sup>44</sup>

### 3. Die Notwendigkeit einheitlicher Messstandards

Bisher gibt es keine verpflichtenden einheitlichen Standards für die Berechnung von Wasserkraftemissionen, was maßgeblich zu großen Unterschieden bei deren Einschätzung beiträgt. Zu den Standardrichtlinien für Wissenschaftler\*innen zählen unter anderem die Richtlinien des IHE Delft Institute for Water Education (vormals UNESCO/IHA) zur Treibhausgasmessung für Süßwasserreservoirs.<sup>45</sup> Wichtige Institutionen wie die International Hydropower Association (IHA) und die Rahmenkonvention der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) haben ebenfalls spezifische Richtlinien zur Messung entwickelt. Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) hat seine Berichterstattungsleitlinien zu den nationalen Bestandsaufnahmen von Treibhausgasemissionen zwar überarbeitet, aber das Erfassen von Stauseeemissionen bleibt weiterhin freiwillig. Fehlende einheitliche Messstandards führen auch zu Unregelmäßigkeiten bei der vergleichenden Berechnung bzw. Umrechnung und damit zu einer Unterschätzung der Wasserkraftemissionen. Zum Beispiel basieren Emissionsschätzungen für tropische Stauseen oftmals auf Hochrechnungen von Stauseen in gemäßigten und borealen Breiten. Letztere überwie-

gen im globalen Mittel, weisen aber im Schnitt niedrigere (wenn auch keineswegs unbedeutende) Emissionswerte auf.<sup>46</sup> Sogar im Sonderbericht des IPCC zum Thema Erneuerbare Energiequellen und Klimaschutz<sup>47</sup> wurde auf eine Diskussion der Methangasemissionen tropischer Staudämme verzichtet, während den vergleichsweise niedrigen Emissionen von Staudämmen in gemäßigten und borealen Breiten viel Aufmerksamkeit galt.<sup>48</sup> Kritiker\*innen bemängeln auch die Umrechnung von Nicht-CO<sub>2</sub>-Treibhausgasen wie Methan in CO<sub>2</sub>-Äquivalente anhand von veralteten Zahlen – ein generelles Problem bei Emissionsschätzungen im Rahmen der UNFCCC.<sup>49</sup>

### 4. Einflussnahme der Wasserkraftindustrie

Ein Grund, warum das Thema Wasserkraft-Treibhausgasemissionen so umstritten ist, ist die Tatsache, dass ein Großteil der veröffentlichten Studien von der Wasserkraftindustrie (z. B. von der brasilianischen Firma Eletrobras und der kanadischen Firma Hydro-Quebec) in Auftrag gegeben oder gefördert werden.<sup>50</sup> Kritiker\*innen in der Wissenschaft und in Nichtregierungsorganisationen (NRO) bemängeln außerdem, dass unter den Autoren\*innen des Sonderberichts des IPCC über Erneuerbare Energiequellen und Klimaschutz<sup>51</sup> von 2011 und in den IPCC-Richtlinien<sup>52</sup> von 2006 Angestellte von Eletrobras und Hydro-Quebec waren, und dass sich ein unverhältnismäßig großer Teil des Sonderberichts mit einer nicht-referierten Veröffentlichung des Industrievertreters International Hydropower Association (IHA) befasst. Sie fordern deshalb vom IPCC eine gründlichere Auseinandersetzung mit



dem Thema, unabhängig von Industrieinteressen.<sup>53</sup> Dass die Wasserkraftindustrie aber energisch das Ziel einer klimaorientierten Lobbyarbeit verfolgt, spiegelt sich auch in der kürzlich lancierten Partnerschaft zwischen der brasilianischen Wasserkraftfirma Itaipú Binacional und dem UN-Department für Wirtschaftliche und Soziale Angelegenheiten (UN-DESA) wider. Ziel der Initiative sei der Austausch über bewährte Methoden im Bereich Wasser- und Energiemanagement zur Förderung der UN Nachhaltigkeitsziele.

Auf der Weltklimakonferenz (COP24) der UNFCCC in Kattowitz im Dezember 2018 rühmte Itaipú Binacional den Beitrag seines Megastaudamms an der brasilianisch-paraguayischen Grenze zum Schutz von Biodiversität und Wasserressourcen und die Rolle der Wasserkraft für die Erzeugung sauberer und erneuerbarer Energie.<sup>54</sup> Was dabei nicht berücksichtigt wurde, ist die massive Korruption, die mit dem Bau des Staudamms einherging, sowie die Vertreibung von tausenden indigenen Anwohner\*innen, wobei es mutmaßlich zu schwe-

ren Menschenrechtsverstößen gekommen war.<sup>55</sup> Der fehlende Konsens über Wasserkraftemissionen wird wiederum vermehrt als Rechtfertigung genutzt, das Thema zu umgehen oder nur ansatzweise aufzugreifen – so auch im IPCC-Sonderbericht von 2011<sup>56</sup> oder in den Richtlinien des IPCC für die nationalen Bestandsaufnahmen von Treibhausgasemissionen,<sup>57</sup> wie sie die UNFCCC vorschreibt. Hier wurde zum Beispiel auf die Vorgabe von Standardwerten für maßgebliche Wasserkraftemissionsquellen verzichtet, was laut Kritiker\*innen in der Wissenschaft und in Umweltorganisationen zur Unterschätzung von Wasserkraftemissionen in nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets und damit zu einer Überschreitung von Emissionsgrenzwerten beiträgt. Diese fordern daher eine Überarbeitung der IPCC-Richtlinien zu den nationalen Bestandsaufnahmen von Treibhausgasemissionen, sodass vor allem dem Treibhausgasausstoß von tropischen Staudämmen besser Rechnung getragen wird und realistische Emissionsgrenzwerte zur Eindämmung des Klimawandels bestimmt werden können.<sup>58</sup>

### **Infokasten: Wasserkraft, Umweltgerechtigkeit und soziale Missstände – ein nüchterner Blick auf das „Grün-und-sauber“-Label**

Umweltorganisationen kritisieren das „Grün-und-sauber“-Label für Wasserkraft schon lange mit Argumenten, die aufzeigen, dass Wasserkraft eben nicht immer, oder nur selten, grün und sauber ist. Doch dadurch ausgelöste Debatten über Schadstoffemissionen und Umweltschäden steuern oft an einem anderen problematischen Aspekt vorbei: die vielfältigen Probleme in Bezug auf Menschenrechte und Umweltgerechtigkeit, die mit dem Bau von Wasserkraftinfrastruktur zu oft einhergehen.

Fehlende Anhörung und Miteinbeziehung betroffener Bevölkerungsgruppen in Entscheidungsprozesse, unzureichende Kompensation und Unterstützung bei der Umsiedlung, negative Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen in betroffenen Gebieten – all dies sind „traditionelle“, längst bekannte Merkmale großer Staudammprojekte.<sup>1</sup> Der Diskurs der „grünen, sauberen und klimafreundlichen“ Wasserkraft verdrängt sie trotzdem souverän. Und sogar „spektakuläre“ Verstöße gegen die Menschenrechte betroffener Gruppen – wie Unterdrückung, Kriminalisierung, gewaltsame Angriffe auf Aktivist\*innen und Mordanschläge – sind wiederkehrende und doch oft „übersehene“ Merkmale von Konflikten um vermeintlich nachhaltige Wasserkraftwerke, vor allem wenn diese indigene Völker betreffen.<sup>2</sup>

Die Unverblümtheit dieser Art von Klimapolitik wird sehr anschaulich verdeutlicht am Beispiel der Klimafinanzierung besonders kontroverser Großstaudämme, wie dem seit 2011 im Bau befindlichen 29-MW-Wasserkraftwerk Barro Blanco in Panama. Bereits seit den 1970er Jahren leistete die indigene Ngäbe-Bevölkerung Widerstand gegen Staudamm- und Bergbauprojekte in ihrem Territorium. Trotz fortwährender Proteste und Anschuldigungen wegen mangelnder Mitsprachemöglichkeiten für die Ngäbe, Menschenrechtsverletzungen und gewaltsamer Unterdrückung durch Festnahmen, körperlichen und sexuellen Missbrauch und die Tötung dreier Menschen erhielt das Barro-Blanco-Projekt 2011 die Zertifizierung durch den UN Clean Development Mechanism (siehe Kapitel III).<sup>3</sup>

Diskussionen über eine nachhaltige Form der Wasserkraftnutzung dürfen sich nicht auf die Betrachtung rein ökologischer Aspekte beschränken, sondern müssen die sozialen und politischen Dynamiken, mit denen Umwelteingriffe unausweichlich verbunden sind, genauso berücksichtigen. Dazu gehören auch negative Umweltauswirkungen, Klimafolgen und Sicherheitsrisiken, die durch den Staudamm-bau mitherbeigeführt oder verschärft werden, und die zumeist ärmere, sozial schwache und vulnerable Bevölkerungsgruppen besonders hart treffen (siehe Kapitel II.2).<sup>4</sup>

## II. WASSERKRAFT UND KLIMARISIKEN – WECHSELWIRKUNGEN

Bei der Frage nach dem Sinn oder Unsinn eines Ausbaus der Wasserkraftinfrastruktur angesichts des Klimawandels geht es aber nicht nur um die Auswirkungen der Wasserkraft auf Emissionsbilanzen. Ebenso wichtig ist die Frage, wie sich der Klimawandel auf die Wasserkraft auswirkt, d. h. inwiefern Wasserkraftanlagen die Anpassungsfähigkeit eines Landes an die Folgen des Klimawandels fördern oder behindern. Vor allem bevorstehende Dürren stellen die wirtschaftliche Rentabilität von Wasserkraftanlagen in Frage, extreme Sturzfluten und Hochwasser ihre Sicherheit.

### II.1 Klimarisiken für die Wasserkraft

Klimaprognosen weltweit sagen einen zunehmenden Wandel von Temperatur- und Niederschlagsmustern vorher. Veränderungen in der Menge, Häufigkeit, Intensität und Vorhersehbarkeit von Niederschlägen beeinflussen die Strömungsmuster vieler Flüsse. Regen und Schnee fallen vermehrt in konzentrierterer Form, was zusammen mit Temperaturextremen häufiger zu Dürren bzw. Über-

schwemmungen führt. Auch Erosionsprozesse werden dadurch verstärkt und erhöhen den Anteil an transportierten Feinsedimenten, ebenso wie die Erosionskraft von Flüssen. In vielen Bergregionen schreitet zudem die Gletscherschmelze voran, wodurch Flusspegel zwar mittelfristig ansteigen können, langfristig aber zurückgehen.<sup>1</sup> In vielfältiger Weise beeinträchtigen Klimaauswirkungen so die Effizienz, Lebensdauer, Sicherheit und wirtschaftliche Rentabilität von Wasserkraftanlagen.<sup>2</sup>

In zahlreichen Ländern, wie den USA, China, Brasilien, Chile, Südafrika, Kolumbien und Venezuela, haben ausbleibende Regenfälle und verstärkte Dürren bereits die Energieerzeugung durch Wasserkraft gedrosselt und zu Stromausfällen und -kontingentierungen geführt. Im Jahr 2011 führten extreme Dürreperioden in Zentralchina zum Beispiel zu einer Reduzierung der Wasserkraftproduktion um 50 Prozent; mehr als 1.000 Staudämme mussten ihren Betrieb einstellen.<sup>3</sup>

Auch die durch den Temperaturanstieg erhöhte Oberflächenwasserverdunstung wirkt sich negativ auf die Stromproduktion aus. Ein verspätetes Ein-

Über Jahrzehnte war der Wasserstand des Oroville-Damms aufgrund einer Dürre zu niedrig – im Februar 2017 kam es zu schweren Regenfällen, die fast zu einer unkontrollierten Sturzflut geführt hätten



Foto: William Coyle, California Department of Water Resources / gemeinfrei





Foto: Jose Antonio Alba (CC BY-NC 2.0)

Mit dem Klimawandel werden sich Dürren mehr – für Länder, die stark von Wasserkraft abhängen, bedeutet dies auch eine Bedrohung für ihre Energiesicherheit

treten der Regenzeit macht die Stromerzeugung darüber hinaus weniger vorhersehbar und führt zu Unsicherheit und Komplikationen bei der Nutzung von Stauseen für den Hochwasserschutz. Größere und intensivere Regenfälle tragen dagegen zu Erosion, Sedimenteintrag und einer schnelleren Versandung und Abnutzung von Wasserkraftanlagen bei, was deren Lebensdauer verkürzt und den Kostenaufwand für Instandhaltungsmaßnahmen erhöht. Versandung kann auch die Kapazität zur Hochwasserspeicherung und die Sicherheit von Stauanlagen beeinträchtigen und so zu Damnbrüchen und häufigeren Überschwemmungen führen.<sup>4</sup>

## II.2 Wasserkraft als Risikofaktor für Energiesicherheit und Hochwasserschutz

Die Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftanlagen variiert stark in Abhängigkeit von Niederschlags- und Abflussveränderungen, wie wissenschaftlichen Studien zeigen.<sup>5</sup> Langfristig stellen Wasserkraftanlagen daher keine sichere Energiequelle mehr dar. Sogar ein Bericht der Weltbank von 2011 konstatiert: der Wasserkraftsektor „reduziert sichere Energie und erhöht sowohl Schwankungen als auch Unsicherheit.“<sup>6</sup> Dennoch finden Klimarisiken in der Planung von neuen Wasserkraftprojekten immer noch sehr wenig Berücksichtigung. Oft ignorieren Berech-

nungen zur Stromerzeugung das Ausmaß und die erhöhte Wahrscheinlichkeit von Dürreperioden und überschätzen tatsächliche Wassermengen und damit auch die Wirtschaftlichkeit der Wasserkraft. Ein Großteil der Wasserkraftanlagen wird außerdem anhand von Klimaaufzeichnungen des letzten Jahrhunderts konzipiert, ungeachtet zukünftiger Veränderungen des hydrologischen Regimes. Und gerade in strukturschwachen Ländern ist es fraglich, wie gut diese Daten erhoben wurden. Solche Projekte sind mit großer Wahrscheinlichkeit überdimensioniert für die in Zukunft zu erwartenden Wasserbilanzen und Dürren, und unterdimensioniert für extreme Flutereignisse.<sup>7</sup>

Für die Entwickler von Wasserkraftwerken bieten solche Fehleinschätzungen durchaus Vorteile. Sie haben das klare Eigeninteresse, den Bau von Großprojekten voranzutreiben. Zusätzlich werden sie oft durch Investitionsanreize wie vorteilhafte Stromtarifregelungen vor hydrologischen Risiken geschützt.<sup>8</sup> Verantwortungslos ist dagegen eine staatliche Energiepolitik, die solche klimapolitischen Planungsdefizite duldet oder übersieht. Denn dadurch wird die Wasserkraft selbst zum Risikofaktor für die nationale Wirtschaft und Energiesicherheit. Vor allem in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen, deren Stromproduktion in hohem Maß von Wasserkraft abhängig ist, können millio-



## Fallbeispiel: Wasserkraftsrisiken im Himalaya<sup>1</sup>

Die Wasserkraft im Himalaya boomt seit ca. 15 Jahren.<sup>2</sup> Entscheidungsträger\*innen und die breite Öffentlichkeit loben ihren Beitrag zur nationalen Energiesicherheit und zur dringend notwendigen wirtschaftlichen Entwicklung der Region. Was in der Projektplanung und im öffentlichen Diskurs über die Himalaya-Wasserkraft meist untergeht, sind die Sicherheitsrisiken, mit denen Staudammprojekte in dieser geologisch und hydrologisch prekären Region verbunden sind und die durch den Klimawandel noch verstärkt werden.

Zum einen ist die Geologie des Himalaya-Gebirges vielerorts chronisch instabil. Erdbeben treten z. T. so häufig auf, dass sie Teil des alltäglichen Lebens geworden sind. Wegen der durch Klimaveränderungen steigenden Intensität von Niederschlägen nehmen solche Erosionsprozesse weiter zu und verschärfen nicht nur die erosive Kraft der Flüsse. Sie führen auch vermehrt zur Bildung „natürlicher“ Staudämme in Flusstälern und zu zerstörerischen Sturzfluten, wenn solche instabilen Dämme brechen.

Ein weiteres Risiko für Staudammprojekte in Flusstälern des Himalaya entsteht durch die zunehmende Gletscherschmelze. Wie neueste Untersuchungen prognostizieren, sollen in Folge des Klimawandels bis 2100 ein bis zwei Drittel der Himalayagletscher verschwunden sein.<sup>3</sup> Eine Konsequenz ist die zunehmende Entstehung von Gletscherseen hinter temporären, instabilen Dämmen aus Eis und Fels (was auch in anderen Hochgebirgen wie den Anden beobachtet wird). Solche Gletschersee-Ausbrüche können zu verheerenden Sturzfluten führen. Auch durch den Klimawandel verstärkt auftretende Wolkenbrüche und Starkregen können die Flusspegel gefährlich hoch und schnell ansteigen lassen.

Laufwasserkraftwerke, die in Himalaya-Flusstälern gebaut werden, oft in Kaskaden, sind all diesen zerstörerischen Sturzfluten ausgesetzt. Da den meisten Projekten allerdings das nötige Stauvolumen fehlt, um solche Sturzfluten effektiv abfedern zu können (siehe II.2), und da es keine offizielle Regelung zum Management der Reservoirpegel gibt, kommt es vermehrt zu plötzlichen Wasserablässen. Deren Auswirkungen auf stromabwärts gelegene Flussanliegergebiete sind in der Regel zerstörerischer als normale Hochwasser.

Die potenziell katastrophalen Wechselwirkungen zwischen extremen Hochwasserereignissen und nachlässig geplanten oder betriebenen Wasserkraftanlagen wurden 2013 im indischen Bundesstaat Uttarakhand deutlich. Noch vor Eintreten des Monsuns verursachte das Zusammentreffen von Starkregen, Erdbeben und einem Gletscherseeausbruch eine Hochwasserkatastrophe, bei der vermutlich 5.000 bis 12.000 Menschen ums Leben kamen. Wie Nachforschungen ergaben<sup>4</sup>, trugen Wasserkraftanlagen maßgeblich zu den Hochwasserschäden bei. Geröll, Schutt und Schlamm blockierten die Schleusen vieler Staudämme, wodurch diese überliefen und beschädigt wurden. Außerdem waren Hochwasserschäden in der Nähe von Wasserkraftanlagen insgesamt größer, was dem nachlässigen Management von Bauschutt, Sedimentfrachten und Wassermengen zugeschrieben wurde.

Auch die Wahrscheinlichkeit von Dammbrochen steigt mit der zunehmenden Häufigkeit von Fluterignissen. Und das Gefahrenpotenzial kommt nicht nur von außen. Die Tatsache, dass Staudammbetreiber die extrem hohen Ausgaben für den Staudammbau durch Gewinnmaximierung ausgleichen, führt immer wieder zu Sicherheitslücken: von Projektplänen, die auf mittlerweile irrelevanten historischen Daten für Flusswassermengen basieren, über mangelnde Risikoeinschätzungen in Umweltverträglichkeitsprüfungen (u. a. um die Projektfreigabe zu beschleunigen) und Kosteneinsparungen bei Sicherheitsmaßnahmen bis zu wirtschaftlich motivierten Designmodifikationen, bei denen sicherheitstechnische Erwägungen hintenangestellt werden.<sup>5</sup>

nenschwere Investitionen in klimaanfällige Wasserkraftanlagen zu Energiekrisen mit schwerwiegenden wirtschaftlichen Konsequenzen führen.<sup>9</sup>

Trotz offenkundiger Planungsdefizite fallen oft Entscheidungen für Wasserkraftwerke. Dahinter steht häufig die Einflussnahme der Industrie auf die Politik, oft in Form von Korruption. Staudämme

werden zudem als Konjunkturprogramme genutzt: Politiker\*innen erhoffen sich von derartigen Großprojekten eine Ankurbelung des Wirtschaftswachstums, selbst wenn das eigentliche Projekt wenig Vorteile bietet. Dabei ist auch der Prestigefaktor als Motivation nicht zu vernachlässigen, den große Staudämme bieten.

Derartige Planungsdefizite bei Staudammprojekten, die die zu erwartenden Klimaveränderungen nicht angemessen berücksichtigen, erschweren die Klimaanpassung in den jeweiligen Ländern und Gemeinden (z. B. die Entwicklung adäquater Katastrophenschutzmaßnahmen und Stromversorgungsalternativen). So erhöhen sie deren Anfälligkeit für die negativen Auswirkungen des Klimawandels. Die Weltbank appelliert deshalb, dass Klimaanpassungsstrategien, vor allem in ärmeren Ländern des globalen Südens, dringend auf eine Diversifizierung des Strommixes abzielen sollten, um die nationale Klimaresilienz zu verbessern (siehe Kapitel IV).<sup>10</sup> Das Potsdamer Institute for Advanced Sustainability Studies riet in einer Studie, dass von Dürren gefährdete Länder vor allem ihre Solar- und Windenergiekapazitäten ausbauen sollten.<sup>11</sup> Es sind es aber genau diese Länder, die momentan ihre Wasserkraftkapazitäten stark ausbauen.

Ein Land, dessen Stromversorgung stark von Wasserkraft abhängig ist (bis zu 66 Prozent) und das bereits jetzt von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen ist, ist Kenia. Dort führen Dürren regelmäßig zu Elektrizitätsengpässen und damit verbundenen wirtschaftlichen Verlusten, da die fehlenden Strommengen mit Hilfe teurer Notfallgeneratoren ersetzt werden müssen. In vielen anderen afrikanischen Ländern ist die Situation ähnlich.<sup>12</sup>

Genauso hat Venezuela aufgrund von zum Teil mehrjährigen Dürren wiederholt heftige Elektrizitätsnotstände mit extremen Stromrationierungsmaßnahmen durchlebt. Der Grund: Venezuela generiert 75 Prozent seines Stroms aus Wasserkraft und 44 Prozent davon aus einem der größten Wasserkraftwerke der Welt, dem Guri-Staudamm.<sup>13</sup> 2016 sank der Wasserstand des Stausees durch den

ausbleibenden Regen so tief, dass sogar eine Beschädigung der Stromgeneratoren befürchtet wurde.<sup>14</sup> Auch das benachbarte Kolumbien, das 70 Prozent seines Stroms aus Wasserkraft erzeugt, musste Elektrizitätsrationierungen anordnen, um die Dürre zu überstehen.<sup>15</sup>

Auch in Hinblick auf größere Hochwasser bestehen starke Planungsdefizite. Oft sind Staubecken, auch aus Kostengründen, zu klein berechnet, und können deshalb extreme Hochwasser nicht zuverlässig bewältigen und ausgleichen. Dazu trägt auch der zunehmende Bau von Laufwasserkraftwerken bei. Im Gegensatz zu Talsperren oder anderen Dämmen sind Laufwasserkraftwerke nicht dafür konzipiert, große Mengen an Wasser zu speichern. So besitzen sie nur relativ kleine Hochwasser-Puffer und sind für Hochwasserschutz zwecke weitestgehend unbrauchbar.<sup>16</sup>

Generell spielt bei Wasserkraftanlagen ein vorausschauendes, defensives Management des Reservoirpegels eine zentrale Rolle, um ein plötzliches Ablassen oder Überlaufen von großen Wassermengen und dadurch entstehende zerstörerische Sturzfluten stromabwärts zu vermeiden. Allerdings steht solch ein defensives Abflussmanagement in Konflikt mit dem Ziel vieler Staudambetreiber, Gewinne durch eine maximale Auslastung der Stromerzeugungskapazitäten zu maximieren. Viele Wasserkraftwerke speichern daher mehr Wasser als nötig, um in Zeiten eines niedrigen Flusspegels die Stromproduktion zu garantieren. Wenn dann jahreszeitlich unübliche Extremniederschläge auftreten, was durch den Klimawandel vermehrt der Fall sein kann, bewirken solche Stauanlagen keinen Hochwasserschutz, sondern werden selbst zu Sicherheitsrisiken für Flussanliegergebiete.<sup>17</sup>

### Fallbeispiel: Klimawandelanfälligkeit in Afrika

Der afrikanische Kontinent gilt als besonders anfällig für die Auswirkungen des Klimawandels, dort haben Klimaforscher\*innen schwerwiegende Veränderungen der Wettermuster vorhergesagt. Neben häufigeren und extremeren Wetterereignissen wird vor allem der Süden des Kontinents stärker von Wassermangel betroffen sein.

Gleichzeitig stehen viele afrikanische Länder vor der Herausforderung, die nationale Wirtschaft zu stärken, Armut zu bekämpfen und Lebensstandards zu erhöhen. Um den steigenden Energiebedarf zu decken, setzen sie auf den Ausbau der Wasserkraft als eine der Hauptenergiequellen. Subsahara-Afrika ist im Durchschnitt bereits zu 60 Prozent von Wasserkraft abhängig. In einzelnen Ländern ist die Abhängigkeit noch größer. Bereits jetzt führen Dürren regelmäßig zu Energieversorgungsengpässen, mit schwerwiegenden wirtschaftlichen Folgen.

Ein Bericht von International Rivers<sup>1</sup> veranschaulicht am Beispiel des größten Flussgebiets im südlichen Afrika, dem Sambesi, die Herausforderungen für Entscheidungsträger\*innen, die möglichen Vorteile eines Wasserkraftausbaus und die Risiken hydrologischer Veränderungen gegeneinander abzuwägen.

Laut dem Weltklimarat IPCC ist der Sambesi das am stärksten von potenziellen Auswirkungen des Klimawandels betroffene Flussgebiet Afrikas und hat bereits jetzt eines der weltweit am extremsten variierenden Klimata. Für das 1,4 Millionen km<sup>2</sup> große Wassereinzugsgebiet des Sambesi wurde ein Gesamtwasserkraftpotenzial von 18.000 MW ausgemacht. Zu den bereits installierten 5.000 MW Wasserkraftleistung zählen unter anderem die Staudammriesen Kariba (weltgrößtes Stauseevolumen) und Cahora Bassa.

International Rivers bemängelt, dass für keines der geplanten oder bestehenden Projekte ernsthafte Erwägungen zur Klimawandelanpassung in Projektplanung oder -betrieb einbezogen wurden. Die Pläne für die vorgeschlagenen Staudämme Batoka Gorge und Mphanda Nkuwa beruhen auf historischen hydrologischen Aufzeichnungen. Risikobewertungen hinsichtlich verringerter jährlicher Abflussmengen und extremer Überschwemmungs- und Dürrezyklen wurden nicht durchgeführt.

Dabei leidet der Wasserkraftssektor am Sambesi bereits jetzt enorm unter den wiederholt auftretenden Klimaextremen. Während der extremen Dürre im Jahr 1991/92 verursachten Wasserkrafterzeugungsgpässe an Mosambiks Kariba-Staudamm den Verlust von 102 Millionen USD des Bruttoinlandsprodukts, 36 Millionen USD Exporteinnahmen und 3.000 Arbeitsplätzen. 2015/16 reduzierten die Auswirkungen des El-Niño-Phänomens die Stromproduktion von Kariba um die Hälfte.<sup>2</sup> Auch extreme Überschwemmungen plagten das Land immer wieder, so dass es stets abzuwägen gilt zwischen einer maximalen Auslastung der Stromerzeugungskapazität durch hohe Stauseepegel und einem ausreichenden Speichervolumen zur Abfederung eintretender Hochwasser.

Ebenso ignorieren Energieplanungsprozesse die Auswirkungen des Wasserkraftausbaus und der damit verbundenen hydrologischen Veränderungen auf wichtige Ökosystemfunktionen. Diese sind, laut dem Millennium Ecosystem Assessment (einer von der UNO initiierten Studie über den globalen Zustand wichtiger Ökosysteme), vor allem in Subsahara-Afrika entscheidend für die Bekämpfung von ländlicher Armut und Hunger und dadurch auch für die Klimaanpassungsfähigkeit und -anfälligkeit der ländlichen Bevölkerung.<sup>3</sup>

Unter anderem hat der verstärkte menschliche Eingriff in die Fließdynamik von Flüssen bereits in weiten Teilen der Sahelzone zum ökologischen Kollaps von Feucht- und Überflutungsgebieten geführt. Da diese traditionell die Lebensgrundlagen der armen Bevölkerung sichern (vor allem Fischerei, Viehzucht und Ackerbau) und einen Großteil der wirtschaftlichen Produktivität der Region außerhalb der kurzen Sommerregenzeit ausmachen, trägt der ökologische Wandel maßgeblich zu der fortwährenden Abwanderungswelle in Großstädte der Region und nach Europa bei.<sup>4</sup>

In der Vergangenheit waren Feuchtgebiete Zufluchtsorte in Dürre- oder Konfliktsituationen, da dort die Wasserverfügbarkeit weitestgehend sichergestellt war. Heute sind sie durch den Bau von Großstaudämmen für Stromerzeugung und Bewässerung von Wassermangel gekennzeichnet und deshalb Ursachen für Abwanderungsbewegungen. Diese Zusammenhänge sind jedoch im Wesentlichen eine ungeschriebene Geschichte, da das Austrocknen von Feuchtgebieten üblicherweise dem Klimawandel zugeschrieben wird und viele Entscheidungsträger\*innen Staudämme weiterhin überwiegend mit wirtschaftlichem Wachstum und Wohlstand assoziieren.

Auch am Sambesi beeinträchtigen bestehende Staudämme die Ökosystemfunktionen des Flussgebiets bereits stark. Der Fluss tritt nur mehr während extremen Hochwassers über seine Ufer und oft zu untypischen Zeiten, was nicht ausreicht, um die ökologischen Leistungen wichtiger Überschwemmungsgebiete zu garantieren. Zusätzlich verdunsten große Stauseen über elf Prozent des mittleren Jahresabflusses des Sambesi, was die Risiken in Hinblick auf Stromerzeugungsgpässe und eingeschränkte Ökosystemfunktionen verschärft. Die Abflussmengen entsprechen fast das ganze Jahr über den für die Trockenzeit üblichen, was für Wildtiere und Biodiversität fatal ist. Zu den betroffenen Wirtschaftssektoren zählen Landwirtschaft, Fischerei, Viehwirtschaft, Tourismus und Hauswasserversorgung. Der wirtschaftliche Wert der vom Wasserkraftausbau bedrohten Ökosystemfunktionen im Sambesi-Delta wird auf bis zu 1,6 Milliarden USD geschätzt und übersteigt damit den Wert der Wasserkrafterzeugung.



### III. KLIMAFINANZIERUNG FÜR DIE WASSERKRAFT

Weil Wasserkraft weiterhin den Ruf genießt, klimafreundlich zu sein, erhält die Technologie zunehmend finanzielle Förderung aus internationalen Finanzierungsprogrammen, die den Klimawandel eindämmen helfen sollen. Dies ist gleichzeitig ein Faktor, der die Idee von der „grünen Wasserkraft“ zusätzlich untermauert.

Wichtige Klimafinanzierungen sind zum Beispiel der Clean Development Mechanism (CDM) und der Green Climate Fund (GCF) – beides Finanzmechanismen der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) zur Verringerung von Treibhausgasemissionen und zur Klimaanpassung in Entwicklungsländern. Ebenso profitieren Wasserkraftprojekte von Krediten des Climate Investment Funds der Weltbank oder speziellen Bedingungen von Exportkreditagenturen und Green Bonds.

Eine Förderung der Wasserkraft durch Klimafinanzinstrumente wird unter anderem auch deshalb kritisiert, weil sie wichtige Finanzmittel von förderbedürftigeren, da weniger etablierten erneuerbaren Energien abzieht, obwohl diese häufig klimafreundlicher, klimaresilienter und innovativer sind (siehe Kapitel IV).<sup>1</sup> Die Wasserkraft ist eine weitverbreitete und gängige Technologie, die bereits zahlreiche Wettbewerbsvorteile hat und nicht auf solche Finanzinstrumente angewiesen ist.<sup>2</sup>

#### III.1 Der Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (CDM)

Der 1997 durch das Kyoto-Protokoll der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC)<sup>3</sup> ins Leben gerufene Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism – CDM)<sup>4</sup> ist eines der ersten und größten Programme zur Finanzierung klimafreundlicher Technologien und Entwicklungsprojekte. Durch den CDM können Regierungen und private Unternehmen in Industrieländern, die durch das Kyoto-Protokoll zu Treibhausgasminderungen verpflichtet sind, Emissionsminderung in Entwicklungsländern finanzieren. Dies ist für sie kostengünstiger als im eigenen Land Emissionen einzusparen, z. B. durch Umrüstung der bestehenden Industrien und Infrastrukturen.

Konkret heißt dies, dass Projektbetreiber für Vorhaben, die zur emissionsarmen, nachhaltigen Entwicklung in Entwicklungsländern beitragen, eine

Zertifizierung ihrer Emissionseinsparungen (Certified Emission Reductions – CER) durch den CDM beantragen können. Käufer in Industriestaaten können diese dann wiederum erwerben und auf ihre Reduktionsverpflichtungen anrechnen.

Allerdings steht das weltgrößte Emissionsausgleichsprogramm der UNFCCC schon seit Jahren massiv in der Kritik, nicht zuletzt da der CDM auch fossile Energieträger (wie z. B. neue und effizientere Kohlekraftwerke) und nicht emissionsneutrale, umweltschädliche Technologien wie große Wasserkraftanlagen zertifiziert.<sup>5</sup> Letztere sind mit 26 Prozent gegenwärtig der vorherrschende CDM-Projekttyp. Die mangelnde Berücksichtigung der Treibhausgasemissionen von Wasserkraftanlagen ist ein Kritikpunkt am CDM. So wurde in vielen Fällen CDM-Validation auch an Wasserkraftprojekte vergeben, für die keine vollständige Berechnung der Methan- und Kohlendioxid-Emissionen vorlag.<sup>6</sup>

Besonders problematisch in Hinblick auf die Wasserkraft ist außerdem das CDM-Auswahlkriterium der Zusätzlichkeit. Theoretisch dürfen nur solche Projekte CDM-zertifiziert werden, die ohne die finanzielle Förderung durch den CDM nicht umgesetzt werden könnten. Allerdings sind 85 Prozent der CDM-Wasserkraftprojekte in China, Indien und Brasilien registriert – also in Ländern, wo Wasserkraft bereits einen Großteil des Strommixes bildet. Außerdem wurden durch den CDM wiederholt Projekte gefördert, die schon im Bau oder in Betrieb waren, zum Teil von internationalen Finanzinstitutionen wie der Weltbank gefördert.<sup>7</sup>

Diese Ungereimtheiten bei der Zusätzlichkeitsfrage bedeuten, dass viele der gekauften Zertifikate keine Emissionsverringerungen bewirkt haben und Reduktionsverpflichtungen durch fiktive Emissionseinsparungen umgangen wurden. Ganz abgesehen davon, dass in den Förderländern der Kauf der Zertifikate den zusätzlichen Ausstoß von Emissionen legitimiert hat. Forschungsergebnisse legen nahe, dass der CDM dadurch sogar die globalen Treibhausgasemissionen bis Ende 2020 um mehr als eine Gigatonne CO<sub>2</sub> erhöht haben wird.<sup>8</sup>

Die Zukunft des CDM nach 2020, wenn das Übereinkommen von Paris das Kyoto-Protokoll ablöst, ist indessen seit Jahren ungewiss. Zuletzt ist die Nachfrage nach CDM-Zertifikaten durch ein extremes Überangebot und den damit verbundenen Preisverfall stark zurückgegangen.<sup>9</sup> Auch auf der letzten UN Klimakonferenz (COP24) im De-



Der Bau des umstrittenen Wasserkraftwerks Jirau im brasilianischen Amazonasgebiet wurde sowohl mit dem CDM, als auch mit Green Bonds gefördert

Foto: Jose Antonio Alba (CC BY-NC 2.0)

zember 2018 in Kattowitz (Polen) kam es zu keiner Vereinbarung über die weitere Nutzung von CDM-Projekten und ausgestellten Zertifikaten. Und das, obwohl ein Folgemechanismus bereits 2016 im Artikel 6.4 des Pariser Abkommens verankert wurde.<sup>10</sup> Dieser, bisher bekannt als der Mechanismus für Nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Mechanism), wird dem CDM im Wesentlichen sehr ähnlich sein – mit dem Unterschied, dass der Markt nun nicht mehr nur für Industrieländer zugänglich ist.

### III.2 Der Grüne Klimafonds (GCF)

Der Grüne Klimafonds (Green Climate Fund – GCF)<sup>11</sup> wurde 2010 als Teil des Finanzmechanismus der UNFCCC ins Leben gerufen. Er soll Entwicklungsländer, die besonders von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind, dabei unterstützen, auf die Herausforderungen des Klimawandels zu reagieren. Ziel des Fonds ist dabei, innovative und transformative Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen zu fördern und einen Paradigmenwandel hin zu einer schadstoffarmen,

klimaresilienten und nachhaltigen Entwicklung zu bewirken. Bis 2020 sollen pro Jahr 100 Milliarden USD öffentliches und privates Kapital mobilisiert werden.<sup>12</sup> 93 Projekte wurden bereits genehmigt. Welche Art von Projekten der Fonds finanziert, ist allerdings nur vage formuliert. So heißt es, Projekte, die einen „verbesserten Zugang zu schadstoffarmer Energie und Stromerzeugung“ ermöglichen, seien förderungswürdig. Außer der Menge an reduziertem CO<sub>2</sub> wurden bisher keine speziellen Indikatoren benannt, um zu bemessen, welche Projekte tatsächlich einen solchen Paradigmenwechsel ermöglichen. Dies führte unter zivilgesellschaftlichen Organisationen weltweit zu Befürchtungen, der Fonds könne Energieprojekte finanzieren, die nur minimal besser als „business-as-usual“ sind – z. B. fossile Energieträger, Atomenergie, Biomasse und umwelt- und klimaschädliche Wasserkraftanlagen.<sup>13</sup> Damit solche Projekte von der GCF-Finanzierung ausgeschlossen werden, begann ein breites Bündnis von knapp 300 Organisationen und Bürgerinitiativen aus dem globalen Süden 2014, noch vor Gründung des GCF, Druck auf die Organisation auszuüben.<sup>14</sup> Eine Förderung von Großwasserkraft-

projekten wird deshalb als besonders fragwürdig betrachtet, weil diese keine innovative Technologie darstellen, die mit dem vom GCF angestrebten Paradigmenwechsel zu vereinbaren wäre.

Die Kritik unter Wasserkraftgegner\*innen wuchs 2016, als der GCF die ersten Finanzierungsvorschläge von Großwasserkraft-Investitionen diskutierte.<sup>15</sup> Dazu zählen:

1) Das 216-MW-Wasserkraftwerk Upper-Trishuli-1 in Nepal, welches nur eines von 30 bereits bestehenden und geplanten Wasserkraftwerken an demselben Fluss ist und damit kaum innovativ. Kritikpunkte sind die mangelnde Berücksichtigung bei der Projektplanung von möglichen Klimaauswirkungen auf den Flusspegel und die Sicherheit des Staudamms, der in einer aktiven Erdbeben- und Erdrutschzone gebaut werden würde. Ebenso werden eine Vertiefung der Abhängigkeit von Wasserkraft in Nepal, unzureichend erforschte Auswirkungen auf die Umwelt und die Gefährdung der Rechte indigener Bevölkerungsgruppen kritisiert. Das Upper-Trishuli-1-Projekt zeigt auch wieder, dass Großwasserkraft nicht auf Klimafinanzierung angewiesen ist: mehrere große internationale Geldgeber, darunter die Weltbank, ihr Privatsektorarm International Finance Corporation (IFC) und die Asiatische Entwicklungsbank (ADB), haben bereits Interesse an dem Projekt gezeigt.

2) Die Sanierung des Qairokkum-Staudamms in Tadschikistan, der in den 1950er Jahren zu Sowjetzeiten gebaut wurde. Obwohl die Sanierung bestehender Staudämme aus wirtschaftlicher Sicht und in Hinblick auf eine erhöhte Klimaresilienz prinzipiell wünschenswert ist, erfüllt auch sie nicht das Innovationskriterium des GCF. Außerdem wird auch hier kritisiert, dass diese Investition in keiner Weise die hohe Abhängigkeit Tadschikistans von Wasserkraftenergie und die damit verbundenen Risiken (z. B. rückläufige Mengen an Gletscher-Schmelzwasser) verringern.

3) Das 15-MW-Wasserkraftprojekt Tina River auf den Solomon-Inseln. Ziel des Projekts ist es, die Abhängigkeit des Landes von Dieselimporten zu verringern. Allerdings, so argumentieren Kritiker\*innen, gäbe es auf den Solomon-Inseln weitaus schnellere, flexiblere und weniger riskante erneuerbare Energielösungen. Des Weiteren fehle für das Tina-River-Wasserkraftprojekt eine Prüfung der Klimawandelanfälligkeit und das Projekt

würde nicht nur einen wichtigen Biodiversitäts-Hotspot und zukünftiges UNESCO-Weltnaturerbegebiet bedrohen und überfluten, sondern dadurch auch erhebliche Treibhausgasemissionen produzieren.

Während die Staudammsanierung in Tadschikistan und der Staudammneubau auf den Solomon-Inseln im April 2017 genehmigt wurden, wurde der Finanzierungsantrag für Upper-Trishuli-1 in Nepal aufgrund der starken öffentlichen Kritik letztlich zurückgezogen.<sup>16</sup>

### III.3 Green Bonds

Ein weiterer Klimafinanz-Mechanismus sind sogenannte Green Bonds (Grüne Anleihen). Green Bonds sind normale Anleihen, die von multilateralen Förder- bzw. Entwicklungsbanken, Geschäftsbanken, Regierungen, Gemeinden und Unternehmen herausgegeben werden, um damit Investitionsgelder für ökologisch und sozial nachhaltige Projekte zu mobilisieren. Diese werden später mit Verzinsung zurückgezahlt. Die ähnlichen Climate Bonds (Klima-Anleihen) werden genutzt, um speziell in Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekte zu investieren, allerdings werden die Begriffe Climate bzw. Green Bonds oft synonym verwendet.

Die ersten Green Bonds wurden 2007 und 2008 von der Europäischen Investitionsbank (EIB) und der Weltbank herausgegeben. Seitdem ist der Markt rasant gewachsen. Die wichtigsten Emittenten sind heutzutage Konzerne und Privatbanken, u. a. aus Indien und China. Im Jahr 2017 wurden rekordverdächtige 173 Milliarden USD an Green Bonds herausgegeben.

Kritiker\*innen bemängeln, dass der Markt für Green Bonds weitestgehend unreguliert ist. So gibt es keine einheitlichen Standards, die bestimmen, welche Projekte durch Green Bonds finanziert werden dürfen. Die Emittenten sind nicht einmal verpflichtet, die zu finanzierenden Projekte aufzulisten. Dies führt dazu, dass zum Teil auch umweltschädliche fossile Energieträger („saubere Kohle“), Atom- und Großwasserkraftwerke als erneuerbare Energie- oder Energieeffizienzprojekte gefördert werden.<sup>17</sup>

Im Bereich Wasserkraft haben Unternehmen und Entwicklungsbanken wiederholt Green Bonds für Projekte mit gravierenden sozialen und ökologischen Auswirkungen herausgegeben. 2008 wurde z. B. durch den Erlös eines Green Bonds der Weltbank das 412-MW-Wasserkraftprojekt Rampur im



indischen Himalaya-Staat Himachal Pradesh mitfinanziert. Zu den Unzulänglichkeiten des Projekts zählen zum Beispiel ein fehlender Katastrophenschutzplan, fehlende öffentliche Konsultationen, Umweltschäden wie Wasserverknappung und geringere Ernteerträge.

2014 sorgte der Konzern GDF Suez für einen Eklat mit einem Green Bond über 2,5 Milliarden Euro, mit dem das 2016 in Betrieb genommene Jirau Hydropower Project im brasilianischen Amazonasgebiet mitfinanziert wurde. Der Jirau-Staudamm ist auf staatlich geschützten indigenen Territorien gebaut, wo einige indigene Gruppen in freiwilliger Isolation leben. Der Staudamm stößt in erhöhtem Maße Schadstoffemissionen aus und verschärfte die schwere Überschwemmungskatastrophe im Jahr 2014 massiv. Der Staudambau hat die Entwaldungsrate in dieser Region maßgeblich erhöht. Nach Fertigstellung des Baus ist die Population mehrerer bedeutender Wanderfischarten deutlich zurückgegangen. Für die lokalen Gemeinden, die mit Unterstützung von internationalen Umweltorganisationen wie International Rivers, Amazon Watch und Survival International dem Staudambau jahrelang Widerstand geleistet hatten, war die Finanzierung für das Projekt durch den Green Bond ein Schlag ins Gesicht.<sup>18</sup>

Green Bonds sind deshalb für den Wasserkraft-

sektor interessant, weil sie längere Laufzeiten haben und so auf die Lebensdauer eines Wasserkraftwerks ausgerichtet werden können. Außerdem sind sie werbewirksam und stellen einen Anhaltspunkt für die öffentliche Akzeptanz der Technologie dar. Dennoch hat sich die Wasserkraft bisher auf dem Markt für Green Bonds nur begrenzt durchsetzen können. Viele Emittenten und Investoren meiden Wasserkraftinvestitionen aufgrund von Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten und damit verbundenen Reputationsbedenken, die nicht zuletzt auch eine Folge der verschärften Kritik von Umwelt- und Menschenrechtsgruppen am Green Bond von GDF Suez sind. Im Jahr 2016 beinhalteten nur 6 Prozent aller Green Bonds Wasserkraftprojekte, 2017 waren es nur noch 2 Prozent.<sup>19</sup>

Die Wasserkraftindustrie hofft, dass das Vertrauen der Investoren mit der Entwicklung von speziellen Qualifikationskriterien für Green Bonds und Standards für Wasserkraftwerke steigt. Ein Vorschlag für solche Kriterien wird derzeit durch die Climate Bonds Initiative ausgearbeitet und soll in Kürze zur öffentlichen Konsultation freigegeben werden. Gleichzeitig bestehen aber Befürchtungen bei der Industrie, dass die Kriterien höhere Eintrittsbarrieren für Wasserkraft setzen könnten als für Wind- und Solarenergie und damit das Investoreninteresse wieder sinken könnte.<sup>20</sup>

### **Infokasten: Der Africa Climate Business Plan der Weltbank**

Auch der Africa Climate Business Plan<sup>1</sup> der Weltbank, der 16 Milliarden USD an Finanzhilfen vorsieht, um afrikanische Länder bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen, setzt stark auf den Bau von riskanten Großstaudämmen und verfehlt dadurch sein Ziel, dringende Klimaziele anzugehen.

Zum Beispiel sieht der Plan vor, Klimaresilienz durch verbesserten Energiezugang zu erhöhen. Damit sind allerdings nicht arme Bevölkerungsgruppen gemeint, die dringend Zugang zu Stromversorgung brauchen, um den Auswirkungen des Klimawandels standzuhalten. Die im Plan vorgesehene Wasserkrafterzeugung ist größtenteils für den Bergbausektor vorgesehen, wie z. B. die Förderung von Eisenerz in Guinea oder Aluminiumverhüttung in Kamerun durch das weltgrößte Bergbauunternehmen Rio Tinto.

Ebenso fragwürdig ist die Förderung des Wasserkraftausbaus unter dem Vorwand einer verbesserten Klimaresilienz im Sambesi-Flussgebiet (siehe Kasten S. 16). Die Gegend ist von extremen Dürren bedroht und bereits zu stark auf abnehmende Flusswassermengen angewiesen. Auch auf dem Niger schätzen Expert\*innen, dass neue Staudämme die Auswirkungen des Klimawandels eher verschärfen würden als sie einzudämmen.<sup>2</sup>

# IV. KLIMAVERTÄGLICHE UND -RESILIENTE ALTERNATIVEN ZUR WASSERKRAFT

Befürworter\*innen des Wasserkraftausbaus behaupten oft, eine zuverlässige Energieversorgung ohne fossile Brennstoffe sei nur durch eine Vergrößerung der Wasserkraftkapazitäten möglich, vor allem in Entwicklungsländern, deren Energiebedarf voraussichtlich noch stark ansteigen wird.<sup>1</sup> Doch gerade am Beispiel von Entwicklungsländern, die besonders vom Klimawandel betroffen sind, lassen sich die Probleme einer wasserkraftorientierten Energiepolitik aufzeigen. Wie in Kapitel II erläutert, gefährdet eine Abhängigkeit von Wasserkraft die Energiesicherheit und damit auch die Wirtschaft dieser Länder, was sich wiederum negativ auf deren Fähigkeit zur Anpassung an den Klimawandel auswirkt. Dazu kommt, dass stark auf Wasserkraft fokussierte, zentralisierte Energiemodelle nur selten eine flächendeckende Energieversorgung für die Bevölkerung gewährleisten. Das Problem der Energiearmut und der damit verbundenen Klimawandelanfälligkeit auf Haushaltsebene bleibt so bestehen.

Eine dringend zu führende Diskussion ist deshalb, ob Energielösungen für die Zukunft nur auf eine angebotsorientierte Optimierung ausgerichtet sein sollten und ob Energieversorgungsprobleme durch eine Produktionssteigerung allein gelöst werden können. In diesem abschließenden Kapitel werden kurz einige Energielösungsansätze vorgestellt, die sozial und ökologisch nachhaltiger und klimafreundlicher sind (sowohl in Bezug auf Klimaschutz als auch auf Klimaresilienz) als ein großangelegter Ausbau von Wasserkraftkapazitäten, wie er in vielen Ländern aktuell verfolgt wird.

## IV.1 Energieeffizienz steigern

Ein immer noch stark unterschätzter Planungsansatz zur Verbesserung heutiger Energiesysteme sind Effizienzsteigerungen. Zum Beispiel ist schon längst bekannt, dass fehlerhafte und alternde Energieinfrastruktur vielerorts für hohe Verluste sowohl bei der Erzeugung als auch beim Transport von Strom verantwortlich ist. Gerade im Bereich der Wasserkraft gilt es, alternde Anlagen zu optimieren. Dies mag für große Baufirmen weniger interessant sein als ein Projektneubau, wäre aber ein günstiger, schnellerer und umweltfreundlicherer Weg, um Versorgungsprobleme anzugehen.

Vor allem aber sind Effizienzsteigerungen die kostengünstigsten Maßnahmen, um Energie zu sparen, die Nachfrage zu reduzieren und Energieversorgungslücken zu schließen – und das ohne negative Umweltauswirkungen oder die Verdrängung örtlicher Gemeinden. Welch enorme Energieeinsparungen durch Effizienzmaßnahmen möglich sind, und dass sich dies positiv auf die Wirtschaft und den Arbeitsmarkt auswirken kann, zeigt das Beispiel von Kalifornien. Zwischen 1972 und 2006 brachten Energieeffizienzmaßnahmen dem US-Bundesstaat knapp 56 Milliarden US-Dollar an Kosteneinsparungen und 1,5 Millionen neue Arbeitsplätze. Durch die niedrigeren Stromrechnungen blieb Geld für andere Ausgaben übrig, was wiederum das Wirtschaftswachstum ankurbelte. So liegt Kaliforniens Pro-Kopf-Energieverbrauch nun 40 Prozent unter dem Landesdurchschnitt und sein Bruttoinlandsprodukt pro verbrauchter Stromeneinheit 68 Prozent über dem Landesdurchschnitt. Das Potenzial für Energieeinsparungen durch Effizienzsteigerung – etwa durch Effizienzstandards für Gebäude und Elektrogeräte und entsprechende Anreize für Energieversorger – ist groß.<sup>2</sup> Laut dem McKinsey Global Institute könnte der Energieverbrauch der USA so um bis zu 75 Prozent reduziert werden. Und auch Entwicklungsländer könnten durch Investitionen in effizientere Technologien den bevorstehenden Anstieg ihres Energieverbrauchs (der 80 Prozent des globalen Anstiegs ausmacht) halbieren.<sup>3</sup> Pro Dollar, der in Effizienzsteigerungen investiert wird, können drei Dollar an Ausgaben für neue Stromversorgungsprojekte gespart werden, so die Internationale Energieagentur (IEA).<sup>4</sup>

In vielen Entwicklungsländern sehen Energiepläne allerdings nur unzureichende Effizienzmaßnahmen vor. Dies mag zum einen daran liegen, dass es in Führungspositionen wenige Energieexpert\*innen gibt, die sich mit Nachfragesteuerung beschäftigen. Die Energiekultur ist vielerorts stark von der Vorstellung geprägt, dass Wirtschaftswachstum durch die erhöhte Bereitstellung von Strom angetrieben werden muss. Auch die Rohstoffindustrie, die extrem viel Energie verbraucht, hat wenig Anreize für Einsparungen. Daher liegt es vor allem an der öffentlichen Hand, Effizienzsteigerung zu fördern.<sup>5</sup> Aus einem ähnlichen Grund hat auch die Welt-



Der Xiaowan-Staudamm am Lancang (Oberlauf des Mekong) in China. Es ist umstritten, ob derartige Großwasserkraftwerke eine angemessene Alternative für fossile Energieerzeugung darstellen

bank bisher kaum in Energieeffizienzmaßnahmen investiert – und das, obwohl diese einen höheren Entwicklungseffekt hätten und um ein Vielfaches billiger wären als die Kohle- und Wasserkraftwerke, die die Bank fördert. Einschätzungen von Wasserkraft- und Energieexperte Peter Bosshard zufolge passen Effizienzmaßnahmen nicht in das Geschäftsmodell des weltgrößten Energiefinanziers, das nach eigenen Angaben der Bank von einem regelrechten „Darlehensdruck“ geprägt ist und Erfolg an der Höhe der Auslagen und der Größe der geförderten Infrastruktur misst. Effizienzprogramme haben in der Regel eine verhältnismäßig kleine Projektgröße, aber einen hohen Verwaltungsaufwand und sie benötigen längere Laufzeiten. Das steht den Eigeninteressen der Bank entgegen.<sup>6</sup>

#### **IV.2 Energiesysteme diversifizieren und dezentralisieren**

Insbesondere in Entwicklungsländern streben viele Politiker\*innen großangelegte, zentrale Energieprojekte wie Wasser- oder Kohlekraftwerke an, die

durch riesige Hochspannungsleitungen mit städtischen und industriellen Ballungsräumen verbunden sind, da große Projekte viel Entwicklung versprechen. Doch die dabei notwendige Infrastruktur hat viele Nachteile: Die Hochspannungsleitungen sind teuer im Bau und in der Wartung, der Verlust an Energie bei langen Leitungen ist erheblich. Zudem gewährleisten solche Projekte meist keine Energieversorgung für ländliche Gegenden, wo die Energiearmut bislang am höchsten ist, da es aufwendig ist, den Strom aus Hochspannungsleitungen für Haushalte nutzbar zu machen.

Viele Nichtregierungsorganisationen empfehlen deshalb der Politik nachdrücklich die Diversifizierung und Dezentralisierung von Energiesystemen, um die Klimaresilienz zu verbessern, vor allem in ärmeren Ländern. Neben einem vielfältigeren Strommix aus erneuerbaren Energien wie Wind, Solar, Erdwärme, Biomasse und staudammlosen Wasserkrafttechnologien wird auch für kleinere Projekte plädiert. Diese sind schneller gebaut, besser synchronisierbar und anpassungsfähiger und ermöglichen eine bessere und kostengünstigere Versorgung ländlicher und schwer



erreichbarer Gebiete. Eine dezentralisierte Stromversorgung steigert auch die Energieeffizienz, da Transportverluste vermieden werden.

Einer Studie zufolge ist die Versorgung ländlicher Gegenden Afrikas durch Solarenergie oder Kleinstwasserkraftwerke zum Beispiel billiger als ein Ausbau der Stromnetze, da ein Großteil der Bevölkerung näher an Flüssen wohnt als an bestehenden Stromnetzen und solche Projekte von den Gemeinden selbst gebaut und betrieben werden können. Zudem bieten sie im Vergleich zu großen Infrastrukturprojekten mehr Möglichkeiten für die Schaffung permanenter Arbeitsplätze.<sup>7</sup>

Dazu kommen zahlreiche andere Vorteile, die ein erhöhter Fokus auf alternative erneuerbare Energien birgt. Zum Beispiel ist Wasserkraft längst keine innovative Technologie mehr. Seit Jahrzehnten gab es keinen technischen Durchbruch im Wasserkraftsektor. Auch ein Technologietransfer in Entwicklungsländer kann durch zusätzliche Finanzierungshilfen für Wasserkraft, im Gegensatz zur Solarenergie, nicht erreicht werden. Dazu kommt, dass Energieerzeugung durch Wasserkraft extrem kosten- und zeitaufwendig ist, obwohl Flusswasser im Prinzip eine kostenlose, erneuerbare Ressource ist. Im Durchschnitt kommt es beim Bau von Großstaudämmen zu einer Überschreitung des Budgets um 96 Prozent und des Zeitplans um 44 Prozent, während die Kostenüberschreitung bei Wind- und Solarenergieprojekten nur bei durchschnittlich 10 Prozent liegt.<sup>8</sup>

Wind- und Solarenergie sind dagegen in den letzten Jahren durchaus wettbewerbsfähig geworden<sup>9</sup> und verbuchen mehr Kapazitätszuwachs als die Wasserkraft. Für die nächsten Jahre prognostiziert die International Energy Agency für Solarenergie einen Kapazitätszuwachs, der größer ist als für alle anderen erneuerbaren Energien zusammengerechnet.<sup>10</sup> In vielen Gegenden sind die Kosten der Solarenergie schon jetzt niedriger als die fossiler Energieträger. Mit der zunehmenden Intelligenz von

Stromnetzen und sinkenden Kosten für Batteriespeicherung wird auch das Argument, Wasserkraft sei zum Ausgleich der stark schwankenden Stromerzeugung durch Wind- und Solarenergie unabdingbar, mehr und mehr an Gewicht verlieren.

Unausgeschöpftes Potenzial besteht zudem im aufstrebenden Sektor der nicht auf Staudambau angewiesenen Wasserkraft, die eine vielfältige Mischung verschiedener Technologien umfasst. Am bekanntesten sind Wellenkraftwerke sowie hydrokinetische Turbinen, die direkt in Flüssen, Kanälen, Wasserrohren, Flussmündungen oder direkt in Meeren und Ozeanen installiert werden und dort Strömungsenergie umwandeln. Vor allem Gezeiten- und Meeresenergie werden als äußerst zuverlässig und klimaresilient eingestuft. Auch ihre Umweltauswirkungen werden als gering eingeschätzt, sind aber – vor allem im Falle erhöhter Produktionskapazitäten – noch nicht ausreichend erforscht.<sup>11</sup> Dabei muss sichergestellt werden, dass die ökologische Funktion der Flüsse nicht zerstört wird, indem ein frei fließender Fluss in ein stehendes Gewässer verwandelt wird. Und bei jeglichen Energieprojekten ist zentral, dass bereits im frühesten Planungsstadium die Bevölkerung einbezogen wird, ihre Rechte gewahrt werden und auch die kumulativen Auswirkungen in Zusammenhang mit weiteren Projekten in der Region berücksichtigt werden.

Emissionskompensationsprogramme, die klimaverträgliche Energieversorgung, widerstandsfähige Entwicklung und Klimaanpassung in Entwicklungsländern unterstützen wollen, sollten daher vermehrt auf Effizienzmaßnahmen und den Ausbau anderer erneuerbarer Energiesektoren setzen und so die Abhängigkeit von nicht nachhaltigen Energielösungen vermeiden, die den Entwicklungsweg der heutigen Industrieländer ausgezeichnet haben.<sup>12</sup> Eine Förderung der Wasserkraft unter dem Deckmantel der Klimapolitik ist, wie in dieser Publikation beschrieben, in vielerlei Hinsicht problematisch und rückschrittlich.

In dieser Broschüre haben wir versucht, den massiven globalen Ausbau der Wasserkraft in Zeiten des Klimawandels kritisch zu durchleuchten und verschiedene Aspekte, Ursachen und Folgen der weltweiten Förderung von Wasserkraft als Klimaschutzmaßnahme zu verdeutlichen. Viele dieser Aspekte müssten in die Debatte über nachhaltige, klimaresiliente Entwicklungsmodelle dringend einfließen, werden aber im Diskurs über die grüne und saubere Wasserkraft meist übergangen.

Immer noch zu oft hört und liest man in Medien, Politik und Wissenschaft Aussagen über Wasserkraft als CO<sub>2</sub>-neutrale Energiequelle.<sup>1</sup> Zum Teil basieren solche Aussagen auf mangelndem Bewusstsein, in vielen Fällen stehen dahinter aber auch politische und wirtschaftliche Interessen. Angesichts der überwältigenden wissenschaftlichen Beweislage, dass Wasserkraftanlagen in erheblichem Maß Treibhausgasemissionen ausstoßen, ist es höchste Zeit, dass deren Klimafolgen öffentlich anerkannt und bekannt werden.

Wie genau die Wasserkraft im Vergleich mit fossilen Energieträgern in punkto Treibhausgasemissionen abschneidet, ist wissenschaftlich immer noch umstritten. Zum einen bestehen große Wissenslücken und für eine Vereinheitlichung von Messstandards gibt es keine verpflichtenden Richtlinien. Das erleichtert die Lenkung der Debatte durch Industrieinteressen. Dennoch bestehen deutliche Hinweise, dass neugebaute Wasserkraftanlagen massive Auswirkungen auf das Klima haben, vor allem in den kommenden Jahrzehnten, in denen für einen effektiven Klimaschutz die größten Emissionseinsparungen erforderlich sind.

Jedoch darf die Klimaverträglichkeit von Wasserkraft nicht auf das Thema Treibhausgasemissionen und die vermeintliche Einsparung und Kompensierung von CO<sub>2</sub> reduziert werden. Als Nachhaltigkeitskriterien gilt es auch, die Umweltrisiken und negativen sozialen Auswirkungen von Energie- und Entwicklungslösungen zu bedenken, bevor solche Projekte im großen Stil als klimafreundlich beworben werden. Viele dieser Auswirkungen sind mit dem Ziel der Nachhaltigkeit alles andere als vereinbar. Im Fall Wasserkraft zählen dazu unter anderem die verschiedenen Aspekte der Governance (so z. B. Demokratie- und Menschenrechtsverstöße) und die extremen Sicherheitsrisiken, die durch Wasserkraftanlagen entstehen und z. T. durch den

Klimawandel verstärkt werden: Mit der zu erwartenden hydrologischen Verschärfung werden einerseits Dürren häufiger auftreten und länger dauern, was die Energiesicherheit bedroht und die Gefahr birgt, dass Wasserkraftwerke zu Fehlinvestitionen werden. Andererseits werden sich kürzere, aber um so heftigere Starkregenereignisse häufen, was zu mehr Staudammunfällen bzw. der Verstärkung von Fluten führen wird. Doch bislang mangelt es bisher an Bewusstsein über die negativen Auswirkungen der Wasserkraft auf die Klimaresilienz sozioökologischer Systeme, sowie an aktiven Bemühungen, diese einzudämmen.

Kritik an der Nachhaltigkeit von Wasserkraft wird oft mit Bemerkungen über deren Bedeutung für die Energiesicherheit vieler Länder relativiert. In der Tat macht die Wasserkraft in manchen Ländern einen Großteil der Energieversorgung aus und kann nicht von heute auf morgen ersetzt werden.<sup>2</sup>

Finanzielle Anreize für Großwasserkraftprojekte, wie etwa deren Förderung durch Klimafinanzinstrumente, setzen jedoch ein falsches Zeichen. Wasserkraftinvestitionen setzen auf eine weitverbreitete und gängige Technologie, die seit Jahrzehnten ohne nennenswerte technische Innovationen angewandt wird. Dagegen gibt es Alternativen, die klimafreundlicher, sozial und ökologisch verträglicher und auch billiger sind als zusätzliche Wasserkraftanlagen, deren Konsolidierung aber durch die breite Unterstützung für Wasserkraft gebremst wird. Bemühungen für eine klimafreundliche und resiliente Energiewende sollten sich deshalb auf Investitionen in zukunftsträchtigere, da nachhaltigere Energiequellen und Energieinnovationen konzentrieren. Andererseits gilt es, die Nachhaltigkeit bestehender Wasserkraftinfrastruktur zu verbessern. Dafür gibt es, zusätzlich zu den oben genannten, zahlreiche mögliche und wichtige Ansätze für Regierungen, Finanzinstitutionen sowie Unternehmen und ihrer Verbände:

- 1.) Die Einführung von verpflichtenden Nachhaltigkeitsstandards für Wasserkraftanlagen, die das gesamte Flussbassin und die Folgen für Ökosysteme und Biodiversität ebenso einbeziehen wie die sozialen und menschenrechtlichen Folgen; dabei müssen rote Linien gezogen werden die zur Folge haben können, dass Projekte nicht realisiert bzw. unterstützt werden;

2.) die umfassende Berechnung und Berücksichtigung voraussichtlicher Emissionswerte und indirekter Klimafolgen (z. B. auf die Funktion von Wäldern, Flüssen und Ozeanen als Kohlenstoffsenken) von Wasserkraftanlagen;

3.) eine umfassende Berechnung und Berücksichtigung der mit dem Klimawandel zu erwartenden hydrologischen Verschärfung und ihrer Auswirkungen auf die Effizienz und Sicherheit von Wasserkraftwerken;

3.) die Neubewertung bestehender Staudämme und ihrer Folgen für Klima und Nachhaltigkeit gemäß o. g. Kriterien und die Stilllegung und Entfernung von Anlagen, wenn die Überprüfung zeigt, dass die Nachteile die Vorteile überwiegen und durch Nachbesserungen nicht ausreichend behoben werden können;

5.) eine strengere Reglementierung des Betriebs von Staudämmen in Hinblick auf deren Rolle bei Dürren und Hochwassern, und eine größere Rechenschaftspflicht von Staudambbetreibern;

Nichtregierungsorganisationen und soziale Bewegungen der von Staudämmen betroffenen Gruppen mobilisieren seit Jahrzehnten, z. T. äußerst effektiv,

gegen die Förderung und den Ausbau von sozial- und umweltschädlichen Wasserkraftanlagen.<sup>4</sup> 500 Organisationen aus 85 Ländern unterzeichneten anlässlich der Pariser Klimaverhandlungen im Dezember 2015 einen Appell an Regierungen, Geldgeber und andere Institutionen, Großwasserkraftprojekte aus Klimaschutzinitiativen auszuschließen.<sup>5</sup> Trotz ihrer legitimen Anliegen zum Schutz der Umwelt, des Klimas und der Rechte und Lebensgrundlagen betroffener Bevölkerungsgruppen erfahren Staudammgegner\*innen jedoch in zunehmendem Maß direkte und staatliche Gewalt und Diskriminierung.<sup>6</sup> Nicht zuletzt dieser letztgenannte Aspekt verdeutlicht, dass die Umstellung der Energieversorgung auf Wasserkraft kein unproblematisches Mittel ist, um den Klimawandel einzudämmen.

Die häufigen negativen menschenrechtlichen, sozialen und ökologischen Folgen von Wasserkraftwerken stehen im Gegensatz zu vielen Zielen für nachhaltige Entwicklung, auf die sich die Weltgemeinschaft in der Agenda 2030 geeinigt hat. Zudem trägt diese Technologie selbst durch Faulgasemissionen zum Klimawandel bei und gefährdet die Anpassung an den Klimawandel, da ihre Sicherheit und Zuverlässigkeit durch veränderte Regenmuster abnimmt. Eine einfache Lösung für die Energiegewinnung in Zeiten des Klimawandels bietet die Wasserkraft nicht.

## ENDNOTEN

### Einleitung

1 Zarfl, C. et al. 2015. „A Global Boom in Hydropower Dam Construction.“ In: *Aquatic Sciences* 77 (1): 161–70; Ahlers, R., Zwartveen, M. und K. Bakker. 2017. „Large Dam Development: From Trojan Horse to Pandora’s Box.“ In: Flyvbjerg, B. (Ed.) *The Oxford Handbook of Megaproject Management* (pp. 556–576). Oxford: OUP, 2017

2 McCully, P. 2001. *Silenced rivers: The ecology and politics of large dams*. 2nd ed. London: Zed Books.

3 International Hydropower Association. *A Brief History of Hydropower*. <https://www.hydropower.org/a-brief-history-of-hydropower>

4 Russau, C. 2016 (S. 7). *Das Geschäft mit der Wasserkraft: Schlaglichter auf Europäische Konzerne*. Berlin: GegenStrömung / Institut für Ökologie und Aktions-Ethnologie e.V., 2016 [https://www.gegenstroemung.org/web/wp-content/uploads/2017/03/STUDIE\\_STAUDA%cc%88MME\\_online.pdf](https://www.gegenstroemung.org/web/wp-content/uploads/2017/03/STUDIE_STAUDA%cc%88MME_online.pdf)

5 Moran, E. F., Lopez, M. C., Moore, N., Müller, N. und D. W. Hyndman. 2018. „Sustainable Hydropower in the 21st Century.“ In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (47): 11891–98; Grumbine, R. E. und M. K. Pandit. 2013. „Threats from India’s Himalaya dams.“ In: *Science* 339, 36–37; Winemiller, K. O. et al. 2016. „Balancing Hydropower and Biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong.“ In: *Science* 351 (6269): 128–29

6 Meijer, K. et al. 2014. *Grün und sauber? Wasserkraft zwischen niedrigen Treibhausgasemissionen und hohen sozialen und ökologischen Kosten*. Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE). [https://www.die-gdi.de/uploads/media/AuS\\_9.2014.pdf](https://www.die-gdi.de/uploads/media/AuS_9.2014.pdf)

7 Ahlers, R., Budds, J., Joshi, D., Mehta, S., Merme, V. und M. Zwartveen. 2015. „Framing hydropower as green energy: Assessing drivers, risks and tensions in the Eastern Himalayas.“ In: *Earth Systems Dynamics* 6, 195–204; Merme, V., Ahlers, R. und J. Gupta. 2014. „Private Equity, Public Affair: Hydropower Financing in the Mekong Basin.“ In: *Global Environmental Change* 24: 20–29

8 Pittock, J. 2010. „Better Management of Hydropower in an Era of Climate Change.“ In: *Water Alternatives* 3 (2): 444–452; Newell, P., Phillips, J. und P. Purohit. 2011. „The political economy of clean development in India: CDM and beyond.“ In: *IDS Bulletin* 42(3), 89–96

9 International Rivers. 2015. *10 Reasons Why Climate Initiatives Should Not Include Large Hydropower Projects: A Civil Society Manifesto for the Support of Real Climate Solutions*. Berkeley: International Rivers, 2015, <https://www.internationalrivers.org/node/9204>

10 Beilfuss, R. 2012. *A Risky Climate for Southern African Hydro*. Berkeley: International Rivers, 2012, [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/zambezi\\_climate\\_report\\_final.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/zambezi_climate_report_final.pdf); Huber, A. 2018. „Hydropower in the Himalayan Hazardscape: Strategic Ignorance and the Production of Unequal Risk.“ In: *Water* 1 [eingereicht]



## I. Grüne und Saubere Wasserkraft? Wie Staudämme zum Klimawandel beitragen

- 1 International Hydropower Association. *A Brief History of Hydropower*. <https://www.hydropower.org/a-brief-history-of-hydropower>
- 2 Wenn Dämme dem Klima schaden, 23.07.2013 [https://www.deutschlandfunk.de/wenn-daemmen-dem-klima-schaden.676.de.html?dram:article\\_id=255000](https://www.deutschlandfunk.de/wenn-daemmen-dem-klima-schaden.676.de.html?dram:article_id=255000); International Rivers. 2012. *Falsches Klima für Große Staudämme*. Berkeley: International Rivers, 2012, [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong\\_climate\\_german.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong_climate_german.pdf)
- 3 Parekh, P. 2011. *Advancements in the Field of Reservoir Emissions: A Briefing on Recent Research and Guidelines*. Berkeley: International Rivers, 2011, [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final\\_reservoiremisionsbriefing2011.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final_reservoiremisionsbriefing2011.pdf)
- 4 Gunnar Myrhe et. al. 2013: „Anthropogenic and Natural Radiative Forcing.“ In: *IPCC 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge/New York: Cambridge University Press, 2013, 661-740, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>; *Stauseen stossen Treibhausgase aus*, 27.10.2011. <https://blogs.ethz.ch/klimablog-archiv/2011/10/27/stauseen-stossen-treibhausgase-aus/>; *Wenn Dämme dem Klima schaden*, 23.07.2013 [https://www.deutschlandfunk.de/wenn-daemmen-dem-klima-schaden.676.de.html?dram:article\\_id=255000](https://www.deutschlandfunk.de/wenn-daemmen-dem-klima-schaden.676.de.html?dram:article_id=255000)
- 5 Wehrli, Bernhard. 2011. „Renewable but Not Carbon-Free: Climate Science.“ In: *Nature Geoscience* 4 (9): 585–86.
- 6 Lima, I. B. T. et al. 2008. „Methane Emissions from Large Dams as Renewable Energy Resources: A Developing Nation Perspective.“ In: *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 13 (2): 193–206.
- 7 *Staudämme in den Tropen schaden dem Klima*, 12.09.2014, <https://www.spektrum.de/news/wasserkraft-schadet-dem-klima/1308621>; Deshmukh, C. et al. 2014. „Physical controls on CH<sub>4</sub> emissions from a newly flooded subtropical freshwater hydroelectric reservoir: Nam Theun 2.“ In: *Biogeosciences* 11: 4251-4269; Barros, N. et al. 2011. „Carbon Emission from Hydroelectric Reservoirs Linked to Reservoir Age and Latitude.“ In: *Nature Geoscience* 4 (9): 593–96
- 8 International Rivers. 2008. *Dirty Hydro: Dams and Greenhouse Gas Emissions*. Berkeley: International Rivers, 2008, [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/dirtyhydro\\_factsheet\\_lorez.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/dirtyhydro_factsheet_lorez.pdf); Lima, I. B. T. et al. 2008. „Methane Emissions from Large Dams as Renewable Energy Resources: A Developing Nation Perspective.“ In: *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 13 (2): 193–206
- 9 Fearnside, P. M. 2002. „Greenhouse Gas Emissions from a Hydroelectric Reservoir: (Brazil’s Tucuruí Dam) and the Energy Policy Implications.“ *Water, Air, & Soil Pollution* 133: 69
- 10 *How Hydroelectric Power May Undermine Brazil’s Pledge to Slash Greenhouse Gases*, 02.10.2015 [https://news.vice.com/en\\_us/article/neyzgb/how-hydroelectric-power-may-undermine-brazils-pledge-to-slash-greenhouse-gases](https://news.vice.com/en_us/article/neyzgb/how-hydroelectric-power-may-undermine-brazils-pledge-to-slash-greenhouse-gases)
- 11 *Wenn Dämme dem Klima schaden*, 23.07.2013 [https://www.deutschlandfunk.de/wenn-daemmen-dem-klima-schaden.676.de.html?dram:article\\_id=255000](https://www.deutschlandfunk.de/wenn-daemmen-dem-klima-schaden.676.de.html?dram:article_id=255000); Maeck, A. et al. 2013. „Sediment Trapping by Dams Creates Methane Emission Hot Spots.“ In: *Environmental Science & Technology* 47 (15): 8130–37
- 12 DelSontro, T. et al. 2010. „Extreme Methane Emissions from a Swiss Hydropower Reservoir: Contribution from Bubbling Sediments.“ In: *Environmental Science & Technology* 44 (7): 2419–25; *Stauseen könnten heimliche Klimasünder sein*, 12.10.2010 <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/methan-emissionen-stauseen-koennten-heimliche-klimasuender-sein-a-722670.html>
- 13 Barros, N. et al. 2011. „Carbon Emission from Hydroelectric Reservoirs Linked to Reservoir Age and Latitude.“ In: *Nature Geoscience* 4 (9): 593–96
- 14 Demarty, M., und J. Bastien. 2011. „GHG Emissions from Hydroelectric Reservoirs in Tropical and Equatorial Regions: Review of 20 Years of CH<sub>4</sub> Emission Measurements.“ In: *Energy Policy* 39 (7): 4197–4206; *Stauseen stossen Treibhausgase aus*, 27.10.2011 <https://blogs.ethz.ch/klimablog-archiv/2011/10/27/stauseen-stossen-treibhausgase-aus/>
- 15 Kahn, James, Carlos Freitas, and Miguel Petrere. 2014. “False Shades of Green: The Case of Brazilian Amazonian Hydropower.” In: *Energies* 7 (9): 6063–82
- 16 Kemenes, A., Forsberg, B. R. und J. M. Melack. 2011. „CO<sub>2</sub> Emissions from a Tropical Hydroelectric Reservoir (Balbina, Brazil).“ In: *Journal of Geophysical Research* 116 (G3); International Rivers. 2012. *Falsches Klima für Große Staudämme*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong\\_climate\\_german.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong_climate_german.pdf)
- 17 Räsänen, T. A. et al. 2018. „Greenhouse Gas Emissions of Hydropower in the Mekong River Basin.“ In: *Environmental Research Letters* 13 (3): 034030
- 18 *Coming Clean: Hydropower’s Dirty (Energy) Secrets*, 16.12.2014, <https://earthjustice.org/blog/2014-december/coming-clean-hydropower-s-dirty-energy-secrets>
- 19 International Rivers. 2012. *Falsches Klima für Große Staudämme*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong\\_climate\\_german.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong_climate_german.pdf)
- 20 *How Hydroelectric Power May Undermine Brazil’s Pledge to Slash Greenhouse Gases*, 2.10.2015 [https://www.vice.com/en\\_us/article/neyzgb/how-hydroelectric-power-may-undermine-brazils-pledge-to-slash-greenhouse-gases](https://www.vice.com/en_us/article/neyzgb/how-hydroelectric-power-may-undermine-brazils-pledge-to-slash-greenhouse-gases); *Scientists say halting deforestation just as urgent as reducing emissions*, 04.10.2018 <https://www.theguardian.com/environment/2018/oct/04/climate-change-deforestation-global-warming-report>
- 21 International Rivers. 2012. *Falsches Klima für Große Staudämme*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong\\_climate\\_german.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong_climate_german.pdf); Subramaniam, A. et al. 2008. „Amazon River enhances diazotrophy and carbon sequestration in the tropical North Atlantic Ocean.“ In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (30) 10460-10465; Showers, K. 2009. „Congo River’s Grand Inga hydroelectricity scheme: linking environmental history, policy and impact.“ In: *Water History* 1 (1): 31-58; Galy, V., Peucker-Ehrenbrink, B. und T. Eglington. 2015. „Global carbon export from the terrestrial biosphere controlled by erosion.“ In: *Nature* 521 (7551): 204.
- 22 Dharmadikary, S. 2008. *Mountains of Concrete: Dam Building in the Himalayas*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/ir\\_himalayas\\_rev.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/ir_himalayas_rev.pdf)
- 23 Bosshard, P. 2012. *Infrastructure for Whom? A critique of the Infrastructure strategies of the group of 20 and the World Bank*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/infrastructure\\_for\\_whom\\_report.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/infrastructure_for_whom_report.pdf); Russau, C. 2017: *Ausschlachtung für den Weltmarkt – Wie Amazoniens Staudämme mit deutschen Schnitzeln zusammenhängen*. Berlin: GegenStromung, 2017, [http://www.gegenstromung.org/web/wp-content/uploads/2019/01/TAPAJOS\\_online.pdf](http://www.gegenstromung.org/web/wp-content/uploads/2019/01/TAPAJOS_online.pdf).
- 24 Grieger, F. Und Hasenheit, M.: *Wasserkraft und Bergbau – Wie eine vermeintlich regenerative Energie mit dem Extraktivismus zusammenhängt*. Berlin: GegenStromung, 2018, [http://www.gegenstromung.org/web/wp-content/uploads/2019/11/Bergbau\\_und\\_WK\\_online.pdf](http://www.gegenstromung.org/web/wp-content/uploads/2019/11/Bergbau_und_WK_online.pdf)
- 25 Lees, A. et al. 2016. „Hydropower and the future of Amazonian biodiversity.“ In: *Biodiversity and Conservation* 25 (3), 451–66; Fearnside, P. M. 2016. „Environmental and social impacts of hydroelectric dams in Brazilian Amazonia: Implications for the aluminium industry.“ In: *World Development* 77, 48–65; *Belo Sun Mining Sets Sights on Golden Opportunity in the Xingu*, 5.10.2012 <http://amazonwatch.org/news/2012/1005-belo-sun-mining-sets-sights-on-golden-opportunity-in-the-xingu>
- 26 Atkins, E. 2017. „Dammed and Diversionary: The Multi-Dimensional Framing of Brazil’s Belo Monte Dam.“ In: *Singapore Journal of Tropical Geography* 38 (3): 276–92; Fearnside, P. M. 2006. „Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil’s hydroelectric development of the Xingu river ba-

sin." In: *Environmental Management* 38 (1), 16–27; Ioris, A. 2009. „Water reforms in Brazil: opportunities and constraints." *Journal of Environmental Planning and Management* 52 (6), 813–32

**27** International Rivers. 2012. *The New Great Walls: A Guide to China's Overseas Dam Industry*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/intlivers\\_newgreatwalls\\_2012\\_2.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/intlivers_newgreatwalls_2012_2.pdf)

**28** *China's shift from coal to hydro comes at a heavy price*, 27.07.2015 <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/8093-China-s-shift-from-coal-to-hydro-comes-at-a-heavy-price>

**29** St. Louis, V. L. et al. 2000. „Reservoir Surfaces as Sources of Greenhouse Gases to the Atmosphere: A Global Estimate." In: *BioScience* 50 (9): 766–775; Lima, I. B. T. et al. 2008. „Methane Emissions from Large Dams as Renewable Energy Resources: A Developing Nation Perspective." In: *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 13 (2): 193–206; Barros, N. et al. 2011. „Carbon Emission from Hydroelectric Reservoirs Linked to Reservoir Age and Latitude." In: *Nature Geoscience* 4 (9): 593–96; Deemer, B. R. et al. 2016. „Greenhouse Gas Emissions from Reservoir Water Surfaces: A New Global Synthesis." In: *BioScience* 66 (11): 949–64; Räsänen, T. A. et al. 2018. „Greenhouse Gas Emissions of Hydropower in the Mekong River Basin." In: *Environmental Research Letters* 13 (3): 034030

**30** *Wenn Dämme dem Klima schaden*, 23.07.2013 [https://www.deutschlandfunk.de/wenn-daemme-dem-klima-schaden.676.de.html?dram:article\\_id=255000](https://www.deutschlandfunk.de/wenn-daemme-dem-klima-schaden.676.de.html?dram:article_id=255000); Maeck, A. et al. 2013. „Sediment Trapping by Dams Creates Methane Emission Hot Spots." In: *Environmental Science & Technology* 47 (15): 8130–37

**31** *Staudämme in den Tropen schaden dem Klima*, 12.09.2014 <https://www.spektrum.de/news/wasserkraft-schadet-dem-klima/1308621>;

Deshmukh, C. et al. 2014. „Physical controls on CH<sub>4</sub> emissions from a newly flooded subtropical freshwater hydroelectric reservoir: Nam Theun 2." In: *Biogeosciences* 11: 4251–4269

**32** *Der Amazonas wird angezapft*, 10.08.2012 <https://www.spektrum.de/news/der-amazonas-wird-angezapft/1150908>

**33** Kemenes, A., Forsberg, B. R. und J. M. Melack. 2011. „CO<sub>2</sub> Emissions from a Tropical Hydroelectric Reservoir (Balbina, Brazil)." In *Journal of Geophysical Research* 116 (G3).

**34** Fearnside, P. M. 2015a. „Emissions from Tropical Hydropower and the IPCC." In: *Environmental Science & Policy* 50: 225–39

**35** Ebd.

**36** *Wissenschaftler: Belo Monte wird in den ersten 10 Betriebsjahren mehr Treibhausgase produzieren als ganz São Paulo*, 18.09.2015 <https://www.kooperation-brasilien.org/de/themen/landkonflikte-umwelt/belo-monte/wissenschaftler-belo-monte-wird-in-den-ersten-10-betriebsjahren-mehr-treibhausgase-produzieren-als-ganz-sao-paulo>

**37** *Der Amazonas wird angezapft*, 10.08.2012 <https://www.spektrum.de/news/der-amazonas-wird-angezapft/1150908>

**38** Deemer, B. R. et al. 2016. „Greenhouse Gas Emissions from Reservoir Water Surfaces: A New Global Synthesis." In: *BioScience* 66 (11): 949–64

**39** Fearnside, P. M. 2008. „A framework for estimating greenhouse gas emissions from Brazil's Amazonian hydroelectric dams", In: *Oecologia Brasiliensis*, 12.

**40** *Der Amazonas wird angezapft*, 10.08.2012, <https://www.spektrum.de/news/der-amazonas-wird-angezapft/1150908>; Parekh, P. 2011. *Advancements in the Field of Reservoir Emissions: A Briefing on Recent Research and Guidelines*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final\\_reservoiremisionsbriefing2011.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final_reservoiremisionsbriefing2011.pdf)

28

**41** Fearnside, P. M. 2015a. „Emissions from Tropical Hydropower and the IPCC." In: *Environmental Science & Policy* 50: 225–39, Gunnar Myrhe et al. 2013: „Anthropogenic and Natural Radiative Forcing." In: *IPCC 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge/New York: Cambridge University Press, 2013, 661–740, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

**42** Moran, E. F., Lopez, M. C., Moore, N. Müller, N. und D. W. Hyndman. 2018. „Sustainable Hydropower in the 21st Century." In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (47): 11891–98; Bhattacharjee, U. 2013. *Dam Planning Under the Spotlight: A Guide to Dam Sanctioning in India*. Berkeley, USA: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/international\\_rivers\\_report\\_2013\\_low\\_res\\_0.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/international_rivers_report_2013_low_res_0.pdf); McCully, P. *Dam Decommissioning*, <https://www.internationalrivers.org/dam-decommissioning>

**43** Dharmadikary, S. 2008. *Mountains of Concrete: Dam Building in the Himalayas*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/ir\\_himalayas\\_rev.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/ir_himalayas_rev.pdf)

**44** Fearnside, P. M. und S. Pueyo. 2012. „Greenhouse-Gas Emissions from Tropical Dams." In: *Nature Climate Change* 2 (6): 382–84

**45** IHA. 2010. *GHG Measurement Guidelines for Freshwater Reservoirs*. London: International Hydropower Association. <https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/GHG%20Measurement%20Guidelines%20for%20Freshwater%20Reservoirs.pdf>

**46** Parekh, P. 2011. *Advancements in the Field of Reservoir Emissions: A Briefing on Recent Research and Guidelines*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final\\_reservoiremisionsbriefing2011.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final_reservoiremisionsbriefing2011.pdf); Fearnside, P. M. 2015a. „Emissions from Tropical Hydropower and the IPCC." In: *Environmental Science & Policy* 50: 225–39

**47** IPCC. 2011. *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Cambridge: Cambridge University Press. 1075 pp. <https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/>

**48** Parekh, P. 2011. *Advancements in the Field of Reservoir Emissions: A Briefing on Recent Research and Guidelines*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final\\_reservoiremisionsbriefing2011.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final_reservoiremisionsbriefing2011.pdf)

**49** Fearnside, P. M. 2015a. „Emissions from Tropical Hydropower and the IPCC." In: *Environmental Science & Policy* 50: 225–39.

**50** McCully, P. 2006. *Fizzy Science: Loosening the Hydro Industry's Grip on Reservoir Greenhouse Gas Emissions Research*. Berkeley: International Rivers. <https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/fizzyscience2006.pdf>

**51** IPCC. 2011. *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Cambridge: Cambridge University Press. 1075 pp. <https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/>

**52** IPCC. 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies (IGES). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

**53** Parekh, P. 2011. *Advancements in the Field of Reservoir Emissions: A Briefing on Recent Research and Guidelines*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final\\_reservoiremisionsbriefing2011.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final_reservoiremisionsbriefing2011.pdf); Fearnside, P. M. 2015a. „Emissions from Tropical Hydropower and the IPCC." In: *Environmental Science & Policy* 50: 225–39.

**54** *New Solutions Network aims to strengthen stakeholder cooperation on water and energy infrastructure as a climate mitigator*, 07.12.2018 <https://www.un.org/development/desa/en/news/sustainable/new-solutions-network.html>

**55** Ansar, A. et al. 2014. „Should We Build More Large Dams? The Actual Costs of Hydropower Megaproject Development." In: *Energy Policy* 69: 43–56. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.069>; *Itaipu: Neu aufgetauchte Photos zeigen Menschenverachtung von Staudammbauern*, <https://www.gegenstroemung.org/web/blog/itaipu-neu-aufgetauchte-photos-zeigen-menschenverachtung-von-staudammbauern/>; mutmaßlich ist ein brasilianischer Diplomat, der die Korruption im Zusammenhang mit dem Bau offenlegen wollte, von der damals regierenden Militärdiktatur ermordet worden, vgl.

<https://epoca.globo.com/diplomata-foi-morto-pela-ditadura-antes-de-denunciar-corrupcao-no-regime-confirma-nova-certidao-23089585?fbclid=IwAR33Y2zfqk0itRWTQvXqJL4cpFFf2oGlEg0Ho0JDop9Mu9r-Ao7HRf6-5js>

56 IPCC. 2011. *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Cambridge: Cambridge University Press. 1075 pp. <https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/>

57 IPCC. 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies (IGES). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

58 Parekh, P. 2011. *Advancements in the Field of Reservoir Emissions: A Briefing on Recent Research and Guidelines*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final\\_reservoirmissionsbriefing2011.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/final_reservoirmissionsbriefing2011.pdf); Fearnside, P. M. 2015a. „Emissions from Tropical Hydropower and the IPCC.” In: *Environmental Science & Policy* 50: 225–39.

### Infokasten: Emissionsprozesse an Wasserkraftanlagen

1 *Tropische Wasserkraft ist teuer und schmutzig*, 15.12.2014 <https://www.spektrum.de/news/tropische-wasserkraft-ist-teuer-und-schmutzig/1323544>

2 Wehrli, B. 2011. „Renewable but Not Carbon-Free: Climate Science.” In: *Nature Geoscience* 4 (9): 585–86; Fearnside, P. M. 2015a. „Emissions from Tropical Hydropower and the IPCC.” In: *Environmental Science & Policy* 50: 225–39; *Staudämme in den Tropen schaden dem Klima*, 12.09.2014 <https://www.spektrum.de/news/wasserkraft-schadet-dem-klima/1308621>

3 *Wasserkraft steigert Methan-Ausstoß flussabwärts*, 26.06.2007 <https://www.spektrum.de/news/wasserkraft-steigert-methan-ausstoss-flussabwaerts/892219>

### Infokasten: Elektrizität und Entwicklung

1 International Rivers. 2013. *Congo's Energy Divide: Hydropower for mines and export, not the poor*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/inga\\_factsheet\\_eng\\_decl13.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/inga_factsheet_eng_decl13.pdf)

2 Bosshard, P. 2012. *Infrastructure for Whom? A critique of the Infrastructure strategies of the group of 20 and the World Bank*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/infrastructure\\_for\\_whom\\_report.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/infrastructure_for_whom_report.pdf); International Rivers. *Grand Inga Dam, DR Congo*, <https://www.internationalrivers.org/campaigns/grand-inga-dam-dr-congo>; Green, N. et. al. 2015. „Grand Designs: Assessing the African Energy Security Implications of the Grand Inga Dam.” In: *African Studies Review* 58 (01): 133–58

3 Bosshard, P. 2012. *Infrastructure for Whom? A critique of the Infrastructure strategies of the group of 20 and the World Bank*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/infrastructure\\_for\\_whom\\_report.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/infrastructure_for_whom_report.pdf)

4 Eberhard, A. et. al. 2011. *Africa's Power Infrastructure. Directions in Development - General*. Washington D. C.: The World Bank, 2011

5 Matthews, N. 2012. „Water Grabbing in the Mekong Basin – An Analysis of the Winners and Losers of Thailand's Hydropower Development in Lao PDR.” In: *Water Alternatives* 5 (2): 392–411.

### Infokasten: Wasserkraft, Umweltgerechtigkeit und soziale Missstände – ein nüchterner Blick auf das „Grün-und-sauber“-Label

1 World Commission on Dams. 2000. *Dams and development: A new framework for decision-making – The Report of the World Commission on Dams*. London: Earthscan, 2000, <https://www.internationalrivers.org/node/3939>

2 Del Bene, D. et. al. 2018. „More Dams, More Violence? A Global Analysis on Resistances and Repression around Conflictive Dams through Co-Produced Knowledge.” In: *Sustainability Science* 13 (3): 617–33

3 *Chronology of events for Chronology of Events for Barro Blanco Dam (Panama)*, 02.05.2013 <https://www.internationalrivers.org/chronology-of-events-for-barro-blanco-dam-panama>; Banktrack. *Barro Blanco dam project Panama* [https://www.banktrack.org/project/barro\\_blanco\\_dam\\_project](https://www.banktrack.org/project/barro_blanco_dam_project)

4 Huber, A. 2018. „Hydropower in the Himalayan Hazardscape: Strategic Ignorance and the Production of Unequal Risk.” In: *Water* [eingereicht]

## II. Wasserkraft und Klimarisiken – Wechselwirkungen

1 IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. 1132 pp. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

2 International Rivers. 2012. *Falsches Klima für Große Staudämme*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong\\_climate\\_german.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong_climate_german.pdf)

3 *China's shift from coal to hydro comes at a heavy price*, 27.07.2015 <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/8093-China-s-shift-from-coal-to-hydro-comes-at-a-heavy-price>; *Large hydropower dams have no place in the Green Climate Fund*, 04.04.2017 <https://www.climatechangenews.com/2017/04/04/large-hydropower-dams-no-place-green-climate-fund>

4 GegenStrömung 2018: *Riskante Energie*. Berlin: GegenStrömung, 2018; International Rivers. 2012. *Falsches Klima für Große Staudämme*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong\\_climate\\_german.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong_climate_german.pdf); Vaghlikar, N. und P. J. Das. 2010. *Damming Northeast India*. Pune/Guwahati/New Delhi: Kalpavriksh, Aaranyak, and Action Aid India. <https://chimalaya.files.wordpress.com/2010/12/damming-northeast-india-final.pdf>

5 Moran, E. F., Lopez et. al. 2018. „Sustainable Hydropower in the 21st Century.” In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (47): 11891–98; Harrison, G. P. et. al. 2003. „Climate change impacts on financial risk in hydropower projects.” In: *IEEE Transactions on Power Systems* 18 (4): 1324 – 1330; Beheshti, M. et. al. 2018. „Susceptibility of Hydropower Generation to Climate Change: Karun III Dam Case Study.” In: *Water* [eingereicht]; Mimikou, M. und E.A. Baltas. 1997. „Climate change impacts on the reliability of hydroelectric energy production.” In: *Hydrological Sciences Journal* 42(5):661-678

6 Ebinger, J. und W. Vergara. 2011. *Climate Impacts on Energy Systems: Key Issues for Energy Sector Adaptation*. Washington D. C.: The World Bank. [https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/E-Book\\_Climate%20Impacts%20on%20Energy%20Systems\\_BOOK\\_resized.pdf](https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/E-Book_Climate%20Impacts%20on%20Energy%20Systems_BOOK_resized.pdf)

7 Beilfuss, R. 2012. *A Risky Climate for Southern African Hydro*. Berkeley: International Rivers, [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/zambezi\\_climate\\_report\\_final.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/zambezi_climate_report_final.pdf); Milly, P.C.D. et. al. 2008. „Climate change – stationarity is dead: whither water management?” *Science* 319: 573-574; Moran, E. F. et. al. 2018. „Sustainable Hydropower in the 21st Century.” In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (47): 11891–98

8 Huber, A. 2018. „Hydropower in the Himalayan Hazardscape: Strategic Ignorance and the Production of Unequal Risk.” In: *Water* [eingereicht]

9 Russau, C. 2016. *Das Geschäft mit der Wasserkraft: Schlaglichter auf Europäische Konzerne*. Berlin: GegenStrömung, 2016, [https://www.gegenstroemung.org/web/wp-content/uploads/2017/03/STUDIE\\_STAUDA%cc%88MME\\_online.pdf](https://www.gegenstroemung.org/web/wp-content/uploads/2017/03/STUDIE_STAUDA%cc%88MME_online.pdf)

10 Ebinger, J. und W. Vergara. 2011. *Climate Impacts on Energy Systems: Key Issues for Energy Sector Adaptation*. Washington D. C.: The World Bank. [https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/E-Book\\_Climate%20Impacts%20on%20Energy%20Systems\\_BOOK\\_resized.pdf](https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/E-Book_Climate%20Impacts%20on%20Energy%20Systems_BOOK_resized.pdf)

11 Sybille Roehrkasten et. al.: *Secure and Sustainable Energy in a Waterconstrained World*. Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS); IASS Policy Brief 1/2016, <https://www.iass-potsdam.de/de/ergebnisse/publikationen/2016/secure-and-sustainable-energy-water-constrained-world>

12 International Rivers. 2012. *Falsches Klima für Große Staudämme*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong\\_climate\\_german.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wrong_climate_german.pdf)



- 13 *The Bizarre Reality of Venezuela's Energy Crisis*, 23.03.2016 <https://www.dailysignal.com/2016/03/23/the-bizarre-reality-of-venezuelas-energy-crisis>
- 14 *The Electricity Crisis in Venezuela: A Cautionary Tale*, 17.05.2016 <https://www.newyorker.com/tech/annals-of-technology/the-electricity-crisis-in-venezuela-a-cautionary-tale>
- 15 *Hydro power falters in persistent drought*, 30.03.2016 <https://www.theguardian.com/news/2016/mar/30/weatherwatch-hambling-venezuela-hydroelectric-dam-guri-dry-reservoirs-colombia>
- 16 Vagholikar, N. und P. J. Das. 2010. *Damming Northeast India*. Pune/Guwahati/New Delhi: Kalpavriksh, Aaranyak, and Action Aid India. <https://chimalaya.files.wordpress.com/2010/12/damming-northeast-india-final.pdf>
- 17 Vagholikar, N. und P. J. Das. 2010. *Damming Northeast India*. Pune/Guwahati/ New Delhi: Kalpavriksh, Aaranyak, and Action Aid India. <https://chimalaya.files.wordpress.com/2010/12/damming-northeast-india-final.pdf>; Thakkar, H. (2018) „Role of Dams in Kerala's Flood Disaster.” In: *Economic and Political Weekly* 38 (4);

### Fallbeispiel: Wasserkraftsrisiken im Himalaya

- 1 Huber, A. 2018. „Hydropower in the Himalayan Hazardscape: Strategic Ignorance and the Production of Unequal Risk.” In: *Water* [eingereicht]
- 2 Dharmadikary, S. 2008. *Mountains of Concrete: Dam Building in the Himalayas*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/ir\\_himalayas\\_rev.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/ir_himalayas_rev.pdf)
- 3 Wester, P., Mishra, A., Mukherji, A. und A. B. Shrestha, eds. [voraussichtlich 2019]. *The Hindu Kush Himalaya Assessment: Mountains, Climate Change, Sustainability and People*. Kathmandu, Nepal: ICIMOD
- 4 Chopra, R. et al. 2014 Chopra, R., et al. (2014). *Assessment of Environmental Degradation and Impact of Hydroelectric Projects during the June 2013 Disaster in Uttarakhand*. Submitted to The Ministry of Environment and Forests, Government of India. <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/environmental%20degradation%20&%20hydroelectric%20projects.pdf>
- 5 GegenStrömung. 2018. *Riskante Energie: Staudammsicherheit in Zeiten des Klimawandels*. Berlin: GegenStrömung, 2018

### Fallbeispiel: Klimawandelanfälligkeit in Afrika

- 1 Beilfuss, R. 2012. *A Risky Climate for Southern African Hydro*. Berkeley: International Rivers [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/zambezi\\_climate\\_report\\_final.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/zambezi_climate_report_final.pdf)
- 2 The World Bank. 2016. *Southern Africa Energy-Water Nexus. Background Paper to Support Dialogue in the Region*, <http://documents.worldbank.org/curated/en/532111467725416651/Energy-water-nexus-in-Southern-Africa-background-paper-to-support-dialogue-in-the-region>
- 3 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: a framework for assessment*. Washington, D.C.: Island Press
- 4 Pearce, F. 2017. „How Big Water Projects Helped Trigger Africa's Migrant Crisis.” In: *Yale Environment* 360, 17. Oktober 2017, <https://e360.yale.edu/features/how-africas-big-water-projects-helped-trigger-the-migrant-crisis>

### III. Klimafinanzierung für die Wasserkraft

- 1 Gibson, L., Wilman, E. N., & Laurance, W. F. (2017). „How Green is 'Green' Energy?“. In: *Trends in Ecology & Evolution*, 32(12), 922–935.; Moran, E. F., Lopez et. al. 2018. „Sustainable Hydropower in the 21st Century.” In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (47): 11891–98
- 2 Haya, B. und P. Parekh. 2011. *Hydropower in the CDM: Examining Additionality and Criteria for Sustainability*. Berkeley: University of California, Berkeley Energy and Resources Group Working Paper No. ERG-11-001, <https://ssrn.com/abstract=2120862>; Parekh, P. und K. Yan. 2011. *Comments to the CDM Executive Board on First-of-its-Kind Analysis and Common Practice*. 15. August 2011. <https://www.internationalrivers.org/resources/comments-to-the-cdm-executive-board-on-first-of-its-kind-analysis-and-common-practice-3068>
- 3 <https://unfccc.int/about-us/about-the-secretariat>
- 4 <https://cdm.unfccc.int/>
- 6 Olsen, K. 2007. „The Clean Development Mechanism's Contribution to Sustainable Development: A Review of the Literature.” In: *Climatic Change* 84: 59-73; Böhm S. und S. Dabhi (Eds.) 2009. *Upsetting the Offset. The Political Economy of Carbon Markets*. London: MayFlyBooks; International Rivers. *The CDM: Kyoto's Carbon Offsetting Scheme*, <https://www.internationalrivers.org/resources/the-cdm-kyoto-s-carbon-offsetting-scheme-3521>; Carbon Market Watch. *Hydro Power Projects in the CDM*. <http://archive.carbonmarketwatch.org/category/hydro-power/>
- 7 Haya, B. und P. Parekh. 2011. *Hydropower in the CDM: Examining Additionality and Criteria for Sustainability*. University of California, Berkeley Energy and Resources Group Working Paper No. ERG-11-001, <https://ssrn.com/abstract=2120862>; CDM Watch. 2012. *Hydro Power Projects in the CDM. Policy Brief, February 2012*, [http://archive.carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2009/07/120228\\_Hydro-Power-Brief\\_LR\\_WEB.pdf](http://archive.carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2009/07/120228_Hydro-Power-Brief_LR_WEB.pdf); Parekh, P. und K. Yan. 2011. *Comments to the CDM Executive Board on First-of-its-Kind Analysis and Common Practice*. 15. August 2011. <https://www.internationalrivers.org/resources/comments-to-the-cdm-executive-board-on-first-of-its-kind-analysis-and-common-practice-3068>
- 8 Stockholm Environment Institute. 2012. *Transitioning Away from Large-Scale Power Projects: a Simple and Effective Fix for the CDM?* <https://www.sei.org/publications/transitioning-away-from-large-scale-power-projects-a-simple-and-effective-fix-for-the-cdm/>
- 9 UNFCCC. 2017. *CDM Value Clear, Future Cloudy*, <https://unfccc.int/news/cdm-value-clear-future-cloudy>
- 10 *The Paris Agreement*. 2015. United Nations [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf); Carbon Market Watch. 2017. *Building blocks for a robust Sustainable Development Mechanism. Policy Brief*. [https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2017/05/BUILDING-BLOCKS-FOR-A-ROBUST-SUSTAINABLE-DEVELOPMENT-MECHANISM\\_WEB-SINGLE\\_FINAL.pdf](https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2017/05/BUILDING-BLOCKS-FOR-A-ROBUST-SUSTAINABLE-DEVELOPMENT-MECHANISM_WEB-SINGLE_FINAL.pdf)
- 11 <https://www.greenclimate.fund>
- 12 *Green groups condemn UN plan to use \$136m from climate fund for large dams*, 04.04.2017 <https://www.theguardian.com/environment/2017/apr/04/green-groups-condemn-un-plan-to-use-136m-from-climate-fund-for-large-dams>
- 13 *Green Climate Fund accreditation of Deutsche Bank sparks concern about integrity and reputation of Fund*, 09.07.2015 <https://www.ciel.org/news/green-climate-fund-accreditation-of-deutsche-bank-sparks-concern-about-integrity-and-reputation-of-fund>
- 14 *The Green Climate Fund at a Crossroads*, 20.05.2014 <https://www.internationalrivers.org/blogs/258>
- 15 *Letter: Concerning the Green Climate Fund and large hydropower*, 31.03.2017, [https://aida-americas.org/sites/default/files/publication/letter\\_on\\_large\\_hydro\\_and\\_the\\_gcf\\_march\\_2017\\_4\\_0.pdf](https://aida-americas.org/sites/default/files/publication/letter_on_large_hydro_and_the_gcf_march_2017_4_0.pdf); *Large hydropower dams have no place in the Green Climate Fund*, 04.04.2017 <https://www.climatechangenews.com/2017/04/04/large-hydropower-dams-no-place-green-climate-fund>; *Big dams must not be allowed to sink the Green Climate Fund*, 15.11.2016 <https://www.environmental-finance.com/content/analysis/cop-blog-big-dams-must-not-be-allowed-to-sink-the-green-climate-fund.html>; *Green groups condemn UN plan to use \$136m from climate fund for large dams*, 04.04.2017 <https://www.theguardian.com/environment/2017/apr/04/green-groups-condemn-un-plan-to-use-136m-from-climate-fund-for-large-dams>
- 16 Klemm, J., Horner, K. und M. Simon. 2018. *Catalyzing a Renewable Energy Transformation: Lessons Learned from Multilateral Development Banks*. Berkeley: International Rivers. [https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/catalyzing\\_a\\_renewable\\_energy\\_transformation\\_0.pdf](https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/catalyzing_a_renewable_energy_transformation_0.pdf)
- 17 Banktrack. 2014. *Issue Brief: Green Bonds*, [https://www.banktrack.org/download/green\\_bonds\\_fact\\_sheet\\_pdf/green\\_bonds\\_fact\\_sheet.pdf](https://www.banktrack.org/download/green_bonds_fact_sheet_pdf/green_bonds_fact_sheet.pdf); *How green are green bonds?*, 14.12.2016 <https://www.climate2020.org.uk/green-green-bonds>

18 *How green are green bonds?*, 14.12.2016 <https://www.climate2020.org.uk/green-green-bonds>

19 Banktrack. 2014. *Issue Brief: Green Bonds*. [https://www.banktrack.org/download/green\\_bonds\\_fact\\_sheet\\_pdf/green\\_bonds\\_fact\\_sheet.pdf](https://www.banktrack.org/download/green_bonds_fact_sheet_pdf/green_bonds_fact_sheet.pdf); *How green are green bonds?*, 14.12.2016 <https://www.climate2020.org.uk/green-green-bonds>; IHA. 2015. *Briefing: Hydropower and the Rise of Green Bonds*. <https://www.hydropower.org/hydropower-and-the-rise-of-green-bonds>; *Hydropower largely excluded from burgeoning green bond market*, 10.10.2018 <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/46923041>; Schneeweiß, A. 2016. *Green Bonds – Black Box mit grünem Etikett?* Bonn: SÜDWIND e.V., <https://suedwind-institut.de/files/Suedwind/Publikationen/2016/2016-17%20Green%20Bonds%20-%20Black%20Box%20mit%20gruenem%20Etikett.pdf>

20 *Hydropower largely excluded from burgeoning green bond market*, 10.10.2018 <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/46923041>

#### **Infokasten: Der Africa Climate Business Plan der Weltbank**

1 <https://www.worldbank.org/en/programs/africa-climate-business-plan>

2 Zwarts, L. 2010. *Will the Inner Niger Delta shrivel up due to climate change and water use upstream? A&W rapport 1537; Feanwâlden: Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek*. <https://arica.wetlands.org/en/publications/will-the-inner-niger-delta-shrivel-due-to-climate-change-water-use-upstream/>

#### **IV. Klimaverträgliche und -resiliente Alternativen zur Wasserkraft**

1 Meijer, K. et al. 2014. *Grün und sauber? Wasserkraft zwischen niedrigen Treibhausgasemissionen und hohen sozialen und ökologischen Kosten*. Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE). [https://www.die-gdi.de/uploads/media/AuS\\_9.2014.pdf](https://www.die-gdi.de/uploads/media/AuS_9.2014.pdf)

2 *Less is More: Energy Efficiency Lessons from California*, 02.03.2009 <https://www.internationalrivers.org/resources/less-is-more-energy-efficiency-lessons-from-california-1792>

3 Bressand, F. et al. 2007. *Curbing Global Energy Demand Growth: The Energy Productivity Opportunity*. McKinsey Global Institute, <http://tinyurl.com/bx99lq>; *Energy Efficiency*, 02.03.2009, <https://www.internationalrivers.org/resources/energy-efficiency-3558>

4 IEA. 2018. *Energy Efficiency 2018: Analysis and outlooks to 2040*. International Energy Agency, <https://www.iea.org/efficiency2018/>

5 *Less is More: Energy Efficiency Lessons from California*, 02.03.2009, <https://www.internationalrivers.org/resources/less-is-more-energy-efficiency-lessons-from-california-1792>

6 *Why the World Bank Shies Away From Energy Efficiency*, 08.08.2013 <https://www.internationalrivers.org/blogs/227/why-the-world-bank-shies-away-from-energy-efficiency>

7 Belward, A. et al. 2011. *Renewable energies in Africa: current knowledge*. Luxembourg: European Commission Joint Research Centre, [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/23076/1/reqno\\_jrc67752\\_final%20report%20.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/23076/1/reqno_jrc67752_final%20report%20.pdf); *Energy Solutions for Africa*, 24.07.2012 <https://www.internationalrivers.org/energy-solutions-for-africa>

8 *10 Reasons Why Climate Initiatives Should Not Include Large Hydropower Projects: A Civil Society Manifesto for the Support of Real Climate Solutions*, 03.12.2015 <https://www.internationalrivers.org/node/9204>

9 *The path to US\$0.015/kWh solar power, and lower*, <https://www.pv-magazine.com/2018/05/25/the-path-to-us0-015-kwh-solar-power-and-lower/>; *Solar PV Costs 2010-2015*, <http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=3&subTopic=32>

10 Pressemitteilung der IAE vom 8. Oktober 2018, <https://www.iea.org/newsroom/news/2018/october/modern-bioenergy-leads-the-growth-of-all-renewables-to-2023-according-to-latest-.html>

11 *Tide Turns on Unconventional Hydropower*, 15.09.2007 <https://www.internationalrivers.org/resources/tide-turns-on-unconventional-hydropower-1893>; *Snakes, Dragons, Buys and Bobs: Daily Kos' Ocean Hydro Digest*, 12.07.2008

<https://www.internationalrivers.org/blogs/234/snakes-dragons-buoys-and-bobs-daily-kos-ocean-hydro-digest>; *The Next Wave*, 08.03.2010 <https://www.internationalrivers.org/resources/the-next-wave-1723>; *A Quiet Revolution in (Non-Dam) Hydropower*, 26.05.2010 <https://www.internationalrivers.org/blogs/234/a-quiet-revolution-in-non-dam-hydropower>; *Biomimicry Inspires New Hydro Technology*, 27.11.2008 <https://www.internationalrivers.org/blogs/234/biomimicry-inspires-new-hydro-technology>; Moran, E. F. et al. 2018. „Sustainable Hydropower in the 21st Century.” In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (47): 11891–98

12 *Energy Solutions for Africa*, 24.07.2012 <https://www.internationalrivers.org/energy-solutions-for-africa>

#### **Schluss**

1 Johnson, K. 2015. *Hydropower and the challenge of climate change*, 16.03.2015 <https://foreignpolicy.com/2015/03/16/hydropower-and-the-challenge-of-climate-change/>

2 *How Hydropower Can Help Climate Action*, 21.11.2018. <https://unfccc.int/news/how-hydropower-can-help-climate-action>

3 McCully, P. 2001. *Silenced rivers: The ecology and politics of large dams*. 2nd ed. London: Zed Books.

4 *10 Reasons Why Climate Initiatives Should Not Include Large Hydropower Projects: A Civil Society Manifesto for the Support of Real Climate Solutions*, 03.12.2015 <https://www.internationalrivers.org/node/9204>

5 Del Bene, D., Scheidel, A. und L. Temper. 2018. „More Dams, More Violence? A Global Analysis on Resistances and Repression around Conflictive Dams through Co-Produced Knowledge.” In: *Sustainability Science* 13 (3): 617–33

## Kurzzinhalt

Seit dem Beginn des 21. Jahrhunderts erlebt der Staudambau einen neuen Boom. Vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern sind die Investitionen in Staudammprojekte rasant gewachsen. Die boomende Staudammindustrie legitimiert sich u. a. mit dem Argument, dass die Wasserkraft eine grüne, saubere und klimafreundliche Energiequelle sei. Die wachsende Besorgnis über den Klimawandel befeuert das Argument, die Wasserkraft sei als CO<sub>2</sub>-neutrale Energie zur Bekämpfung der fortschreitenden Erderwärmung unabkömmlich.

Mit dieser Broschüre stellen wir den Diskurs von der „grünen“ Wasserkraft in Frage und zeigen auf, dass sie wesentlich weniger klimafreundlich ist, als oft beworben. Denn entgegen der weitverbreiteten Meinung, dass Wasserkraft emissionsneutral sei, belegen wissenschaftliche Studien, dass Treibhausgasemissionen aus Wasserkraftwerken erheblich zum Klimawandel beitragen. Zudem führen Wasserkraftwerke zur Zerstörung oder Veränderung wichtiger Kohlenstoffspeicher wie Wälder, Flüsse und Ozeane. Dabei stellt Wasserkraft nicht einmal eine sichere Energiequelle dar: In Zukunft werden lange Dürreperioden zunehmen, welche von starken Regenfällen unterbrochen werden, was die Effizienz und Sicherheit von Wasserkraftwerken beeinträchtigt. Länder, die auf den Ausbau ihrer Wasserkraftkapazitäten setzen, verstärken damit ihre Anfälligkeit für die Folgen des Klimawandels. Eine nachhaltige Entwicklung wird damit untergraben. Daher ist zu hinterfragen, wie sinnvoll eine Förderung von Wasserkraftwerken durch Klimafinanzmechanismen ist.

