

Anlage 19

Wind- und Sonnenenergie 2038: Anteile und nötige Ausbautzahlen

Bei den Berechnungen gehen wir davon aus, dass 1100 TWh Strom in Deutschland durch Wind und Sonne gedeckt werden sollen. Da die Offshore-Windräder größere Jahresleistungsstunden (wir rechnen mit 4500)¹ haben als Onshore-Windräder (wir rechnen mit 2500)² und PV (950) sollten sie möglichst viel genutzt werden. Sie haben außerdem den Vorteil, dass sie konstanter Strom erzeugen als PV und Onshore und damit das Stromsystem stabilisieren. Sie sind in den letzten Jahren deutlich günstiger geworden, weshalb das Hauptargument der hohen Kosten an Relevanz verloren hat.³ In unserem Handbuch werden deshalb nur die Varianten »viel Offshore« beschrieben (siehe ab Seite 55).

Allerdings ist das Offshore-Potenzial begrenzt. BDI und Quaschning gehen von einem maximalen Potenzial von ca. 70 GW aus, was bei 4500 Volllleistungsstunden ca. 315 TWh ergäbe.⁴ Der BDI rechnet damit, dass dies eine Bebauung der bereits ausgeschriebenen bzw. in Ausschreibung befindlichen Flächen bedeutet. Nach Gesprächen mit mehreren Fachleuten haben wir vorsichtigerweise die maximale Leistung der Offshore-Windkraft auf 55 GW begrenzt, da diese Fachleute 70 GW nicht für realistisch hielten. Damit ergibt sich für Offshore-Wind ein maximaler Jahresertrag von 250 TWh. Als untere Grenze des Offshore-Anteils an der Windenergie nehmen wir jeweils 100 TWh an. Damit haben wir Modellrechnungen für unterschiedliche Varianten durchgeführt.

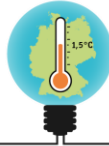
In der folgenden Tabelle sind verschiedene Szenarien dargestellt. Im »Wind-Szenario« werden die 1100 TWh zu zwei Dritteln durch Windenergie und zu einem Drittel durch Sonne gedeckt. Im »Sonnen-Szenario« sind die Anteile umgekehrt. Es wird von einem Bestand im Jahre 2020 von 49 GW Photovoltaik,

¹ Quaschning 2016: 4500, BDI 2018: 4300, Jülich (IEK 2019): 4600, Ist-Stand: 3000 – die unterschiedlichen Einschätzungen hängen auch von der Einschätzung der Verschattungseffekte ab, siehe Lundquist 2019.

² LUT: 2900, BDI: 2100, UBA 2013/2: 2440, Fraunhofer IWES 2017: 2600, Quaschning: 2500, Jülich (IEK) 2350, Ist-Stand: 1740.

³ Siehe Fraunhofer IWES 2017

⁴ Siehe BDI 2018 und Quaschning 2016

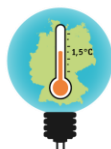


53 GW Onshore und 8 GW Offshore ausgegangen. Der Bestandsersatz der PV-Anlagen ist nicht einberechnet. PV-Anlagen müssen ca. nach 30 Jahren ausgetauscht werden.⁵ Da der Großteil des Bestandes deutlich jünger als 30 Jahre ist, macht der Bestandsersatz bis 2035 bzw. 2040 nur einen Bruchteil der neu zu installierenden PV-Anlagen aus. Der notwendige Austausch der Windanlagen wurde dagegen berücksichtigt.

Da die erforderlichen Ausbautzahlen bis 2035 sehr hoch sind und ggf. technisch nicht realisierbar sind, wird in der Tabelle auch dargestellt, wie die jährlichen Ausbaumengen aussehen müssen, wenn erst 2040 diese 1100 TWh erreicht werden sollen.

Tabelle siehe nächste Seite

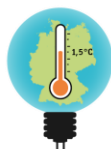
⁵ Siehe Fraunhofer ISE 2019/1



Mögliche Verteilung und Ausbau von 1100 TWh auf Wind und PV

Szenario	Wind					Photovoltaik			
		Erzeugung (TWh)	Leistung (GW)	Ausbau (GW/a) ⁶		Erzeugung (TWh)	Leistung (GW)	Ausbau (GW/a)	
				bis 2035	bis 2040			bis 2035	bis 2040
»Wind-Szenario, viel offshore« (2/3 Wind, davon 34% offshore)	Wind gesamt	730	245	12 +2	9,5+2	370	390	23	17
	davon offshore	250	55	3	2,5				
	davon onshore	480	190	9 +2	7				
»Wind-Szenario, wenig offshore« (2/3 Wind, davon 15% offshore)	Wind gesamt	730	270	14 +2	11 +2	370	390	23	17
	davon offshore	100	22	1	1				
	davon onshore	630	250	13 +2	10 +2				
»Sonnen-Szenario, viel offshore« (1/3 Wind, davon 68% offshore)	Wind gesamt	370	105	4 +2	2,5+2	730	770	48	36
	davon offshore	250	55	3	2,5				
	davon onshore	120	50	0 +2	0 +2				
»Sonnen-Szenario, wenig offshore« (1/3 Wind, davon 27% offshore)	Wind gesamt	370	130	5 +2	6,5+2	730	770	48	36
	davon offshore	100	22	1	1				
	davon onshore	270	110	4 +2	5,5				

⁶ Auf alle Ausbautzahlen wurden 2 GW addiert. Diese sind laut WWF 2018 jährlich notwendig, um ab 2020 die nicht mehr funktionstüchtigen Anlagen zu ersetzen.



»Optimiertes Szenario« für das Zieljahr 2038

Die folgende Tabelle ist ein Kompromiss aus diesen Varianten, der die Probleme mit der Flächenverfügbarkeit für Wind und Solar, die Probleme mit der Ausbaugeschwindigkeit und schließlich auch die in den unterschiedlichen Studien für realistisch eingeschätzten Zahlen berücksichtigt.⁷ Wir hatten ursprünglich das Ziel anvisiert, dass bis 2035 1100 TWh durch Wind und Sonne in Deutschland erzeugt werden sollen. Dies erwies sich auf Basis der Quellen als nicht ganz darstellbar. Deshalb sind wir bei dem »optimierten Szenario 2038« gelandet, auch wenn einzelne Autorinnen und Autoren sogar mehr für möglich halten.

Dieses »optimierte Szenario« ist ein Mix aus dem »Wind-Szenario« und dem »Sonnen-Szenario«. Dieser Kompromiss liegt bei ca. 56% Anteil der Windenergie und 44% Anteil der Solarenergie. Die Ausbauzahlen liegen zwischen denen für 2035 und 2040. Es wurde jeweils die Variante mit maximalem Ausbau der Offshore-Windenergie gewählt. Wenn die Stromproduktion, wie von uns anvisiert, bis 2035 treibhausgasneutral werden soll, dann müssen bis 2038 noch einige der heutigen Erdgaskraftwerke mit importiertem E-Methan im Dauerbetrieb weiterlaufen.

Wind				Photovoltaik		
	Erzeugung (TWh)	Leistung (GW)	Ausbau (GW/a)	Erzeugung (TWh)	Leistung (GW)	Ausbau (GW/a)
Wind gesamt	620	205	8,5 + 2	480	500	25
davon offshore	250	55	3			
davon onshore	370	150	5,5 + 2			

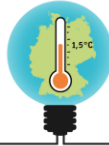
Zum Vergleich einige historische Ausbauzahlen:⁸

Im Jahr 2011, in dem die Photovoltaik bisher am stärksten ausgebaut wurde, betrug der Ausbau 7,9 GW – das wäre wegen der gewachsenen Effizienz die halbe Fläche gegenüber dem hier geplanten Ausbau von 25 GW pro Jahr. Zumindest einige Studien halten auch höhere Zahlen für umsetzbar.⁹ Weniger

⁷ Siehe dazu die Überlegungen und Rechnungen in den Anlagen 20 bis 22.

⁸ Siehe energy-charts.de 2019 und eigene Berechnungen

⁹ Siehe LUT 2019/1



dramatisch sind die Zahlen im Bereich der Windenergie: Im Jahr 2017, in dem die Onshore-Anlagen bisher am stärksten ausgebaut wurden, betrug der Ausbau 5 GW – das entsprach 1792 Anlagen. In diesem Szenario beträgt der notwendige Ausbau 7,5 GW pro Jahr – das entspricht fast der gleichen Zahl – nämlich 1830 Anlagen, die allerdings erheblich leistungsstärker sind. Im Jahr 2015, in dem Offshore bisher am meisten ausgebaut wurde, betrug der Ausbau 2,3 GW – das entsprach 550 Anlagen. In diesem Szenario beträgt der notwendige Ausbau 3 GW – das entspricht etwa 400 Anlagen.