



SONNIGE ZUKUNFT

Fatih Birol

BIG IDEAS III

SONNIGE ZUKUNFT

Fatih Birol

Sonnige Zukunft

© Europäische Investitionsbank, 2019

© Internationale Energie-Agentur, 2018

Alle Rechte vorbehalten.

Fragen zu Rechten und Lizenzen sind zu richten an: publications@eib.org

Photos: © Gettyimages, © Vestas Wind Systems A.S., © Peter OTTO - CG Eyedream.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Genehmigung zur Vervielfältigung oder Verwendung dieser Fotos ist direkt beim Rechteinhaber einzuholen.

Der nachfolgende Text gibt die Ansicht der Autoren wieder, die nicht unbedingt der Sichtweise der Europäischen Investitionsbank entspricht.

pdf: QH-03-19-395-DE-N ISBN 978-92-861-4291-8 doi: 10.2867/488066

eBook: QH-03-19-395-DE-E ISBN 978-92-861-4299-4 doi: 10.2867/63655

BIG IDEAS

Ein aktueller Blick auf die erneuerbaren Energien zeigt Licht und Schatten.

In den letzten Jahren haben grüne Energien erfreuliche Fortschritte erzielt: Die Technik hat sich verbessert, und die Erzeugungskosten sind gesunken.

Dennoch ist der Weg in eine wirklich saubere Zukunft noch weit.

Dr. Fatih Birol, Exekutivdirektor der Internationalen Energie-Agentur, sieht die erneuerbaren Energien trotz aller Fortschritte noch lange nicht am Ziel. Wenn wir wollen, dass alle Menschen Zugang zu Energie haben, wenn wir den Klimawandel bremsen, die Umweltverschmutzung reduzieren und die Welt auf Nachhaltigkeitskurs bringen wollen, dann müssen wir noch wesentlich mehr tun.

Dieser Essay ist der sechste aus der Reihe *Big Ideas* der Europäischen Investitionsbank.

Auf Einladung der Europäischen Investitionsbank schreiben internationale Vordenkerinnen und Vordenker über die drängendsten Themen unserer Zeit. Ihre Essays zeigen uns: Wir müssen umdenken, wenn wir die Umwelt schützen, die Chancengleichheit fördern und das Leben der Menschen weltweit verbessern wollen.



SONNIGE ZUKUNFT

SONNIGE ZUKUNFT


Ein aktueller Blick auf die erneuerbaren Energien zeigt Licht und Schatten.

Einerseits führen sinkende Kosten und entschlossene energiepolitische Maßnahmen dazu, dass Sonnenenergie und Windkraft weltweit immer stärker genutzt werden. Gerade die Sonnenenergie ist einer der wenigen Hoffnungsschimmer unter den sauberen Technologien, die fossile Brennstoffe auf der ganzen Welt allmählich ablösen.

Andererseits decken die Erneuerbaren nur einen Bruchteil des weltweiten Energiebedarfs. Im Stromsektor konkurrieren sie nach wie vor mit fossil befeuerten Kraftwerken, und in der Wärmeerzeugung und im Verkehrssektor, wo 80 Prozent der Energie verbraucht werden, spielen sie bisher nur eine untergeordnete Rolle.

Dabei ist ihr Potenzial enorm: Der Anteil von Biokraftstoffen im Verkehrssektor ist ebenso ausbaufähig wie der von Bioenergie, Solarthermie und Geothermie in der Wärmeerzeugung für die Beheizung von Gebäuden und die Industrie. Eine emissionsarme Wirtschaft wird nur mit einer stärkeren Elektrifizierung und einem höheren Anteil erneuerbarer Quellen an der Stromerzeugung möglich sein.

Um das Potenzial der erneuerbaren Energien voll auszuschöpfen, brauchen wir allerdings starke Vorgaben sowie Forschungsprojekte, Innovationen und Investitionen. Nur so können wir das Pariser Klimaschutzabkommen umsetzen und die Emissionen wie vereinbart verringern. Und nur so lassen sich die UN-Ziele für eine nachhaltige Entwicklung erreichen, die erschwingliche und zuverlässige Energie für alle fordern.

A large solar tower (CSP) with a heliostats field under a clear blue sky. The tower is a tall, dark metal structure with a cylindrical receiver at the top. The heliostats are large, flat mirrors that reflect sunlight onto the receiver. The ground is dry and sandy, typical of a desert environment.

EIN AUSSER- GEWÖHNLICHES WACHSTUM

ERNEUERBARE ENERGIEN: EIN AUSSERGEWÖHNLICHES WACHSTUM

Beginnen wir mit den guten Nachrichten. Erneuerbare Energien haben in den letzten Jahren weltweit ein außergewöhnliches Wachstum verzeichnet. Ihre Leistungskapazität¹ ist seit dem Jahr 2000 jedes Jahr um vier Prozent gewachsen und damit doppelt so stark wie der Energiebedarf.

2017 wuchs die regenerative Stromerzeugung (d. h. die Menge der erzeugten Energie) um sechs Prozent. Dies entsprach einem Viertel der weltweiten Energieproduktion. Dieser Trend soll auch in den kommenden fünf Jahren anhalten, wie eine von der Internationalen Energie-Agentur in Auftrag gegebene Marktanalyse feststellt: Bereits 2022 sollen fast 1 000 Gigawatt auf das Konto zusätzlicher erneuerbarer Energien gehen.

Dies ist ein außergewöhnlich kurzer Zeitraum, denn 1 000 Gigawatt entsprechen der Hälfte der aktuellen Leistung von Kohlekraftwerken – und die wurde erst im Laufe von 80 Jahren aufgebaut. Erneuerbare Energien dürften damit auf einen Anteil am Energiemix von fast 30 Prozent kommen.

Dabei fällt das Wachstum der verschiedenen Energieträger sehr unterschiedlich aus. Die am stärksten wachsende Energiequelle im Jahr 2017 war die **Sonnenenergie**, da ihr Ausbau in China boomte und die Preise weiter fielen. Der Anteil der Fotovoltaik an der Stromerzeugung wuchs 2017 den Schätzungen zufolge um ein Drittel auf 416 Terawattstunden. Dies entspricht knapp zwei Prozent des weltweit erzeugten Stroms.

“ Erneuerbare Energien haben in den letzten Jahren weltweit ein außergewöhnliches Wachstum verzeichnet. Ihre Leistungskapazität ist seit dem Jahr 2000 jedes Jahr um vier Prozent gewachsen und damit doppelt so stark wie der Energiebedarf.

¹ Kapazität bezeichnet die Energiemenge, die in einer Batterie gespeichert werden kann.



Auch die **Offshore-Windenergie**² hat große Fortschritte gemacht. Ihr Anteil legte 2017 um 23 Prozent zu, vor allem in China, Deutschland und im Vereinigten Königreich. Die Leistung neu entstandener **Onshore-Windenergieanlagen**³ erreichte in der Europäischen Union mit 11,5 Gigawatt einen Rekordwert und nahm auch weltweit weiter zu, zumal 2017 ein sehr windreiches Jahr war.

Die wichtigste erneuerbare Energiequelle ist nach wie vor die **Wasserkraft**. Ihr Beitrag zur Energieerzeugung wuchs 2017 mit geschätzt zwei Prozent allerdings schwächer als in früheren Jahren. Auch der Ausbau der **Bioenergie** und der **Geothermie** verlief schleppend, da sich die Investitionen vor allem auf zuverlässigere und rentablere Energiequellen konzentrierten.

Einer der Gründe für das rasante Wachstum der Wind- und Sonnenenergie ist der beeindruckende Kostenrückgang. So sind die Kosten für große Solarstromanlagen im Versorgermaßstab seit 2010 um 70 Prozent gesunken – unter anderem dank technischer Neuerungen (z. B. effizientere Fotovoltaikanlagen und größere Windturbinen), aber auch durch die zunehmende Zahl der Ausschreibungen.

Immer mehr Länder vergeben neue Kapazitäten über Ausschreibungen am Markt, weil dies bessere Preise und eine Kontrolle des Leistungsvolumens ermöglicht. 2017 wurden auf diese Weise in 20 Ländern fast 24 Gigawatt an Erneuerbare-Energien-Kapazitäten vergeben. Mehr als 95 Prozent davon entfielen auf Sonnen- und Windenergie.

Da Investitionen in erneuerbare Energiequellen meist in die Sonnen- und Windenergie fließen, wird der Beitrag dieser Technologien zur Energieerzeugung insgesamt zunehmen. (Wir dürfen dabei aber nicht vergessen, dass die Erzeugungsleistung von Wind- und Sonnenenergie anders als bei fossilen Kraftwerken je nach Tageszeit und Wetter schwankt).

² Offshore-Windkraft oder Offshore-Windenergie bezeichnet die Erzeugung von Strom aus Windenergie durch Windparks, die normalerweise im Meer oder auf dem Festlandssockel errichtet werden.

³ Onshore-Windkraftwerke werden an Land errichtet.



NEUE HERAUS- FORDERUNGEN

NEUE HERAUSFORDERUNGEN

Im Jahr 2022 wird Dänemark voraussichtlich den höchsten regenerativen Energieanteil aller Länder haben: Fast 70 Prozent seines Stroms erzeugt das Land dann aus fluktuierenden erneuerbaren Energien⁴, d. h. aus Sonnen- und Windenergie. In einigen anderen europäischen Ländern (Irland, Deutschland und das Vereinigte Königreich) werden Wind- und Sonnenenergie insgesamt mehr als 25 Prozent am Energiemix ausmachen. In China, Indien und Brasilien dürfte sich der Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien in nur fünf Jahren auf mehr als zehn Prozent verdoppeln.

Die Länder lernen schnell, neue Energieträger in ihre Stromversorgungssysteme zu integrieren, und entwickeln innovative Lösungen. In der Integrationsfrage hat die Internationale Energie-Agentur wichtige Vorarbeit geleistet: Sie berät Regierungen, Betreiber von Stromnetzen⁵

sowie Energieversorger dazu, wie sie sich auf die neuen Herausforderungen im Stromsektor einstellen können.

“ Im Jahr 2022 wird Dänemark voraussichtlich den höchsten regenerativen Energieanteil aller Länder haben: Fast 70 Prozent seines Stroms erzeugt das Land dann aus fluktuierenden erneuerbaren Energien.

Das Schlüsselwort bei der Integration von mehr fluktuierenden erneuerbaren Energien in die bestehenden Netze lautet Flexibilität. In flexiblen Netzen lassen sich Angebot und Nachfrage schnell und exakt ins Gleichgewicht bringen. Steigt der Anteil der fluktuierenden regenerativen Energien, ohne dass die Flexibilität der Netze erhöht wird – z. B. durch Netzverstärkung, Netzkopplung, Energiespeicherung, Laststeuerung oder ein anderweitiges Angebot –, so könnte die erzeugte Energie an Wert verlieren.

⁴ Fluktuierende erneuerbare Energien sind nicht planbare erneuerbare Energien, deren Angebot schwankt (z. B. Wind- oder Sonnenenergie). Sie unterscheiden sich von regelbaren erneuerbaren Energiequellen wie Wasserkraft oder Biomasse oder relativ konstanten Quellen wie Geothermie oder Energie aus Laufwasserkraftwerken.

⁵ Ein Stromnetz ist ein zusammenhängendes Netz, über das Elektrizität von den Erzeugern zu den Verbrauchern gelangt. Es besteht aus:

- Stromerzeugungsanlagen, die elektrische Energie erzeugen,
- Hochspannungsübertragungsleitungen, die den Strom über weite Entfernungen zum Ort der Nachfrage transportieren,
- Verteilungsleitungen zur Anbindung der einzelnen Verbraucher.



Wir brauchen dringend mehr Flexibilität in der Stromerzeugung und neue Geschäftsmodelle. Am Markt und in der Politik werden neue Ansätze benötigt, die mehreren Zielen gleichzeitig gerecht werden. So müssen langfristige Preissignale ausgesendet werden, um Investitionen attraktiv zu machen, es muss eine effiziente kurzfristige Einspeisung von Strom sichergestellt werden, und es muss für ausreichende Flexibilität gesorgt und ein Mix aus regenerativen Technologien geschaffen werden.

Schließlich sind auch Investitionen in die Stromnetze erforderlich. Die Netze müssen modernisiert und für die laufende Integration erneuerbarer Energien stärker auf digitale Technologien ausgelegt werden.

“ Wir brauchen dringend mehr Flexibilität in der Stromerzeugung und neue Geschäftsmodelle.

Im Jahr 2017 beliefen sich die Investitionen in Stromnetze auf 300 Milliarden US-Dollar. Davon entfielen über 33 Milliarden US-Dollar auf neue digitale „Smart Grid“-Technologien – fast vier Milliarden US-Dollar mehr als 2016.



SPANIEN, SOLARWÄRMEKRAFTWERK GEMASOLAR





**NOCH
EIN WEITER WEG**

NOCH EIN WEITER WEG

Nun zu den schlechten Nachrichten: Einige erneuerbare Energien führen immer noch ein Schattendasein und werden in der öffentlichen Diskussion oft vernachlässigt. Im Wärme- und Verkehrssektor etwa spielen erneuerbare Energiequellen nur eine untergeordnete Rolle. Sie deckten 2017 nur zehn Prozent des Wärmebedarfs von Gebäuden und der Industrie (ohne die traditionelle Nutzung von Biomasse) und drei Prozent des Bedarfs im Verkehrssektor. Die Analyse der Internationalen Energie-Agentur zum Fortschritt bei der Umstellung auf saubere Energie (*Tracking Clean Energy Progress*) liefert einen guten Überblick über die aktuelle Situation (2018). Sie zeigt, dass die Segmente Verkehr, Kühlung und Heizung die langfristigen Ziele Klimastabilisierung, universeller Energiezugang und Reduzierung der Luftverschmutzung nach derzeitigem Stand nicht erreichen.

“**Wir brauchen Wärme zum Heizen von Räumen, zum Erwärmen von Wasser, zum Kochen und für die Industrie. Rund die Hälfte des gesamten Energieverbrauchs entfällt auf Wärmeenergie.**“

Im Verkehrssektor wird die Energiewende nur mit einer breiten Umstellung auf Elektrofahrzeuge funktionieren. Bisher ist der Anteil von Elektrofahrzeugen am Gesamtbestand von Pkw, Nutzfahrzeugen und Bussen mit weniger als 0,4 Prozent noch gering. Allerdings wurden 2017 weltweit mehr Elektroautos verkauft als je zuvor (1,1 Millionen Stück). Mittlerweile gibt es über drei Millionen Fahrzeuge.

Biokraftstoffe sind eine zusätzliche Option im Verkehrssektor und werden vor allem für Schwerlastfahrzeuge und die Luftfahrt eine Rolle spielen. Ihr Wachstum von zwei Prozent war 2017 jedoch nicht stark genug, um den Bedarf zu decken. Sollen Biokraftstoffe bis 2030 einen Kraftstoffanteil von zehn Prozent im Verkehrssektor erreichen, so muss sich ihr Einsatz verdreifachen. Voraussetzung dafür sind eine Verbilligung moderner Biokraftstoffe, eine allgemeine Nachhaltigkeitspolitik und eine stärkere Nutzung in der Luft- und Schifffahrt.



Auch bei der **Wärmeerzeugung** gibt es noch viel Potenzial, das oft übersehen wird. Wir brauchen Wärme zum Heizen von Räumen, zum Erwärmen von Wasser, zum Kochen und für die Industrie. Rund die Hälfte des gesamten Energieverbrauchs entfällt auf Wärmeenergie. Der Großteil des Wärmebedarfs wird heute durch fossile Brennstoffe gedeckt, wodurch in vielen Städten auf der ganzen Welt die Luftverschmutzung steigt. Zwar ist der Anteil erneuerbarer Wärmeenergie am Verbrauch zwischen 2010 und 2017 um rund 20 Prozent gestiegen, allerdings ist noch ein wesentlich stärkerer Zuwachs nötig.

Die Politik hat mittlerweile erkannt, wie wichtig der Wärmesektor ist. So hat China als weltgrößter Verbraucher von Wärmeenergie ehrgeizige Pläne, um mehr saubere Wärmeenergie zu erzeugen (einschließlich Solarthermie, Geothermie und Bioenergie). Die Europäische Union, schon heute der größte Nutzer erneuerbarer Wärmeenergie, hat für ihre Mitgliedstaaten das Ziel vorgegeben, den Anteil der regenerativen Energien beim Heizen und Kühlen bis 2030 jedes Jahr um 1,3 Prozentpunkte zu erhöhen. Und in den Niederlanden, die zum Heizen bisher fast vollständig auf Erdgas angewiesen sind, werden künftig keine Baugenehmigungen mehr für Häuser erteilt, die mit Erdgas beheizt werden. Damit will das Land erneuerbare Energiealternativen fördern.

Auch in der Industrie gibt es noch weiteres Ausbaupotenzial für erneuerbare Wärmeenergie. Bereits heute genutzt wird Bioenergie, vor allem dort, wo geeignete Nebenprodukte oder Rückstände anfallen, wie in der Papier- und Zellstoffindustrie. Durch die rapide sinkenden Kosten für Fotovoltaik und Windenergie ließe sich außerdem die Wasserelektrolyse deutlich verbilligen. So könnte aus fossilen Quellen hergestellter Wasserstoff kostengünstig ersetzt werden. Wasserstoff wird in Raffinerien zur Herstellung sauberer Erdölzerzeugnisse eingesetzt. In der chemischen Industrie wird aus Wasserstoff Methanol und Ammoniak hergestellt – die Grundbestandteile von Stickstoffdünger. Auch bei der Stahlherstellung könnte Wasserstoff eingesetzt werden. Hier könnte er die CO₂-Emissionen drastisch senken.

Einen besonderen Stellenwert hat der Kältesektor. Ihn sieht die Internationale Energie-Agentur als eines der größten Problemfelder des globalen Energiesystems, denn keine Endenergie im Gebäudesektor wird so stark nachgefragt wie die Kühlenergie. Der Absatz steigt hier dreimal schneller als die Effizienz. So werden in den nächsten 30 Jahren als Folge der weltweiten Klimaerwärmung jede Sekunde zehn Klimaanlage verkauft.



**WEITERE
MASSNAHMEN
ERFORDERLICH**

WEITERE MASSNAHMEN ERFORDERLICH

Obwohl wir bei den erneuerbaren Energien bereits Fortschritte erzielt haben, müssen wir mehr tun, wenn wir einen universellen Zugang zu Energie ermöglichen, den Klimawandel eindämmen, die Luftverschmutzung verringern und die Energiesicherheit erhöhen wollen. Wie diese Ziele erreicht werden können, zeigt das Modellszenario für eine nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Scenario) der Internationalen Energie-Agentur.

Erneuerbare Energien und Energieeffizienz müssen Hand in Hand gehen. Das ist ein zentraler Punkt des Modellszenarios. Wenn die Leistungen für die Energie-Endnutzer wesentlich besser werden, wird der Energiebedarf

deutlich langsamer steigen – trotz wachsender Weltbevölkerung. Damit wiederum lässt sich der Anteil der erneuerbaren Energien am Energiemix leichter erhöhen. Die Kombination aus erneuerbaren Energien und Energieeffizienzmaßnahmen dürfte künftig für rund 80 Prozent des Rückgangs der CO₂-Emissionen verantwortlich sein.

“ Erneuerbare Energien und Energieeffizienz müssen Hand in Hand gehen.

Darüber hinaus werden im Modellszenario kohlenstoffarme Kraftstoffe deutlich stärker genutzt. Ihr Anteil wird 2040 um etwa 40 Prozent höher liegen als heute. Die größte Bedeutung werden allerdings erneuerbare Energien haben. Mit einem künftigen Anteil von über 60 Prozent an der weltweiten Stromerzeugung werden sie die erste Wahl sein, wenn es darum geht, den neuen Strombedarf zu decken und fossile Brennstoffe zu ersetzen. Die wichtigsten Energieformen sind dabei – gemessen an der installierten Leistung – die Wind- und Sonnenenergie. Sie werden ein Drittel des gesamten Stroms liefern.



Im Verkehrssektor werden erneuerbare Energien künftig auf einen Anteil von 21 Prozent kommen, wenn mehr Lkw, Flugzeuge und Schiffe mit Biokraftstoffen betankt werden. Ihr Volumen wird im Jahr 2040 rund 120 Millionen Tonnen Rohöleinheiten entsprechen. Gleichzeitig wird sich der Stromverbrauch im Verkehrssektor mehr als vervierfachen – u. a. aufgrund der Zunahme der Elektrofahrzeuge.

Auch in der Industrie und im Bausektor steigt der Bedarf an erneuerbaren Energien. Sie werden zunehmend zur Wärmeerzeugung eingesetzt. 2040 werden 23 Prozent der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Quellen gedeckt. Das ist fast 2,5-mal so viel wie heute. Begünstigt wird diese Entwicklung dadurch, dass der Heizbedarf für Wohngebäude in kalten Klimazonen um rund 30 Prozent sinken wird.

Wenn das Modellszenario für eine nachhaltige Entwicklung Wirklichkeit werden soll, dann müssen die Investitionen in Energie deutlich steigen. Dies gilt vor allem für erneuerbare Energien und hier insbesondere für Schlüsseltechnologien wie Elektrofahrzeuge und die Wärmeversorgung für den Bausektor und die Industrie. Da gleichzeitig entsprechend weniger in fossile Brennstoffe und die fossile Stromerzeugung investiert werden muss, verringert sich der Gesamtinvestitionsbedarf bis 2040 um acht Billionen US-Dollar. Auch die niedrigeren Betriebskosten für Brennstoffe senken den Investitionsbedarf.

Erneuerbare Energien stehen ohne Zweifel vor einer vielversprechenden Zukunft. Die technischen Lösungen dafür sind bereits vorhanden – jetzt ist die Politik gefragt, um die nötigen Rahmenbedingungen zu schaffen. Was wir brauchen, sind mehr Investitionen in die Netzflexibilität und in Energieeffizienz sowie intelligente, planbare und stimmige Investitionsprogramme in allen Energiesektoren.

BIOGRAFIE

Fatih Birol (geboren 1946 in Ankara) ist ein türkischer Wirtschaftswissenschaftler und Energieexperte und seit dem 1. September 2015 Exekutivdirektor der Internationalen Energie-Agentur (IEA) in Paris.

Zuvor war er Chefökonom und Leiter des Bereichs globale Energiewirtschaft bei der Internationalen Energie-Agentur.

Birol ist verantwortlich für die wichtigste Veröffentlichung der IEA, den *World Energy Outlook*. Der Weltenergiebericht gilt allgemein als die maßgebliche Quelle für strategische Analysen der weltweiten Energiemärkte. Birol ist Gründer und Vorsitzender des Energy Business Council (EBC) der IEA, der als Forum für die Zusammenarbeit zwischen der Energieindustrie und politischen Entscheidungsträgern dient.

Er ist zudem Vorsitzender des Energiebeirats des Weltwirtschaftsforums in Davos und Mitglied der Hochrangigen Gruppe „Nachhaltige Energie für alle“ des Generalsekretariats der Vereinten Nationen.

2013 wurde Birol vom europäischen Stromwirtschaftsverband Eurelectric für „seinen außerordentlichen Beitrag zu einem besseren Verständnis der Chancen und Herausforderungen im Stromsektor“ ausgezeichnet.





**Europäische
Investitionsbank**

Die Bank der EU