

Was braucht die Kleine Wasserkraft?

Die Erkenntnis über unsere Verpflichtung zum Klimaschutz, die in einem nachhaltigen Wirtschaften besteht und die Zielsetzung bis zum Jahr 2050 die Energieerzeugung zu 80 % aus Erneuerbaren Energien zu erreichen, findet in verschiedenen politischen Entscheidungen ihren Niederschlag. Die Wegbereitung für den ökonomischen Teil der Energiewende findet im Erneuerbaren-Energien-Gesetz ihren Ausdruck. Zur Realisierung der ökologischen Belange wurde die europäische Wasserrahmenrichtlinie geschaffen, die die notwendigen Rahmenbedingungen für die Verbesserung des ökologischen Zustands in unseren Gewässern festlegt. Für das Erreichen eines „guten Klimas“ zwischen Ökonomie und Ökologie hinsichtlich der Wasserkraftnutzung muss deshalb an vielen Stellschrauben gedreht werden. Dabei sollte aber planvoll vorgegangen und insbesondere die Gleichwertigkeit von Energieerzeugung und ökologischen Belangen berücksichtigt werden. Für diese damit verbundenen Ziele muss neben der sorgfältigen Abwägung aller notwendigen Maßnahmen vor allem auch der Zeit- und Kostenfaktor ausreichend berücksichtigt werden.

Hans-Dieter Heilig

1 Rechtliche Rahmenbedingungen

1.1 Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Im Jahr 2000 wurde von den EU-Mitgliedstaaten die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verabschiedet, mit dem ambitionierten Ziel des Erreichens eines guten ökologischen Zustands in unseren Gewässern. Durch die Neufassung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) im Jahr 2002 und die Änderung des Wassergesetzes für Baden-Württemberg im Jahr 2003 wurde sie in nationales Recht umgesetzt. Ziel war es, bereits bis zum Jahr 2015 den guten ökologischen Zustand in den deutschen Gewässern zu erreichen.

Für die Wasserkraftnutzung wurde das Ziel der Schaffung eines guten ökologischen Zustands an unseren Gewässern mit der Forderung zur Schaffung der Durchgängigkeit an den durch die Wasserkraftnutzung bedingten Querverbauungen und der Mindestwasserabgabe in den Ausleitungsstrecken definiert.

1.2 Stromeinspeisungsgesetz bzw. Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG)

Neben der Verbesserung des ökologischen Zustands europäischer Gewässer wird politisch gewollt auch die Förderung der erneuerbaren Energien forciert. Der immer weiter steigende Energiebe-

darf und die Erkenntnis der Notwendigkeit eines nachhaltigen Wirtschaftens halfen mit dem Entstehen des Stromeinspeisungsgesetzes im Jahr 1990 der bis dahin zum Sterben verurteilten Kleinen Wasserkraft zu einem Überleben, indem erstmals die Elektrizitätsversorgungsunternehmen, die ein Netz für die allgemeine Versorgung betreiben, verpflichtet wurden, den Strom aus erneuerbaren Energien, u. a. Wasserkraft, in das öffentliche Netz einzuspeisen und zu einer garantierten Vergütung abzunehmen. Die Höhe der Vergütung orientierte sich an dem Durchschnittserlös aus der Stromabgabe von Elektrizitätsversorgungsunternehmen an alle Letztverbraucher, der in Höhe von 75 % den Einspeisern vergütet wurde. Damit erzielten die Wasserkraftbetreiber erstmals eine Vergütung, die ihnen das Überleben sicherte, nachdem sie vorher nur die vermiedenen Brennstoffkosten der Energieerzeuger vergütet bekamen, was damals einem Preis von 2 bis 3 Pfennigen je kWh entsprach und selbst für konventionelle Kraftwerke nicht Vollkosten deckend gewesen wäre.

Das Stromeinspeisungsgesetz wurde im Jahr 2000 durch das EEG abgelöst. Es gilt heute in der Fassung des EEG 2017 und verpflichtet die Netzbetreiber weiterhin, den Strom aus erneuerbaren Energien abzunehmen. Die Einspeisevergütung ist heute allerdings nicht mehr für alle erneuerbaren Energien garantiert. Mittels Ausschreibungen werden die Vergütungen von einigen Neuanlagen nun durch Auktionsverfahren ermittelt. Die Kleine Wasserkraft ist hier jedoch ausgenommen.

2 Zielsetzung der Energieversorgung

Die Landesregierung in Baden-Württemberg verfolgt ebenso wie die Bundesregierung den Ausbau der erneuerbaren Energien mit dem Ziel, u. a. bis zum Jahr 2050 80 % der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien zu erreichen.

Im Wassergesetz von Baden-Württemberg wurde deshalb hinsichtlich der Wasserkraftnutzung in § 24 ausgeführt: „Die

Kompakt

- Zur Schaffung des guten ökologischen Zustands in unseren Gewässern ist ein planvolles gemeinsames Vorgehen aller Betroffenen notwendig.
- Die Nutzung der vorhandenen Wasserkraftpotenziale sollte grundsätzlich unterstützt werden.
- Der Beitrag der Wasserkraft zur Dezentralisierung der Stromerzeugung und damit zur Vermeidung von Netzkosten sollte angemessen berücksichtigt werden.



Bild 1: Kiesbänke

Wasserkraft soll im Interesse des Klimaschutzes und der Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien genutzt werden.“ Gleichzeitig wurden aber auch in § 24 Abs. 4 die Betreiber von Wasserkraftanlagen in die Pflicht genommen, „die unter ökologischen Gesichtspunkten verfügbare Wassermenge effizient entsprechend dem Stand der Technik zu nutzen“.

Zur Erschließung noch möglicher Wasserkraftpotenziale wurden umfangreiche Untersuchungen an den großen Flusseinzugsgebieten von Neckar, Donau, Hochrhein, Oberrhein und Bodensee-Alpenrhein durchgeführt [5].

Auf Anfrage von Landtagsabgeordneten veröffentlichte das baden-württembergische Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft am 7. Oktober 2011 in der Landtagsdrucksache 15/660 eine Stellungnahme zur „Bedeutung der kleinen Wasserkraft in Baden-Württemberg“. Darin hob sie hervor, dass die kleine Wasserkraft, trotz des Anteils von nur 10 % am Anteil der gesamten Stromerzeugung aus Wasserkraft, aus dem folgenden Grunde nicht zu vernachlässigen wäre:

„Dennoch stellt der Beitrag der kleinen Wasserkraft einen wichtigen Baustein zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und damit zugunsten der Energiewende und für den Klimaschutz dar. Denn Strom aus kleinen Wasserkraftwerken besitzt aufgrund seiner Grundlastfähigkeit einen hohen Stellenwert und ist gerade im ländlichen Raum beim Netzbetrieb und bei der Stabilisierung schwacher Netze von Bedeutung.“

Zur Untermauerung dieser Auffassung brachte das Ministerium im Jahr 2013 ein Förderprogramm zum Ausbau der kleinen Wasserkraft auf den Weg. Leider fristete es nur ein kurzes Dasein und musste aus EU-beihilferechtlichen Gründen bald ausgesetzt werden.

Die derzeitige Landesregierung nennt im für die Legislaturperiode 2016 bis 2021 abgeschlossenen Koalitionsvertrag unter dem Leitmotiv „Wasserkraft weiter voranbringen“ die folgenden Ziele zur Förderung der Wasserkraft in Baden-Württemberg:

- „Unter Beachtung der Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie wollen wir die Wasserkraft weiter ausbauen. Um Investitionen in kleine Wasserkraftanlagen nicht weiter aufzuschieben, werden wir uns bei der EU dafür einsetzen, dass die bisher noch nicht gelöste Frage einer Investitionsförderung auch bei Vorteilen aus dem EEG so bald wie möglich gelöst wird.
- Wir wollen die Genehmigungspraxis für die kleine Wasserkraft verbessern, einen Genehmigungsleitfaden entwickeln und prüfen, inwieweit Ökopunkte z. B. für Fischaufstiegsanlagen eingesetzt werden können. Auf der Grundlage der bestehenden bundesrechtlichen Regelung im Bereich des Wasser- und Fischereirechts werden wir die Beteiligung der Fischereibehörden beim Bau neuer und der Modernisierung bestehender Wasserkraftanlagen neu ausgestalten.“

Vor diesem Hintergrund liegt die Vermutung des Anbruchs goldener Zeiten für die Kleine Wasserkraft nahe. Die momentane Wirklichkeit zeigt aber ein anderes Bild, so dass diese hoch gesteckten Erwartungen bisher leider noch nicht erfüllt werden konnten. Entgegen der vom Umweltministerium Baden-Württemberg bekundeten Auffassung, es würde weder für die Ökologie noch für die Ökonomie einen Vorrang geben, muss in der aktuellen Genehmigungspraxis leider der Eindruck der Überge-
wichtung der Ökologie gewonnen werden.

3 Durchgängigkeit, Mindestwasserabgabe und Zeitrahmen

Die Schaffung des guten ökologischen Zustands wird von den Genehmigungsbehörden an mehreren Punkten festgemacht:

Hinsichtlich der Wasserkraftnutzung wird der gesetzlich geforderte gute ökologische Zustand unserer Gewässer mit der Schaffung der Durchgängigkeit und der Mindestwasserabgabe verbunden.

Die Mindestwasserabgabe in den Ausleitungsstrecken ist dabei noch am ehesten nachvollziehbar, wenn sie so gestaltet wird, um ein Trockenfallen zu vermeiden und dabei den durchwandernden Fischen so viel Wasser unter ihren Flossen bietet, dass sie durchschwimmen können. Darüber hinaus sollte aber die Schaffung einer Habitatqualität in der Ausleitungsstrecke nachrangig sein und sorgsam geprüft sowie abgewogen werden. Diese weitergehende Forderung führt in den meisten Fällen zu erheblichen Leistungseinbußen der Wasserkraftanlage, die deren Betrieb sehr schnell an die Grenze der Wirtschaftlichkeit führen kann. Im Übrigen sind die Ausleitungsstrecken meist sehr kurz, so dass sie bei der Betrachtung des gesamten Wasserkörpers von untergeordneter Bedeutung sein können. Auch sollten mögliche pessimale Stellen in der Ausleitungsstrecke, die eine Fischdurchwanderung erschweren, durch eine sinnvolle Modellierung verbessert werden können. Renaturierungsbeispiele an der Ohrn mit u. a. dem Einbau von verschiedenen Buhnenvarianten trugen dort erheblich zur Verbesserung der



Bild 2: Strömungsbühne



Bild 3: Uferbuhnen

Gewässermorphologie bei (Bild 1 bis 3). In einer anthropogen geprägten Landschaft sind unsere Gewässer schließlich nicht mehr naturbelassen, so dass auf diese Weise die in der Vergangenheit an unseren Gewässern vielfach aus Hochwasserschutz- und anderen Gründen begangenen Eingriffe wieder repariert werden können.

§ 34 Abs. 1 WHG nennt explizit die Erhaltung oder Wiederherstellung der Durchgängigkeit, soweit dies erforderlich ist, um die Bewirtschaftungsziele der §§ 27 bis 31 WHG zu erreichen. Dies bedeutet insbesondere das Verschlechterungsverbot und das Gebot zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands (§ 27 WHG).

Im Jahre 2004 fasste Heimerl [2] einige Überlegungen zur Schaffung der Durchgängigkeit in einem Tagungsbeitrag zusammen, wobei er auch den durch die Schaffung der Durchgängigkeit erforderlichen finanziellen Aufwand für Deutschland beleuchtete und schon damals einen Kostenrahmen von bis zu 33 Mrd. Euro nannte. Aus heutiger Sicht ist der Betrag wahrscheinlich noch zu niedrig angesetzt. Als mögliche Lösungsansätze sah er diese Umsetzung hauptsächlich auf die großen Gewässer, wie Rhein, Neckar, Donau und ihre bedeutenden Nebenflüsse, zu beziehen und hierbei die Durchgängigkeit möglichst vollständig zu verwirklichen und so effektive „Wanderautobahnen“ zu schaffen.

Auf die Frage zur Notwendigkeit der Schaffung der Durchgängigkeit bis zur Quelle unserer zahlreichen kleinen Gewässer wird in Limnologenkreisen durchaus die Meinung vertreten, dass diese kleinen Gewässer, die hauptsächlich in den Tälern des Schwarzwalds, der Schwäbischen Alb und dem Alpenvorland zu finden sind, schon immer von Natur aus meist nur eingeschränkt durchgängig waren. Diese Gebiete sind der Forellenregion mit dem Hauptfisch der Forelle, die ein weniger ausgeprägtes Wanderbedürfnis auszeichnet, zuzurechnen.

Die Wasserrahmenrichtlinie gibt mit dem 3. Bewirtschaftungszyklus eine im Jahr 2027 endende Umsetzungsfrist vor. Aus dem Kreis bedeutender Limnologen wurden bereits Stimmen laut, dass die in den Bewirtschaftungszyklen vorgegebenen Zeitvorgaben sehr ambitioniert und unrealistisch sind, weil sie zu kurz bemessen wären. Gemessen an der Zeitdauer,

wie lange schon die jetzigen Zustände bestehen und wie lange die Natur benötigt, bis sich trotz vorgenommener Verbesserungsmaßnahmen ein allgemeiner guter Zustand einstellt, scheint der von unseren Nachbarn in der Schweiz mit einer Dauer von 80 Jahren gewählte Zeitrahmen wesentlich realistischer zu sein. Die Maßnahmen mit denen die Schweiz die Schaffung des guten Ökologischen Zustands in ihren Gewässern im Wesentlichen realisieren will, sind [3]:

- Sanierung der vorgesehenen Gewässer innerhalb von 20 Jahren.
- Die notwendigen Maßnahmen sollen vollständig entschädigt werden.
- 15 000 km Fließgewässer sind in einem schlechten Zustand.
- 100 000 Hindernisse bestehen mit einer Höhe von >50 cm.
- In den nächsten 80 Jahren sollen 4 000 km (1/4) revitalisiert werden.

4 Leitfaden Nr. 31 der EU-Kommission

Bei all diesen Aussagen zum Erreichen der von der WRRL bestimmten Ziele zur Schaffung des guten Gewässerzustands sollten die im Leitfaden Nr. 31 der EU-Kommission [4] im Jahr 2015 veröffentlichten Empfehlungen zu „ökologisch erforderlichen Abflüssen bei der Anwendung der Wasserrahmenrichtlinie“ nicht unerwähnt bleiben, in der bemerkenswert besonders auch auf eine kostenbewusste Umsetzung verwiesen wird. Zu den Maßnahmen wurde u. a. ausgeführt:

- Für die Erreichung der WRRL-Umweltziele können zahlreiche zusätzliche Maßnahmen notwendig sein. In vielen Fällen stellen eine Kombination aus hydrologischen (Aufrechterhaltung der ökologischen Abflüsse bei allen Entnahmen und Regulierungen) und morphologischen Maßnahmen (Verbesserung der aquatischen Lebensräume zur Minderung ihrer Anfälligkeit gegenüber Abflussbeeinträchtigungen) den kosteneffizientesten Weg dar.
- Das Maßnahmenprogramm muss ggf. das Sammeln von Erkenntnissen über Abflussanforderungen in Gewässerökosystemen in großem Maßstab und auf Standortebene unterstützen.

- Es muss eine sorgfältige Abschätzung der Umsetzungskosten durchgeführt und als Kriterium bei der Auswahl der kosteneffektivsten Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen herangezogen werden.

5 Nutzung der Wasserkraftpotenziale

Die im Auftrag des Landesumweltministeriums Baden-Württemberg erstellten Potenzialstudien kommen für den ambitionierten Betrachter zu ernüchternden Ergebnissen [5]. Je nachdem wie hoch die ökologische Messlatte angesetzt wird, verbleiben für einen nennenswerten Ausbau der Wasserkraft nur noch wenige Standorte übrig. Am Beispiel der Echaz kann man noch zahlreiche Querverbauungen finden, die früher der Wasserkraftnutzung dienten und heute hauptsächlich aus Gründen der Wasserstandshaltung sowie des Hochwasserschutzes Bestand haben.

5.1 Wasserkraft an der Echaz

Das Beispiel der 23 km langen Echaz, die bei Kirchentellinsfurt in den Neckar mündet, vermittelt nach einer im Jahr 2010 erfolgten Untersuchung folgendes Bild.

Der Wasserkraftnutzung im Echaztal kommt seit dem Mittelalter eine hohe Bedeutung zu. Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts wurden an ihr 70 Mühlenstandorte gezählt, von denen im Jahr 1995 nur noch 15 Anlagen im Betrieb waren. Die Untersuchung im Jahr 2010 [6] ergab, dass zusätzlich noch 10 Standorte revitalisiert werden könnten und für 10 weitere Standorte gar eine Neuanlage in Betracht gezogen werden kann.

An einem Standort in Wannweil wurde im Jahr 2015 eine Konzeptstudie erstellt, die auf der Basis der Nutzung nach dem EEG 2014 zu folgenden Ergebnissen kommt:

Einbau eines überströmbaren Schachtkraftwerks in den bestehenden Wehrkörper:

- geschätzte Nettoinvestition 617 000 Euro
- Leistung 36 kW
- erwartete jährliche Stromerzeugung 195 MWh/a
- jährlich Einspeisevergütung 23 000 Euro/a
- erwartete jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten

- (einschl. Rückstellungen für Reinvestitionen 15 %) 3 450 Euro
- Reinertrag 19 550 Euro

Neben der Herstellung des guten ökologischen Zustands an dem Standort der Wasserkraftanlage durch die verpflichtende Herstellung der Durchgängigkeit wären mit dem Bau dieser Wasserkraftanlage die folgenden Vorteile verbunden:

Jährliche CO₂-Einsparung von ca. 195 t, verbunden mit einer Vermeidung von jährlichen Umweltschäden in Höhe von 70 Euro je t/CO₂ [1], somit 13 650 Euro.

Versorgung von ca. 50 Vier-Personen-Haushalten.

5.2 Technische kostengünstige Lösungen

In der Vergangenheit wurde bei der Turbinenentwicklung primär der Fokus auf die Effizienz der Anlagen gerichtet. Leistungsschwache Standorte, wie das Beispiel Echaz zeigt, werden zukünftig kaum noch wirtschaftlich rentabel unter Berücksichtigung der ökologischen Belange betrieben werden können. Hier werden für die Leistungsbereiche <100 kW kostengünstige und dabei fischfreundliche Turbinen benötigt, die ohne aufwendige Fischschutzeinrichtungen betrieben werden können.

Selbst bei der großen Wasserkraft mit Ausleitungsstrecken können kostengünstige Kleinturbinen, eingesetzt als Restwasserturbinen, zur Nutzung der Mindestwassermenge eine wichtige Rolle spielen, um die Wasserkraft effizient zu nutzen (**Bild 4**). Die Erfüllung der ökologisch geforderten Mindestwassermenge kann dann im Einklang mit der Ökonomie sinnvoll umgesetzt werden.

5.3 Netztechnischer Beitrag der Kleinen Wasserkraft

In der bereits erwähnten Landtagsdrucksache 15/660 hob die Landesregierung von Baden-Württemberg die Bedeutung der Kleinen Wasserkraft insbesondere auch durch ihre dezentralisierende Wirkung der Stromerzeugung hervor. Besonders in Süddeutschland wird durch den ökologischen Umbau der Stromerzeugung die Differenz von Stromlast und Erzeugungskapazität immer größer. Die Kleine Wasserkraft kann einen wichtigen Beitrag leisten, damit diese Differenz nicht zu groß wird. Dies reduziert auch die Kosten des notwendigen Netzausbaus.

Der Energieerzeuger Amprion schildert in seiner am 9. Juni 2017 in der FAZ zum Ausbau der Stromnetze veröffentlichten



Bild 4: Restwasserturbine

Stellungnahme die Problematik unseres derzeit zu langsam stattfindenden Netzausbaus. Im letzten Winter stand das deutsche Stromnetz mehrmals kurz vor dem Zusammenbruch. Er nennt als Gründe: „... das Zusammentreffen mehrerer kritischer Faktoren ... So seien Kernkraftwerke in Frankreich und Belgien unerwartet ausgefallen, auch eines in Süddeutschland. Historisch niedrige Wasserfüllstände in den Speicherseen der Alpen hätten die Stromlieferungen der Wasserkraftwerke begrenzt. Deutsche Betreiber von Windkraft- und Solaranlagen hätten wegen des dunklen und windarmen Winterwetters zudem kaum Elektrizität ins Netz abgegeben.“

Im seinem Gutachten [7] kommt Prof. Zdrallek, Wuppertal, zu dem Ergebnis, dass in dem von ihm untersuchten 200 km² großen nordhessischen Netzgebiet die dort betriebenen Wasserkraftanlagen Ausbaukosten des Verteilnetzes in Höhe von ca. 86 Mio. EUR ersparen könnten. In den wasserkraftreichen Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg werden sechzehnmal so viele kleine Wasserkraftwerke betrieben wie in Hessen. Rechnet man überschlägig das für Nordhessen ermittelte Einsparpotenzial entsprechend hoch, so würde das gesamte Einsparpotenzial für diese drei Bundesländer insgesamt ca. 1,4 Mrd. EUR wert sein.

6 Fazit

Insgesamt lässt sich folgendes Fazit ziehen:

- Zur Schaffung des guten ökologischen Zustands in unseren Gewässern, mit den die Wasserkraft tangierenden Forderungen Mindestwasserabgabe und Gewässerdurchgängigkeit, ist ein planvolles gemeinsames Vorgehen aller Betroffenen notwendig. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass in den oberen Forellenregionen die Schaffung der Durchgängigkeit im Hinblick auf §§ 27 ff. WHG nicht zwingend angezeigt ist.
- Die Genehmigungsbehörden sollten dabei insbesondere kritisch die Forderungen der Fischereisachverständigen vor dem Hintergrund der Gleichwertigkeit der Energieerzeugung durch die Wasserkraft (Klimaschutz) und den ökologischen Belangen abwägen.

Hans-Dieter Heilig

What are the requirements of small hydropower?

The consensus to protect the climate and to transform our economy into a sustainable economy is closely linked with the objective to have a 80% renewable energy production by the year 2050. Various political decisions reflect this goal. The forerunner of the economical part of the "Energiewende" is the Renewable Energy Act (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG). The EU Water Framework Directive covers, inter alia, the ecological aspects regarding the use of hydropower. The directive defines the necessary conditions to improve the ecological status of the water bodies. A number of fine-tunings are required to achieve a consensus between economy and ecology in respect of the use of hydropower. However, this should be done in a prudent manner, in particular balancing the interest of hydropower production and the ecological concerns. Apart from considering all relevant interests and choosing carefully the required measures it is also important to take into account the necessary time frame to implement the ecological aspects.

- Die Vorgehensweise der Schweiz könnte bei der Umsetzung der von der WRRL manifestierten Zielen als nachahmenswertes Beispiel dienen. Die dabei entstehenden Kosten sollten dabei ebenso wie von der Schweiz praktiziert von den zuständigen Behörden getragen werden, zumal die Verursachung nicht ausschließlich durch die Energieerzeugung bedingt ist.
- Für den Bau von Wasserkraftanlagen mit einem Leistungspotenzial <100 kW ist zur Erschließung kleiner Potenziale die Entwicklung von kostengünstigeren Lösungen notwendig.
- Bei den Erwägungen zum Ausbau der Kleinen Wasserkraft sollte der von ihr zur Dezentralisierung der Stromerzeugung mögliche Beitrag zur Vermeidung von Netzkosten angemessen berücksichtigt werden.

Autor

Hans-Dieter Heilig

IGW Interessengemeinschaft Wasserkraft
Baden-Württemberg e.V.
Lutherstr. 38
72770 Reutlingen
hans-dieter.heilig@freenet.de

Literatur

- [1] Krewitt, W.; Schlomann, B.: Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern. Gutachten für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Stuttgart, Karlsruhe, 2006.
- [2] Heimerl, S.: Muß jedes Gewässer tatsächlich sofort durchgängig werden? – Überlegungen aus der Sicht eines Wasserkraftanlagenbetreibers. In: Mitteilungen des Lehrstuhles und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München (2004), Nr. 101, S. 101-111.
- [3] Huber-Gysi, M.: Fischabstieg an Wasserkraftanlagen in der Schweiz. In: Tagung Forum Fischschutz und Fischabstieg, Dessau, Mai 2017 (http://forum-fischschutz.de/sites/default/files/Huber_Gysi.pdf; Aufruf: 16.07.2017).
- [4] Europäische Kommission (Hrsg.): Ökologisch erforderliche Abflüsse bei der Anwendung der Wasserrahmenrichtlinie. In: CIS-Leitfaden (2015), Nr. 31.
- [5] Reiss, J.; Becker, A.; Heimerl, S.: Ergebnisse der Wasserkraftpotenzialermittlung in Baden-Württemberg. In: WasserWirtschaft 107 (2017), Heft 10, Seite 18-23.
- [6] Regionalverband Neckar-Alb (Hrsg.): Wasserkraftnutzung in der Region Neckar-Alb. Mössingen, 2015.
- [7] Zdrallek, M.: Netztechnischer Beitrag von Kleinwasserkraftwerken zur Energiewende in Deutschland beispielhaft für Nordhessen. Gutachten. Wuppertal, 2016 (unveröffentlicht).



Weitere Empfehlungen aus
www.springerprofessional.de:

Kleinwasserkraft

Ruprecht, A.: Herausforderungen und Chancen für die Kleinwasserkraft. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 10/2015. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015.
www.springerprofessional.de/link/6110196

Crastan, V.: Wasserkraftwerke. In: Elektrische Energieversorgung 2.Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017.
www.springerprofessional.de/link/12322196