

Wasserkraft in Deutschland – Aktuelle Zahlen und Entwicklungen

Im Rahmen der Bearbeitung des Erfahrungsberichts zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) werden nicht nur die Erzeugungsdaten der Wasserkraftanlagen, die eine EEG-Vergütung erhalten, ermittelt, sondern auch Daten von Anlagen, die außerhalb des EEG ihren Strom vermarkten. Dementsprechend können für den Anlagenbestand, die aktuelle Marktsituation, die Umsetzung ökologischer Anforderungen sowie das Potenzial aktuelle Zahlen und Entwicklungen angegeben werden.

Rita Keuneke

1 Anlagenbestand

Zum Jahresende 2017 waren in Deutschland ca. 7 300 Wasserkraftanlagen mit einer installierten Leistung von rund 5,6 GW und einer Jahresarbeit von ca. 20 TWh/a in Betrieb. Knapp 1,2 GW entfallen dabei auf den natürlichen Zufluss aus Pumpspeicherkraftwerken [1].

Die Wasserkraft hat in Bayern und Baden-Württemberg einen ausgeprägten Schwerpunkt. In Bayern liegen etwa 60 % und in Baden-Württemberg etwa 20 % der in Deutschland installierten Leistung. In Bayern hat die Wasserkraft einen Anteil von ca. 14,4 % [2] und in Baden-Württemberg einen Anteil von ca. 6,1 % [3] am jeweiligen Stromverbrauch des Landes. **Bild 1** zeigt die geografische Verteilung der Wasserkraftanlagen im deutschen Bundesgebiet. Anlagen mit großer Ausbauleistung sind erwartungsgemäß an den großen Flüssen zu finden. Weiterhin gibt es im Mittelgebirge zahlreiche Anlagen.

436 Wasserkraftanlagen weisen eine installierte Leistung von mehr als 1 MW auf, was im Hinblick auf die Gesamtanlagenanzahl 6 % entspricht. Anlagen dieser Leistungsklasse erzeugen etwa 86 % der Jahresarbeit aus Wasserkraft. Deren Anteil an der Stromproduktion übersteigt den der ca. 6 900 Anlagen mit einer installierten Leistung von weniger als 1 MW also bei weitem. Darüber hinaus gibt es 31 Pumpspeicherkraftwerke, von denen aktuell 28 betrieben werden.

Rund 7 100 Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 1,6 GW erhielten im Jahr 2016 eine Vergütung im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). **Tabelle 1** zeigt hierzu eine Übersicht differenziert nach Leistungsklassen.

Kompakt

- 6 % der Wasserkraftanlagen mit einer installierten Leistung >1 MW produzieren 86 % der Jahresarbeit aus Wasserkraft.
- Das Zubaupotenzial ist insbesondere an existierenden Großanlagen zu realisieren.
- Maßnahmen zur Umsetzung der ökologischen Anforderungen werden nur schleppend umgesetzt.

Weitere 150 Anlagen vermarkten ihren Strom außerhalb des EEG. Während die überwiegende Mehrzahl der Anlagen im Leistungsbereich ≤ 100 kW zu finden sind, ist die installierte Leistung bei den Anlagen zwischen 20 und 50 MW am größten. Unter den Anlagen mit Anspruch auf EEG-Vergütung entfällt der größte Teil der installierten Leistung auf den Leistungsbereich zwischen 2 und 5 MW [1].

2 Entwicklung

Bild 2 zeigt die installierte Leistung und die Stromerzeugung aus Wasserkraft in den Jahren 1990 bis 2016. Während die installierte Leistung seit 1990 ausgehend von rund 4 GW kontinuierlich auf etwa 5,6 GW zulegte, schwankte die jährliche Stromerzeugung zwischen 14,9 und 23,1 TWh/a mit leicht steigender Tendenz. Diese Variation ist im Wesentlichen durch Schwankungen bei den Abflüssen zu erklären. Im Jahr 2017 betrug die Bruttostromerzeugung aus Wasserkraft ca. 20 TWh/a und lag damit an vierter Stelle der erneuerbaren Energieträger [4]. Während die Erzeugung von Strom aus Biomasse, Windenergie und Photovoltaik seit 2000 ständig zugenommen hat, ist der Anteil aus Wasserkraft an der Nettostromerzeugung relativ konstant geblieben. Er betrug im Jahr 2017 etwa 3,8 % [5].

3 EEG-Vergütung

Die Vergütung von Strom aus Wasserkraft ist derzeit in § 40 EEG 2017 geregelt. Während in der Vergangenheit hinsichtlich der Vergütungshöhe zwischen Modernisierung und Neubau sowie zwischen Kleinanlagen (≤ 5 MW) und Großanlagen (> 5 MW) differenziert wurde, gelten seit dem EEG 2012 einheitliche Vergütungssätze. Für Anlagen mit einer installierten Leistung von mehr als 5 MW besteht der Anspruch auf finanzielle Förderung im Falle einer Modernisierung allerdings nur für den Strom, der der Leistungserhöhung im Zuge der Modernisierung zuzurechnen ist. Die aktuellen Vergütungssätze für 2019 sind der **Tabelle 2** zu entnehmen. Darin ist die jährliche Degression

in Höhe von 0,5 % pro Jahr berücksichtigt. Die in Tabelle 2 genannte Bemessungsleistung errechnet sich aus der Jahreserzeugung, dividiert durch die Anzahl der vollen Zeitstunden des jeweiligen Kalenderjahres (8 760 h/a). Dadurch ergibt sich, dass die Bemessungsleistung etwa der Hälfte der installierten Leistung entspricht.

Im EEG 2017 ist weiterhin eine jährliche Degression der Vergütungssätze von 0,5 % vorgesehen. Dabei ist die Wasserkraftanlagentechnologie schon lange gebräuchlich. Entsprechende Kostensenkungspotenziale vor dem Hintergrund möglicher Lerneffekte wird es daher nicht geben. Seit dem 1. Januar 2016 ist zudem der Grenzwert für die Pflicht zur Direktvermarktung von 500 kW auf 100 kW gesunken [1].

4 Marktsituation

Große Wasserkraftanlagen (>1 MW) werden in den meisten Fällen von regionalen oder überregionalen Energieversorgungsunternehmen (EVU) betrieben. Von den über 400 Anlagen konnten zu 351 Anlagen 97 Betreiber ermittelt werden. Dabei treten 16 Stadtwerke als Betreiber auf. 97 Wasserkraftanlagen mit einer Leistung >10 MW werden von 18 Betreibern geführt, zu denen u. a. Tochterfirmen der großen Energieversorger gehören. Kleinere Wasserkraft-

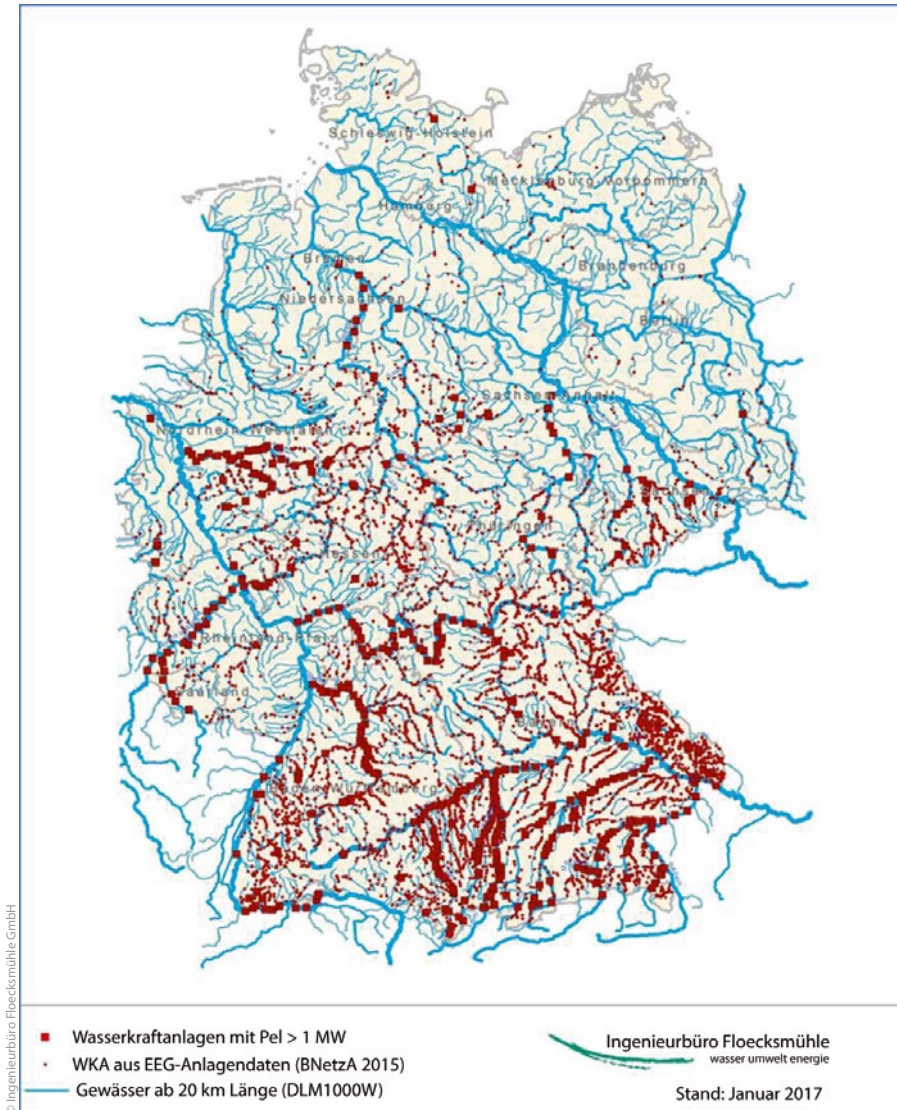


Bild 1: Wasserkraftanlagen in Deutschland (Stand 2017)

Tabelle 1: Anzahl und installierte Leistung der nach EGG geförderten Wasserkraftanlagen in den Jahren 2014 bis 2016 nach Leistungsklassen (Quelle: [1])

Leistungsklasse	2014		2015		2016	
	Anzahl	Install. Leistung [MW]	Anzahl	Install. Leistung [MW]	Anzahl	Install. Leistung [MW]
≤100 kW	5 166	158	5 336	162	5 425	166
>100–200 kW	499	75	510	76	506	76
>200–500 kW	644	212	646	212	671	220
>0,5–1 MW	240	171	247	176	248	178
>1–2 MW	138	197	131	187	137	196
>2–5 MW	145	519	139	494	144	513
>5–10 MW	2	16	2	16	2	16
>10–20 MW	1	12	1	12	1	12
>20–50 MW	1	39	1	39	1	39
>50 MW	2	173	2	173	2	173
Summe	6 838	1 572	7 015	1 549	7 137	1 589

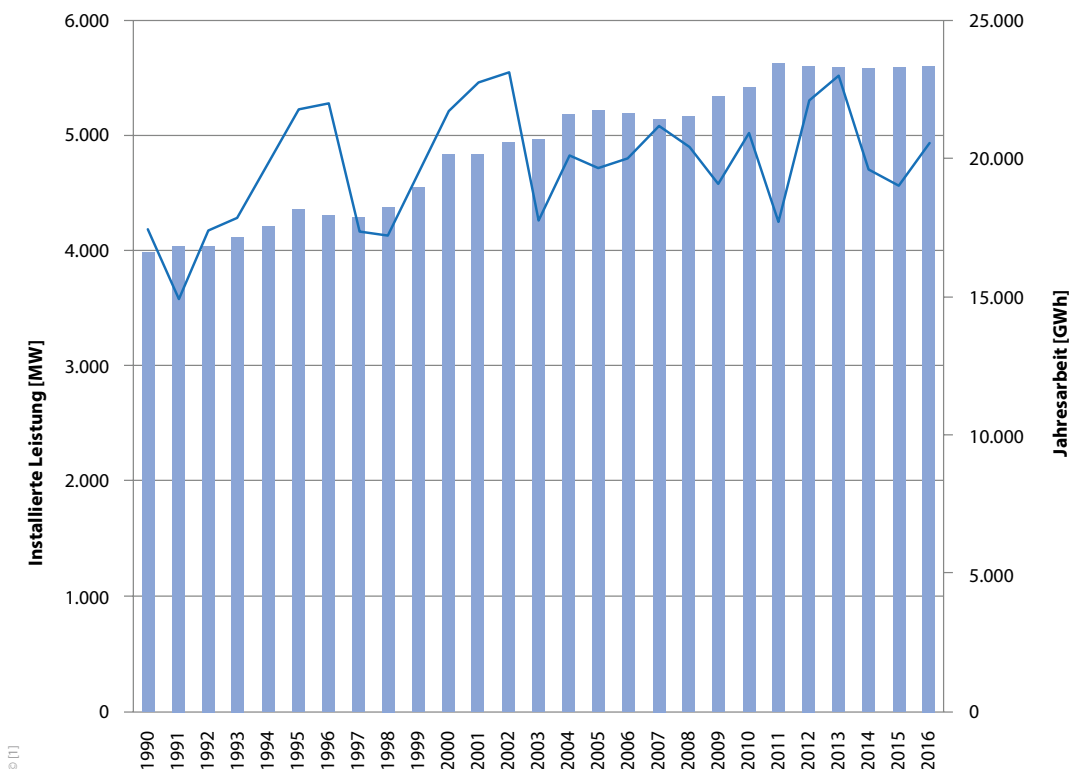


Bild 2: Installierte Leistung und Jahresarbeit aller Wasserkraftanlagen gemäß AGEE-Stat inklusive Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss

anlagen (<1 MW) sind typischerweise in der Hand von kleinen bis mittelgroßen Unternehmen, Privatpersonen oder lokalen EVU.

Vermarktungsformen außerhalb des EEG sind insbesondere für Großanlagen von Bedeutung. So wurden im Jahr 2016 etwa 71 % der Bruttostromerzeugung durch Wasserkraft nicht durch das EEG gefördert. 13 % der Jahreserzeugung befindet sich in der EEG-Festvergütung. Die Direktvermarktung spielte mit 16 % der Bruttostromerzeugung eine zunehmend wichtige Rolle. Das entspricht 55 % der EEG-geförderten Jahresarbeit. Insgesamt wurden somit innerhalb und außerhalb des EEG im Jahr 2016 mehr als 87 % der installierten Leistung direkt vermarktet. Der Anteil der Direktvermarktung ist damit seit 2011 in etwa konstant geblieben.

Umfrageergebnisse deuten ferner darauf hin, dass der Teil der Wasserkraftanlagen, der am Regelleistungsmarkt teilnimmt, von 10 % (2012) auf 24 % (2016) gestiegen ist. Repräsentative Zahlen liegen hierzu allerdings nicht vor. Dabei steht die Wasserkraft mit einer gesicherten Leistung in Höhe von etwa 40 % stochastisch gesehen vergleichsweise häufig zur Verfügung.

Der durchschnittliche Anteil des Eigenverbrauchs liegt für Kleinwasserkraftanlagen bei ca. 23 %. Er variiert zwischen 0,1 % und 95 %. Für Anlagen mit einer installierten Leistung über 1 MW liegt er zwischen 0 % und 49 %, im Durchschnitt bei 4,2 % [1].

5 Ökologische Anforderungen

Gemäß WHG sind die Betreiber von Wasserkraftanlagen verpflichtet, die Durchgängigkeit, den Schutz der Fischpopulationen und bei Ausleitungskraftwerken den Mindestabfluss sicher zu stellen, sofern dies in den Bewirtschaftungsplänen nach WHG gefordert wird. Dies ist für die Betreiber mit erheblichen finanziellen Aufwendungen verbunden, die aus der einmaligen Investition und dem permanenten Erzeugungsverlust durch die Abgabe von Abflüssen ohne energetische Nutzung resultieren. Diese Aufwendungen werden durch die EEG-Vergütung bei kleineren Anlagen nicht gedeckt, so dass die Umsetzung von Maßnahmen nur schleppend durchgeführt wird.

Während der Bau von Fischaufstiegsanlagen und die Abgabe eines Mindestabflusses zunehmend umgesetzt werden, werden Fischschutzanlagen vornehmlich an Anlagen <1 MW installiert. Dies ist neben den hohen Aufwendungen darin begründet, dass technische Lösungen sowie Regelwerke zur Planung von Fischschutz- und Abstiegsanlagen für große Wasserkraftanlagen fehlen. Um die Fische nicht nur vor der Turbinenpassage zu schützen, sondern ihnen auch einen Abwanderweg anzubieten, ist die Errichtung von Bypässen erforderlich, was häufig noch vernachlässigt wird.

Tabelle 2: EEG-Vergütung gemäß § 40 EEG 2017 in Abhängigkeit der Bemessungsleistung unter Berücksichtigung der aktuellen Degression für das Inbetriebnahmejahr 2019 (Quelle: [1])

Bemessungsleistung	≤500 kW	≤2 MW	≤5 MW	≤10 MW	≤20 MW	≤50 MW	>50 MW
Vergütungshöhe	12,28 ct/kWh	8,09 ct/kWh	6,19 ct/kWh	5,43 ct/kWh	5,24 ct/kWh	4,20 ct/kWh	3,44 ct/kWh

6 Zubaupotenzial

Das in Anderer et al. [6] angegebene technische Zubaupotenzial von 4 TWh/a für große Gewässer entspricht in grober Näherung einer technischen Zubauleistung von 0,66 GW. Für die mittelgroßen und kleinen Gewässer wurde die technisch-ökologisch-ökonomische Zubauleistung zu 0,23 GW abgeschätzt. Wird die in den Jahren seit Erscheinen von [6] ausgebaute Leistung von 0,22 GW bzw. 0,04 GW hiervon subtrahiert, verbleibt ein nicht ausgebautes technisches Leistungspotenzial von 0,44 für große Gewässer bzw. größere Anlagen und ein nicht genutztes technisch-ökologisch-ökologisches Potenzial von 0,19 GW an mittelgroßen und kleinen Gewässern bzw. für Anlagen kleinerer Leistung. Somit beträgt das weitere technische Ausbaupotenzial insgesamt rund 0,6 GW und ist damit verhältnismäßig gering [1].

Etwa 80 % der Potenziale können durch den Aus- und Umbau existierender Großanlagen (≥ 1 MW) erreicht werden. 75 % der verfügbaren Potenziale können in Bayern und Baden-Württemberg realisiert werden. An vorhandenen Staustufen ist nach § 35 (3) WHG das bisher nicht genutzte Wasserkraftpotenzial durch die Bundesländer zu ermitteln. Dabei ist zu prüfen, ob an vorhandenen Staustufen eine Wasserkraftnutzung möglich ist. Die meisten Bundesländer nutzen bei der geforderten Ausweisung der Potenziale das Internet zur Veröffentlichung, führen öffentliche Informationsveranstaltungen durch und/oder veröffentlichen entsprechende Berichte.

Neue Anlagen sind aus heutiger Sicht aufgrund bestehender Restriktionen (Gewässerschutz, Fischschutz) nur noch in einem sehr eingeschränkten Maße realisierbar. Vereinzelt ist der Neubau deshalb fast nur noch an bestehenden Staustufen möglich. Dagegen ist der Neubau abseits bestehender Staustufen aus genehmigungsrechtlicher Sicht momentan unwahrscheinlich, zumal solche Anlagen nach dem EEG nicht förderfähig sind.

Eine Umfrage zum technischen Zustand der Wasserkraftanlagen (Beteiligung: 163 Anlagen mit einer Leistung über 1 MW) ergab, dass die Mehrzahl der Anlagen die durchschnittliche Nutzungsdauer von 60 Jahren bereits überschritten hat. Revisionen und technische Modernisierungen fanden überwiegend unter den EEG-Fassungen 2012, 2014 und 2017 statt, wobei unter dem EEG 2014 und 2017 eine Förderung nach einer technischen Modernisierung ohne Umsetzung ökologischer Maßnahmen möglich ist. Anlagen dieser Leistungsklasse werden regelmäßiger Revisionen unterzogen als Anlagen < 1 MW. Ältere

Anlagen verfügen häufig über eine unbefristete wasserrechtliche Zulassung. Diese wird bei Neubauten nicht mehr gewährt.

Weiterhin ist festzuhalten, dass bei den bestehenden Anlagen in der Regel ein technischer Modernisierungsbedarf meist verbunden mit gewissen zusätzlichen Potenzialen vorhanden ist. Das ist insbesondere auf das hohe Alter der Anlagen zurückzuführen. Bei alten Anlagen besteht auch vor dem Hintergrund des Gewässerschutzes und des Fischschutzes teilweise sehr großer Investitionsbedarf, der derzeit durch die EEG-Vergütung nur unter sehr günstigen Rahmenbedingungen abgedeckt werden kann.

In den nächsten Jahren und insbesondere zwischen den Jahren 2025 bis 2035 läuft eine Reihe von wasserrechtlichen Genehmigungen aus, so dass Neugenehmigungen anstehen. Neben der Anpassung der gewässerökologischen Maßnahmen auf den aktuellen Stand ist mit aufwändigen Sanierungsmaßnahmen zu rechnen, da zahlreiche Stauanlagen ein Alter erreichen, in dem eine umfassende Sanierung erforderlich wird. Es ist also mit Stillstandszeiten für die Wasserkraftanlagen zu rechnen, einige Anlagen werden sogar dauerhaft außer Betrieb gehen.

Autorin

Rita Keuneke
Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH
Bachstraße 62-64
52066 Aachen
rita.keuneke@floecksmuehle-fwt.de

Literatur

- [1] Anderer, P.; Keuneke, R.; Massmann, E.: Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz-Teilvorhaben II d: Wasserkraft. 2018 (www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi_de/bericht-eeg-5-wasserkraft.html, Abruf 03.03.2019).
- [2] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (Hrsg.): Energieatlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de/thema_wasser/daten.html, Abruf 13.12.2018).
- [3] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017. Stuttgart, 2018.
- [4] AGEE-Stat (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Zahlen.
- [5] Burger, B.: Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2017. (www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/.../Stromerzeugung_2017.pdf, Abruf 13.12.2018).
- [6] Anderer, P.; Dumont, U.; Heimerl, S.; Ruprecht, A.; Wolf-Schumann, U.: Das Wasserkraftpotential in Deutschland. In: WasserWirtschaft 100 (2010), Nr. 9, S. 12–16.

Rita Keuneke

Hydropower in Germany – Current status and its development

Hydropower plants are extremely heterogeneous in terms of size and state of modernization as well as the use of the EEG remuneration. While smaller plants receive EEG compensation, existing large plants generally market their electricity outside the EEG. The implementation of ecological requirements is associated with high expenditure and progress is sluggish. The potential for the expansion of hydropower are largely developed. The Focus is on the expansion of existing large-scale plants.

 Springer Professional.de

Wasserkraftpotenzial 

Anderer, P.; et al.: Potenzialstudie Wasserkraft in Nordrhein-Westfalen. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 5/2018. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2018.
www.springerprofessional.de/link/15723890

Reiss, J.; Becker, A.; Heimerl, S.: Ergebnisse der Wasserkraftpotenzialermittlung in Baden-Württemberg. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 10/2017. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017.
www.springerprofessional.de/link/15098170