Johannes Reiss, Uwe Dußling und Stephan Heimerl

Potenziale der Wasserkraft im Einzugsgebiet des Neckars

Um die derzeitige und mögliche künftige Wasserkraftnutzung im Neckar-Einzugsgebiet unter Berücksichtigung von ökologischen Gesichtspunkten systematisch zu untersuchen, hat das Land Baden-Württemberg eine entsprechende Potenzialstudie beauftragt. Im Rahmen dieser Studie wurden die Ziele der WRRL ebenso wie eine Vielzahl von ökologischen, hydrologischen und technischen Daten berücksichtigt, um alle Potenziale über 8 kW zu identifizieren. Hierbei wurde auch eine vereinfachte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Berücksichtigung der jeweils relevanten EEG-Vergütung durchgeführt, um die Realisierbarkeit der Potenziale abschätzen zu können. Im Ergebnis konnten für zwei Szenarien ein zusätzliches technisch-ökonomisch-ökologisches Potenzial von 27 bzw. 25 MW entsprechend eines Regelarbeitsvermögens von 121 bzw. 103 GWh/a ermittelt werden, wobei jeweils ca. 10 % wirtschaftlich realisierbar sein dürften.

1 Anlass

Neben Bayern verfügt Baden-Württemberg über die größten Potenziale der Wasserkraft in Deutschland. Aktuell sind in Baden-Württemberg rund 1 700 Laufwasserkraftanlagen installiert. 65 Anlagen haben dabei eine Leistung von über 1 MW. Mit 5 200 GWh/a Stromerzeugung in 2010 [1] ist die Wasserkraft die wichtigste regenerative Energiequelle des Landes. Nach dem Willen des Landes Baden-Württemberg soll die Wasserkraft auch in Zukunft eine wichtige Rolle im Mix der erneuerbaren Energien spielen.

Zugleich muss die Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes im Zuge der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) die Fließgewässer des Landes bis 2015, spätestens aber bis 2027 in einen guten ökologischen Zustand versetzen, soweit nicht künstliche oder erheblich veränderte Wasserkörper betroffen sind. Im Zuge der Bestandsaufnahme als Teil der Umsetzung der WRRL wurden insbesondere die Unterbrechung der Durchwanderbarkeit der Gewässer, eine zu geringe Mindestwasserführung in Ausleitungsstrecken und die Unterbindung der natürlichen Gewässerdynamik als mit der Nutzung der Wasserkraft zusammen hängende Faktoren identifiziert, die das Erreichen der ökologischen Bewirtschaftungsziele gefährden können.

Aus diesem Grunde beauftragte das damalige Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg (heute Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft) eine Studie zur Ermittlung der mit den ökologischen Bewirtschaftungszielen vereinbarbaren Aus- und Neubaupotenziale der Wasserkraft im Einzugsgebiet des Neckars. Ausgenommen war die Bundeswasserstraße Neckar zwischen Plochingen und Mannheim. Wesentliche Grundlage für die Auswahl des Neckar-Einzugsgebiets waren die umfangreichen Vorarbeiten über den Bestand der Querverbauung, welche in diesem Gebiet bereits durchgeführt waren.

2 Das Untersuchungsgebiet

Das Einzugsgebiet des Neckars umfasst eine Fläche von rund 14 000 km². Bis auf geringe Anteile in Hessen und Bayern befindet es sich vollständig auf dem Gebiet des Landes Baden-Württemberg. Es nimmt damit rund 40 % der Landesfläche ein.

Das amtliche wasserwirtschaftliche Gewässernetz von Baden-Württemberg umfasst innerhalb des Neckar-Einzugsgebiets ca. 15 000 km Fließgewässer. Ein Drittel davon sind Fließgewässer, die mit einem Einzugsgebiet von mindestens 10 km² Gegenstand der Umsetzung der WRRL sind.

Laut dem Umweltinformationssystem des Landes Baden-Württemberg werden im Untersuchungsgebiet rund 800 Laufwasserkraftwerke betrieben (**Bild 1**). Sechs Anlagen verfügen über eine Leistung von über 1 MW. Das Regelarbeitsvermögen dieser 800 Anlagen beträgt nach Auswertung der Daten zur Stromeinspeisung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) rund 250 GWh/a. Zum Vergleich verfügen die 28 Laufwasserkraftanlagen entlang der Bundeswasserstraße Neckar über ein Regelarbeitsvermögen von rund 550 GWh/a.

3 Aufgabenstellung

Die Potenzialstudie hatte die Aufgabe, die Ausbaupotenziale an bestehenden Wasserkraftanlagen im Neckar-Einzugsgebiet sowie Neubaupotenziale an derzeit nicht genutzten Querbauwerken zu ermitteln. Aufgrund ihrer hohen Bedeutung für die Erreichung der Bewirtschaftungsziele der WRRL waren frei fließende Gewässerstrecken von der Betrachtung ausgeschlossen, Linienpotenziale wurden nicht erhoben. Im Zuge der Berücksichtigung der ökologischen Bewirtschaftungsziele waren Annahmen für ökologische Abflüsse (Do-

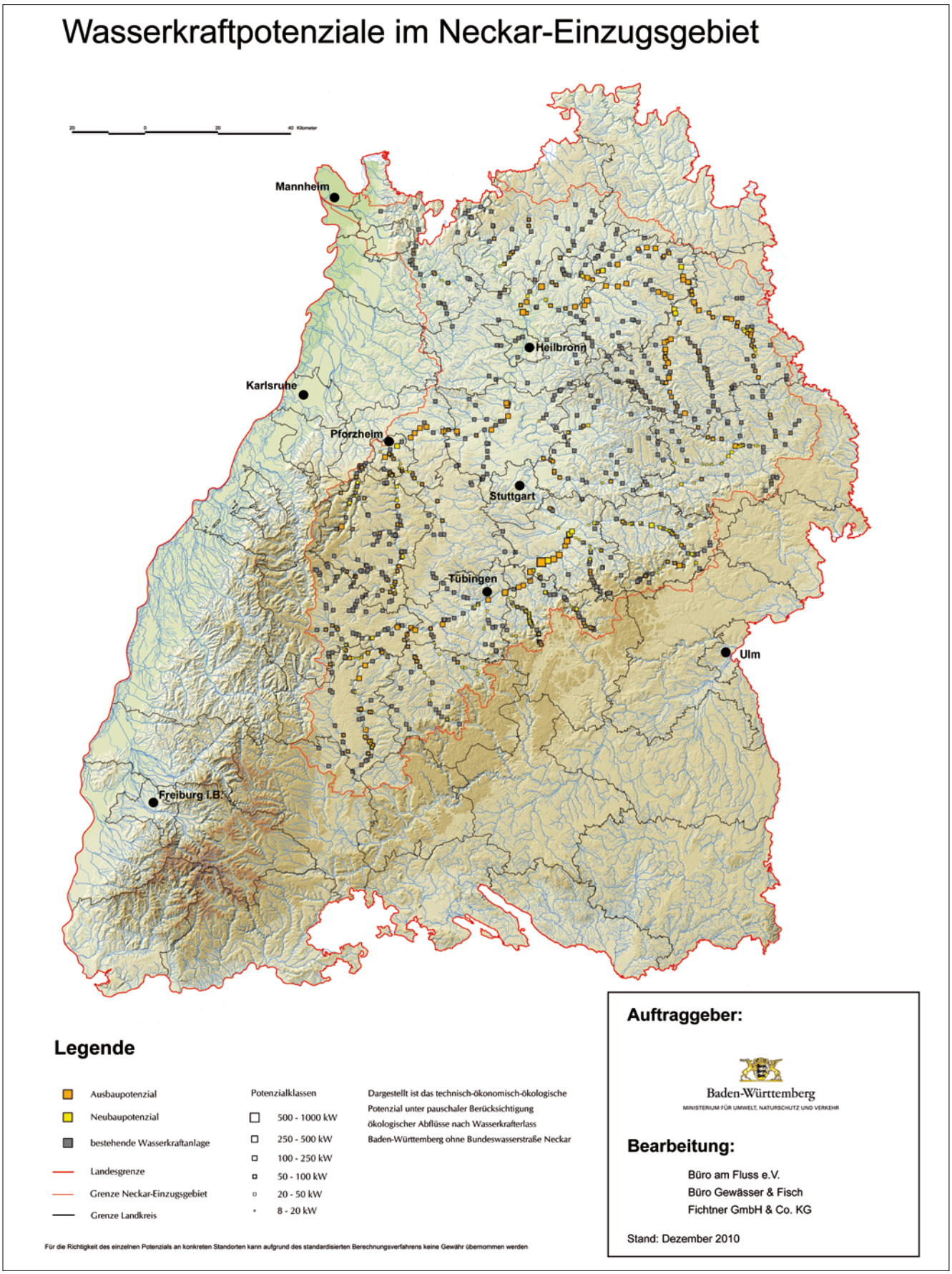

Bild 1: Bestehende Wasserkraftanlagen sowie Aus- und Neubaupotenziale im Neckareinzugsgebiet nach Größenklassen (Szenario 1) [5]

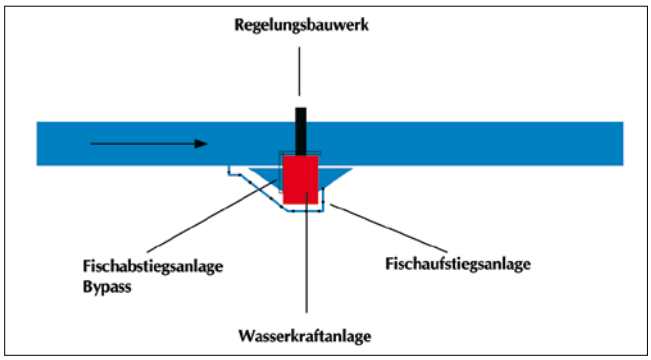

Bild 2: Prinzipskizze der Anordnung von Regelungsbauwerk, Wasserkraftanlage und Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit an Flusskraftwerken [5]

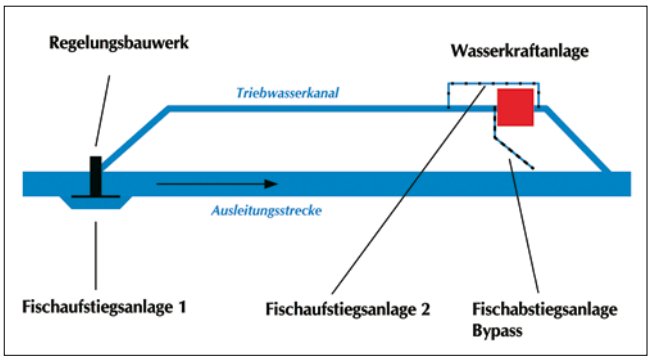

Bild 3: Prinzipskizze der Anordnung von Regelungsbauwerk, Wasserkraftanlage und Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit an Ausleitungskraftwerken [5]

tation von Fischaufstiegs- und Fischabstiegsanlagen, Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken) zu entwickeln, die geeignet sind, die Anforderungen nach den §§ 33 bis 35 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sowie der einschlägigen landesrechtlichen Vorschriften, vor allem des Wasserkrafterlasses Baden-Württemberg [2], einzuhalten.

Zur Vergleichbarkeit mit anderen standortbezogenen Potenzialstudien sollten alle Standorte betrachtet werden, deren technisches Potenzial mindestens 8 kW beträgt. Darüber hinaus sollte auch ein Beitrag zur Versachlichung der teilweise emotional geführten Diskussion über den potenziellen Beitrag sehr kleiner Wasserkraftanlagen zur regenerativen Stromerzeugung geleistet werden.

Schließlich sollte eine erste Abschätzung der Wirtschaftlichkeit der ermittelten Potenziale erfolgen.

4 Methodik

4.1 Datengrundlagen

Als Grundlage für die standardisierte Ermittlung der Wasserkraftpotenziale für eine große Anzahl einzelner Standorte waren umfangreiche Daten aus verschiedenen Fachgebieten zu erheben.

Erfassung von Querbauwerken im Gelände

In den Jahren 2006 und 2007 wurden mehr als 4 000 Sohlenbauwerke, Regelungsbauwerke und Wasserkraftanlagen im Neckar-Einzugsgebiet im Zuge von Geländearbeiten untersucht und standardisierte Daten zu jedem Bauwerk erhoben. Die Erhebung diente unter anderem auch der Aktualisierung des baden-württembergischen Umweltinformationssystems und als Grundlage für die Aufstellung von Bewirtschaftungsplan mit Maßnahmenprogramm für das Bearbeitungsgebiet Neckar im Zuge der WRRL-Umsetzung.

Auswertung von Triebwerksakten

Durch Einsicht in rund 800 Triebwerksakten bei den zuständigen Wasserbehörden wurden die wichtigsten technischen Daten der bestehenden Wasserkraftanlagen erhoben. Hierzu zählen vor allem das genehmigte Nutzgefälle, Anzahl, Typ, Alter und Schluckvermögen der installierten Wasserkraftmaschinen sowie Regelungen der wasserrechtlichen Erlaubnisse bzw. Bewilligungen zu Mindestabfluss und Herstellung der Durchgängigkeit.

Daten nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz

Durch Auswertung öffentlicher Daten und Befragung der zuständigen Netzbetreiber wurden für alle nach dem EEG einspeisenden Anlagen Daten zu Anlagenleistung und Jahresarbeit und Vergütungssatz erhoben. In vielen Fällen konnten mehrjährige Daten zu den Anlagen ermittelt werden.

Hydrologische Daten

Für rund 4 000 Querbauwerke im Neckar-Einzugsgebiet wurden unter Verwendung der durch die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg bereitgestellten Daten [3] die Werte für das Einzugsgebiet am Standort, den mittleren Abfluss (MQ) und mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ) ermittelt.

Fischökologische Daten

Für alle Standorte mit einem technischen Potenzial von mindestens 8 kW wurden fischökologische Kenngrößen ermittelt, die Grundlage der Bestimmung der ökologischen Abflüsse für die Potenzialberechnung waren. Der Migrationsbedarf der Fischfauna ist ein in Baden-Württemberg im Zuge der Umsetzung der WRRL entwickeltes Maß für das gewichtete Mittel des Migrationsbedarfs aller in der Referenzbiozönose beinhalteten Fischarten [4]. Qualitativ werden Gewässerabschnitte mit normalem, erhöhtem und hohem Migrationsbedarf unterschieden. Insbesondere in den Gewässerabschnitten mit hohem Migrationsbedarf ist an Wasserkraftanlagen nicht nur grundsätzlich die Durchgängigkeit herzustellen, sondern an den Fischaufstiegs- und -abstiegsanlagen sind auch quantitative Ziele zu erreichen. Eine möglichst große Zahl der wanderwilligen Fische muss in der Lage sein, die Querbauwerke ohne wesentlich erhöhten Energie- und Zeitaufwand zu passieren. Befinden sich Standorte an Gewässern, die zur Kulisse des Aalbewirtschaftungsplans Rhein im Zuge der Umsetzung der EU-Aal-Verordnung gehören, sind entsprechende Anforderungen an die stromabwärts gerichtete Passierbarkeit der Anlagen für den Aal zu richten. Die Lage eines Standortes im Bereich des hohen Migrationsbedarfs der Fischfauna bzw. im Geltungsbereich der EU-Aal-Verordnung hatte unmittelbaren Einfluss auf die spätere Berechnung der Potenziale.

Darüber hinaus wurde für alle Standorte erfasst, ob sie sich im Bereich eines FFH-Gebiets befinden. Die Lage eines Standortes in einem FFH-Gebiet hatte keinen unmittelbaren Einfluss auf die Potenzialberechnung, kann aber im Falle des konkretisierten Planungs- und Genehmigungsverfahrens mit erhöhten Anforderungen an Bau und Betrieb einer Anlage verbunden sein.

Tab. 1: Ökologische Abflüsse in den Szenarien zur Berechnung der Wasserkraftpotenziale im Neckar-Einzugsgebiet (ohne Bundeswasserstraße Neckar) [5]

Ökologische Funktion	Szenario 1: Orientierungswerte nach Wasserkrafterlass	Szenario 2: Spezifische ökologische Abflüsse nach Wasserkrafterlass
Ausleitungskraftwerke		
A) Mindestabfluss (Ausleitungsstrecke): $Q_{min} = Q_{FAA1}$*	$Q_{min} = Q_{FAA}$* = 1/3 MNQ; ohne Mindestwert	$Q_{min} = Q_{FAA1}$* = 1/3 MNQ; jedoch mindestens: 0,2 m³/s
B) Dotation 2. Fischaufstieg am Krafthaus: Q_{FAA2}	keine	Q_{FAA2} = 0,2 m³/s (nur bei hohem Migrationsbedarf #)
C) Dotation Fischabstieg (Bypass): Q_{Bypass}	keine	Q_{Bypass} = 0,1 m³/s (nur im Aal-EZG ∀ oder bei hohem Migrationsbedarf #)
Ausleitungskraftwerke – ökologischer Gesamtabfluss: $Q_{ök\ (ALK)}$	$Q_{ök\ (ALK)} = Q\ min = 1/3\ MNQ$	$Q_{ök\ (ALK)} = Q_{min} + Q_{FAA2} + Q_{Bypass}$
Flusskraftwerke		
A) Dotation Fischaufstieg: Q_{FAA}	Q_{FAA} = 1/6 MNQ; ohne Mindestwert	Q_{FAA} = 1/6 MNQ; jedoch mindestens: ▪ 0,4 m³/s bei hohem Migrationsbedarf #; ▪ 0,2 m³/s bei normalem und erhöhtem Migrationsbedarf #
B) Dotation Fischabstieg (Bypass): Q_{Bypass}	keine	Q_{Bypass} = 0,1 m³/s (nur im Aal-EZG ∀ oder bei hohem Migrationsbedarf #)
Flusskraftwerke – ökologischer Gesamtabfluss: $Q_{ök\ (FKW)}$	$Q_{ök\ (FKW)} = Q_{FAA} = 1/6\ MNQ$	$Q_{ök\ (FKW)} = Q_{FAA} + Q_{Bypass}$

* aus fischökologischer Sicht ist anzustreben, Q_{min} vollständig über eine geeignete Fischaufstiegsanlage abzuführen.

gemäß Dußling [4]

∀ gemäß Aalbewirtschaftungsplan – Flussgebietseinheit Rhein [7]

4.2 Szenarien ökologischer Abflüsse

Ökologische Abflüsse umfassen alle Wassermengen, die aufgrund der Anforderungen der §§ 33 bis 35 WHG an einer Wasserkraftanlage nicht zur Energieerzeugung zur Verfügung stehen. Hierunter fallen in der vorliegenden Studie:

- der Mindestabfluss in Ausleitungsstrecken,
- die Dotation von Fischaufstiegsanlagen und
- die Dotation von Fischabstiegsanlagen.

In Abstimmung mit dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg sowie unter Einbeziehung der staatlichen Fischereiverwaltung wurden zwei Szenarien für die standortbezogene Berechnung ökologischer Abflüsse entwickelt.

In Szenario 1 wurde hierbei ausschließlich der im Wasserkrafterlass Baden-Württemberg genannte Orientierungswert von 1/3 MNQ zur Bestimmung des Mindestabflusses in Ausleitungsstrecken für Ausleitungskraftwerke berücksichtigt. Bei Flusskraftwerken kam ein pauschaler Wert von 1/6 MNQ zum Ansatz.

In Szenario 2 erfolgte im Sinne der im Wasserkrafterlass Baden-Württemberg grundsätzlich geforderten zweistufigen Vorgehensweise bei der Ermittlung des Mindestabflusses eine standardisierte standortspezifische Anpassung der ökologischen Abflüsse. Diese umfasste zusätzliche ökologische Abflüsse für Standorte im Bereich des hohen Migrationsbedarfs der Fischfauna und im Geltungsbereich des Aal-Bewirtschaftungsplans Flussgebietseinheit Rhein. Diese zusätzlichen Abflüsse dienen dem Betrieb einer zweiten Fischaufstiegsanlage am Krafthaus zur Vermeidung der Sackgasseneffekte bei Ausleitungskraftwerken und dem Betrieb einer Fischabstiegsanlage bzw. eines Bypasses. Die **Bilder 2 und 3** zeigen schematisch die Arten ökologischer Abflüsse an Ausleitungskraftwerken und Flusskraftwerken. **Tabelle 1** fasst die den Szenarien 1 und 2 zugrunde liegenden Regeln für ökologische Abflüsse zusammen.

4.3 Berechnung der Potenziale

Zur Ermittlung der Wasserkraftpotenziale an bestehenden Wasserkraftanlagen sowie an Standorten mit bislang nicht genutzten Regelungs- und Sohlenbauwerken wurde eine EDV-basierte systematische und standardisierte Methodik entwickelt, die sich an in anderen Bundesländern verwendeten Verfahrensweisen anlehnte, um eine prinzipielle Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen. Hierbei wurden zunächst alle Querbauwerke mit einer Wasserspiegeldifferenz von unter 0,30 m aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

Anschließend wurde für jeden Standort aus dem zur Verfügung stehenden Gefälle und dem mittleren Abfluss MQ unter der Annahme Ausbaugrad f_A = 1 vereinfacht das theoretische Potenzial errechnet. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage wurde hierbei vereinfachend zu 81,5 % angenommen.

Bei den bislang nicht genutzten Querbauwerken wurden in diesem Schritt alle Standorte aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen, die ein theoretisches Po-

Tab. 2: Wirtschaftlichkeitsstufen basierend auf den dynamischen Gestehungskosten [5]

Dynamische Gestehungskosten DGK [€/kWh]	Wirtschaftlichkeitsstufe
0 ≤ DGK ≤ 0,085	A
0,085 < DGK ≤ 0,11	B
0,11 < DGK ≤ 0,175	C
DGK > 0,175	D

tenzial <8 kW besitzen. War an einem Standort bereits eine Wasserkraftanlage installiert, ging die Anlage nur dann in die weitere Betrachtung ein, sofern sich mindestens ein zusätzliches technisches Potenzial von 8 kW errechnete. Andernfalls ging die Anlage mit ihrer aktuellen Leistung in die Ermittlung des Potenzials für das Neckar-Einzugsgebiet ein. Hierbei war auch der Betriebsstatus der Anlage zu berücksichtigen, da ein erheblicher Anteil der 800 bekannten Wasserkraftanlagen des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg aktuell nicht betrieben wird.

Im nächsten Schritt erfolgte für jeden Standort eine erste Abschätzung von Jahresarbeit und finanziellem Ertrag unter Verwendung der Vergütungssätze nach dem EEG 2009. Hierbei wurde ein Ansatz verfolgt, nach dem sich aus dem Verhältnis von mittlerem Niedrigwasserabfluss MNQ sowie mittlerem Abfluss MQ und damit der Gleichmäßigkeit des Wasserdargebots an einem Standort eine Abschätzung für die Jahresvolllaststunden einer Wasserkraftanlage herleiten lässt. In diesem Schritt wurde das gesamte Wasserdargebot zur Potenzialberechnung herangezogen. Es erfolgte kein Abzug ökologischer Abflüsse. Parallel dazu wurden aus Erfahrungswerten Schätzungen für die Investitionen getroffen, die zur Realisierung des zusätzlichen technischen Potenzials am einzelnen Standort notwendig wären.

Aus dem Verhältnis von Investitionen zu Jahresertrag errechnete sich eine vereinfachte Amortisationszeit, die als erstes Maß für die Wirtschaftlichkeit der Standorte diente. Betrug die vereinfachte Amortisationszeit mindestens 35 Jahre, schied ein Standort als voraussichtlich unwirtschaftlich aus der weiteren Betrachtung aus.

Für alle anderen Standorte wurde im nächsten Schritt das zusätzliche technisch-ökonomisch-ökologische Potenzial ermittelt. Hierfür wurde für jeden Standort das zur Verfügung stehende Wasserdargebot um die ökologischen Abflüsse reduziert. Der Abzug der ökologischen Abflüsse wirkte sich dabei sowohl auf die am einzelnen Standort erzielbare Leistung als auch auf das potenzielle Jahresarbeitsvermögen aus. Die Berechnung erfolgte parallel unter Verwendung der ökologischen Abflüsse nach den Szenarien 1 und 2.

Abschließend erfolgte eine vereinfachte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Standorte in Anlehnung an [6] und unter Annahme eines langjährigen Kalkulationszinssatzes von 3 % und einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 35 Jahren. In diesem Schritt gingen in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung damit sowohl Kapital- als auch Betriebskosten ein. Am Ende des Prozesses stand für jeden Standort ein Wert für die dynamischen Stromgestehungskosten in Euro pro Kilowattstunde Strom. Alle Standorte wurden in eine Wirtschaftlichkeitsklasse eingeordnet, die sich an Mischvergütungssätzen nach EEG 2009 orientieren. Diese sind in **Tabelle 2** dargestellt.

Tab. 3: Verteilung des Verlustes beim Potenzial zwischen den Szenarien 1 und 2 geordnet nach Anlagengrößenklassen [5]

Anlagengrößenklasse P_{ges} [kW]		Anzahl der Standorte	zusätzliches technisch-ökologisch-ökonomisches Potenzial [kW]		Potenzialverlust	
			Szenario 1	Szenario 2	absolut	prozentual
	≤20	169	1 975	1 288	687	34,8 %
>20	≤50	158	3 899	3 303	596	15,3 %
>50	≤100	71	3 207	2 797	410	12,8 %
>100	≤250	85	7 131	6 580	551	7,7 %
>250	≤500	30	4 279	4 085	193	4,5 %
>500	≤1 000	20	4 262	4 074	188	4,4 %
>1 000		5	1 223	1 150	73	5,9 %
Zwischensumme		538	25 976	23 278	–	–
Potenzialverlust gesamt		–	–	–	2 698	10 %
Kein Potenzialverlust		688	1 769	1 769	–	–
Bauwerke ohne Potenzial		247	0	0	–	–
Gesamt		1 473	27 744	25 046	–	–

4.4 Fehlerbetrachtung

Das verwendete Verfahren zur Ermittlung der Wasserkraftpotenziale im Neckar-Einzugsgebiet nutzt eine Vielzahl von Daten zu den zahlreichen Standorten, auf deren Recherche und Qualitätssicherung große Sorgfalt verwendet wurde. Dennoch kann die Ermittlung der Potenziale und Wirtschaftlichkeit an einzelnen Standorten zu wesentlichen Abweichungen von den realen Verhältnissen führen. Diese werden aber aufgrund der hohen Anzahl von Einzelstandorten bei der Zusammenfassung der Ergebnisse auf Gewässerebene bzw. für Teileinzugsgebiete und das gesamte Untersuchungsgebiet erfahrungsgemäß ausgeglichen.

5 Ergebnisse

Ausgehend von mehr als 4 000 Querbauwerken im Neckar-Einzugsgebiet wurden nach Ausschluss der der Zahl nach dominierenden Sohlenbauwerke mit einer Fallhöhe von unter 0,3 m bzw. einem theoretischen Potenzial unter 8 kW noch 1 493 Standorte näher betrachtet (Bild 1). Diese umfassen sowohl installierte Wasserkraftanlagen als auch derzeit nicht genutzte Sohlenbauwerke und Regelungsbauwerke.

Die Betrachtung des theoretischen Potenzials ohne Berücksichtigung der nach dem WHG unvermeidlichen ökologischen Abflüsse zeigt, dass im Neckar-Einzugsgebiet noch an rund 350 bestehenden Wasserkraftanlagen ein zusätzliches technisches Potenzial von mindestens 8 kW vorhanden ist. Daneben wurden 275 bislang nicht genutzte Querbauwerke mit einem theoretischen Potenzial von mindestens 8 kW identifiziert.

Werden bei der Potenzialermittlung ökologische Abflüsse nach Szenario 1 berücksichtigt, ergibt sich bezogen auf das gesamte Neckar-Einzugsgebiet ein zusätzliches technisch-ökonomisch-ökologisches Potenzial von 27 MW, entsprechend einem zusätzlichen Regelarbeitsvermögen von ca. 121 GWh/a. Mit 84 GWh/a geht der überwiegende Anteil dieses zusätzlichen Potenzials auf Ausbaupotenziale an bestehenden Wasserkraftanlagen zurück.

Die Berücksichtigung der ökologischen Abflüsse nach Szenario 2 führt zu einer Verminderung des zusätzlichen technisch-ökonomisch-ökologischen Potenzials auf 25 MW und ein zusätzliches Regelarbeitsvermögen von 103 GWh/a. Wiederum stellen Ausbaupotenziale an bestehenden Wasserkraftanlagen mit

71 GWh/a den Löwenanteil des zusätzlichen Potenzials.

Tabelle 3 zeigt, dass sich die Potenzialverluste bei Anwendung ökologischer Abflüsse nach Szenario 2 sehr ungleich auf die verschiedenen Anlagengrößen auswirken. Sehr kleine Wasserkraftanlagen mit einer Leistung von weniger als 50 kW sind überproportional stark von den Verlusten betroffen. Dies geht insbesondere auf die Mindestwerte für ökologische Abflüsse nach Szenario 2 zurück, die sich bei kleinen Anlagen an abflussarmen Fließgewässern stark auf das Potenzial auswirken. Allerdings zeigt die Auswertung der Daten zum Anlagenbestand im Neckar-Einzugsgebiet auch, dass diese Anlagen zwar den Gesamtbestand der Zahl nach deutlich dominieren, aber im Hinblick auf die installierte Leistung und das Regelarbeitsvermögen nur eine untergeordnete Rolle spielen [5].

Insgesamt gibt es im Neckar-Einzugsgebiet nur eine geringe Anzahl attraktiver Neubaustandorte. Nur an sechs der bis 2009 nicht genutzten Regelungsbauwerke und an fünf der nicht genutzten Sohlenbauwerke ließe sich – mit ökologischen Abflüssen nach Szenario 1 – eine Leistung von über 100 kW erzielen.

Auch lässt die Auswertung der geschätzten dynamischen Stromgestehungskosten erkennen, dass ein großer Teil des zusätzlichen Potenzials im Neckar-Einzugsgebiet selbst unter Annahme der Stromvergütung nach EEG 2012 wirtschaftlich nur schwer realisierbar sein wird.

Johannes Reiss, Uwe Dußling and Stephan Heimerl

Hydropower Potential in the Neckar River Basin

The state of Baden-Württemberg commissioned a study on how the existing and further use of hydropower within the Neckar river basin could be harmonised with ecological upgrading. The method adopted took account of the environmental objectives embodied in the European Water Framework Directive on water policy and used a wide range of ecological, hydrological and technical data. All potentials of at least 8 kW were identified. The economic efficiency was also studied based on current remuneration rates under the German Renewable Energy Sources Act (EEG). The additional technical/economic/ecological hydropower potential in the Neckar river basin amounts to between 27 and 25 MW, equal to additional annual energy of between around 121 to 103 GWh/a. Around ten per cent of this amount is probably economically attractive.

Йоханнес Райсс, Уве Дусслинг и Штефан Хаймерль

Гидроэнергетический потенциал водного бассейна реки Неккар

С целью систематического исследования настоящего и возможно будущего использования гидроэнергии в водном бассейне реки Неккар с учетом экологической точки зрения землей Баден-Вюртемберг было дано поручение в отношении соответствующего изучения гидроэнергетического потенциала. В рамках данного исследования были приняты во внимание положения Рамочной Директивы о водном хозяйстве (WRRL), а также множественные экологические, гидрологические и технические характеристики с целью идентификации всех потенциалов мощностью свыше 8 кВт. При этом было также проведено упрощенное рассмотрение экономичности с учетом соответственно релевантного возмещения затрат согласно Закону о возобновляемых видах энергии (EEG) для оценки осуществимости использования потенциала. Согласно результатам исследования для двух «сценариев» был определен дополнительный технико-экологический и экономический потенциал в 27 МВт и, соответственно, 25 МВт в соответствии с регулируемым рабочим потенциалом в 121 гигаватт-часов/год и, соответственно, 103 гигаватт-часов/год, причем рентабельно реализуемыми могли бы стать в каждом случае примерно 10 %.

Autoren

Dipl.-Biochem. Johannes Reiss
Büro am Fluss e. V.
Schillerstraße 27
73240 Wendlingen am Neckar
Johannes.Reiss@Buero-am-Fluss.de

Dipl.-Bio. Uwe Dußling
Büro Gewässer & Fisch
Haydnstraße 41
88097 Eriskirch
UDussling@aol.com

Dr.-Ing. Stephan Heimerl
Fichtner GmbH & Co. KG
Sarweystraße 3
70191 Stuttgart
Stephan.Heimerl@Fichtner.de

Literatur

[1] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2010. Stuttgart, 2011.

[2] Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums, des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum und des Wirtschaftsministeriums zur gesamtökologischen Beurteilung der Wasserkraftnutzung; Kriterien für die Zulassung von Wasserkraftanlagen bis 1 000 kW. In: GABl. Vom 28. Februar 2007, Nr. 2, S. 105 – 113.

[3] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Abfluss-Kennwerte in Baden-Württemberg. DVD + Erläuterungstext. Karlsruhe, 2007,

[4] Dußling, U.: Erarbeitung und Pflege von GIS-Grundlagen für fischfaunistisch relevante Fließgewässer in Baden-Württemberg – Erstellung digitaler Fließgewässerkarten „Migrationsbedarf der Fischfauna" und „fischzönotische Grundausprägungen". Gutachten im Auftrag der LfU Baden-Württemberg, Eriskirch, 2005.

[5] Heimerl, S.; Dußling, U.; Reiss, J.: Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1 000 kW im Einzugsgebiet des Neckars unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele ohne Bundeswasserstraße Neckar. Gutachten im Auftrag des Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Wendlingen, 2011 (www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/77833/).

[6] LAWA (Hrsg.): Leitfaden zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien). Arbeitskreis der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA. Berlin: Kulturbuchverlag Berlin GmbH, 1998.

[7] Landesanstalt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Aalbewirtschaftungsplan Flussgebietseinheit Rhein, Düsseldorf, 2008.