

Sorge, Lars; Kemfert, Claudia; von Hirschhausen, Christian R.; Wealer, Ben

Article

Atomkraft international: Ausbaupläne von Newcomer-Ländern vernachlässigbar

DIW Wochenbericht

Provided in Cooperation with:

German Institute for Economic Research (DIW Berlin)

Suggested Citation: Sorge, Lars; Kemfert, Claudia; von Hirschhausen, Christian R.; Wealer, Ben (2020) : Atomkraft international: Ausbaupläne von Newcomer-Ländern vernachlässigbar, DIW Wochenbericht, ISSN 1860-8787, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin, Vol. 87, Iss. 11, pp. 164-172,
https://doi.org/10.18723/diw_wb:2020-11-1

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/219352>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

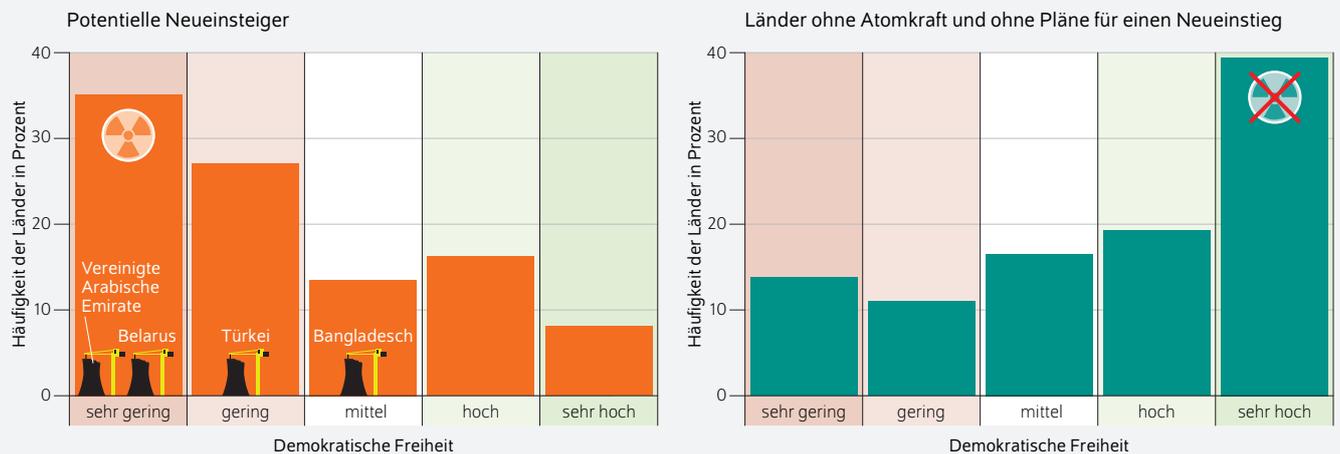
If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Atomkraft international: Ausbaupläne von Newcomer-Ländern vernachlässigbar

Von Lars Sorge, Claudia Kemfert, Christian von Hirschhausen und Ben Wealer

- Analyse aktueller Rückbau- und Neubauprojekte offenbart rückläufigen Trend bei der Atomkraft weltweit
- Atomeinstieg in lediglich vier Ländern, mit finanziellen Schwierigkeiten und erheblichen Verzögerungen
- Ökonometrische Analyse legt nahe: Länder, die als potentielle Neueinsteiger klassifiziert sind, haben ein tendentiell geringes Ausmaß an demokratischen Freiheiten
- Auf der Angebotsseite sind eher geopolitischer Interessen der Atomkraft-Exportländer die treibende Kraft
- Deutschland sollte im Rahmen internationaler Organisationen darauf hinwirken, dass ein Neueinstieg in die Atomkraft nicht unterstützt wird

Länder, die in Erwägung ziehen, neu in die Atomkraft einzusteigen, weisen tendentiell ein geringeres Maß an demokratischer Freiheit auf



ZITAT

„Der Anteil der Atomkraft an der weltweiten Stromerzeugung ist gering und aufgrund eines überalterten Kraftwerksparks stark rückläufig. Derzeit steigen nur vier Länder neu in die Atomkraft ein, und das mit erheblichen technischen Schwierigkeiten und großen Subventionen. Weitere potentielle Neueinsteiger sind dabei oft Spielball geopolitischer Machtinteressen.“ — Christian von Hirschhausen —

MEDIATHEK



Audio-Interview mit Ben Wealer
www.diw.de/mediathek

Atomkraft international: Ausbaupläne von Newcomer-Ländern vernachlässigbar

Von Lars Sorge, Claudia Kemfert, Christian von Hirschhausen und Ben Wealer

ABSTRACT

Atomkraft spielt in der globalen Primärenergieversorgung mit 4,4 Prozent eine geringe und rückläufige Rolle. Der aktuelle Kraftwerkspark ist überaltert, ca. 200 Abschaltungen im kommenden Jahrzehnt stehen lediglich 46 Neubauprojekte gegenüber. Dennoch verbreitet die Atomwirtschaft, insbesondere die World Nuclear Association (WNA), das Narrativ eines großen Interesses vieler Länder an der Neu-Einführung von Atomkraft. Die Realität sieht anders aus: Lediglich vier Länder bauen derzeit ihr erstes Atomkraftwerk, wobei alle Projekte stark subventioniert werden und um viele Jahre verzögert sind. Bei anderen potentiellen „Newcomern“ sind die Pläne höchstens vage, wurden aufgegeben oder erheblich verschoben. Angesichts fehlender wirtschaftlich-finanziell begründeter Motivation wurde am DIW Berlin zudem eine empirische Analyse anderer Merkmale der potentiellen Neueinsteiger durchgeführt. Die Befunde legen nahe, dass diese Länder durch ein tendenziell gering ausgeprägtes Maß an demokratischer Freiheit charakterisiert sind, welches mit zentralen Machtstrukturen und schwacher Opposition einhergeht. Zudem liegt nahe, dass diejenigen Länder, die Atomtechnik exportieren, eher geopolitische Ziele verfolgen, derzeit vor allem Russland. Deutschland sollte innerhalb der internationalen Organisationen, vor allem der Internationalen Atomenergie-Organisation sowie EURATOM darauf hinwirken, dass der erstmalige Neubau von Atomkraftwerken nicht gefördert wird sowie sich auf die Durchsetzung von Sicherheitsstandards und ungelöste Fragen von Rückbau und langfristiger Lagerung für atomare Abfälle weltweit konzentrieren.

Die Entwicklung der Atomkraft war in den 1950er- und 1960er-Jahren mit großen Hoffnungen auf eine kostengünstige und saubere Stromerzeugung verbunden. Symptomatisch hierfür war die Ankündigung des Vorsitzenden der Atomic Energy Commission der USA, Lewis L. Strauss, im Jahr 1954: „Our children will enjoy in their homes electrical energy too cheap to meter“.¹ Jedoch ist diese Erwartung bis heute nicht erfüllt worden: Vielmehr ist Atomkraft bis heute eine teure und – selbst bei Vernachlässigung von Kosten für Rückbau der Kraftwerke und Endlagerung der Abfälle – nicht wettbewerbsfähige Technologie.² Seit 1975 ist die Anzahl der Neubauten rückläufig, also bereits vor den ersten weltweit bekannt gewordenen Zwischenfällen in Three Mile Island (USA, 1979) beziehungsweise Tschernobyl (Ukrainische SSR, 1986) (Abbildung 1). Der Anteil der Atomkraft an der weltweiten Stromerzeugung fiel von seinem Maximum von 17 Prozent im Jahr 1996 auf heute etwa zehn Prozent. Damit trägt Atomkraft lediglich 4,4 Prozent zur globalen Primärenergieversorgung bei.³

Aufgrund der rückläufigen Neubauten veraltet der globale Kraftwerkspark zunehmend. Im Juli 2019 betrug das Durchschnittsalter der weltweiten Flotte 30 Jahre und damit drei Viertel der üblicherweise angesetzten technischen Lebensdauer von etwa 40 Jahren (Abbildung 2).⁴ Unter der Annahme einer technischen Lebensdauer von 40 Jahren werden bis 2030 weitere 207 Reaktoren vom Netz genommen (Netzanschluss zwischen 1979 und 1990) und weitere 125 bis zum

¹ Vgl. das Redemanuskript Lewis L. Strauss (1954): Remarks Prepared by Lewis L. Strauss, Chairman, United States Atomic Energy Commission, For Delivery At The Founders' Day Dinner, On Thursday, September 16, 1954, New York, New York (online verfügbar, abgerufen am 26. Februar 2020). Dies gilt auch für alle anderen Online-Quellen dieses Berichts, sofern nicht anders vermerkt).

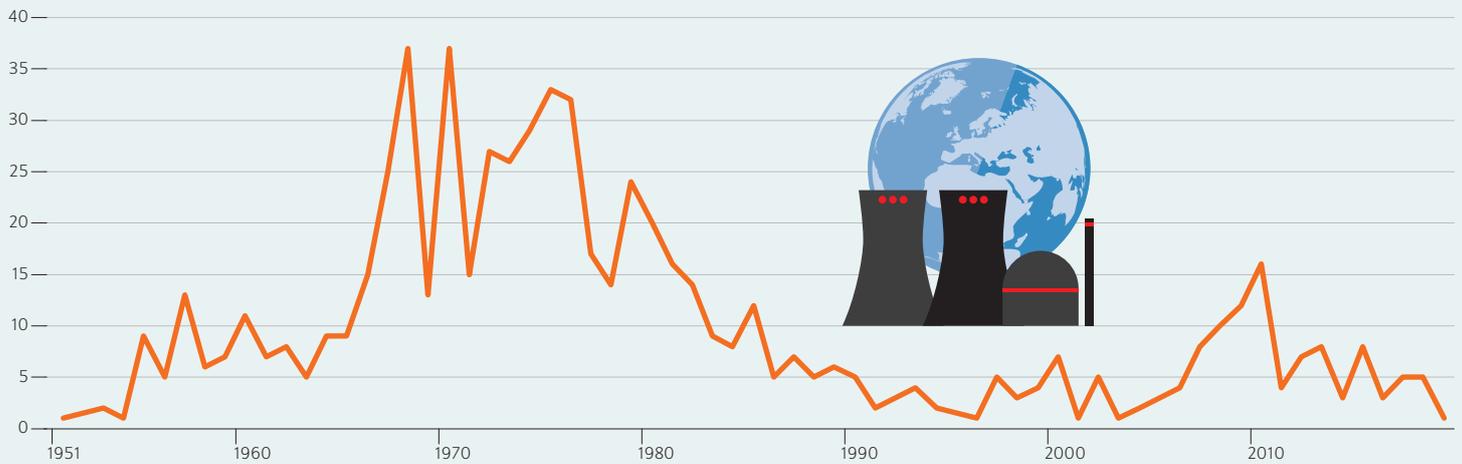
² Vgl. Lucas W. Davis (2012): Prospects for Nuclear Power. *Journal of Economic Perspectives* 26 (1): 49–66 (online verfügbar); Ben Wealer et al. (2019): Zu teuer und gefährlich: Atomkraft ist keine Option für eine klimafreundliche Energieversorgung. *DIW Wochenbericht* Nr. 30, 512–520 (online verfügbar); sowie ausführliche Modellrechnungen in Ben Wealer et al. (2019): Economics of Nuclear Power Plant Investment – Monte Carlo Simulations of Generation III/III+ Investment Projects. *DIW Discussion Paper* Nr. 1833 (online verfügbar).

³ Siehe Mycle Schneider et al. (2019): *The World Nuclear Industry Status Report 2019*. Paris, Budapest (online verfügbar). Im Rahmen der Energieumwandlung und -anwendung unterscheidet man Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie. Primärenergien sind Naturvorkommen, die noch keinerlei Umwandlung unterzogen wurden. Vgl. Konstantin Panos (2013): *Praxisbuch Energiewirtschaft*. Berlin.

⁴ Vgl. Mark Z. Jacobson (2019): *Evaluation of Nuclear Power as a Proposed Solution to Global Warming, Air Pollution, and Energy Security*. Cambridge (online verfügbar).

Abbildung 1

Anzahl der Neubauprojekte bei Atomkraftwerken weltweit (1951 bis 2019)



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Mycle Schneider et al. (2019): The World Nuclear Industry Status Report 2019. Paris, Budapest (online verfügbar).

© DIW Berlin 2020

Der Höhepunkt der Neubauten lag in den 1960er- und 1970er-Jahren; in den 2000er-Jahren wurden vor allem in China neue Projekte begonnen.

Jahr 2059.⁵ Darunter sind auch die 85 Reaktoren, die vor 1979 in Betrieb genommen wurden sowie weitere 28 Reaktoren im sogenannten Langzeitausfall (*long-term outage*) eingeschlossen. Dies sind Reaktoren, die seit über einem Jahr keinen Strom mehr produziert haben.

Dieser großen Zahl an Rückbauten stehen aktuell lediglich 46 laufende Neubauprojekte gegenüber.⁶ In westlichen Marktwirtschaften findet fast kein Bau von neuen Atomkraftwerken (AKW) mehr statt, mit wenigen Ausnahmen unter anderem in den drei im Weltsicherheitsrat vertretenen Staaten Frankreich, Vereinigtes Königreich und USA (Abbildung 1). Neben China, mit zehn Neubauprojekten, gehören auch Indien, mit sieben Neubauprojekten sowie Russland, mit fünf Neubauprojekten, zu den führenden Staaten mit neu errichteten AKW. Allerdings ist auch in diesen Ländern der Anteil von Atomkraft an der gesamten Stromerzeugung rückläufig.⁷

Von einer Renaissance der Atomkraft kann daher keine Rede sein. Dennoch ist dieses Narrativ im öffentlichen Diskurs weit verbreitet. Dieser Wochenbericht analysiert im Folgenden die Situation in einer Reihe von Ländern, in denen der Atomeinstieg angeblich diskutiert wird; dabei wird neben einer ökonometrischen Analyse der Nachfrageseite auch

die Angebotssituation der potentiellen Exportländer, insbesondere Russland, betrachtet.⁸

**Narrativ der Atomwirtschaft:
Über 30 potentielle Newcomer**

In der öffentlichen Diskussion wird häufig auf eine Vielzahl von Ländern verwiesen, welche angeblich die Einführung von Atomkraft vorbereiten, beziehungsweise schon konkrete Abkommen hierzu abgeschlossen haben. Grundlage hierfür sind die Statistiken der World Nuclear Association (WNA), der Interessenvertretung der globalen Atomindustrie. So beinhaltet die Liste der „Emerging Nuclear Energy Countries“ der WNA eine Vielzahl von Ländern (derzeit über 30), welche angeblich kurz vor dem Einstieg in die Atomwirtschaft stehen.⁹ Diese Klassifizierung beruht unter anderem auf sogenannten „Kooperationsverträgen“ dieser Länder mit potentiellen Lieferanten von Atomtechnik. Derzeit werden Newcomer-Länder bei der WNA in sieben unterschiedlichen Kategorien gelistet (Tabelle 1).¹⁰

Bei genauerer Analyse zeigt sich jedoch, dass nur wenige Projekte umgesetzt werden und diese zudem unter großen technischen und finanziellen Schwierigkeiten leiden. Im

⁵ Die bisher 181 vom Netz genommenen Kraftwerke hatten eine durchschnittliche Laufzeit von rund 26 Jahren. Achtzig der 417 am Netz befindlichen Reaktoren weisen, aufgrund von Laufzeitverlängerungen ein Alter von über 40 Jahren auf.

⁶ Stand 1. Juli 2019.

⁷ Siehe Schneider et al. (2019), a. a. O.

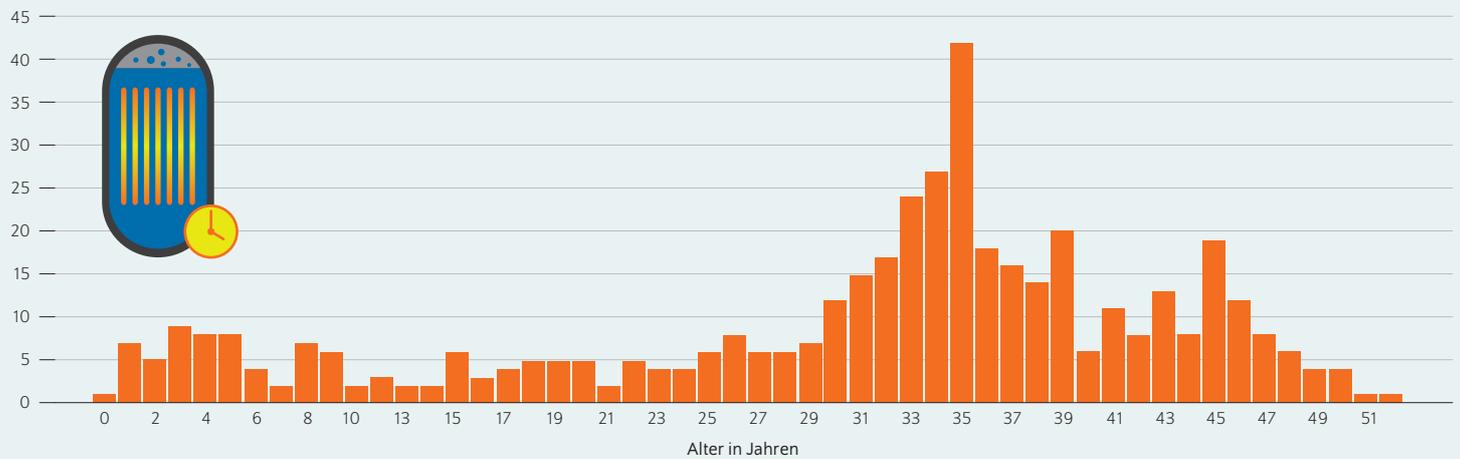
⁸ Dieser Wochenbericht beruht auf aktuellen Forschungsergebnissen, vor allem Mycle Schneider et al. (2019), a. a. O., wozu zwei Autoren dieses Wochenberichts als Autoren beigetragen haben, sowie Anne Neumann, Lars Sorge, Christian von Hirschhausen und Ben Wealer (2020): Democratic quality and nuclear power: Reviewing the global determinants for the introduction of nuclear energy in 166 countries. *Energy Research & Social Science* 63, 101389 (online verfügbar).

⁹ Die WNA verlautbart: "About 30 countries are considering, planning or starting nuclear power programmes, and a further 20 or so countries have at some point expressed an interest." Siehe World Nuclear Association (2020): *Emerging Nuclear Countries* (online verfügbar).

¹⁰ Die Kategorisierung auf der Website der WNA ist hier nicht eindeutig. So werden beispielsweise Katar, Syrien, Albanien und Ruanda gleichzeitig in zwei verschiedenen Kategorien geführt.

Abbildung 2

Anzahl der Reaktoren nach Alter weltweit (Stand 1. September 2019)



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Mycle Schneider et al. (2019): The World Nuclear Industry Status Report 2019. Paris, Budapest (online verfügbar).

© DIW Berlin 2020

Atomkraftwerke sind weltweit stark überaltert.

Folgenden erfolgt daher eine Analyse der aktuellen Situation in den genannten Ländern.¹¹

Neubauten in vier Ländern mit großen technischen und finanziellen Mühen

Derzeit wird in vier Ländern, in welchen bisher noch keine Atomanlagen in Betrieb waren, am Bau je eines Atomkraftwerks gearbeitet. Bis auf die Vereinigten Arabischen Emirate (VAE), wo ein südkoreanisches Unternehmen zum ersten Mal außerhalb des eigenen Landes Reaktoren baut, sind die Bauprojekte in den Neueinsteigerländern fest in russischer Hand (Tabelle 2).

Die Regierung der VAE bestellte 2009 von dem südkoreanischen Unternehmen Korean Electric Power Corporation (KEPCO) vier Reaktoren mit einer Leistung von 5,4 Gigawatt (GW) zum Preis von 28,2 Milliarden US-Dollar.¹² Dies entspricht einer spezifischen Investition von 5 300 US-Dollar pro Kilowatt. Von der Gesamtsumme wurden mindestens 18,7 Milliarden US-Dollar mit öffentlichen Geldern finanziert. Anfang des Jahres 2020 ist kein Reaktor am Netz, jedoch sollen alle vier Reaktoren bis 2023 am Netz sein.¹³ In der Langfristplanung der VAE für 2050 ist Atomkraft für

sechs Prozent der Stromversorgung vorgesehen, sodass nicht mit dem Bau eines weiteren Atomkraftwerks zu rechnen ist.¹⁴

Der russische Staatskonzern Rosatom hat im Jahr 2012 mit der Regierung von Belarus einen Liefervertrag über zwei Reaktoren mit einer Leistung von 2,2 GW am Standort Ostrovets vereinbart. Die Finanzierung erfolgt fast vollständig durch die russische Seite; bis heute ist keiner der Reaktoren am Netz; dies ist für Beginn der 2020er Jahre geplant.¹⁵

Rosatom organisiert derzeit auch den Bau eines Atomkraftwerks mit vier Reaktoren in der Türkei am Standort Akkuyu. Rosatom hält dabei 51 Prozent an einem Gemeinschaftsunternehmen JSC Akkuyu Nuclear, welches Schwierigkeiten hat, die restlichen 49 Prozent an türkische Investoren zu vergeben.¹⁶ Die Hälfte aller Stromlieferungen ist mit einem *Power Purchase Agreement* (PPA) vergütet. Dieses garantiert dem Kraftwerksbetreiber, eine Tochterfirma von Rosatom, einen garantierten Abnahmepreis von 123,50 US-Dollar pro erzeugter Megawattstunde Strom.¹⁷ Dies liegt um den Faktor zwei bis drei über dem durchschnittlichen europäischen Großhandelspreis des Jahres 2019 von 38 Euro pro Megawattstunde.

Rosatom übernahm zudem die Ausführung für das erste AKW in Bangladesch mit zwei Reaktoren und einer Gesamtkapazität von 2,4 GW. Russland übernahm 90 Prozent der Finanzierung in Höhe von 12,65 Milliarden US-Dollar; dies entspricht fast der Hälfte der aktuellen Auslandsverschuldung

¹¹ Falls nicht anders erwähnt beruht diese Übersicht auf Schneider et al. (2019), a. a. O., 175 ff.

¹² Die südkoreanische Regierung ist mit 51,1 Prozent Mehrheitsanteilseigner von KEPCO. So gehören der südkoreanischen Regierung direkt 18,2 Prozent der Anteile und indirekt durch die Korea Development Bank 32,9 Prozent der Anteile. Siehe Kepco (2019): Kepco at a glance (online verfügbar).

¹³ Am 17. Februar 2020 erhielt das Kraftwerk Barkah-1 die Betriebsgenehmigung, siehe Mahmoud Habboush (2020): Arab World's First Nuclear Reactor Cleared for Startup. Bloomberg vom 17. Februar 2020 (online verfügbar).

¹⁴ Vgl. Regierung der VAE (2020): UAE Energy Strategy 2050 (online verfügbar).

¹⁵ Vgl. Schneider et al. (2019), a. a. O.

¹⁶ Vgl. Schneider et al. (2019), a. a. O.

¹⁷ Vgl. Schneider et al. (2019), a. a. O.

Tabelle 1

Klassifizierung des Fortschritts von Atomenergieprogrammen in Ländern gemäß der World Nuclear Association (WNA)

Kategorie	Bezeichnung WNA	Beschreibung	Länder
1	<i>Power reactors under construction</i>	Reaktoren im Bau	Bangladesch, Belarus, Türkei, Vereinigte Arabische Emirate
2	<i>Contracts signed, legal and regulatory infrastructure well-developed or developing</i>	Lieferverträge unterzeichnet, rechtliche und regulatorische Infrastruktur gut ausgebaut oder in Entwicklung	Ägypten, Polen
3	<i>Committed plans, legal and regulatory infrastructure developing</i>	Feste Pläne zum Bau von Atomkraftwerken, rechtliche und regulatorische Infrastruktur in Entwicklung	Jordanien, Usbekistan
4	<i>Well-developed plans, but commitment pending/deferred</i>	Weit entwickelte Einstiegspläne, aber Bekenntnis ausstehend	Indonesien, Kasachstan, Litauen, Saudi-Arabien, Thailand, Vietnam
5	<i>Developing plans</i>	Entwicklung von Plänen	Algerien, Äthiopien, Ghana, Kenia, Laos, Marokko, Nigeria, Philippinen, Ruanda
6	<i>Discussion as policy option</i>	Diskussion als politische Option	Albanien, Aserbaidschan, Bolivien, Chile, Estland, Israel, Katar, Kroatien, Kuba, Lettland, Libyen, Mongolei, Namibia, Paraguay, Peru, Serbien, Singapur, Sri Lanka, Sudan, Syrien, Tunesien, Venezuela
7	<i>Officially not a policy option at present</i>	Momentan keine politische Option	Albanien, Australien, Irland, Kambodscha, Katar, Kuwait, Malaysia, Myanmar, Neuseeland, Norwegen, Portugal, Ruanda, Sambia, Syrien, Tansania

Anmerkung: Albanien, Katar, Ruanda und Syrien werden sowohl in der fünften bzw. sechsten als auch in der siebten Kategorie geführt.

Quelle: Website der World Nuclear Association (online verfügbar), abgerufen am 24. Februar 2020.

© DIW Berlin 2020

von Bangladesch. Nach Verzögerungen wird nun für 2024 mit der Netzintegration der beiden Blöcke gerechnet.¹⁸

Länder mit angeblich unterschriebenen Lieferverträgen beziehungsweise festen Neubauplänen

Neben den vier Ländern mit Neubauten führt die WNA weitere Kategorien von Ländern, in denen angeblich bereits unterschriebene Lieferverträge bestehen (*contracts signed*) beziehungsweise es feste Pläne zum Bau von Atomkraftwerken gibt (*committed plans*) (Tabelle 1). Nach aktuellem Stand fallen Polen und Ägypten in die erstgenannte Kategorie, Jordanien und Usbekistan in die zweite. Auch hier bestehen, mit Ausnahme von Polen, die Geschäftsbeziehungen mit Rosatom.

In Polen wurde der Bau des AKW Zarnoviec mit sowjetischer Technologie im Jahr 1989 abgebrochen. Seitdem erscheint Atomkraft zwar in einigen energiewirtschaftlichen Szenarien, jedoch liegen keine konkreten Pläne zum Bau beziehungsweise verbindliche Verträge vor.¹⁹

Ägypten verfolgt angeblich seit den 1990er-Jahren Pläne zum Aufbau einer Atomwirtschaft. Jedoch führte erst das Angebot von Rosatom, vier Reaktoren mit einer Gesamtkapazität von 4,8 GW am Standort Dabaa, 100 Kilometer nördlich von Kairo, fast vollständig zu finanzieren, zu ernsthaften Verhandlungen. Laut Rosatom sind alle nötigen Dokumente zum Erhalt der Baugenehmigung eingereicht, deren

Erteilung im Laufe des Jahres 2020 erwartet wird. Die russische Seite würde auch hier einen wesentlichen Teil der Finanzierung übernehmen und 25 der insgesamt 30 Milliarden US-Dollar Baukosten finanzieren sowie die Bereitstellung des Brennstoffs sichern und den Betrieb und den Unterhalt des Kraftwerks übernehmen. Der weitere Verlauf des Prozesses ist jedoch unklar. Aktuell wird von externen Beobachtern bezweifelt, ob die ägyptische Aufsichtsbehörde für Atomenergie über die personellen und technischen Kapazitäten verfügt, das Bauprojekt durchzuführen.²⁰

In Jordanien wurde eine Kooperation zwischen der Jordan Atomic Energy Commission (JAEC) und Rosatom aus dem Jahr 2014 inzwischen wegen fehlender Erfolgsaussichten abgebrochen.²¹ Hier hatte die russische Seite keine weitgehende Finanzierung des Kraftwerks angeboten. Überlegungen der JAEC zum Kauf eines Mini-Atomkraftwerks (*small modular reactor, SMR*) sind in einem sehr frühen Stadium.

Auch Usbekistan wäre auf Atomtechnologie und Finanzierung von Rosatom angewiesen. So sollten nach der Gründung der Agentur für Atomkraft (*Uzbek Agency for Nuclear Energy*) konkrete weitere Schritte erfolgen. Jedoch sind Zeitplan und Ausgestaltungsdetails derzeit noch unklar.²²

¹⁸ Vgl. Schneider et al. (2019), a. a. O.

¹⁹ Vgl. Schneider et al. (2019), a. a. O.

²⁰ Vgl. Schneider et al. (2019), a. a. O.

²¹ Vgl. M.V. Ramana und Ali Ahmad (2016): Wishful thinking and real problems: Small modular reactors, planning constraints, and nuclear power in Jordan. *Energy Policy* 93 236–245 (online verfügbar).

²² Vgl. World Nuclear Association (2020) : Usbekistan (online verfügbar).

Tabelle 2

Übersicht der aktuellen Neubauten in den vier Ländern ohne bisherige Nutzung der Atomkraft

Land (Standort)	Kapazität in Gigawatt (Anzahl Reaktoren)	Anbieter (Land)	Vertragsabschluss	Baubeginn	Erwartete Fertigstellung	Kosten, Finanzierung und Besonderheiten
VAE (Barakah)	5,4 (4)	Kepeco (Südkorea)	2009	2012	2021–2023	28,2 Milliarden US-Dollar 16,2 Milliarden US-Dollar durch das Finanzministerium von Abu Dhabi 4,7 Milliarden US-Dollar Eigenkapital der Emirates Nuclear Energy Corp (ENEC) 2,5 Milliarden US-Dollar durch andere Quellen
Belarus (Ostrovets)	2,2 (2)	Rosatom (Russland)	2012	2013	2021–2022	1,8 Milliarden US-Dollar (2001) 90 Prozent finanziert durch einen russischen Kredit mit einer Laufzeit von 25 Jahren
Türkei (Akkuyu)	4,4 (4)	Rosatom (Russland)	2010	2018	2023–2025	20 Milliarden US-Dollar getragen von einer Projektgesellschaft (Anteile: 51 Prozent Rosatom, 49 Prozent andere) 50 Prozent der Stromproduktion werden mit festem hohen Abnahmepreis vergütet (123,50 US-Dollar pro Megawattstunde)
Bangladesch (Ruppur)	2,2 (2)	Rosatom (Russland)	2015	2017	Mitte der 2020er	12,7 Milliarden US-Dollar 90 Prozent finanziert durch russische Kredite zu Vorzugskonditionen mit einer Laufzeit von 28 Jahren

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Schneider et al. (2019), a. a. O.

© DIW Berlin 2020

Weitere Länder mit angeblichen Einstiegsplänen

Die WNA führt darüber hinaus die Kategorie von Ländern mit angeblich weit entwickelten Einstiegsplänen (*well-developed plans*) (Tabelle 1). Hierunter fallen derzeit Indonesien, Kasachstan, Litauen, Saudi-Arabien, Thailand und Vietnam. Jedoch scheinen diese Pläne in den meisten Fällen nicht über grobe Absichtserklärungen hinauszugehen. Auch der Fortschritt des Atomprogramms in Saudi-Arabien ist unklar: Zwar liegen auch hier Angebote von Russland und von vier anderen Anbietern (aus Südkorea, China, in den USA und Frankreich) vor, jedoch gibt es keinen verbindlichen Zeitplan.²³

Des Weiteren führt die WNA noch eine Liste von Ländern, welche angeblich Entwicklungspläne für Atomkraft verfolgen (*developing plans*). Dies sind derzeit Algerien, Äthiopien, Ghana, Kenia, Laos, Marokko, Nigeria, die Philippinen sowie Ruanda. Darüber hinaus werden 22 Länder genannt, in denen Atomkraft als Option der Energiepolitik diskutiert würde (*discussion as policy option*). In weiteren 15 Ländern fanden aktuell keine Diskussionen über einen Einstieg in die Atomkraft mehr statt (Tabelle 1).

Insgesamt fällt die Bilanz der möglichen Newcomer sehr dünn aus. Von den vielen Ländern wird nur in vier konkret der Bau je eines Atomkraftwerks betrieben. In allen anderen Ländern gibt es zwar eine Reihe von Kooperationsabkommen, jedoch keine konkreten Baupläne. Die im Bau befindlichen Kraftwerkskapazitäten der Neueinsteiger liegen mit elf GW bei etwa drei Prozent der globalen Kapazität. Die genannten Projekte sind für sich privatwirtschaftlich

nicht tragbar und werden daher in der ein oder anderen Form durch staatliche Gelder unterstützt. Im Folgenden wird daher der Frage nachgegangen, wie die genannten Länder besondere Spezifika, zum Beispiel bei der Energieplanung und Außenpolitik, aufweisen.

Ökonometrische Analyse: Potentielle Newcomer sind tendentiell durch geringe demokratische Freiheiten gekennzeichnet

Heben sich die Länder, in denen das Thema Atomneubau diskutiert wird, von anderen ab? Politökonomische und andere Ansätze zur Erklärung des Verhaltens von Atomstaaten gibt es schon seit längerer Zeit, etwa in der Techniksoziologie²⁴ oder den Politikwissenschaften.²⁵ Stets stehen zentralistische Politikansätze mit einer geringeren Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an der Entscheidung für Atomkraft im Mittelpunkt. Jedoch ist aktuell im Vergleich zum 20. Jahrhundert ein struktureller Unterschied möglicher Neueinsteiger zu beobachten. So waren in der Vergangenheit zwar einige Staaten, die Atomkraft nutzten oder nutzen, *de jure* demokratisch verfasst und garantierten *de facto* ein hohes Maß an Freiheitsrechten für ihre Bevölkerung. Hierzu zählen etwa Frankreich, Finnland oder Deutschland.²⁶ Im Gegensatz dazu scheint das Ausmaß an Freiheit

²³ Vgl. World Nuclear Association (2020): Saudi Arabia (online verfügbar). Das Energieprogramm von Saudi-Arabien sieht den Bau von bis zu 16 Reaktoren vor; auch die Entwicklung von Atomwaffen dürfte in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen, weshalb die USA (und andere Beobachter auch) die Entwicklung sehr kritisch verfolgen. Vgl. Arms Control Today (2019): U.S. Goals Unclear for Saudi Nuclear Deal (online verfügbar).

²⁴ Vgl. Langdon Winner (1980): Do Artifacts Have Politics? *Daedalus* 109 (1): 121–136 (online verfügbar).

²⁵ Vgl. Benjamin K. Sovacool und Scott V. Valentine (2010): The socio-political economy of nuclear energy in China and India. *Energy* 3803–3813 (online verfügbar).

²⁶ Vgl. Sovacool und Valentine (2010), a. a. O. Die Autoren argumentieren, dass zumindest in Frankreich der Einstieg in die Atomkraft durch eine ausgeprägte Beteiligung des Staates an der Steuerung der wirtschaftlichen Entwicklung sowie einer Zentralisierung der nationalen Energieplanung erleichtert wurde. In Schweden (1980), Italien (1987) und der Schweiz (1990) wurde zudem in Volksabstimmungen über die Aufrechterhaltung oder Abschaltung von Atomkraft entschieden. Ein solches Referendum kann allerdings insbesondere dann auch als schwaches Instrument wirken, sofern eine oft nur unzureichend mit den wissenschaftlichen, sozialen und wirtschaftlichen Informationen vertraute oder an ihnen interessierte Öffentlichkeit teilnimmt. Siehe Ji-Bum Chung (2018): Let democracy rule nuclear energy. *Nature*, 555, 415 (online verfügbar).

und Demokratie bei vielen der aktuellen Interessenten eher gering ausgeprägt. Es liegt daher die Hypothese nahe, dass aufgrund der komplexen und oft kontroversen politischen Entscheidungen, die für die Planung von Atomenergie erforderlich sind, weniger demokratisch verfasste Länder eher in diesen Prozess einsteigen. Darüber hinaus ist ein politökonomisches Argument, dass vor allem Länder sich mit der ökonomisch unwirtschaftlichen Atomkraft beschäftigen werden, in denen es keine kritische öffentlichen und parlamentarischen Debatten hierzu gibt.

In einer empirischen Analyse wird daher im Folgenden der mögliche Zusammenhang zwischen Einstiegsplänen in die Atomkraft und dem Ausmaß an demokratischer Freiheit untersucht. Die Analyse beruht auf einem Querschnittsdatensatz von 177 Ländern. Für die gewählte Atomstrategie eines Landes im Jahr 2017 werden drei Kategorien definiert. Sofern ein Land mindestens einen Reaktor zur Atomstromerzeugung verwendet, wird dieses Land als „nuklear“ klassifiziert. Die zweite Kategorie umfasst die Gruppe der „potentiellen Newcomer“-Länder, welche mindestens ein Abkommen über nukleare Zusammenarbeit abgeschlossen haben. Basierend auf den Angaben der WNA werden insgesamt 37 potentielle Neueinsteiger identifiziert, einschließlich Belarus, Bangladesch, der Türkei und der Vereinigten Arabischen Emirate, wo bereits Atomreaktoren gebaut werden.²⁷ Länder, in denen kein Atomkraftwerk in Betrieb, im Bau oder in Planung ist, werden als „nicht nuklear“ klassifiziert. Diese drei Kategorien stellen im weiteren Verlauf der Analyse die zu erklärende Zielgröße dar (Kasten).

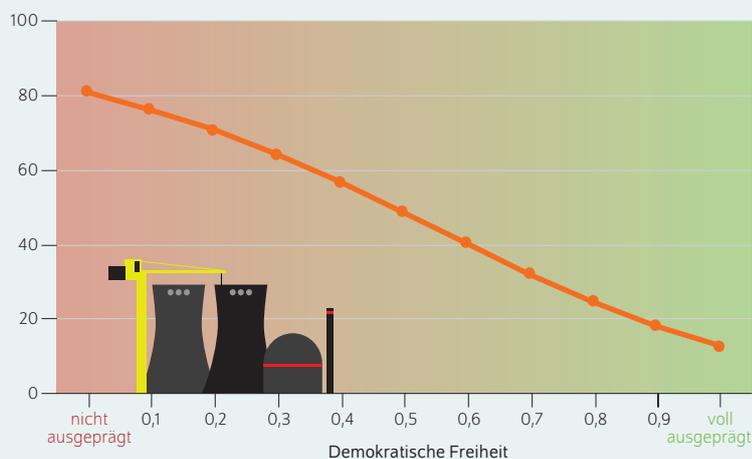
Der verwendete Indikator zur Erfassung des Ausmaßes der demokratischen Freiheit in einem Land basiert auf einer Beurteilung von Freedom House. Für die vorliegende Analyse wird ein aggregierter Indikator verwendet, der zwischen null und eins normalisiert wurde. Ein Wert von null entspricht dabei dem geringsten Ausmaß an demokratischer Freiheit (keine politischen Rechte und bürgerlichen Freiheiten), wohingegen ein Wert von eins das größte Ausmaß an demokratischer Freiheit (vollständige politische Rechte und bürgerliche Freiheiten) anzeigt (Kasten). Neben dem Ausmaß der demokratischen Freiheit enthält die ökonometrische Analyse eine Reihe weiterer Variablen, welche die Atomstrategie eines Landes erklären, wie zum Beispiel die CO₂-Emissionen, die Urbanisierung oder das BIP pro Kopf. Das ökonometrische Modell schätzt, wie stark die einzelnen Einflussfaktoren mit der Wahrscheinlichkeit korrelieren, dass ein Land als potentieller Newcomer in Bezug auf Atomkraft klassifiziert wird (Abbildung 3).

Die Ergebnisse der ökonometrischen Berechnung legen nahe, dass ein Land sich umso wahrscheinlicher in die Gruppe der potentiellen Atomkraft-Newcomer eingeordnet wird, je geringer das Ausmaß der demokratischen Freiheiten

²⁷ Konkret umfasst dies den Teil der von der WNA als potentielle Neueinsteiger klassifizierten Länder (Tabelle 1), der ein Kooperationsabkommen für atomare Zusammenarbeit abgeschlossen hat. Zusätzlich kommen Ecuador und Uganda hinzu. Diese Länder haben laut WNA ein Kooperationsabkommen abgeschlossen, sind aber keiner Kategorie zugeordnet.

Abbildung 3

Prognostizierte Wahrscheinlichkeiten für die Gruppenzugehörigkeit der potentiellen Atom-Neueinsteiger In Prozent



Anmerkung: Bei einer Maßzahl von null ist die demokratische Freiheit in einem Land am geringsten ausgeprägt; bei einer Maßzahl von eins ist sie am höchsten ausgeprägt.

Lesehilfe: Liegt das Maß der demokratischen Freiheit in einem Land bei 0,5, so beträgt die prognostizierte Wahrscheinlichkeit, als potentieller Newcomer in Bezug auf Atomkraft klassifiziert zu sein, bei etwa 50 Prozent.

Quelle: Eigene Berechnungen, basierend auf Quellen vermerkt im Kasten.

© DIW Berlin 2020

In potentiellen Atom-Neueinsteigerländern ist das Ausmaß an demokratischen Freiheiten tendenziell gering ausgeprägt.

ist (Abbildung 3). Für Länder mit einem hohen Ausmaß demokratischer Freiheiten ist es hingegen weniger wahrscheinlich, dass diese als potentiellen Neueinsteiger-Länder klassifiziert sind.²⁸

Die vorliegenden Ergebnisse schließen auch an bestehende Befunde aus der Literatur an. Eine Studie aus dem Jahr 2009 benennt 50 Länder, welche die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) um technische Unterstützung gebeten haben, die Möglichkeit der Entwicklung eigener Atomenergieprogramme zu prüfen. Bei Betrachtung von Indikatoren für Korruption, politische Stabilität, Wirksamkeit des Regierungshandelns und Regulierungsqualität sowie eines aggregierten Maßes für die Qualität der demokratischen Institutionen weisen auch hier die 50 identifizierten Länder im Durchschnitt für jeden Indikator einen niedrigeren Wert auf als die Gruppe der bestehenden Atomkraftstaaten.²⁹

²⁸ Die empirischen Befunde sind robust gegenüber alternativen Klassifikationen der Länder als potentielle Newcomer. Auch wenn von der WNA nicht klassifizierte Länder, in denen der „Einstieg in die Atomkraft derzeit keine politische Option“ ist, sowie Vietnam und Litauen als „nicht nuklear“ klassifiziert werden, verändern sich die Ergebnisse nicht substantiell.

²⁹ Vgl. Steven E. Miller und Scott D. Sagan (2009): Nuclear Power without Nuclear Proliferation? Daedalus, 138 (4): 7–18 (online verfügbar).

Kasten

Ökonometrische Analyse

Zur ökonometrischen Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem Ausmaß der demokratischen Freiheit eines Landes und dem Status der Nutzung der Atomenergie wird ein multinomiales logistisches Regressionsmodell verwendet. Die Datengrundlage ist ein Querschnittsdatensatz bestehend aus 177 Ländern für das Jahr 2017. Die gewählte Atomstrategie eines Landes im Jahr 2017 wird durch eine kategoriale Variable mit drei Ausprägungen beschrieben, die durch eine Reihe von Einflussfaktoren erklärt wird.

Die Kategorien der Atomstrategie werden mit Daten der Power Reactor Information System-Datenbank (PRIS) der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) sowie Informationen der World Nuclear Association (WNA) konstruiert. Die erste Kategorie identifiziert die Strategie „nuklear“, sofern ein Land mindestens einen betriebsbereiten Reaktor zur Atomstromerzeugung verwendet. Dies sind 31 Länder. Die zweite Kategorie identifiziert die Gruppe „potentielle Newcomer“. In diese Gruppe wird ein Land eingeordnet, sofern es laut den Angaben der WNA mindestens ein internationales Abkommen über Zusammenarbeit in der Atomwirtschaft abgeschlossen hat. Diese Gruppe umfasst 37 Länder, einschließlich Belarus, Bangladesch, der Türkei und der Vereinigten Arabischen Emirate, wo bereits Atomreaktoren im Bau sind. Die dritte Kategorie identifiziert ein Land als „nicht nuklear“, falls dort weder ein Atomkraftwerk in Betrieb noch in Bau oder Planung ist. Dies sind 109 Länder.

Der in der vorliegenden Studie verwendete Indikator zur Messung des Ausmaßes an demokratischer Freiheit basiert auf einer etablierten Beurteilung der Demokratiequalität für 194 Länder von Freedom House, einer Nichtregierungsorganisation mit Sitz in Washington D.C.¹ Der Indikator berücksichtigt sowohl politische Rechte als auch bürgerliche Freiheiten. Die beiden Teil-Indikatoren werden dabei auf einer Skala von eins bis sieben gemessen, wobei niedrigere Ausprägungen höhere Rechte bzw. Freiheiten erfassen.

¹ Freedom House ist eine Nichtregierungsorganisation, die sich der Ausweitung von Freiheit und Demokratie verschrieben hat. Die Organisation wird im Wesentlichen durch Zuschüsse der US-Regierung finanziert (online verfügbar). Die verwendeten Daten zum Ausmaß der demokratischen Freiheit wurden von der Internetpräsenz von Freedom House heruntergeladen (online verfügbar). Eine ausführliche Beschreibung der Daten ist auf der Internetpräsenz von Freedom House zu finden (online verfügbar).

In Ländern, die mit der Note eins in Bezug auf politische Rechte bewertet wurden, genießen BürgerInnen ein breites Spektrum an politischen Rechten, einschließlich freier und fairer Wahlen. Die gewählten KandidatInnen regieren tatsächlich, es herrscht aktiver Wettbewerb zwischen politischen Parteien, die Opposition spielt eine relevante Rolle und die Interessen von Minderheitengruppen sind in Politik und Regierung vertreten.

In Ländern, die mit der Note eins in Bezug auf bürgerlichen Freiheiten bewertet wurden, genießen BürgerInnen ein breites Spektrum an bürgerlichen Freiheiten, einschließlich der Meinungs-, Versammlungs-, Vereinigungs-, Bildungs- und Religionsfreiheit. Diese Länder verfügen über ein etabliertes und faires Rechtssystem, das die Rechtsstaatlichkeit (einschließlich einer unabhängigen Justiz) gewährleistet, freie wirtschaftliche Aktivitäten ermöglicht und sich um Chancengleichheit für alle bemüht.

Für die vorliegende Analyse wird ein aggregierter Indikator verwendet, der zwischen null (keine politischen Rechte und bürgerlichen Freiheiten) und eins (vollständige politische Rechte und bürgerliche Freiheiten) normalisiert ist. Hierzu wird vom Wert 14, also dem maximal möglichen Wert aus der Summierung beider Teil-Indikatoren, zunächst die Summe aus der von Freedom House tatsächlich vorgenommenen Benotung der beiden Teil-Indikatoren subtrahiert, und das Ergebnis anschließend durch zwölf geteilt.²

Für die Untersuchung werden in der Schätzgleichung weitere Einflussgrößen auf die gewählte Atomstrategie eines Landes aus den Bereichen Entwicklung, Energie und Umwelt berücksichtigt, die in der Literatur als relevant identifiziert worden sind. Dies sind das BIP pro Kopf, der Anteil der in städtischen Gebieten lebenden Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung, der Primärenergieverbrauch, die Einnahmen durch den Abbau von fossilen Rohstoffen als Anteil am BIP, CO₂-Emissionen sowie der Anteil der erneuerbaren Energien

² Vgl. John F. Helliwell (1994): Empirical Linkages Between Democracy and Economic Growth. *British Journal of Political Science* 24 (2): 225–248 (online verfügbar).

Das weltweite Angebot von Atomkraftwerken bedarf genauerer Analyse

Nicht nur bei den potentiellen Nachfragern von Atomkraftwerken haben sich die Strukturen verschoben. Auch auf der Angebotsseite lässt sich eine Verschiebung der Schwerpunktländer erkennen. Die im 20. Jahrhundert dominante Exportnation, die USA hat sich weitgehend aus dem internationalen Atomgeschäft zurückgezogen. Dies gilt auch für Frankreich.³⁰

³⁰ Sowohl der vormalige US-Marktführer Westinghouse als auch die französische Framatome (ehemals Areva) kämpfen immer noch ums wirtschaftliche Überleben: Westinghouse ging 2017 in Konkurs, und Framatome (damals Areva) musste vom französischen Staat mit vier bis fünf Milliarden

Dagegen hat Russland inzwischen eine dominante Rolle bei Exportbemühungen in Richtung von Neueinsteiger-Ländern eingenommen. Drei der vier derzeit laufenden Kraftwerksprojekte (Bangladesch, Belarus, Türkei) beruhen auf russischer Technologie und Finanzierung (Tabelle 2). Darüber hinaus haben russische Unternehmen mehr Kooperationsabkommen für Technologielieferungen abgeschlossen als die vier nächstgrößten Anbieter (Frankreich, USA, China, Korea)

den Euro vorläufig gerettet werden. Siehe Martina Drupady (2019): Emerging nuclear vendors in the newcomer export market: strategic considerations. *Journal of World Energy Law and Business* 12, 4–20 (online verfügbar).

am Endenergieverbrauch.³ Um historische Verbindungen zwischen Russland, als wichtiges Anbieterland von Atomtechnologie, und potentiellen Neueinsteigern zu erfassen,⁴ enthält die Schätzung zudem eine Dummy-Variable. Diese nimmt den Wert eins an für alle Nachfolgestaaten der Sowjetunion sowie alle Länder, die ehemals im Warschauer Pakt zusammengeschlossen waren.⁵

Für die Schätzung wird eine multinomiale logistische Regression verwendet. Dieses ökonomische Verfahren ermittelt den Einfluss des Ausmaßes an demokratischen Freiheiten sowie aller anderen Variablen auf die Wahrscheinlichkeit, in eine der drei Kategorien „nicht nuklear“, „potentieller Newcomer“ oder „nuklear“ zu fallen. Hierbei wird nicht nuklear als Referenzkategorie festgelegt. Konkret beschreiben die geschätzten Parameter des Modells das logarithmierte Wahrscheinlichkeitsverhältnis, in die jeweilige Kategorie im Vergleich zur Referenzkategorie zu fallen. Die Parameterschätzungen erfolgen mit der Maximum-Likelihood Methode. Es wird also derjenige Parameterwert bestimmt, für den die gegebenen Daten am wahrscheinlichsten realisiert würden. Wegen der kategorialen Zielvariablen werden zwei Regressionsgleichungen geschätzt: Eine bewertet die Strategie „nuklear“ gegenüber „nicht nuklear“; eine zweite bewertet die Strategie „potentieller Newcomer“ gegenüber „nicht nuklear“.

Der geschätzte Koeffizient für die Variable „Ausmaß der demokratischen Freiheit“ ist statistisch signifikant auf dem Ein-Prozent-Niveau und kleiner als eins. Gegeben, die Hypothese eines Zusammenhangs zwischen dem Ausmaß demokratischer Freiheiten und der Atomstrategie eines Landes trifft zu, ist das Schätzergebnis nur mit einer Wahrscheinlichkeit von einem Prozent durch Zufall zu erklären. Die Ergebnisse legen nahe, dass ein Land, welches

³ Vgl. Fabienne Gralla et al. (2017): Energy Transitions and National Development Indicators: A Global Review of Nuclear Energy Production. Renewable and Sustainable Energy Reviews 70 (2017): 1251–1265 (online verfügbar).

⁴ Gloria Duffy (1978): Soviet Nuclear Exports. International Security 3 (1), 83–111 (online verfügbar).

⁵ Dies sind Albanien, Bulgarien, Polen, Rumänien, Tschechien, Ungarn und zudem die Slowakei. Vgl. Herbert Vent (1957): European Satellites of the USSR. Journal of Geography 56 (1): 26–33 (online verfügbar). Die Nachfolgestaaten der Sowjetunion sind, neben Russland, Armenien, Aserbaidschan, Belarus, Estland, Georgien, Kasachstan, Kirgisische Republik, Lettland, Litauen, Republik Moldau, Tadschikistan, Turkmenistan, Ukraine und Usbekistan.

zusammen;³¹ dabei liegt der Schwerpunkt auf Schwellen- und Entwicklungsländern. Neben den oben genannten Kooperationsabkommen unterhält Russland laut der WNA angeblich auch mit 20 weiteren Ländern strategische Beziehungen.³²

³¹ Siehe Jessica Jewell, Marta Vetier und Daniel Garcia-Cabrera (2019): The International Technological Nuclear Cooperation Landscape: A New Dataset and Network Analysis. Energy Policy 128, 838–852 (online verfügbar); eine Fallstudie liefert Ned Xoubi (2019): Economic Assessment of Nuclear Electricity from VVER-1000 Reactor Deployment in a Developing Country. Energy 175, 14–22 (online verfügbar).

³² Dies sind Tunesien, Marokko, Ghana, Äthiopien, Sudan, Sambia, Venezuela, Bolivien, Paraguay, Myanmar, Indonesien, Laos, Kambodscha, Philippinen, Kasachstan, Usbekistan, Ruanda, Aserbaidschan, Kongo und Kuba. Vgl. World Nuclear Association (2020): Emerging Nuclear Countries (online verfügbar).

Tabelle

Ergebnisse der ökonometrischen Schätzung

Abhängige Variable: Status der Nutzung der Atomenergie.

Einflussgröße	Geschätzte Koeffizienten (Regressionsgleichung für Atomstaaten)		Geschätzte Koeffizienten (Regressionsgleichung potentielle Neueinsteiger)	
	Koeffizient	Standardfehler	Koeffizient	Standardfehler
Ausmaß der demokratischen Freiheit	2,671	1,761	-2,512***	0,855
BIP pro Kopf	-0,006	0,022	-0,014	0,022
Urbanisierung	0,006	0,023	0,002	0,014
Primärenergieverbrauch	1,608**	0,742	0,347	0,685
Anteil Einnahmen aus fossilen Rohstoffen am BIP	-0,001	0,001	0,000	0,000
CO ₂ -Emissionen	-0,009	0,011	0,004	0,010
Anteil erneuerbare Energien	-0,002	0,019	0,000	0,010
Sowjetische Vergangenheit	2,479***	0,783	0,198	0,710
Konstante	-5,712***	1,951	-0,264	1,030
Anzahl Beobachtungen	177			
Pseudo R ²	0,3927			

Anmerkungen: Die Ergebnisse basieren auf einer multivariaten multinomialen logistischen Regression. Die Parameterschätzungen erfolgen mit der Maximum-Likelihood Methode. Referenzkategorie ist „nicht nuklear“. Datengrundlage bildet ein Querschnittsdatensatz bestehend aus 177 Ländern. Statistische Signifikanzniveaus: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Quelle: Eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2020

ein höheres Ausmaß an demokratischer Freiheit ausweist, wahrscheinlicher in der Gruppe der Länder ohne Pläne für Atomkraft zu verorten ist als in die Gruppe der potentiellen Atomkraft-Newcomer. Wie bei dem verwendeten Verfahren üblich, können die geschätzten Parameterwerte in prognostizierte Wahrscheinlichkeiten für die Zugehörigkeit zur Kategorie der potentiellen Newcomer überführt werden.⁶

⁶ Für eine eingehende Beschreibung der Methodik, siehe zum Beispiel Kapitel 18 im Lehrbuch von William Greene (2012): Econometric Analysis, 7th Edition. Essex.

Derzeit ist unklar, ob China der Atomkraft-Diplomatie Russlands folgen wird und sich ebenso offensiv um potentielle Neueinstiger-Länder bemühen wird. China hat seit den 1980er-Jahren erhebliche Investitionen in seine Atomwirtschaft vorgenommen und ist inzwischen zu einer mit Russland und den USA äquivalenten Atommacht aufgestiegen.³³ Bemerkenswert ist dabei insbesondere die Entwicklung eines eigenen nationalen Reaktortyps, genannt Hualong One, der zur Generation III gehört und den etablierten Reaktortypen

³³ Vgl. Ben Wealer et al. (2018): Nuclear Power Reactors Worldwide – Technology Developments, Diffusion Patterns, and Country-by-Country Analysis of Implementation (1951–2017). DIW Berlin Data Documentation 93 (online verfügbar).

in Zukunft Konkurrenz machen soll.³⁴ Neben vier Reaktorbauten in China selber werden derzeit zwei Reaktoren vom Typ Hualong in Pakistan gebaut.³⁵ Des Weiteren prüfen britische Atombehörden einen Antrag Chinas auf Bau eines Hualong-Reaktors im Vereinigten Königreich am Standort Bradwell (Essex).³⁶ Darüber hinaus bestehen Partnerschaften im Atombereich mit dem Sudan, Kenia, Thailand, Uganda und Kambodscha.³⁷ Diese Entwicklungen auf den internationalen Märkten für Atomtechnologien sind von zunehmendem Interesse von industrieökonomischen und auch geopolitischen Analysen.³⁸

Fazit: Ausbaupläne von Newcomer-Ländern vernachlässigbar

Angesichts eines alternden Kraftwerksparks und einer geringen Zahl an Neubauten geht der Anteil der Atomkraft an der weltweiten Energieversorgung im nächsten Jahrzehnt schrittweise zurück. Aufgrund fehlender Geschäftsmodelle ist der Bau neuer Atomkraftwerke in den westlichen Marktwirtschaften praktisch zum Erliegen gekommen. Auch die in China, Indien und Russland laufenden Neubauten ändern an diesem Trend nichts. Von den aktuell 46 laufenden Bauprojekten sind über die Hälfte verzögert, teilweise erheblich.

Angesichts des Niedergangs der Atomwirtschaft in den meisten westlichen Marktwirtschaften entwickelt die World Nuclear Association ein Narrativ vieler potentieller Newcomer-Länder, die an der Einführung von Atomkraft arbeiten würden. Derzeit stehen über 30 Länder auf dieser Liste, welche Kooperationsabkommen mit Lieferstaaten abgeschlossen haben. Bei genauerer Betrachtung lassen sich lediglich vier Länder identifizieren, die derzeit erstmals Atomkraftwerke

bauen (Bangladesch, Belarus, die Türkei und die Vereinigten Arabischen Emirate); alle Projekte haben mit erheblichen finanziellen Problemen und Verzögerungen zu kämpfen. Darüber hinaus ist der Status der Einstiegspläne der anderen Länder oftmals unklar oder wenig präzise. Eine große, auch quantitativ relevante Entwicklung ist von dieser Ländergruppe nicht zu erwarten. Eine ökonomische Analyse ergibt, dass Länder einer geringeren Ausprägung demokratischer Freiheiten eine wesentlich höhere Wahrscheinlichkeit haben, zu Atomkraft-Newcomern zu werden. Diese Staaten zeichnen sich durch geringere politische Teilhabe und geringere positive Freiheitsrechte aus.

Die Verschiebung der Angebotsseite von Atomkraftwerken von vormaliger US-Dominanz insbesondere in Richtung Russland kann einen Teil der Einstiegspläne erklären: Nach dem Rückzug westlicher Anbieter betreibt Russland eine offensive Atom-Diplomatie und versucht, seinen geopolitischen Einfluss durch Vertrieb von Atomkraft zu stärken. Hierzu gehören auch sehr günstige Finanzierungsbedingungen für potentielle Abnehmerländer. Drei der vier derzeit im Bau befindlichen Atomkraftwerke in Neueinstiegs-Ländern beruhen auf russischer Technologie und Finanzierung. Auch China wird zunehmend in der Atom-Diplomatie aktiv, v.a. in Pakistan sowie in jüngerer Zeit auch im Vereinigten Königreich. Die industrieökonomischen und geopolitischen Auswirkungen dieser Entwicklung bedürfen einer detaillierteren Analyse, um ein genaues Bild potentieller Entwicklungen in diesem strategischen Bereich zu erhalten.

Angesichts fehlender wirtschaftlicher Perspektiven und ungelöster Fragen der Sicherheit, sollten internationale Organisationen wie die IAEA und EURATOM sich neu ausrichten: Anstatt den Einstieg neuer Länder in Atomkraft zu fördern sollte der Fokus auf die Durchsetzung von Sicherheitsstandards sowie ungelöste Fragen des Rückbaus von Atomkraftwerken und der Langfristlagerung für atomare Abfälle gelegt werden. Deutschland sollte sich innerhalb dieser Organisationen dafür einsetzen, dass die institutionelle Subventionierung des Atomeinstiegs (in oftmals politisch instabilen Ländern) aufgegeben wird. Der EURATOM-Vertrag aus dem Jahr 1957 sollte so umstrukturiert werden, dass auch in Europa kein subventionierter Bau von Atomkraftwerken mehr stattfindet.

³⁴ Vgl. Stephen Thomas (2019): Is It the End of the Line for Light Water Reactor Technology or can China and Russia Save the Day? Energy Policy 125, 216–226 (online verfügbar).

³⁵ Vgl. Schneider et al. (2019), a. a. O.

³⁶ Vgl. Adam Vaughan und Lily Kuo (2020): China's long game to dominate nuclear power relies on the UK. The Guardian online vom 26. Juli (online verfügbar).

³⁷ Vgl. World Nuclear Association (2020): Emerging Nuclear Countries, a. a. O.

³⁸ Vgl. Paul Bracken (2012): The Second Nuclear Age – Strategy, Danger, and the New Power Politics. New York, USA; François Lévêque (2014): The Economics and Uncertainties of Nuclear Power. Cambridge, MA, USA; sowie Christian von Hirschhausen (2017): Nuclear Power in the 21st Century – An Assessment (Part I). DIW Discussion Paper 1700 (online verfügbar).

Lars Sorge ist Gastwissenschaftler in der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt am DIW Berlin | lsorge@diw.de

Claudia Kemfert ist Leiterin der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt am DIW Berlin | sekretariat-evu@diw.de

Christian von Hirschhausen ist Forschungsdirektor am DIW Berlin | chirschhausen@diw.de

Ben Wealer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik an der Technischen Universität Berlin und Gastwissenschaftler in der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt am DIW Berlin | bwealer@diw.de

JEL: I51, L95, Q48

Keywords: Atomkraft, Geopolitik, Investitionen, Demokratie

This report is also available in an English version as DIW Weekly Report 11/2020:

www.diw.de/diw_weekly



IMPRESSUM



DIW Berlin — Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.

Mohrenstraße 58, 10117 Berlin

www.diw.de

Telefon: +49 30 897 89-0 Fax: -200

87. Jahrgang 11. März 2020

Herausgeberinnen und Herausgeber

Prof. Dr. Pio Baake; Prof. Dr. Tomaso Duso; Prof. Marcel Fratzscher, Ph.D.;
Prof. Dr. Peter Haan; Prof. Dr. Claudia Kemfert; Prof. Dr. Alexander S. Kritikos;
Prof. Dr. Alexander Kriwoluzky; Prof. Dr. Stefan Liebig; Prof. Dr. Lukas Menkhoff;
Dr. Claus Michelsen; Prof. Karsten Neuhoff, Ph.D.; Prof. Dr. Jürgen Schupp;
Prof. Dr. C. Katharina Spieß; Dr. Katharina Wrohlich

Chefredaktion

Dr. Gritje Hartmann; Dr. Wolf-Peter Schill

Lektorat

Dr. Antonia Grohmann; Renke Schmacker

Redaktion

Dr. Franziska Bremus; Rebecca Buhner; Claudia Cohnen-Beck;
Dr. Anna Hammerschmid; Petra Jasper; Sebastian Kollmann; Bastian Tittor;
Sandra Tubik; Dr. Alexander Zerrahn

Vertrieb

DIW Berlin Leserservice, Postfach 74, 77649 Offenburg

leserservice@diw.de

Telefon: +49 1806 14 00 50 25 (20 Cent pro Anruf)

Gestaltung

Roman Wilhelm, DIW Berlin

Umschlagmotiv

© imageBROKER / Steffen Diemer

Satz

Satz-Rechen-Zentrum Hartmann + Heenemann GmbH & Co. KG, Berlin

Druck

USE gGmbH, Berlin

ISSN 0012-1304; ISSN 1860-8787 (online)

Nachdruck und sonstige Verbreitung – auch auszugsweise – nur mit
Quellenangabe und unter Zusendung eines Belegexemplars an den
Kundenservice des DIW Berlin zulässig (kundenservice@diw.de).

Abonnieren Sie auch unseren DIW- und/oder Wochenbericht-Newsletter
unter www.diw.de/newsletter