Regionalverband
Oberzentrum

Neckar-Alb
Reutlingen/Tübingen

Wasserkraftnutzung in der Region Neckar-Alb

Katzenbach, Krebsbach

Juni 2010

Regionalverband Neckar-Alb
Oberzentrum Reutlingen/Tübingen

Untersuchung der Wasserkraftnutzung an den Fließgewässern in der Region Neckar-Alb

- Katzenbach, Krebsbach -

Juni 2010

Diplom-Geoökologe
Alexander Schmid

Unter Mitwirkung von
Felix Hahn
Marion Renz (Regionalverband Neckar-Alb)

Projektkoordination:
Dipl. Verw.-Wiss.
Joachim Zacher
(Regionalverband Neckar-Alb)

Regionalverband Neckar-Alb
Löwensteinplatz 1
72116 Mössingen
Tel.: 07473/9509-0 | Fax: 07473/9509-25
E-Mail: info@rvna.de | Internet: www.rvna.de

Grußwort

Um 1880 hatte in Süddeutschland die Wasserkraftnutzung mit 70 Prozent einen überragenden Anteil an der Stromerzeugung. Derzeit liegt die Quote in Baden-Württemberg nur noch bei 8 Prozent. Woran liegt das? In den 1920er-Jahren kehrte die Industrie der Wasserkraft vor Ort zunehmend den Rücken und ging dazu über, Strom aus fossilen Energien wie Kohle einzukaufen. Der Niedergang der „kleinen“ Wasserkraft an Fließgewässern wurde anschließend durch zwei Wellen der Zentralisierung weiter vorangetrieben: Zum einen ab den 1930-er Jahren durch den Bau von Großkraftwerken und zum anderen durch den Ausbau der Atomkraft ab den 1960er-Jahren, sowie das Mühlenstilllegungsgesetz. Letzteres bewilligte Müllern und Mühlenbesitzern eine staatliche Prämie unter der Auflage, dreißig Jahre lang die stillgelegte Mühle nicht mehr zu betreiben. Auf der anderen Seite ist der Strombedarf in den letzten hundert Jahren erheblich gestiegen.

Alles ist im Fluss. Und zwar im wahrsten Sinne des Wortes!

Nachdem der Regionalverband Neckar-Alb bereits Mitte der 1990-er Jahren eine umfassende Bestandsaufnahme vorgelegt hat, war eine Aktualisierung durch die veränderten juristischen Rahmenbedingungen und die verbesserten technischen Möglichkeiten erforderlich. Mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie wurde ein umfassender Gewässerschutz geregelt. Damit ist das ehrgeizige Ziel verbunden, bis zum Jahre 2015 für alle Gewässer der Europäischen Gemeinschaft einen "guten Zustand" zu erreichen. Daneben fordert die Wasserrahmenrichtlinie, eine "Verschlechterung des Zustands" zu verhindern. Die Schaffung einer Durchgängigkeit für Fische und Kleinlebewesen einerseits und das Aufstauen von Wasser für die CO_2-freie Energieerzeugung andererseits können zu gesellschaftspolitischen Zielkonflikten führen, die den Ausbau der Wasserkraftnutzung erschweren könnten.

Die in den letzten zwei Jahren erfolgte Überarbeitung der Wasserkraftstudie zeigt nachdrücklich die großen Chancen der Wasserkraftnutzung an Fließgewässern in der Region Neckar-Alb auf. Allerdings muss auch diese regenerative Energiegewinnung in Einklang mit Natur und Umwelt stehen.

Mit diesem umfangreichen Werk wollen wir einen substanziellen Beitrag zur Revitalisierung der Wasserkraftnutzung, verbunden mit einer regionalen Wertschöpfung, leisten.

Eugen Höschele,
Verbandsvorsitzender

Danksagung

Nur durch die hervorragende Unterstützung von Betreibern, Grundstückseigentümern und Fachbehörden wurde die Überarbeitung und Aktualisierung der Wasserkraftstudie von 1995 auf den Stand von 2011 ermöglicht.

Der Regionalverband Neckar-Alb bedankt sich für die Zusammenarbeit und Auskünfte insbesondere bei:

- Landratsamt Tübingen
- Landratsamt Reutlingen (Umweltschutzamt)
- Landratsamt Zollernalbkreis
- Regierungspräsidium Tübingen
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)
- FairEnergie Reutlingen GmbH
- Stadtverwaltung Reutlingen
- Stadtwerke Tübingen GmbH
- Herrn Steinmann, Genossenschaft Wasserwirbelkraftwerke Schweiz GWWK Schöftland (Kanton Aargau)
- Herrn Slatin und Herrn Traub, BEW-Power, Wien

Vorwort

Die Nutzung der Wasserkraft durch den Menschen besitzt eine jahrhundertealte Tradition. Begünstigt durch die von Mittelgebirgen geprägte Topografie des Landes ist sie traditionell in Baden-Württemberg und in der zentral gelegenen Region Neckar-Alb verankert. Die mechanische Nutzung, die z. B. den Betrieb von Getreide- oder Sägemühlen ermöglichte, wurde seit dem 19. Jahrhundert durch den Einsatz von Generatoren zur Stromgewinnung ergänzt. Heute wird die Wasserkraft vorwiegend für diesen Zweck genutzt.

Als einer der Träger der regenerativen Energiequellen gilt die Wasserkraft als „saubere" Energiegewinnungsform ohne CO_2-Freisetzung und Verwendung fossiler Brennstoffe. Der zwangsläufig entstehende Eingriff in die Gewässerstruktur und den Naturhaushalt kann bei sorgfältiger Berücksichtigung der ökologischen Belange meist stark abgemildert werden, so dass sowohl Klimaschutz als auch Natur- bzw. Umweltschutz jeweils mit ihren berechtigten Interessen berücksichtigt werden können. Im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie wurden in den letzten Jahren schon entsprechende Maßnahmen zur Herstellung und Verbesserung der Durchgängigkeit an den Gewässern umgesetzt.

Bei den erneuerbaren Energien nimmt die Gewinnung von Energie aus Wasserkraft einen wichtigen Platz ein. In Baden-Württemberg ist sie, bezogen auf die Stromerzeugung, der größte Produzent unter den erneuerbaren Energien (im Jahr 2008 waren es 53 %). Zudem wurden 2008 durch diese Form der Energiegewinnung nahezu 4,5 Mio. t CO_2-Emissionen vermieden, den mit weitem Abstand höchsten Anteil an der CO_2-Einsparung (57 %) unter den erneuerbaren Energien.

Die Energiepolitik des Landes Baden-Württemberg für eine nachhaltige Energieversorgung hat als Zielvorgabe bis zum Jahr 2020, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auf mindestens 20 % und den Anteil am Primärenergieverbrauch auf mindestens 13 % zu erhöhen. Durch das Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG) des Bundes wurde die Grundlage für die Förderung sowie den Ausbau einer nachhaltigen Energieversorgung geschaffen.

Zwar gilt bundesweit das Potenzial zur Stromgewinnung aus Wasserkraft mit den gegenwärtig installierten Anlagen als überwiegend ausgeschöpft, doch lassen sich im Rahmen von Optimierungen und Effizienzsteigerungen vorhandener Anlagen zusätzliche Leistungspotenziale ausschöpfen. Fortschreitende Entwicklungsarbeit, Optimierung und Anpassungen der Technik und im Anlagenbau in den letzten Jahren und auch in der Zukunft haben zur Folge, dass mit neuen Anlagentypen und verbesserter Integration der Einrichtungen ins Gewässerbett weitere Anlagenstandorte erschlossen werden können, die bisher nicht als geeignet angesehen wurden. Wie in vielen anderen Sparten unterliegt der Angebotsmarkt auch in diesem Sektor einer ständigen Wandlung und Weiterentwicklung. Für die kleine Wasserkraft kann dies als weitere Chance angesehen werden, denn nicht zuletzt ergeben sich hierbei auch kosteneffiziente und zukunftsfähige Umsetzungsmöglichkeiten.

Im Satzungsbeschluss der Regionalplan-Fortschreibung vom 29.09.2009 für die Region Neckar-Alb ist die Wasserkraftnutzung an Fließgewässern als Grundsatz festgehalten. Danach ist die Nutzung „durch die Renovierung bestehender Anlagen, die Revitalisierung ehemaliger und den Ausbau neuer Laufwasserkraftwerke zu fördern". Die Verbandsversammlung fasste am 02.12.2008 den Beschluss, eine weitere Untersuchung der Wasserkraftnutzung in der Region Neckar-Alb, aufbauend auf der vom Regionalverband 1995 veröffentlichten Studie „Wasserkraftnutzung in der Region Neckar-Alb – Bestandsaufnahme und Potenzialermittlung", durchzuführen.

Die vorliegende Studie ist nun das Ergebnis der seit Anfang 2009 an den einzelnen Gewässersystemen in der Region Neckar-Alb durchgeführten Untersuchungen. Sie soll einen Bei-

trag zur Unterstützung einer nachhaltigen Energiewirtschaft und Stromversorgung mit Hilfe der erneuerbaren Energiequelle Wasserkraft leisten.
An 101 von 297 aufgesuchten Standorten waren zum Zeitpunkt der Datenaufnahme Wasserkraftanlagen in Betrieb. Darüber hinaus können sich 73 Standorte für eine Revitalisierung, 45 weitere für eine mögliche Neuanlage eignen. Damit kann die hier vorliegende Ausarbeitung auch als Grundlage zur Entscheidungsfindung und letztlich zur Ergreifung entsprechend konkreter Maßnahmen herangezogen werden.

Angela Bernhardt
Verbandsdirektorin

Inhaltsverzeichnis

Grußwort
Danksagung
Vorwort

Seite

Teil A - Einführung

1. Rahmenbedingungen zur Wasserkraftnutzung in Baden-Württemberg …… 1

1.1 Energieträger und Energieverbrauch in Baden-Württemberg …….. 1

1.2 Energiebedingte Emissionen (SO_2, NO_x) und CO_2-Vermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2008 …….. 3
1.2.1 CO_2-Vermeidung und CO_2-Emissionen…….. 3
1.2.2 Energiebedingte Emissionen (SO_2, NO_x) …… 4
1.2.3 Emissionsminderung durch Stromerzeugung aus Wasserkraft …….. 6

1.3 Umweltauswirkungen von Kleinwasserkraftanlagen …….. 6

1.4 Energiepolitik des Landes und Situation der Wasserkraftnutzung in Baden-Württemberg …… 7
1.4.1 Gegenwärtige und zukünftige Energiepolitik des Landes Baden-Württemberg ..… 7
1.4.2 Situation und Ausbau der Wasserkraft in Baden-Württemberg …….. 8

1.5 Gesetzliche Regelungen und Vorgaben …….. 10
1.5.1 Gesetzesgrundlagen …….. 10
1.5.2 Wasserrecht …… 10
1.5.3 Geänderte Festlegungen im Wasserhaushaltsgesetz zum 1. März 2010 …… 11
1.5.4 Fördermöglichkeiten …….. 11

2. Bestandsaufnahme zur Wasserkraft in der Region Neckar-Alb …… 13

2.1 Wasserkraft in der Region Neckar-Alb ……... 13

2.2 Charakterisierung der betrachteten Nebenflüsse des Neckars und der Donau …….. 14

2.3 Material und Methoden …….. 16
2.3.1 Ausgangslage und Wahl von Standortkriterien, Datengewinnung bei der Standortbegehung …….. 16
2.3.2 Bestimmung der theoretischen Leistung …….. 16
2.3.3 Einteilung der Anlagen - Anlagentypen ……... 18
2.3.4 Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung bestehender Anlagen …….. 20
2.3.5 Verwendung von Geodaten und hydrologischen Datenbanken …….. 20
2.3.6 Einbezug von Schutzgebieten und bestehenden Planungen …….. 21

2.4 Bewertungsschlüssel für die Standorte und Kategorisierung der Wasserkraftanlagen 21
2.4.1 Bewertungsschlüssel für die Standorte 21
2.4.2 Kategorisierung der Wasserkraftanlagen 22

2.5 Ausblick: Möglichkeiten der Nutzung bei kleineren Fallhöhen oder verbauten Gewässern 22
2.5.1 Wasserwirbelkraftwerk (WWK) 23
2.5.2 Wasserrad 23
2.5.3 Lamellenturbine 23
2.5.4 Wasserkraftschnecke 24

3. Ermittlung des theoretischen Linienpotenzials in der Region Neckar-Alb 25

3.1 Zum Begriff des theoretischen Potenzials 25

3.2 Vorgehen 26

3.3 Ergebnisse 26

3.4 Auswertung 27

4. Zusammenfassung der Ergebnisse 30

4.1 Bestandsaufnahme und Methodik 30
4.1.1 Ergebnis der Bestandaufnahme in Kurzfassung 30
4.1.2 Methodik 30

4.2 Weitere Potenziale für Anlagenstandorte 30

4.3 Aktuelle Situation und Stand der Wasserkraftnutzung 31
4.3.1 Nutzungsverteilung auf die untersuchten Fließgewässer 31
4.3.2 Situation und Zustand der Anlagen 32
4.3.3 Momentane theoretische Leistung und zusätzlich nutzbares Wasserkraft-potenzial 37

4.4 Neckar 40
4.4.1 Ausgangslage 40
4.4.2 Ergebnisse des Neckars 40
4.4.3 Vergleich des Neckars mit den anderen untersuchten Gewässern 40

4.5 Ausblick 41

Teil B - Untersuchung Einzelgewässer – Ergebnisdarstellung

Situationsbeschreibung am Katzenbach und Krebsbach 1

Abflussprognose 1

Wasserkraftuntersuchung Stand 1995 1

Ergebnisse der Untersuchung 2010 2

Tabellarische Übersicht der Wasserkraftanlagen am Krebsbach 3

Übersichtskarte über die Standorte der Wasserkraftanlagen 4

Datenblätter der einzelnen Standorte 5
Standort 1: Mühle Bodelshausen 5

Teil C - Anhang

Wasserkrafterlass 1

Internet-Links 15

Umrechnungstabelle 17

Sachworterklärung 18

Quellen 22
Literatur 22
Datenquellen 24

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis Teil A

Abbildungen

Abbildung 1: Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1

Abbildung 2: Endenergieverbrauch in Baden Württemberg von 1973 bis 2008 nach Verbrauchsektoren 2

Abbildung 3: Entwicklung der energiebedingten CO_2-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Baden-Württemberg seit 1990 nach Emittentengruppen 4

Abbildung 4: Zeitreihen der energiebedingten Schwefeldioxid (SO_2)- und Stickoxid (NO_X)-Emissionen nach Emittenten in Baden-Württemberg 5

Abbildung 5: Verteilungsanteile Strom aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg 2008 9

Abbildung 6: Karte mit den wichtigsten Fließgewässern der Region Neckar-Alb 15

Abbildung 7: Prinzip der Wasserkraftnutzung 18

Abbildung 8: Stauwerk 19

Abbildung 9: Ausleitungswerk 20

Abbildung 10: Ausleitungskraftwerke: a) Kanal- ; b) Schleifen- ; c) Schlingenkraftwerk 20

Abbildung 11: Wasserwirbelkraftwerk 23

Abbildung 12: Lamellenturbine 24

Abbildung 13: Wasserkraftschnecke 24

Abbildung 14: Theoretisches Linienpotenzial - Veranschaulichung der Lage von Gewässerabschnitten mit unterschiedlichen Leistungswerten 28

Abbildung 15: Karte mit Darstellung der mittleren jährlichen Abflüsse (MQ) an den Fließgewässern der Region Neckar-Alb 29

Abbildung 16: Verteilungsverhältnis aktiver Anlagen in der Region Neckar-Alb auf die einzelnen Fließgewässer 31

Abbildung 17: Auflistung von Zu- und Abnahme aktiver Anlagen an den einzelnen Gewässern im Untersuchungsgebiet 33

Abbildung 18: Nach Kategorien getrennte, relative Anlagenverteilung 34

Abbildung 19: Übersichtskarte der aufgesuchten Wasserkraftstandorte 36

Abbildung 20: Anzahl von Wasserkraftstandorten getrennt nach Status/Kategorisierung sowie das theoretische Regelarbeitsvermögen für installierte Anlagen und zukünftiges Potenzial 38

Abbildung 21: Jahresertrag installierter und potenzieller Wasserkraftleistung aufgeschlüsselt nach den Fließgewässern in der Region Neckar-Alb 39

Tabellen

Tabelle 1: Anlagenleistung Gravitationswasserwirbelkraftwerk 18

Tabelle 2: Theoretisches Linienpotenzial der Flüsse in der Region Neckar-Alb 27

Tabelle 3: Tabellarische Übersicht der Wasserkraftanlagen in der Region Neckar-Alb nach Gewässer und Kategorie 34

Tabelle 4: Ergebnisse aller Wasserkraftanlagen in der Region Neckar-Alb 40

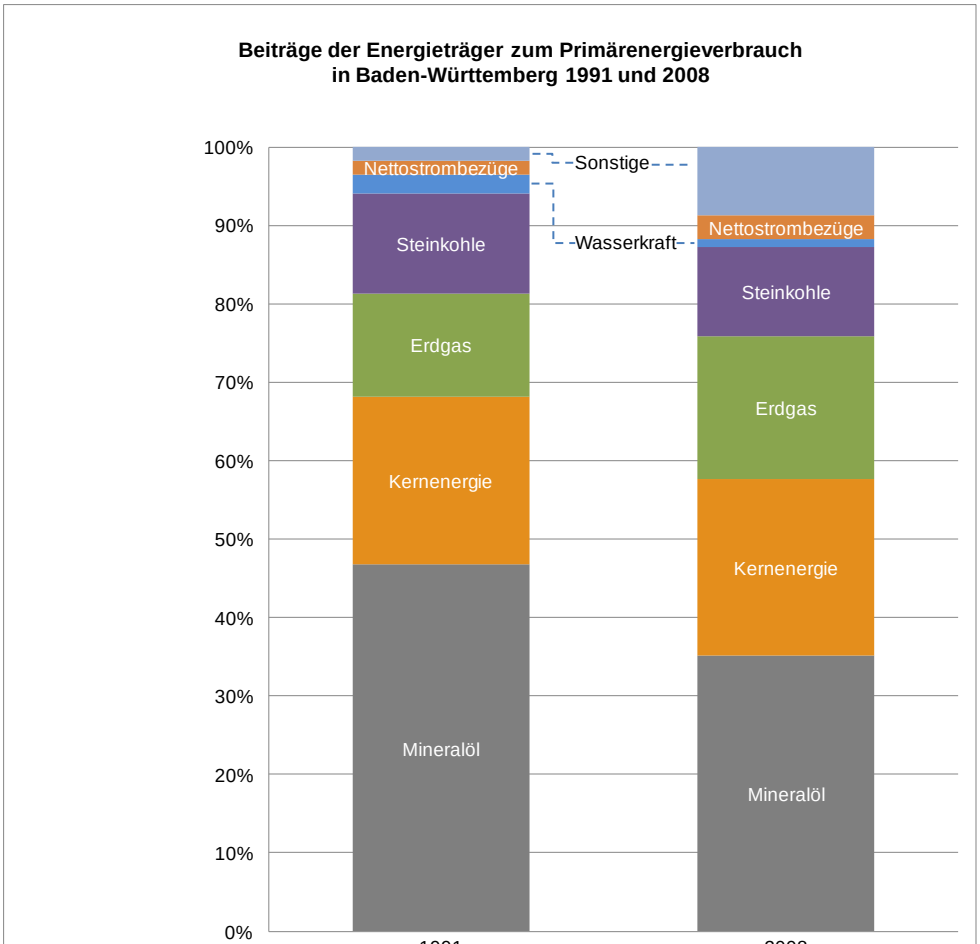
- Teil A -

Einführung

1. Rahmenbedingungen zur Wasserkraftnutzung in Baden-Württemberg

1.1 Energieträger und Energieverbrauch in Baden-Württemberg

Der Energieverbrauch in Baden-Württemberg wird im Wesentlichen aus den Energieträgern Mineralöl, Erdgas, Steinkohle und Kernenergie gedeckt. Braunkohle, als weiterer nicht regenerativer Energieträger, hat nur einen geringen Anteil. Die Wasserkraft leistet unter den erneuerbaren Energien den höchsten Beitrag zum Primärenergieverbrauch[1]. 1991 war der Anteil des Nettostrombezuges[2] noch höher als der Anteil der erneuerbaren Energien ohne Wasserkraft zusammen (Windkraft, Solarenergie, Klärgas, Deponiegas und Biomasse) (siehe Grafik). Bis 2008 hat sich dieses Verhältnis geändert, der anteilige Beitrag der erneuerbaren Energien zum Primärenergieverbrauch hat stetig zugenommen.



	1991	jew. in t Steinkohleeinheiten	2008
Sonstige (Braunkohle, Holz, Müll, Biogas)	870.000		4.827.630
Nettostrombezüge	950.000		1.720.190
Wasserkraft	1.200.000		554.900
Steinkohle	6.490.000		6.270.370
Erdgas	6.730.000		10.154.670
Kernenergie	10.910.000		12.429.760
Mineralöl	23.870.000		19.532.480

Abbildung 1: Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in Baden-Württemberg. 1 t Steinkohleeinheiten = 1 t SKE = 29,3076 GJ. Quellen: RVNA 1995, S. 4; Energiebericht BW 2010, S. 37 u. 41.

[1] Verbrauch an primären Energieträgern, die noch keiner Veränderung unterworfen wurden.
[2] Strombezüge aus benachbarten Bundesländern oder Ausland

Der Primärenergieverbrauch erhöhte sich seit den 1970er Jahren beständig und hat seit Beginn des neuen Jahrhunderts bis 2008 ein konstantes Niveau beibehalten. Für die Zunahme des Verbrauchs waren eine Erhöhung des Bruttoinlandsprodukts, des industriellen Produktionswertes, der Bevölkerung und der Haushalte hauptsächlich ausschlaggebend (RVNA 1995). Aufgrund der wirtschaftlichen Situation ist 2009 ein Einbruch dieses Verbrauchs festzustellen. Ein positiver Trend kann beim Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch verzeichnet werden. Machte ihr Anteil 1991 ca. 4 % aus, so hatte sich dieser bis 2008 auf 8,76 % gesteigert. Zur Endenergiebereitstellung in Baden Württemberg trug die Wasserkraft 2008 mit 5,242 GWh bei. Ihr Anteil am Endenergieverbrauch lag für den Bruttostromverbrauch bei 6,4 % und 7,2 % für die Bruttostromerzeugung (ENERGIEBERICHT BW 2010).
Eine Übersicht des Endenergieverbrauchs[3] nach Verbrauchssektoren und die Veränderungen seit 1973 zeigt die folgende Abbildung.

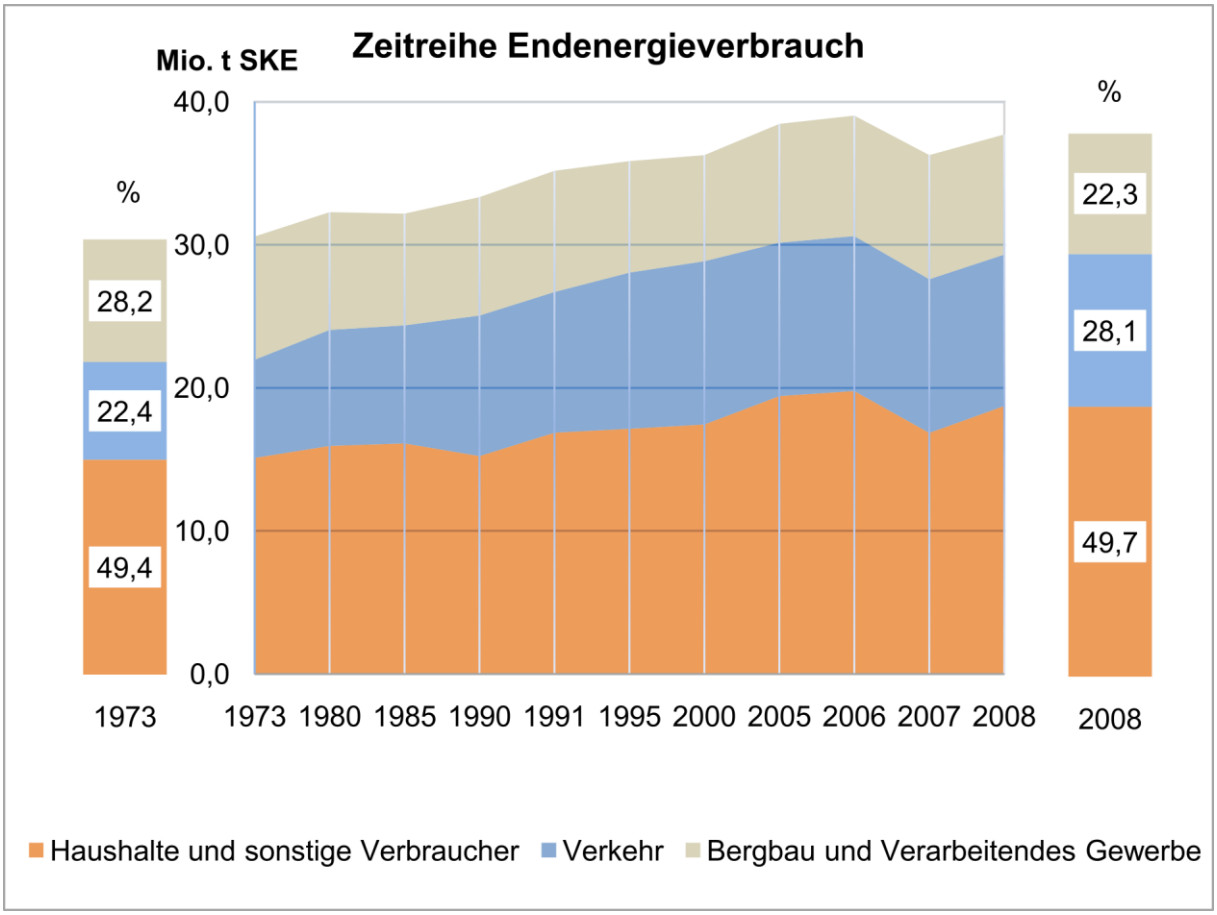


Abbildung 2: Endenergieverbrauch in Baden Württemberg von 1973 bis 2008 nach Verbrauchsektoren. 1 t SKE = 29,3076 GJ. Quelle: Energiebericht BW 2010 S. 48, verändert.

Für den betrachteten Zeitraum ist eine stetige Zunahme des Endenergieverbrauchs feststellbar. So erhöhte sich der Verbrauch von 30,6 Millionen t Steinkohleeinheiten (SKE) im Jahr 1973 auf 37,7 bis 2008. Dies entspricht einer Steigerung von ca. 23,3 %.

Haushalte und sonstige Verbraucher (einschließlich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher wie Landwirtschaft, Militär und öffentliche Einrichtungen) haben über den

[3] Summe der zur unmittelbaren Erzeugung der Nutzenergie verwendeten Primär- und Sekundärenergieträger oder auch der Verbrauch von Energieträgern durch den Endverbraucher bzw. Umschlag von Energieträgern an Endverbraucher. Dabei sind die Energieträger um den Energieeinsatz für die Umwandlung oder Weiterverarbeitung der Primärenergieträger reduziert.

betrachteten Zeitraum hinweg mit nahezu 50 % dauerhaft den höchsten Anteil am Endenergieverbrauch. Der absolute Verbrauch betrug 2008 rund 18,7 Millionen t SKE, im Jahr 1973 lag er bei 15,1 Millionen t SKE. Damit stieg er prozentual um ca. 24 %, die Steigerung des Anteils am gesamten Endenergieverbrauch lag bei 0,3 %. Der Endenergieverbrauch von Bergbau und verarbeitendem Gewerbe ging über den Zeitraum betrachtet geringfügig zurück. Während 1973 der Verbrauch absolut bei 8,6 Millionen t SKE lag, betrug er 2008 8,4 Millionen t SKE. Dies entspricht einer Reduktion um 2,5 %. Sein Anteil am Endenergieverbrauch machte 2008 22,3 % aus und ging gegenüber 1973 mit einem Anteil von 28,2 % um 5,9 % zurück. Beim Verkehr lag der absolute Endenergieverbrauch 2008 bei 10,6 Millionen t SKE. Gegenüber 1973 mit 6,9 Millionen t SKE ist eine prozentuale Zunahme von knapp über 54 % festzustellen. Von allen drei Verbrauchern war der absolute Zuwachs am Verbrauch mit 3,7 Millionen t SKE am höchsten, die Zunahme am Endenergieverbrauch liegt bei 5,7 %.

1.2 Energiebedingte Emissionen (SO_2, NO_x) und CO_2-Vermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2008

1.2.1 CO_2-Vermeidung und CO_2-Emissionen

Mit dem Energiekonzept 2020 hat die Landesregierung die zu erreichenden Ziele bei und mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg formuliert. Ein zukünftig angenommener Strom-Mix soll zusammen mit dem Ausbau zu einem Rückgang der energiebedingten Emissionen von "derzeit 76 Mio. t CO_2/a[4] auf 52 Mio. t CO_2/a in 2020" führen und eine nachhaltige Energieversorgung sicherstellen (ENERGIEKONZEPT BW 2020). Bei den Betrachtungen zur Minderung der CO_2-Emissionen soll insbesondere die konsequente Verwendung der zur Verfügung stehenden Technik bei den erneuerbaren Energien fokussiert werden. In Baden-Württemberg konnten durch die Nutzung von erneuerbaren Energien 2008 von rund 13 Mio. t CO_2 vermieden werden. Davon entfielen knapp 8 Mio. t CO_2 auf die Stromerzeugung, rund 4 Mio. t auf die Wärmeerzeugung und ca. 1,1 Mio. t auf die Biokraftstoffgewinnung. Stromerzeugung aus Wasserkraft ermöglichte mit nahezu 4,5 Mio. t vermiedenen CO_2-Emissionen den mit weitem Abstand höchsten Anteil an der CO_2 Einsparung (57 %) unter den erneuerbaren Energien (ERNEUERBARE ENERGIEN BW 2008).

Der größte Anteil der energiebedingten CO_2-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch ohne die Emissionen aus Strom- und Fernwärme entfällt im Jahr 2008 auf die Emittentengruppe Verkehr (21,9 %). Die Haushalte folgen mit 21,4 %, Bergbau und verarbeitendes Gewerbe sind zu 10,1 % beteiligt. Der Anteil an Emissionen durch Strom- und Fernwärmeverbrauch für die Haushalte zusammen mit Bergbau und verarbeitendem Gewerbe beläuft sich auf 46,6 % (siehe Grafik).

Addiert man die CO_2-Emissionen (Endenergieverbrauch) aus Strom- und Fernwärmeverbrauch auf die einzelnen Sektoren, betragen deren Anteile für das Jahr 2008:

- Haushalte 49,1 %
- Bergbau und verarbeitendes Gewerbe 28,9 %
- Verkehr 21,9 %

Von 1990 bis 2006 stiegen die CO_2-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch bei den Haushalten (ohne Emissionen aus Strom- und Fernwärme) und Verkehr leicht an. 2007 war ein Rückgang zu verzeichnen, die Emissionen von 2008 befinden sich auf dem Ausgangsniveau von 1990 oder sind geringfügig niedriger. Die CO_2-Emissionen aus Bergbau und verarbeitendem Gewerbe (ohne Emissionen aus Strom- und Fernwärme) gingen bis 2005 kon-

[4] Entspricht den CO_2-Emissionen von 1991 (RVNA 1995)

stant zurück und blieben trotz Steigerungen in 2007 und 2008 unter den Werten von 1990. Seit 1990 nahezu durchgehend stiegen die CO_2-Emissionen aus Strom- und Fernwärmeverbrauch, sowohl bei den Haushalten, als auch beim Bergbau und verarbeitendem Gewerbe. Gegenüber 1990 waren die energiebedingten CO_2-Emissionen 2008 um 3,2 Mio. t bzw. ca. 3,2 % höher (ENERGIEBERICHT BW 2010).

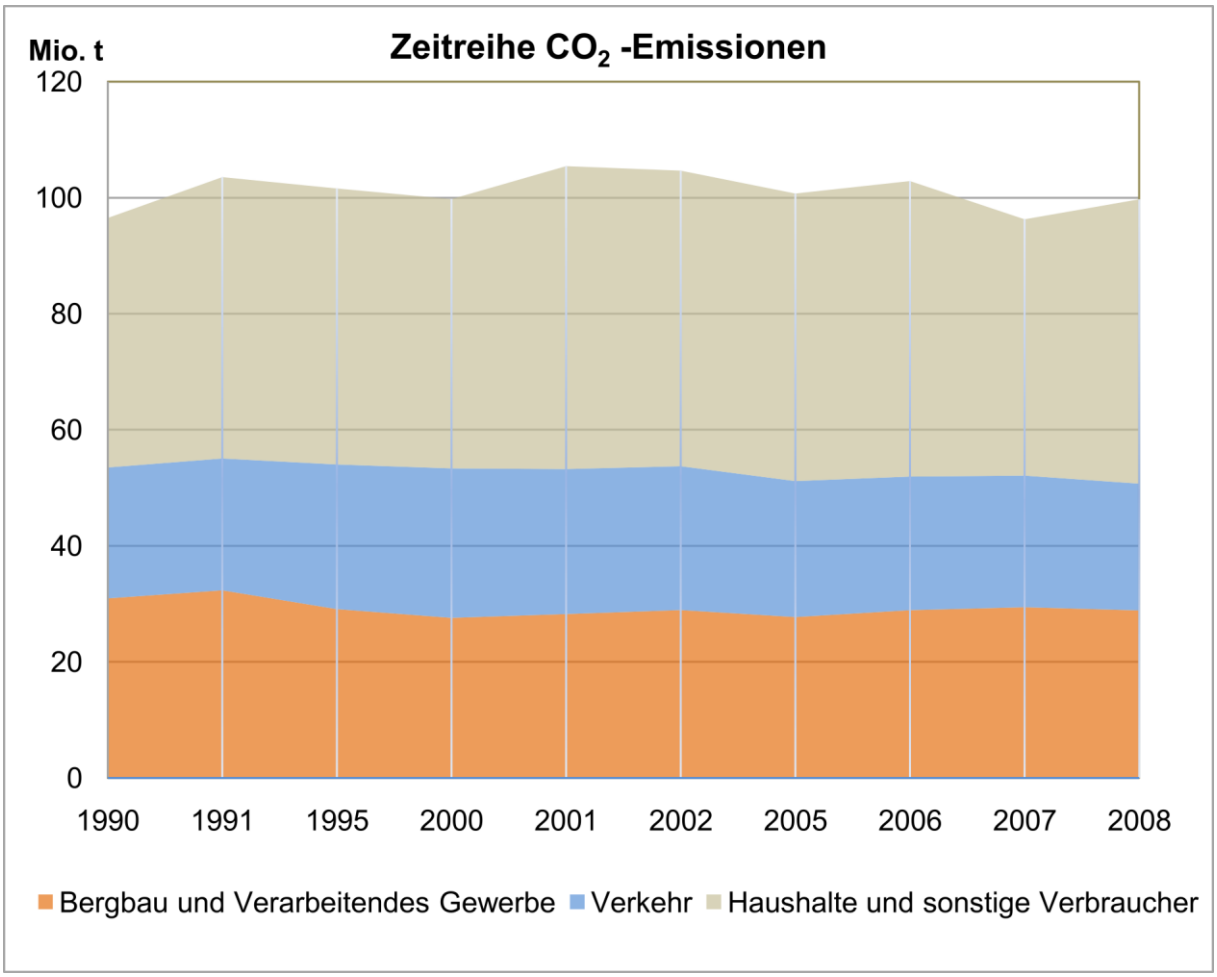


Abbildung 3: Entwicklung der energiebedingten CO_2-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Baden-Württemberg seit 1990 nach Emittentengruppen. Tabelle enthält die aufaddierten Werte der CO_2-Emissionen aus der Stromerzeugung durch Strom- und Fernwärmeverbrauch auf die Sektoren Haushalte sowie Bergbau und verarbeitendes Gewerbe. Haushalte beinhalten Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher wie Landwirtschaft, Militär und öffentliche Einrichtungen. Quelle: Energiebericht BW 2010, S. 76 (vorläufige Werte für 2008), verändert.

1.2.2 Energiebedingte Emissionen (SO_2, NO_x)

In Baden-Württemberg wurden 2008 37.890 t Schwefeldioxid (SO_2) und 150.180 t Stickoxid (NO_X) freigesetzt. Mit einem Anteil von mehr als 51 % ist die Industrie für die SO_2-Emissionen verantwortlich, Kraftwerke und Haushalte (einschließlich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher wie Landwirtschaft, Militär und öffentliche Einrichtungen) waren mit ca. 23,1 % bzw. ca. 24,6 % fast zu jeweils gleichen Teilen an den Emissionen beteiligt. Einen nur geringen Teil trägt der Verkehr mit ca. 1,1 % zu den SO_2-Emissionen bei.

Bei den Stickoxidemissionen gestaltet sich die Verteilung auf die jeweiligen Emittentengruppen wesentlich anders. Hier ist der Verkehr mit 67,8 % Anteil der weitaus größte Emittent. Kraftwerke und Industrie tragen mit ca. 11,2 % bzw. 12.1 % zu den NO_X-Emissionen bei. Der durch Haushalte beigesteuerte Anteil liegt bei ca. 8,8 %.

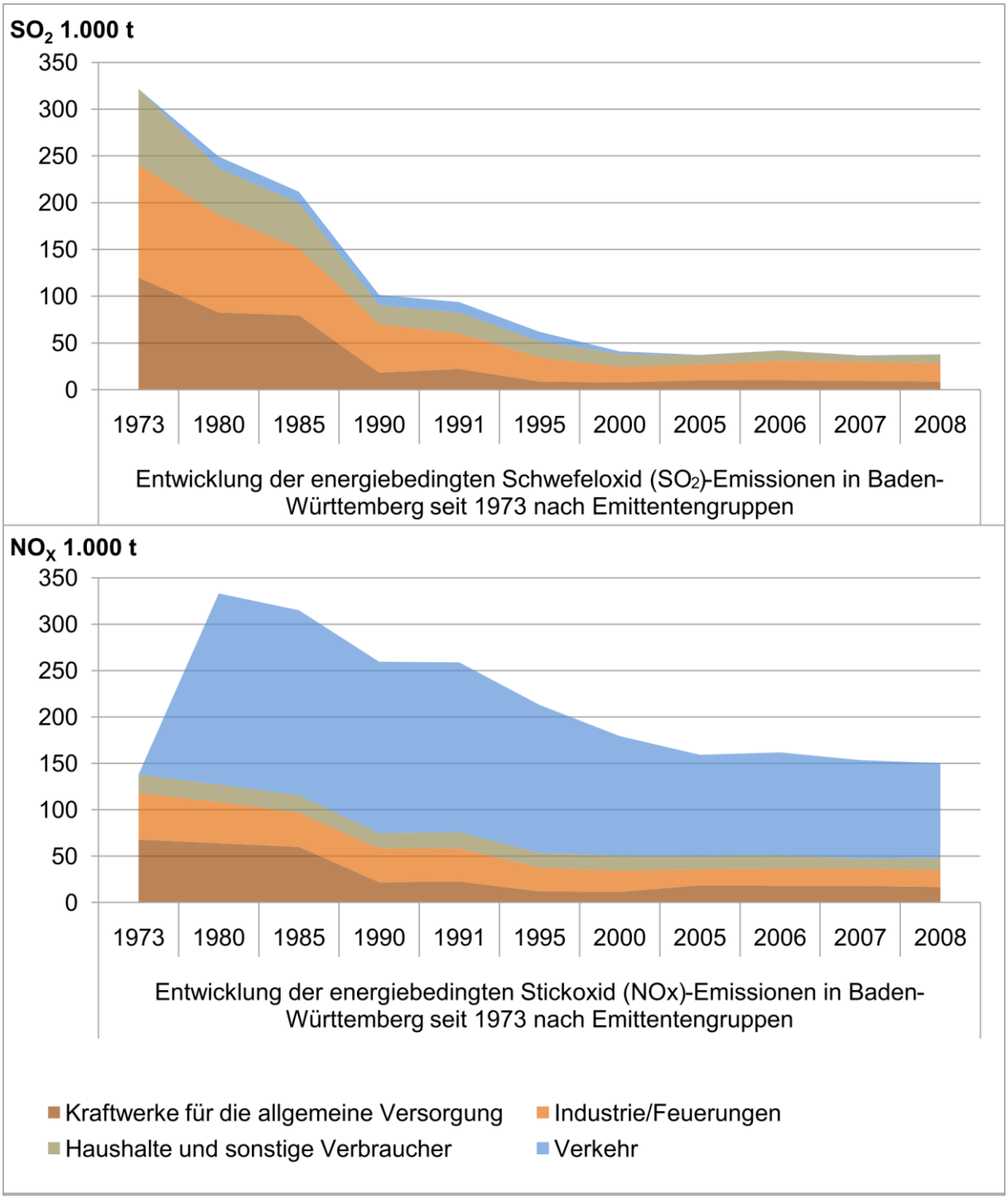


Abbildung 4: Zeitreihen der energiebedingten Schwefeldioxid (SO_2)- und Stickoxid (NO_X)-Emissionen nach Emittenten in Baden-Württemberg. Haushalte beinhalten Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher wie Landwirtschaft, Militär und öffentliche Einrichtungen. Quelle: Energiebericht BW 2010, S. 77 u. 78 (vorläufige Werte für 2008), verändert.

Im Zeitraum zwischen 1990 und 2008 wurde der Ausstoß an SO_2-Emissionen um ca. 62,6 % reduziert. Hauptsächlich waren hierbei Kraftwerke und Industrie beteiligt. Beim Verkehr verringerten sich die SO_2-Emissionen um ca. 96,1 %, die absolute Zahl der verminderten Emissionen ist mit ca. 10.000 t in etwa so hoch wie bei den Haushalten.

Im selben Zeitraum gingen die NO_X-Emissionen um ca. 42,1 % zurück. Der größte Anteil an dem geringeren Ausstoß wurde über den Verkehr erreicht. Die in diesem Sektor eingespar-

ten Stickoxide sind alleine zu ca. 74 % an dem um insgesamt ca. 81.100 t reduzierten Ausstoß beteiligt (ENERGIEBERICHT BW 2010).

1.2.3 Emissionsminderung durch Stromerzeugung aus Wasserkraft

In der Nutzungsphase von Wasserkraftanlagen bzw. bei der Stromerzeugung mit Wasserkraft fallen keine nennenswerten Emissionen an. Diese Energiequelle ist vielmehr dazu geeignet, zur Vermeidung von Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen beizutragen. Jedes reaktivierte oder neu gebaute Wasserkraftwerk spart zusätzliche fossile oder nicht regenerative Brennstoffe ein.
Gegenüber der Stromproduktion in einem Kohlekraftwerk mit Steinkohle als Primärenergieträger ist das Einsparpotenzial bei Klimagasen und Luftschadstoffen durch Nutzung der Wasserkraft überaus bedeutsam. Mit der installierten Leistung von 12 kW und einer Jahresleistung von 70.000 kWh vermeidet eine Kleinwasserkraftanlage im Vergleich zu einem Kohlekraftwerk die Freisetzung von ca. 66,43 t CO_2, ca. 26,6 kg SO_2, ca. 44,1 kg NOx und ca. 3,5 kg Feinstaub[5].
Wird bei der Stromversorgung eines Zwei-Personen Haushaltes[6] durch den Energieversorger auf die Energiequelle Wasserkraft umgestellt, so können bei einem Jahresverbrauch von 3.100 kWh Strom ca. 1.773 kg CO_2 eingespart werden[7].

1.3 Umweltauswirkungen von Kleinwasserkraftanlagen

Auch wenn mit Wasserkraftanlagen aufgrund von CO_2 -Ersparnis eine vorgeblich „saubere“ Energiegewinnung verbunden ist, so sind deren Bau und Betrieb nicht gänzlich unbedenklich (Penche 2004). Sie stellen immer einen Eingriff in die Struktur eines Gewässers dar, teilweise mit gravierenden Auswirkungen. Jedoch kann der bei Errichtung und Betrieb einer Wasserkraftanlage ohne Zweifel vorhandene erhebliche Eingriff in den Naturhaushalt bei sorgfältiger Planung und Berücksichtigung aller ökologischen Belange stark abgemindert werden (Horlacher 2003).
Je nach Sichtweise werden unterschiedliche Gründe für oder gegen die Errichtung von Wasserkraftanlagen genannt. Besonders die Unterbrechung der Durchgängigkeit ist ein wichtiger Punkt, der nicht nur für Wanderfischpopulationen, sondern auch für den Sedimenttransport eine Rolle spielt (LUBW 2007). Laut Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist ein guter ökologischer und chemischer Zustand der Gewässer beizubehalten bzw. eine nachteilige Veränderung zu vermeiden. Jede Neuanlage muss so konzipiert sein, dass sie den Richtwerten der WRRL entspricht. Weitgehend naturnahe Fließgewässer (Gewässerstrukturgüte 1 bis 2) sollten daher frei von Kleinwasserkraftanlagen bleiben.
Nach § 42 des BNatSchG sind nicht nur Arten an sich geschützt, sondern auch deren Lebensräume. Weiterhin gilt neben dem „Zugriffsverbot“ auch ein „Störungsverbot“ dieser Arten. Es sollte daher unbedingt vor Baubeginn, egal ob Neuanlage oder Revitalisierung, ein artenschutzrechtlicher Fachbeitrag angefertigt werden, um zu überprüfen, welche Arten durch das Vorhaben betroffen sein könnten.
Es ist festzuhalten, dass sich ökologische Forderungen bei kleinen Anlagen in der Regel besser beherrschen lassen als bei großen Flusskraftwerken, obgleich bei letztgenannten die bei der Energiegewinnung absolut eingesparte CO_2 Menge größer ausfällt (Horlacher 2003).

---

[5] Quelle Umrechnungswerte: Städtebauliche Klimafibel Online. Herausgeber: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2010)

[6] Durchschnittliche Größe eines Haushaltes in der Region Neckar-Alb (Bestimmungsgrundlage siehe Seite 13)

[7] Auf Berechnungsgrundlage der Kohlendioxid Emissionen des Strommixes 2008. Quelle: Umweltbundesamt, Fachgebiet I 2.5 (2010)

1.4 Energiepolitik des Landes und Situation der Wasserkraftnutzung in Baden-Württemberg

1.4.1 Gegenwärtige und zukünftige Energiepolitik des Landes Baden-Württemberg

Für die nachhaltige Energiepolitik des Landes Baden-Württembergs stellen Energieeffizienz und Energieeinsparung prioritäre Handlungsfelder dar. Klimawandel, die zunehmende Knappheit nicht regenerativer Energiereserven und steigende Energiepreise sind ernste Rahmenbedingungen, die bestimmend für eine Balance zwischen sicherer, wirtschaftlicher und ökologischer Energieversorgung werden. Für die zukünftige Energiepolitik des Landes ist dies eine nur durch das reibungslose Zusammenspiel von Bürgerschaft, Wirtschaft und Politik zu meisternde Aufgabe. Auf dieser Grundlage wurden von der Landesregierung bis 2020 mehrere Ziele formuliert (Quelle: ENERGIEKONZEPT BADEN-WÜRTTEMBERG (BW) 2020, Stand Juli 2009; Liste nicht abschließend):

- die Energieproduktivität in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2020 im Mittel um mindestens 2 % p. a. zu steigern
- einen ausgewogenen Energiemix zu sichern, bei dem ausnahmslos alle zur Verfügung stehenden Energieträger möglichst optimal berücksichtigt werden
- die Struktur der Energieerzeugung so dezentral wie möglich und so zentral wie notwendig auszurichten
- den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis zum Jahr 2020 auf mindestens 20 % zu steigern
- der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch soll im Jahr 2020 mindestens 13 % betragen

Mit dem Bundesgesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) wurde die Gesetzesgrundlage für die Förderung sowie den Aus- und Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung geschaffen. Im Energiekonzept Baden-Württemberg 2020 ist als Zielsetzung der Landesregierung das Engagement für eine insgesamt besonders effiziente Verwendung erneuerbarer Energieträger festgehalten.

Zur Verwirklichung der energiepolitischen Grundsätze setzt sich das Land bereits finanziell ein: Das Land Baden-Württemberg unterstützt den Ausbau erneuerbarer Energien und fördert ergänzend zu den Programmen des Bundes systematisch Forschung und Entwicklung zur Nutzung erneuerbarer Energien. Für diese Maßnahmen stellten das Umweltministerium, das Wirtschaftsministerium sowie das Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum im Jahr 2008 insgesamt rund 7,5 Mio. € bereit. Mit den Fördermitteln wurden hauptsächlich Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie Pilotprojekte angestoßen.

Derzeit sind in Baden-Württemberg folgende Investitionen für Wasserkraftgroßprojekte geplant (Quelle: ERNEUERBARE ENERGIEN BW 2008):

- Ausbau des Laufwasserkraftwerks in Rheinfelden von 26 auf 100 MW elektrischer Leistung (MWel); Betriebsbeginn Ende 2010.
- Ausbau des Laufwasserkraftwerks in Iffezheim durch Einbau einer 5. Turbine mit 38 MWel; Abschluss der Ausbauarbeiten voraussichtlich 2012.
- Die Schluchseewerk AG plant den Neubau des Pumpspeicherkraftwerkes Atdorf mit einer Turbinenleistung von 1.000 MWel. Mit dem Bau soll 2014 begonnen werden.
- Die EnBW Kraftwerke AG plant das bestehende Rudolph-Fettweis Pumpspeicherwerk in Forbach auszubauen und die vorhandene Leistung von 60 MW auf 300 MW zu erhöhen. Bei Realisierung des Projekts ist ein Beginn des Baus bereits für 2014 anvisiert[8].

[8] Quelle: INSIDE B 9.10, S. 20, Reiff Verlag KG, Offenburg

1.4.2 Situation und Ausbau der Wasserkraft in Baden-Württemberg

In der Bundesrepublik liegt das technische Potenzial der Wasserkraftnutzung bei ca. 24 TWh/a. Im bundesweiten Vergleich sind 80 % der insgesamt knapp 4 GW Leistung von Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerken in Bayern und Baden-Württemberg installiert. Aufgrund der günstigen topografischen Gegebenheiten entfallen mehr als drei Viertel des gesamten Potenzials auf diese beiden Bundesländer. Insgesamt waren in Deutschland Anfang 2007 rund 7.300 Wasserkraftwerke in Betrieb, ca. 1.200 davon in Baden-Württemberg. Nach der Windenergie ist Wasserkraft die zweitstärkste erneuerbare Energiequelle in Deutschland (BMU 2006), 2008[9] wurden durch sie 20.900 GWh elektrischer Strom produziert. In Baden-Württemberg ist Wasserkraft, bezogen auf die Stromerzeugung, der größte Produzent unter den erneuerbaren Energien. Bis auf Weiteres wird ihr diese Führungsrolle auch zukünftig zukommen. Trotz des immensen Beitrages dieser erneuerbaren Energiequelle für die Stromerzeugung sind die 2008 verzeichneten Investitionen in die Anlagenerrichtung und Umsatzerlöse aus dem Anlagenbetrieb im Vergleich zu anderen Techniken gering. Während 2008 bspw. in den Bau von Photovoltaikanlagen 1,62 Mrd. € (71,7 %) bei einer Gesamtinvestition von 2,26 Mrd. € in Anlagen der erneuerbaren Energien investiert wurden, sind im selben Zeitraum keine Finanzierungen für die Wasserkraft verzeichnet. Über den Anlagenbetrieb wurden mit den erneuerbaren Energien 2008 3,37 Mrd. € Umsatzerlöse erzielt. 319 Mio. € (9,5%) entfielen dabei auf Wasserkraft, 539 Mio. € (16 %) auf Photovoltaik, die mit 10,4 % an der Bereitstellung von Strom aus erneuerbaren Energien beteiligt war (Wasserkraft 53 %) (ERNEUERBARE ENERGIEN BW 2008).

Ein Großteil des erhebbaren Potenzials der Wasserkraft in Baden-Württemberg ist bereits erschlossen. Zusätzliche Maßnahmen zur Erweiterung der bestehenden Anlagenleistung von gegenwärtig 0,775 GW (Angaben ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken) sind jedoch durchführbar. Bis im Jahr 2020 sollen durch Restrukturierungsmaßnahmen und dem weiteren Ausbau der Wasserkraft in Baden-Württemberg jährlich zusätzlich rund 600 GWh mehr als im Referenzjahr 2005[10] erzeugt werden (ENERGIEKONZEPT BW 2020). Wasserkraft beinhaltet durch ihre niederschlagsbedingte Abhängigkeit und Wasserführung eine schwierig quantifizierbare Variabilität in der jährlichen Stromproduktion, bei der Abweichungen in einer Größenordnung von 10 % nach oben oder unten möglich sind. Im Jahr 2007 konnten so aufgrund günstiger Witterungsverhältnisse knapp 300 GWh mehr Strom als 2005 erzeugt werden, ohne dass dem ein Zubau an Kraftwerkskapazität gegenüber stand (ZSW 2008). Bei der Stromerzeugung durch die erneuerbaren Energien wurde 2008 mehr als die Hälfte der produzierten Strommenge durch Wasserkraft gewonnen (siehe Grafik). In Zukunft wird voraussichtlich die Bedeutung von Energie aus Biomasse (u. a. Kraft-Wärme-Kopplung) und Photovoltaikanlagen zunehmen.

[9] Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien Deutschland, Stand 21.05.2009

[10] dient als Bezugsjahr mit ca. 4.900 GWh

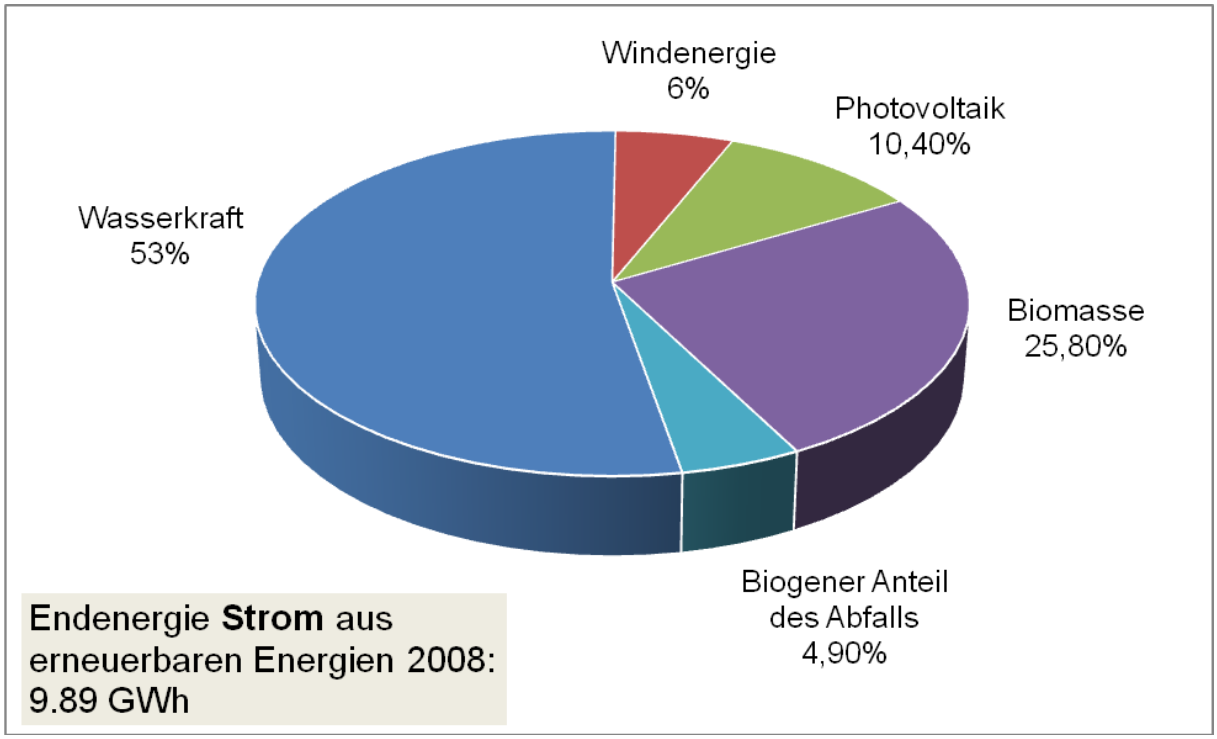


Abbildung 5: Verteilungsanteile Strom aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg 2008
Quelle: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2008, S. 11, verändert.

Wie bereits zuvor erwähnt, ist mit der gegenwärtig installierten Anlagenleistung der überwiegende Anteil der Wasserkraft in Baden-Württemberg bereits erschlossen. Um noch ungenutzte oder nutzbare Standorte zu ermitteln, wird im Auftrag des Umweltministeriums und der EnBW in zwei Studien das ökologisch verträgliche Wasserkraftpotenzial im Einzugsgebiet des Neckars sowie in den Einzugsgebieten von Rhein und Donau untersucht. Die verhältnismäßig größten und bereits bekannten Potenziale für den weiteren Ausbau der Wasserkraft in Baden-Württemberg befinden sich vor allem am Rhein. Von den momentanen Modernisierungs-, Bau- und Umbaumaßnahmen an den Kraftwerken in Rheinfelden, Albbruck-Dogern und Iffezheim wird eine Mehrleistung von rund 430 GWh erwartet.

Darüber hinaus ist von der Landesregierung weiterer Einsatz angekündigt, um aus vorhandenen Anlagen zusätzliche Leistungspotenziale im Rahmen von Optimierungen und Effizienzsteigerungen zu erschließen. Für den Neckar und kleineren Fließgewässer des Landes sind die Schwerpunkte weniger im Ausbau, als verstärkt im Sanieren und Optimieren vorhandener Anlagen, verbunden mit einer ökologischen Verbesserung der jeweiligen Stauhaltung anzusiedeln. Für den Neubau von (Klein-) Wasserkraftanlagen sind, nach gegenwärtiger Kenntnislage, bestehende Sohlschwellen, Querbauwerke und Kulturwehre am ehesten geeignet. Daher wird die Konzentration von Neubauten verstärkt bei solchen Standorten liegen. Wichtig hierbei ist es, eine energetische Nutzung zukünftig verstärkt unter ökologischen Gesichtspunkten zu fokussieren und bei Stauhaltungen, wie von der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) gefordert (s. a. S. 6 zu 1.3 Umweltauswirkungen von Kleinwasserkraftanlagen), gleichzeitig Verbesserungen für die Gewässersituation zu schaffen und zu fördern. Von Seiten des Landes Baden-Württemberg wird eine entsprechende Bekanntmachung und Unterstützung dieser Ziele sowohl für die Behörden- als auch Betreiberseite angestrebt. Für die notwendige gesamtökologische Beurteilung der Wasserkraft wurde eine Verwaltungsvorschrift erlassen (GABl. 2007, S. 105; ENERGIEKONZEPT BW 2020).

1.5 Gesetzliche Regelungen und Vorgaben

1.5.1 Gesetzesgrundlagen

Auf Bundesebene ist die Genehmigung von Wasserkraftvorhaben auf der Basis folgender Gesetze geregelt, die auf Grundlage von EU-Richtlinien erlassen wurden:

- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)
- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Auf Länderebene bestehen eigene Regelungen für die Genehmigung von Wasserkraftanlagen. In Baden-Württemberg betrifft dies neben verschiedenen Erlassen die folgenden Gesetze:

- Landeswassergesetz (LWG)
- Landesnaturschutzgesetz (NatSchG)
- Fischereigesetz (FischG)
- 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 (GABl. 2007, S. 105)

1.5.2 Wasserrecht

Die Nutzung von Oberflächengewässern ist in Deutschland durch das *Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts* (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der novellierten Fassung vom 31.07.2009 geregelt, das am 01.03.2010 in Kraft trat. Voraussetzung zum Betrieb einer Wasserkraftanlage in Baden-Württemberg ist die Genehmigung und Erteilung des Wasserrechts durch die jeweilige untere Wasserbehörde. Im Landkreis Reutlingen nimmt das Umweltschutzamt Reutlingen diese Aufgabe wahr. Der Bewilligungszeitraum umfasst, soweit nicht anders geregelt, 30 Jahre und muss, sofern kein unbefristetes Nutzungsrecht besteht, nach Ablauf dieses Zeitraums neu beantragt werden. Nach § 21 WHG Baden-Württemberg müssen alte Rechte bis zum 1. März 2013 angemeldet werden. Sie erlöschen ansonsten am 1. März 2020.
In das WHG[11] sind Ziele der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) für eine nachhaltige und umweltverträgliche Wassernutzung eingeflossen (s. a. S. 6). Für die Erteilung der Nutzungsrechte in dem Bereich des Gewässers ist daher maßgeblich, dass eine nachteilige Veränderung des ökologischen Zustands vermieden wird (§ 25a WHG). Die Rückführung erheblich veränderter Gewässer in einen naturnahen Zustand wird zudem angestrebt (§ 31 WHG). Bei künstlich oder erheblich veränderten oberirdischen Gewässern ist nach § 25b WHG eine nachteilige Veränderung des ökologischen Potenzials zu vermeiden bzw. ein gutes ökologisches als auch chemisches Potenzial zu erreichen oder zu erhalten. Die Errichtung einer Wasserkraftanlage an einer Sohlschwelle mit gleichzeitigem Herstellen einer bis dahin nicht vorhandenen Durchgängigkeit in beide Richtungen kann eine Verbesserung des ökologischen Potenzials nach § 52b bedeuten.
Die Erlaubnis der Nutzungsrechte kann nach § 18 WHG widerrufen werden, wenn die Benutzung durch den Inhaber der Rechte drei Jahre ununterbrochen nicht ausgeübt wurde oder er sie in ihrem Umfang nach erheblich unterschritten hat. Dies trifft ebenso auf Altrechte zu. Eine Aufhebung der Nutzungsrechte kann auch dann erfolgen, wenn der Zweck der Benutzung nicht mehr mit der festgelegten Nutzung übereinstimmt.

[11] Sofern nicht anders angemerkt, wird mit “WHG“ nachfolgend immer auf das Wasserhaushaltsgesetz Baden-Württemberg Bezug genommen

1.5.3 Geänderte Festlegungen im Wasserhaushaltsgesetz zum 1. März 2010

Seit dem 1. März 2010 ist mit dem § 35 WHG neu gesetzlich geregelt:

(1) Die Nutzung von Wasserkraft darf nur zugelassen werden, wenn auch geeignete Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation ergriffen werden.
(2) Entsprechen vorhandene Wasserkraftnutzungen nicht den Anforderungen nach Absatz 1, so sind die erforderlichen Maßnahmen innerhalb angemessener Fristen durchzuführen.
(3) Die zuständige Behörde prüft, ob an Staustufen und sonstigen Querverbauungen, die am 1. März 2010 bestehen und deren Rückbau zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach Maßgabe der §§ 27 bis 31 auch langfristig nicht vorgesehen ist, eine Wasserkraftnutzung nach den Standortgegebenheiten möglich ist. Das Ergebnis der Prüfung wird der Öffentlichkeit in geeigneter Weise zugänglich gemacht.

Die bisherige Regelung in § 35b Wassergesetz (WG) vom Abwägen der Wasserkraftnutzung gegenüber dem Gemeinwohl bleibt erhalten.

(4) Die Wasserkraftnutzung ist zu ermöglichen, soweit nicht Belange des Wohls der Allgemeinheit überwiegen.

Ebenfalls neu ist in § 34 WHG zur Durchgängigkeit oberirdischer Gewässer:

(5) Die Errichtung, die wesentliche Änderung und der Betrieb von Stauanlagen dürfen nur zugelassen werden, wenn durch geeignete Einrichtungen und Betriebsweisen die Durchgängigkeit des Gewässers erhalten oder wiederhergestellt wird, soweit dies erforderlich ist, um die Bewirtschaftungsziele nach Maßgabe der §§ 27 bis 31 zu erreichen.

1.5.4 Fördermöglichkeiten

Anreize über Einspeisungsentgelte

Anreize für die Anlagenoptimierung und Verbesserung der ökologischen Gewässersituation werden über die sich aus dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) ergebenden Vergütungen erreicht. Sofern die Voraussetzungen erfüllt und anerkannt werden, können beispielsweise beim Nachweis des Erreichens einer 15 prozentigen Leistungserhöhung der Anlage durch Optimierung oder Maßnahmen zum Erreichen einer Durchgängigkeit des Fließgewässers und einer damit verbundenen Verbesserung der ökologischen Gewässersituation erhöhte Vergütungen beantragt werden.

Vergütung laut EEG 2009 für Wasserkraftnutzung:

Leistungsklasse	neue Anlagen ct/kWh	Anlagen nach Modernisierung[12] ct/kWh
bis 500 kW	12,67	11,67
bis 2000 kW	8,65	8,65
bis 5000 kW	7,65*	8,65

Vergütungsdauer: 20 Jahre (* 15 Jahre)

Entwicklungsprogramm Ländlicher Raum (ELR)

Im Programm „Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung (RWB)" – Bereich EFRE 2007 - 2013 fordert der Schwerpunkt 3 (Ressourcenschutz) den Einsatz erneuerbarer Energien und die Entwicklung, Produktion bzw. Anwendung Ressourcen schonender und umweltfreundlicher Technologien. Das Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum (MLR) setzt das RWB im ELR um. Im ELR führen rationeller Energieeinsatz, die Verwendung erneuerba-

[12] Bei Errichtung vor 01.01.2009, Modernisierung nach 31.12.2008

rer Energien bzw. nachwachsender Rohstoffe oder die Anwendung umweltfreundlicher Bauweisen bei privaten Projekten zu einem Fördervorrang. Für kommunale Projekte sind sie Fördervoraussetzung.

Kreditanstalt für Wiederaufbau

Kredite bei Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien können im Rahmen des “KfW-Programms Erneuerbare Energien - Standard (270)“ beantragt werden. Neuerrichtungen von Wasserkraftwerken sind nur förderungsfähig, wenn ein entsprechendes Gutachten eines zertifizierten Umweltgutachters mit einem positiven Ergebnis bezüglich der Umweltauswirkungen vorliegt.

Landeskreditbank Baden-Württemberg - Förderbank (L-Bank)

Im Programm “Neue Energien - Energie vom Land“ erhalten kleine und mittlere Unternehmen Darlehen für Investitionsvorhaben. Gefördert werden gewerbliche und landwirtschaftliche Unternehmen, die in Baden-Württemberg Energie auf Basis erneuerbarer Energieträger produzieren.

Kommunale und regionale Energieversorgungsunternehmen

Im Rahmen des Ausbaus der erneuerbaren Energien fördern Energieversorger wie die FairEnergie GmbH Reutlingen bei Privatkunden teilweise den Ausbau und die Erweiterung von Wasserkraftanlagen. Nachdem hierbei kurz laufende Programme aufgelegt werden, empfiehlt sich für konkrete Vorhaben die gezielte Nachfrage bei entsprechenden Unternehmen.

2. Bestandsaufnahme zur Wasserkraft in der Region Neckar-Alb

2.1 Wasserkraft in der Region Neckar-Alb

In der Wasserkraftstudie des Regionalverbandes Neckar-Alb aus dem Jahr 1995 wurden sämtliche Fließgewässer der Region, mit Ausnahme des Neckars, auf ihr Wasserkraftnutzungspotenzial untersucht. Über Recherchen konnten aktive und ehemalige Wasserkraftstandorte ausfindig gemacht werden. Mit Begehung der Standorte und Befragung von Betreibern gelang es, eine detaillierte Übersicht über die Situation zum damaligen Stand anzufertigen. Aufgrund veränderter Rahmenbedingungen wie einem gestiegenem Umwelt-/ Klimabewusstsein, effizienterer Technik und steigenden Energiepreisen soll eine neue Beurteilung durchgeführt werden, in der die technische und naturschutzfachliche Seite (z.B. Mindestwassermengen, Fischtreppen) neben ökonomischen Gesichtspunkten betrachtet wird, um vorhandenes Potenzial in der Region aufzuzeigen.

Im Satzungsbeschluss der Regionalplan-Fortschreibung vom 29.09.2009 für die Region Neckar-Alb ist die Wasserkraftnutzung an Fließgewässern als Grundsatz festgehalten. Danach ist die Nutzung „durch die Renovierung bestehender Anlagen, die Revitalisierung ehemaliger und den Ausbau neuer Laufwasserkraftwerke zu fördern“. Neu- und Ausbauvorhaben werden durch das “Erneuerbare-Energien-Gesetz“ (EEG) gefördert.

Aufgrund der hier befindlichen Mittelgebirge und den vergleichsweise hohen mittleren Niederschlägen sind Bayern und Baden-Württemberg durch das größte wassertechnische Arbeitsvermögen als Wasserkraftstandorte prädestiniert (HORLACHER 2003). Mehr als 80 % der durch Wasserkraft gewonnenen Energiemenge in Deutschland wird hier erzeugt (BMU 2006). Das Ausbaupotenzial der Wasserkraft in Baden-Württemberg wird mit 25 % angeben (BICKEL ET AL. 2005). Die Fließgewässer der Region Neckar-Alb stellen schon einen Teil des regionalen Strombedarfs bereit, in der weiteren Nutzung ihrer Wasserkraft liegt noch erhebliches Potenzial (KRÄMER & FRIESE 1995, RVNA).

In der Region Neckar-Alb lag die Personenanzahl der durchschnittlichen Haushaltsgröße im Jahr 2006 bei 2,2 (Vergleich Land: 2,2) mit einer Gesamtanzahl von 313.000 Haushalten. Seit 1970 nahm die Zahl der Haushalte um gut 1/3 zu, während sich die Haushaltsgröße um nahezu 1/3 verringerte. Langfristig führt der Trend dabei zu einer kleineren Haushaltsgröße[13]. Ein Zwei-Personenhaushalt benötigt ca. 3.100 kWh Strom pro Jahr (HERTLE & SCHÄCHTELE 2007). Mit einer Kleinwasserkraftanlage[14] können bei einer Nennleistung von 12 kW und einer Betriebszeit von jährlich 240 Tagen[15] knapp 70.000 kWh Strom pro Jahr gewonnen werden. Dies entspricht einer Versorgung von mehr als 22 Haushalten in der Region.

Ziel dieser Untersuchung ist die Ermittlung von möglichen Standorten für den Neubau oder die Revitalisierung von Wasserkraftanlagen, um in der Region eine zukunftsfähige und nachhaltige Energiewirtschaft und Stromversorgung mit Hilfe der erneuerbaren Energiequelle Wasserkraft zu unterstützen.

[13] Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 2009. Bei nachfolgenden Berechnungen werden die Werte eines exemplarischen Zwei-Personenhaushaltes verwendet.

[14] Bezeichnung für Wasserkraftanlagen bis 10 Megawatt (MW) Leistung.

[15] Wert entspricht den Angaben von Betreibern zur jährlichen Laufzeit aktiver Anlagen in der Region Neckar-Alb an Zuflüssen des Neckars.

2.2 Charakterisierung der Nebenflüsse des Neckars und der Donau

Im Regionsgebiet verläuft auf der Alb-Hochfläche von Südwesten nach Nordosten die europäische Wasserscheide. Sie trennt die Einzugsgebiete von Rhein und Donau. Die Gewässer südlich dieser Linie fließen der Donau zu, die in das Schwarze Meer mündet. Auf der Nordseite der Alb entwässern die Flüsse in den Neckar, der als Vorfluter in den Rhein strömt und anschließend der Nordsee zufließt.

Zu diesen Gewässern gehören (Aufzählung nach potenzieller Leistung):

- Echaz
- Erms
- Eyach
- Starzel
- Wiesaz
- Ammer
- Steinlach
- Büttenbach/Schalksbach
- Stunzach
- Elsach
- Katzenbach, Krebsbach
- Klingenbach

Ammer und Goldersbach strömen ebenfalls dem Neckar zu, anders als die anderen Vorfluter des Neckars folgen sie der natürlichen Abdachung der Schwäbischen Alb.

Die Gewässer der Region Neckar-Alb, die nördlich der Europäischen Wasserscheide dem Neckar zufließen, weisen überwiegend im Jahresverlauf stark schwankende Abflussmengen auf. An ihnen ist der Hauptteil von Wasserkraftanlagen in der Region installiert, gleichzeitig bieten diese Flüsse aufgrund von Gefälle und mittlerer jährlicher Abflussmenge (MQ) (Abbildung 15) das größte nutzbare Wasserkraftpotenzial.

Im Vergleich mit den Zuflüssen des Neckars besitzen die Vorfluter der Donau auf der Alb-Hochfläche ein geringes Gefälle und zeichnen sich durch eine eher beständige Wasserführung aus.

In der Region Neckar-Alb fließen folgende untersuchte Gewässer der Donau zu (Aufzählung nach potenzieller Leistung):

- Zwiefalter Ach
- Große Lauter
- Schlichem
- Schmiecha/Schmeie
- Seckach
- Obere Bära
- Lauchert
- Fehla

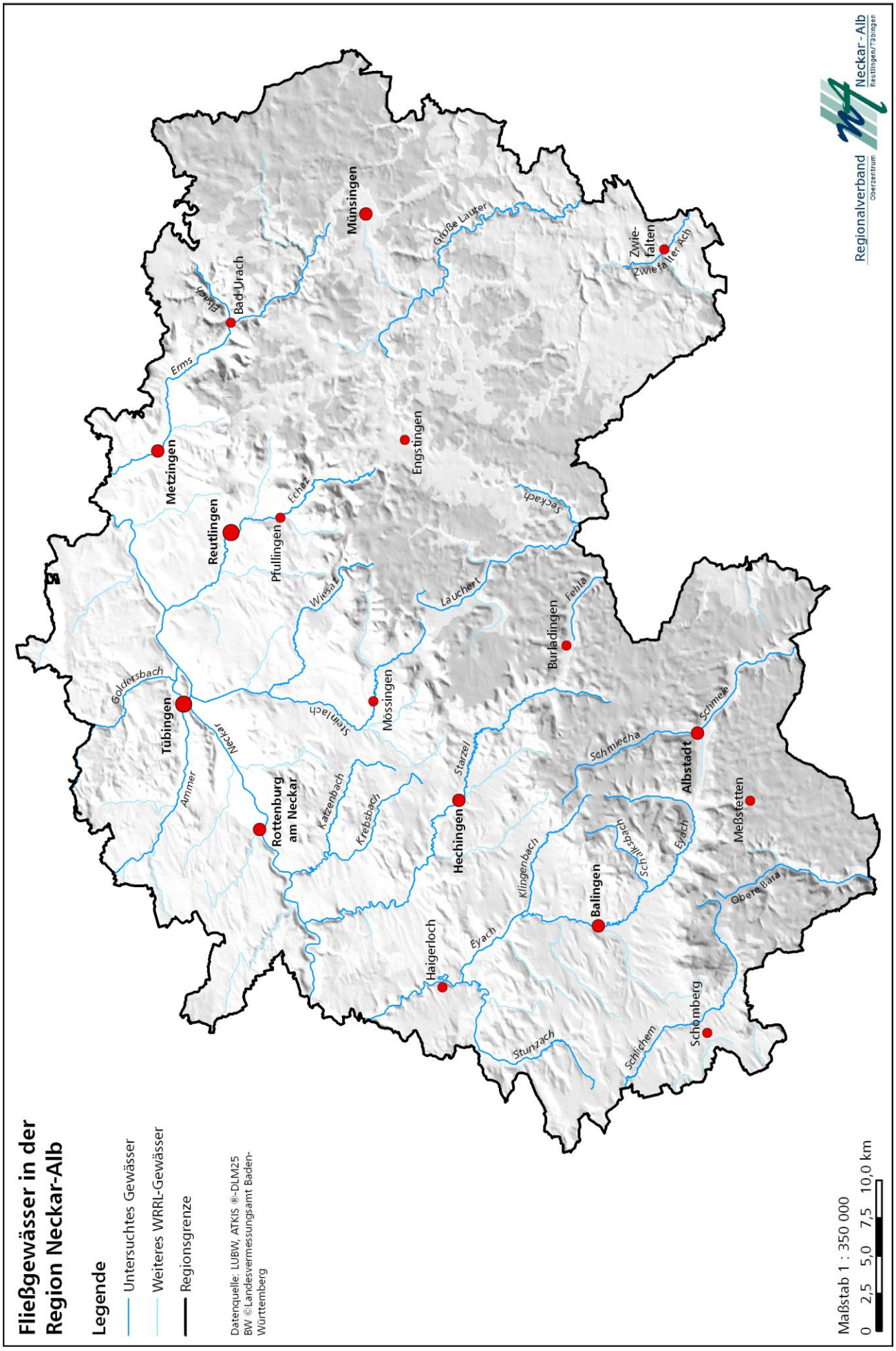


Abbildung 6: Karte mit den wichtigsten Fließgewässern der Region Neckar-Alb

2.3 Material und Methoden

2.3.1 Ausgangslage und Wahl von Standortkriterien, Datengewinnung bei der Standortbegehung

Als Grundlage der Bearbeitung diente die Untersuchung aus dem Jahr 1995, bei der alle ehemaligen und damals aktiven Wasserkraftanlagen, soweit bekannt, erfasst und auf ihren Zustand hin untersucht worden waren. Für die nun vorliegende Untersuchung wurden diese Standorte erneut aufgesucht. Bei der Standortbegehung fand in der Regel eine Besichtigung und Bestandsaufnahme sämtlicher außenliegender Anlagenteile statt, einschließlich Wehre, Ausleitungsstrecken sowie Rückleitungen, sofern das Gelände dies erlaubte. Neben einer fotographischen Dokumentation wurde, soweit möglich, eine Befragung der Anlagenbesitzer bzw. -betreiber durchgeführt. Sofern die Besitzer/Betreiber nicht persönlich angetroffen werden konnten, fand eine telefonische oder in Einzelfällen schriftliche Kontaktaufnahme statt. Eine Begehung und Inaugenscheinnahme der für eine eventuelle Neuanlage geeigneten Standorte wurde ebenfalls durchgeführt und teilweise Kontakte zu Grundstückseignern oder Personen mit Bezug zum entsprechenden Bereich hergestellt.

Auf der Grundlage von Fachliteratur wurde eine Auswahl der Kriterien vorgenommen, die für die Standortbeurteilung in Betracht gezogen werden müssen. Dabei fanden die folgenden Punkte Berücksichtigung:

Leistung:	Infrastruktur:
- Fallhöhe (m) - Durchflussrate (m^3/s) - die daraus ermittelte theoretische Leistung (kW)	- Wasserrecht und mögliche Auflagen für Mindestwassermengen - derzeitiger Zustand und Nutzung der Anlage - sonstige naturschutzfachliche Aspekte (Fischtreppen, Schutzstatus des Gebietes)

Um eine Kleinwasserkraftanlage effizient nutzen zu können, spielen vor allem 3 Parameter eine große Rolle: die **Fallhöhe**, die **Durchflussrate** und die **Leistung** der Turbinen (GIESECKE & MOSONYI 2005). Fallhöhe und Wassermenge (Durchflussrate) sind die wichtigsten Größen. Beide bestimmen die Turbinenauswahl und damit die letztendlich mögliche Leistung, die erreicht werden kann. Da die Abflusswassermenge jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt, können die Anlagen nicht immer unter Volllast laufen oder müssen gerade am Oberlauf zeitweise abgeschaltet werden. Die theoretisch möglichen Werte weichen daher von den letztlich erreichten ab. Bei kleiner Fallhöhe und Nutzmenge des Wassers ist mit einem wesentlich geringeren Wirkungsgrad der Anlage zu rechnen.
Die Fallhöhe wurde durch eine Besichtigung der jeweiligen Standorte überprüft. Probleme ergaben sich aus der zum Teil sehr schlechten Zugänglichkeit der Wehre und Ausleitungskanäle. Die letztendlich nutzbare Fallhöhe dürfte an einigen Standorten höher sein, da die Ausleitungskanäle in einigen Fällen mehrere hundert Meter lang waren und das zusätzliche Gefälle nicht mit einbezogen werden konnte. An manchen früheren Standorten erfolgten Absturz und Rückleitung ins Mutterbett unterirdisch, so dass eine Abschätzung der tatsächlichen Fallhöhe nicht möglich war. Hier wurde die Fallhöhe am Wehr berücksichtigt.
Sonstige Daten zu Wasserrecht, naturschutzfachlichen Auflagen oder Modernisierungsmöglichkeiten entstammen ebenfalls den Besichtigungen bzw. Befragungen an den Standorten.

2.3.2 Bestimmung der theoretischen Leistung

Die theoretisch zur Verfügung stehende Wasserenergie ergibt sich aus der Formel:

Leistung P[kW] = Durchflussrate Q [m³/s] x Fallhöhe h [m] x Fallbeschleunigung 9,81 [m/s²]

Diese Formel stellt den Idealzustand (Wirkungsgrad 100 %) dar, der auch bei sehr moderner Technik nicht erreicht wird. Realistischer ist ein Wirkungsgrad von 90 % (VOß ET AL. 2005). Die Angaben für die Fallbeschleunigung für kurze Fallstrecken wie bei Kleinwasserkraftanlagen schwanken in der Literatur zwischen 5 und 8 [m/s²]. Daher wird in den Berechnungen von einem Wert von 6 [m/s²] ausgegangen.

Die letztendlich nutzbare Wassermenge ist abhängig von der wasserrechtlichen Genehmigung. Diese legt fest, wie viel Wasser genutzt werden darf und wie viel im Mutterbett verbleiben muss. Die Ermittlung des **Mindestabflusses** wird in Baden-Württemberg individuell für die jeweilige Anlage geregelt. Für (Ausleitungs-) Kraftwerke bis 1.000 kW gilt nach dem Wasserkrafterlass[16] 1/3 des mittleren Niedrigwasserabflusses als Orientierungswert (MNQ) (siehe auch **Wasserrecht**, S. 10). In die Berechnung geht daher als nutzbare Wassermenge (Q_{nutz}) der Wert nach Abzug der Mindestwassermenge ein. Es ergibt sich:

Leistung P [kW] = Durchflussrate Q_{nutz} [m³/s] x Fallhöhe h [m] x 6 [m/s²]

Der errechnete Wert für die theoretische Leistung dient als **Orientierungswert**. Er stellt keine exakte Angabe dar.

An Standorten, die aufgrund der beiden Parameter Fallhöhe und MQ nicht oder nur bedingt für die Verwendung von Wasserturbinen in Frage kamen, jedoch aufgrund vorhandener Strukturen, marginaler ökologischer Bedenken oder anderer wasserbaulicher Voraussetzungen Potenziale boten, wurde die Einsatzmöglichkeit anderer Techniken der Kleinwasserkraft geprüft.

Für den Betrieb eines oberschlächtigen Wasserrades (siehe Seite 21) wurde folgende Formel zugrunde gelegt:

Leistung P [W] = Wirkungsgrad η x Dichte des Wassers *p* [kg/m³] x Volumenstrom V [m³/s] x Fallbeschleunigung *g* [m/s²] x Raddurchmesser *h* [m]

Wirkungsgrad η = 70 %
g (Konstante) = 9,81
Dichte des Wassers bei 9°C = 999,78 kg/m³[17]

Basierend auf dem heutigem Stand der Technik (2009) lassen sich Wasserräder mit einem Wirkungsgrad > 85 % installieren. Dieser Wirkungsgrad kann bei idealen Voraussetzungen erreicht werden. Für die Analyse wurde ein Wirkungsgrad von 70 % angenommen. Auch hier dienen die berechneten Werte lediglich zur **Orientierung**.

Leistungsangaben zu Wasserwirbelkraftwerken (siehe S. 21) beziehen sich auf Werte, die auf Basis einer Pilotanlage errechnet wurden und sind aus den Veröffentlichungen des Entwicklers direkt übernommen (siehe Tabelle 1).

[16] Wasserkrafterlass vom 30.12.2006. Baden-Württemberg EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)
[17] Basierend auf der durchschnittlichen Lufttemperatur von Baden-Württemberg für den Zeitraum 1961-90 auf Datenlage des Deutschen Wetterdienstes (DWD)

Tabelle 1: Anlagenleistung Gravitationswasserwirbelkraftwerk[18]

Fallhöhe [m]	Durchflussmenge [m³/s]	Leistung [kW]
1*	1*	6*
1	2	12
1	5	30
1	10	60
1,5	1	9
1,5	2	18
1,5	10	90
2	1	12
2	2	24
2	5	60
2	10	120
2,5	1	20
2,5	5	75
2,5	10	150

*Ausgangsbasis

Wasserkraftschnecken (siehe S. 22) eigenen sich großteils für jene Standorte, an denen Wasserräder oder Wasserwirbelkraftanlagen errichtet werden können und arbeiten bei einem geringem Gefälle und schwankenden Durchflussmengen. Welche Technik am Standort letztendlich am effizientesten zum Einsatz kommen kann, sollte immer im Einzelfall überprüft werden.

2.3.3 Einteilung der Anlagen - Anlagentypen

In den Fließgewässern der Region Neckar-Alb, mit Ausnahme des Neckars selbst, ist aufgrund der verfügbaren Wassermenge und der dabei zu erwartenden Leistung hauptsächlich die Errichtung von sogenannten Kleinwasserkraftanlagen möglich. Bei diesen Anlagen wird eine Leistung von 10 MW nicht überschritten (Kategorisierung nur für Europa gültig). Sie werden hauptsächlich für die Deckung der Grundlast eingesetzt, da sie keine Speichermöglichkeiten für Betriebswasser besitzen. Meist werden sie als Laufwasserkraftwerke konzipiert, da aufgrund der Topografie eine Überstauung der Ufergebiete und damit eine Speicherung wie bei Speicherkraftwerken mit Staudämmen nicht möglich ist (GIESECKE & MOSONYI 2005).

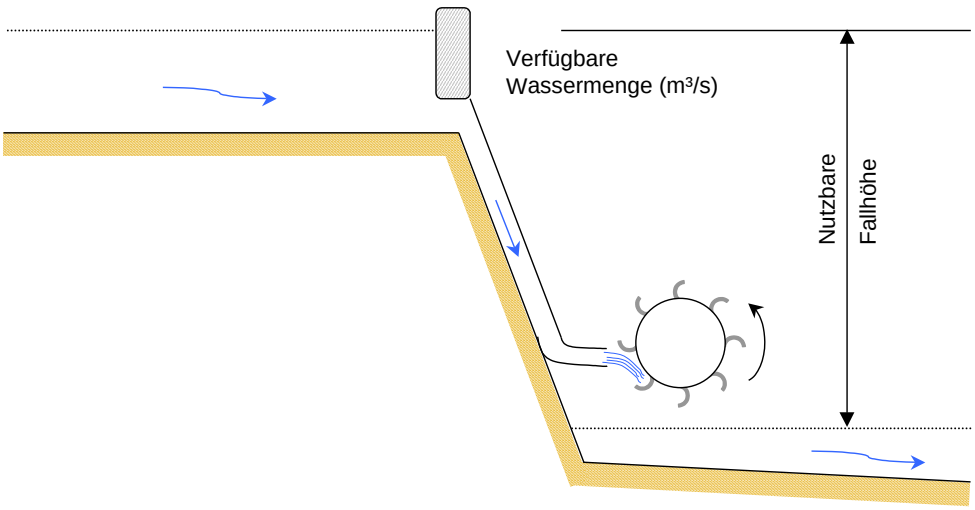


Abbildung 7: Prinzip der Wasserkraftnutzung (Quelle: nach Penche 1998)

[18] http://www.watervortex.net/?Leistungsdaten | Stand: 11.2009

Nieder-, Mittel- und Hochdruckanlagen

Die Einteilung der Kleinwasserkraftwerke geschieht nach der Art, in der das Wasser der Turbine zugeführt wird, dem Standort der Turbine und der genutzten Fallhöhe. Man unterscheidet folgende Typen:

- Niederdruckanlagen:
  Das wichtigste Bauwerk ist die Wehranlage (z.B. Sperre), heute meist eine robuste Betonkonstruktion, die größere Wassermengen ableitet und deren Stabilität auch bei Hochwasser gewährleistet sein muss. Die Turbine liegt entweder direkt am, eventuell sogar im Wehrkörper (Flusskraftwerk) oder am Ende eines Triebwasserkanals (Kanalkraftwerk). Die Druckleitung ist entweder sehr kurz oder bei kleinen Fallhöhen nicht vorhanden. Die Leistung dieser Anlagen liegt unter 1 MW.
- Mittel- bis Hochdruckanlagen:
  Diese befinden sich hauptsächlich an Fließgewässern, Quellen im Gebirge, in Ver- und Entsorgungsnetzen und in der industriellen Druckentspannungstechnologie. Zu den oben genannten Bauteilen kommt hier eine Druckleitung hinzu. Die Fallhöhe liegt hierbei typischerweise über 15 m, bei Hochdruckanlagen über 50 m.

Die Leistung der Kraftwerke ist von der Fallhöhe und dem Durchfluss abhängig. Sind entsprechende natürliche Fallhöhen nicht gegeben, wird das Wasser in einem Wehr aufgestaut.

Vorteile:

- hoher Wirkungsgrad bei der Energieumwandlung
- Nutzung vorhandener Energie; kein Verbrauch natürlicher Ressourcen
- schadstoffarm
- geringe Wärmeabgabe
- geringe Betriebs- und Personalkosten; lange Lebensdauer (VOß ET AL. 2005)
- dezentrale Stromerzeugung

Nachteile:

- evtl. größere Entfernung zu günstigen Standorten bzw. Endverbrauchern und damit Übertragungsverluste und hohe Kosten durch Streckenausbau oder Erschließung
- Unterbrechung des Sedimenttransportes
- Einschränkung der Lebensräume für Wanderfische
- hohe Investitionskosten, besonders bei einer Neuanlage; lange Amortisationszeit (Minimum 10 Jahre) (HORLACHER 2003)

Ausleitungskraftwerke und Stauwerke

Die meisten Kleinwasserkraftwerke in der Region Neckar-Alb sind als **Ausleitungskraftwerke** konzipiert. Speicher- oder Stauwerke sammeln das Wasser in einem oberhalb des Kraftwerks gelegenen Becken, bevor es dem Kraftwerk zugeleitet wird.

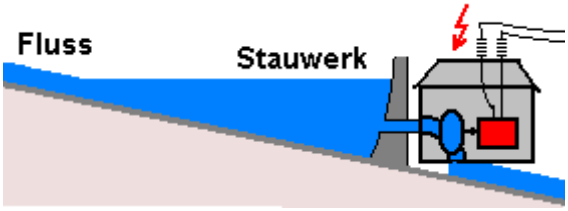


Abbildung 8: Beim Stauwerk wird der Zufluss aufgestaut und so eine Wasserspiegeldifferenz direkt am Kraftwerk erzeugt. Es ermöglicht eine annähernd vollständige und gleich bleibende Energieausnutzung, stellt jedoch einen erheblichen Eingriff in das Gewässersystem und die Umwelt dar.

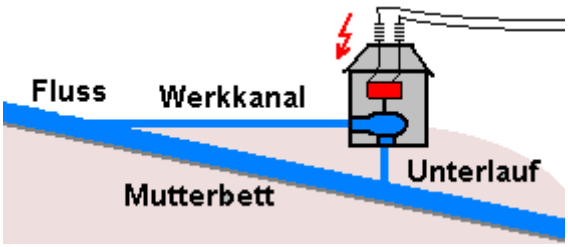


Abbildung 9: Beim Ausleitungswerk wird ein Teil des Fließgewässers abgezweigt und durch einen Werkkanal - analog den früheren Mühlgräben - zum Krafthaus geleitet. Die nutzbare Höhendifferenz kommt durch ein geringeres Gefälle des Kanals gegenüber dem Mutterbett zustande. Dabei kann jedoch nur ein Teil des Wassers zur Energieerzeugung genutzt werden.

Quelle: http://www.alaunwerk.de/wkraft.htm

Mit den Kanälen der Ausleitungswerke werden teilweise Strecken von mehreren hundert Metern überwunden, bevor es letztlich dem eigentlichen Bachlauf wieder zugeführt wird. Dem Bachbett wird für diesen Bereich ein Teil der ursprünglich zur Verfügung stehenden Wassermenge entzogen. Eine Ausleitung kann sich in solchen Fällen problematisch auf die Gewässerökologie auswirken. Dies ist dann der Fall, wenn die Restwassergabe beispielsweise nicht mehr für Fischwanderungen und Geschiebetransport oder die Versorgung von Kleinstlebewesen und Pflanzen im Gewässer- oder Böschungsbereich ausreichend ist.

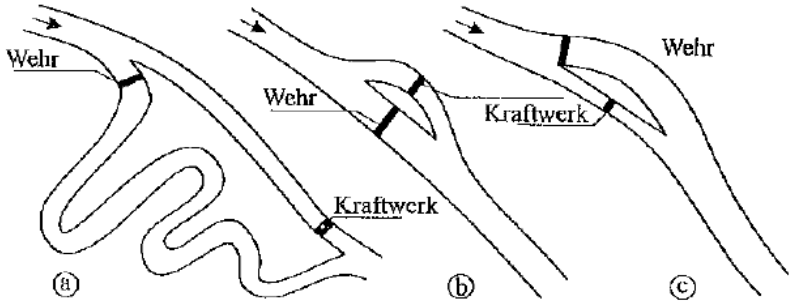


Abbildung 10: Ausleitungskraftwerke: a) Kanal- ; b) Schleifen- ; c) Schlingenkraftwerk
(Quelle: GIESECKE & MOSONYI 2005)

2.3.4 Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung bestehender Anlagen

Da viele Standorte aufgrund von Naturschutzaspekten, geringen Wassermengen oder Fallhöhen und nicht vorhandenen Staumöglichkeiten für einen Neubau nicht in Frage kommen, wird in dieser Untersuchung auch die Möglichkeit der **Effizienzsteigerung** vorhandener Anlagen mit einbezogen. GIESECKE U. MOSONYI sehen darin eine wichtige Möglichkeit zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und Rentabilität von Wasserkraftanlagen. Die Maßnahmen können hier zum Beispiel den Austausch alter Anlagenteile wie Turbine, Generator und Stromrichter gegen neuere Komponenten mit einem höheren Wirkungsgrad oder den weiteren Ausbau der Anlage umfassen. Auch die Erhöhung der Fallhöhe oder eine automatisierte Wasserregulierung tragen zu einer besseren Energieausbeute bei (MÜLLER-CZYGAN & SCHMIDT 2005). Eine Leistungssteigerung von bis zu 15 % ist bei Optimierung laufender Wasserkraftanlagen möglich (RUPRECHT 2008).

Strömungstechnische Umgestaltungen bieten sich für die Erhöhung der Anlagenleistung ebenfalls an. Häufig werden beim Umbau alter Anlagen, aber auch beim Neubau, strömungstechnische Fehler mit entsprechender Reduktion und Verlusten der Leistungsausbeute gemacht (RUPRECHT UND GÖDE 2002). Eine Untersuchung und Beurteilung der Effizienzsteigerung nach diesem Gesichtspunkt ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich.

2.3.5 Verwendung von Geodaten und hydrologischen Datenbanken

Um neue Standorte ausfindig zu machen, wurden Topographische Karten 1 : 25 000 genutzt, die mögliche Wehre, größere Gefälle und Abstürze erkennen lassen. Weitere Hinweise über

Querbauwerke lieferten Orthophotos sowie Daten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) zu den jeweiligen Fließgewässern.

Messungen und Berechnungen zur **Kilometrierung** der Gewässer wurden mit Hilfe des Geographischen Informationssystems ArcView 3.1 durchgeführt.

Sämtliche **Abflussdaten** wurden mit Hilfe der Mittel- und Niedrigwasserlängsschnitte aus der DVD „Abfluss-Kennwerte in Baden-Württemberg“ von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) ermittelt. Sie sind als Näherungswerte zu betrachten.

2.3.6 Einbezug von Schutzgebieten und bestehenden Planungen

Um die Standorte möglichst umfassend beurteilen zu können, wurden auch **Naturschutz- und Planungsaspekte** mit einbezogen. Der Schutzstatus des Gebietes (nach Punkt 2.4 Wasserkrafterlass) spielte bei der Betrachtung ebenso eine Rolle wie die Durchgängigkeit und die Gestaltung der Ausleitungskanäle.
Nach § 32 NatSchG sind alle unverbauten und naturnahen Flussabschnitte einschließlich Ufervegetation geschützt. Der Schutzstatus entspricht dem eines Naturschutzgebietes. Seit der Novellierung 2007 sind auch die Überschwemmungsgebiete in diesen Schutzstatus aufgenommen. Zusätzlich werden hier ebenfalls die Gewässerstrukturgüteklasse und die Vorgaben des Regionalplanes (z.B. Ausweisung als Vorranggebiet für den Hochwasserschutz) mit einbezogen.
In den Datenbögen wird auch auf die Lage zu verschiedenen Schutzgebieten bzw. den Schutzstatus des Gebietes verwiesen. Viele Anlagen wurden als Ausleitungskraftwerke errichtet. Die Triebwerkshäuser stehen zum Teil mehrere hundert Meter von dem jeweiligen Gewässer entfernt und sind über Ausleitungskanäle damit verbunden. Enthalten die Datenbögen einen Schutzgebietsvermerk (z.B. § 32-Biotop), so bezieht sich dies immer auf den jeweiligen Gewässerabschnitt des Mutterbettes, aus dem der Ausleitungskanal abgezweigt wird, bis zu dem Punkt, an dem das Wasser wieder dem Mutterbett zugeführt wird. Sind keine weiteren Anlagenteile vorhanden, so beziehen sich die Angaben auf die nähere Umgebung des Standortes (50 bis 150 m).

2.4 Bewertungsschlüssel für die Standorte und Kategorisierung der Wasserkraftanlagen

2.4.1 Bewertungsschlüssel für die Standorte

In den Datenblättern, die für jeden untersuchten Standort angelegt wurden, wurde ein Bewertungsschlüssel zur Einteilung der Standorte verwendet, der sich aus der jeweiligen Fallhöhe und der theoretischen Leistung nach Abzug 1/3 MNQ berechnet.

Fallhöhe:	**Punkte**
< 2 m	0
2 – 5 m	1
5 – 10m	2
> 10 m	3

Theoretische Leistung:	**Punkte**
bis 5 kW	0
bis 10 kW	1
bis 30 kW	2
bis 50 kW	3
über 50 kW	4

Zusammengefasst ergeben beide Parameter eine Leistungskategorie. Je nach Höhe der Punktzahl empfiehlt sich der Betrieb einer Anlage, wobei zur Beurteilung jeweils auch die weiteren Standortbedingungen (naturschutzfachliche Aspekte, Zustand etc.) mit einbezogen wurden. Die Leistungskategorie stellt einen grundlegenden Aspekt für die Kategorisierung der Standorte dar.

2.4.2 Kategorisierung der Wasserkraftanlagen

Aufgrund ihres jeweiligen Zustands und dem ermittelten Potenzial wurde eine Kategorisierung der Standorte vorgenommen. Die Zuschreibung einer Kategorie zu einem Standort ist das Ergebnis einer Gesamtbeurteilung aller Bedingungen. Eine Erläuterung zu den vergebenen Kategorien ist nachfolgend aufgeführt.

Anlage in Betrieb
Zum Zeitpunkt der Datenerhebung wurden diese Anlagen zur Energiegewinnung genutzt. Hierbei wurden in dieser Kategorie auch solche Anlagen aufgenommen, deren Nutzung aufgrund von Reparatur- oder Modernisierungsarbeiten vorübergehend eingeschränkt oder eingestellt war.

Anlage revitalisierbar
Standorte an denen die frühere mechanische oder energetische Wasserkraftnutzung aufgegeben wurde. Es sind in unterschiedlichem Ausmaß noch bauliche oder technische Einrichtungen vorhanden. Aufgrund der geänderten Rahmenbedingungen durch das EEG und unter gleichzeitigem Einbezug ökologischer Anforderungen an die Gewässerstruktur eignen sie sich nach der ersten Einschätzung für eine Wiederinbetriebnahme.

Potenzial für Neuanlage
Standorte, für die eine Neuanlage unter ökologischen, technischen sowie ökonomischen Gesichtspunkten möglich erscheint, wurden in dieser Kategorie aufgenommen.

Standort derzeit nicht geeignet oder nicht mehr verfügbar
Unter dieser Kategorie wurden jene Standorte zusammengefasst, für die infolge von Geländeverbauung, geänderter Gewässermorphologie, Gebäude- oder Gebietsnutzung ein Gewässeranschluss zum Zeitpunkt der Datenerhebung nicht möglich erscheint. Des Weiteren erfolgte diese Kategorisierung, wenn sich eine Revitalisierung aus ökologischer und ökonomischer Sicht als nicht gerechtfertigt abzeichnete. Eine Detailuntersuchung kann hierbei im Einzelfall zu anderer Einschätzung führen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass mit Hilfe der alten Studie und den Wasserabflussdaten bereits eine Vorauswahl der näher zu untersuchenden Standorte getroffen wurde. Bestehende Querbauwerke und Sohlschwellen nach Quellangaben der LUBW wurden hierbei ebenfalls berücksichtigt.

Diese Studie erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Bei einer Bewertung unter anderen Gesichtspunkten sind abweichende Ergebnisse möglich.

2.5 Ausblick: Möglichkeiten der Nutzung bei kleineren Fallhöhen oder verbauten Gewässern

In Wasserkraftanlagen werden Turbinen eingesetzt, die Wirkungsgrade bis ca. 90 % erreichen können. Ihr Einsatz unterliegt bestimmten Vorbedingungen und bietet sich nicht an allen Standorten gleichermaßen an. Zudem ist die Anschaffung von Turbinen meist mit hohen Investitionen verbunden, die sich an manchen Standorten aufgrund lediglich geringer Was-

serkraftleistungen nicht rechnen. Bei geringen Fallhöhen, stark schwankenden Abflussmengen oder unzureichendem Platzangebot für Ausleitungen können sich andere Techniken als geeignet erweisen. Auf diese Weise lässt sich Potenzial von aufgegebenen oder bislang ungenutzten Wasserkraftstandorten nutzen. Im Folgenden werden drei dieser Techniken kurz vorgestellt.

2.5.1 Wasserwirbelkraftwerk (WWK)

Nach Angaben des Entwicklers nutzt diese Art von Kleinstwasserkraftanlagen im Gegensatz zu anderen Kleinwasserkraftwerken nicht direkt die potenzielle oder die kinetische Energie des Wassers, sondern die Gravitationsenergie. Grundlage bildet ein rundes Staubecken mit einem zentralen Abfluss. Der beim Ablaufen entstehende Wasserwirbel kann zum Antrieb einer Turbine genutzt werden.
Wasserwirbelkraftwerke eignen sich bereits für geringe Fallhöhen ab ca. 0,7 m.

Abbildung 11: Wasserwirbelkraftwerk. (Quelle: http://www.zotloeterer.com)

2.5.2 Wasserrad

Ebenso wie Wasserkraftschnecken können Wasserräder bei schwankenden Wassermengen ohne große Einbußen beim Wirkungsgrad arbeiten und auch bei geringen Abflussraten betrieben werden (DREWS, KTBL 2005). Aufgrund ihrer dezentralen Anordnung sind zur Errichtung und für den Betrieb nur kleine Eingriffe in den Naturraum notwendig, Tiefbauarbeiten im Unterwasserbereich entfallen. Abhängig von der Bauform kann jedoch ein Wehr notwendig sein. Eine Verletzungsgefahr von Fischen beim Passieren der Anlage kann wegen der niedrigen Drehzahl nahezu ausgeschlossen werden. Je nach Beaufschlagung der Schaufeln durch das Wasser am obersten Punkt, in der Mitte, bei 1/3 oder am untersten Punkt der Radhöhe werden ober-, mittel-, rücken- und unterschlächtige Wasserräder unterschieden. Tiefschlächtige Wasserräder werden lediglich durch die Strömung eines Bach- oder Flusslaufes angetrieben und erreichen Wirkungsgrade bis 85 %. Unter optimalen Bedingungen können unterschlächtige Wasserräder einen Wirkungsgrad > 70 %, moderne mittel- und oberschlächtige Wasserräder > 80 % erreichen (MÜLLER 2005). Damit kommen sie nahe an das Leistungsvermögen konventioneller Turbinen heran.
Wasserräder eignen sich bereits für Standorte mit geringer Fallhöhe (0,5 - 10 m) (GIESECKE & MOSONYI 2005) und Durchflussmengen von 0,1 bis 2 m³/s. Die erzielbaren Leistungen liegen im ein- bis zweistelligen Kilowattbereich.

2.5.3 Lamellenturbine

Die Lamellenturbine gehört zur Gruppe der unterschlächtigen Wasserräder. Anstatt der Schaufeln eines Wasserrades werden speziell geformte Lamellen in einer besonderen An-

ordnung am Umfang des Rades fix angeordnet, so dass diese das verfügbare Wasservolumen aus dem anströmenden Gewässer aufnehmen und unter möglichst hoher Abgabe seiner Kraft in eine Drehbewegung umwandeln. Die Lamellen erfüllen durch ihre Anordnung eine Art „push and drag“-Funktion, indem das Wasser seine Energie genau während der Verweildauer in den Zwischenräumen der Lamellen abgibt. Bevor es in den Innenraum des Rades eintritt, hat es das Rad bereits wieder verlassen. Mit der Lamellentechnologie können Standorte ab 0,5 m Fallhöhe Wassermengen ab 1 m³/sec erschlossen werden. Die Lamellentechnologie benötigt keinen Ausleitungskanal und ist „hochwassertauglich“, d.h. der Einsatz ist auch in befestigten Flussläufen möglich.

Abbildung 12: Lamellenturbine (Quelle: http://www.bew-power.at)

2.5.4 Wasserkraftschnecke

Wasserkraftschnecken benötigen im Vergleich zu Turbinenanlagen keine Tiefbauarbeiten im Unterwasserbereich. Möglich ist dies infolge der geringeren Wasserüberdeckung im Auslauf. Aufgrund dieser Tatsache kann der Einbau einer Wasserkraftschnecke in einen Flusslauf meist ohne Veränderung des natürlichen Flussbettes erfolgen. Sie können selbst geringe Wasserkraftpotenziale ab 1 kW nutzbar machen und bei schwankenden Durchflussmengen arbeiten.[19]

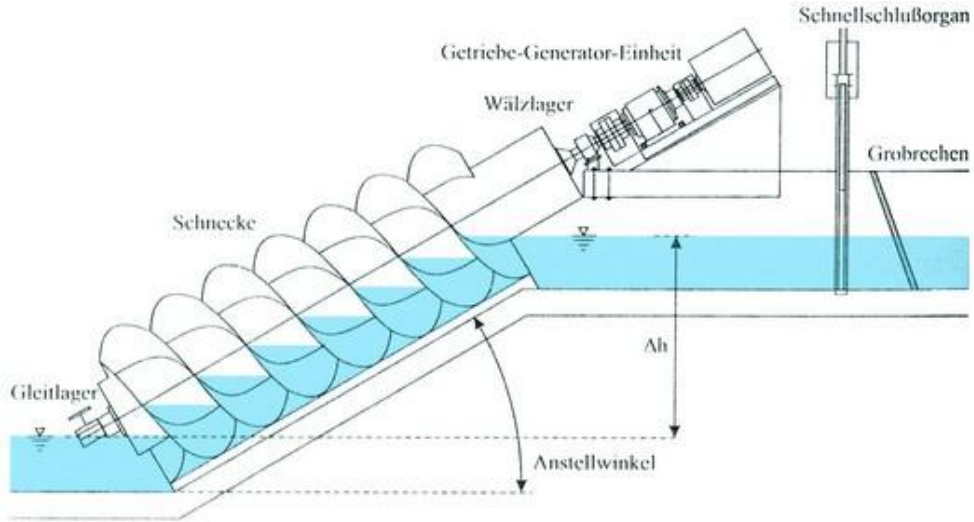


Abbildung 13: Wasserkraftschnecke (Quelle: nach GIESECKE & MOSONYI 2005)

[19] Ritz-Atro (2005): Wasserkraftschnecken, Energiegewinnung - effizient und fischverträglich. Broschüre, Selbstverlag.

3. Ermittlung des theoretischen Linienpotenzials in der Region Neckar-Alb

3.1 Zum Begriff des theoretischen Potenzials

Potenzialermittlungen werden im Allgemeinen dazu durchgeführt, ähnliche Flussgebiete einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehen. Sie sind nicht geeignet, das tatsächlich nutzbare Wasserkraftpotenzial einer Region zu bestimmen, da sie keine Aussage über den prozentualen Anteil, der wirklich genutzt werden kann, zulassen. Allerdings können sie Hinweise auf Gebiete liefern, deren tatsächliches Potenzial hinsichtlich einer späteren Nutzung näher untersucht werden kann.

Bei der Betrachtung der Potenziale an Gewässern zur Wasserkraftnutzung wird zwischen verschiedenen Arten unterschieden (nach GIESECKE, J., MOSONYI, E. (2005) und HORLACHER, H.-B. (2003)):

- Die Obergrenze des theoretisch vorhandenen Wasserkraftpotenziales wird als das **theoretische Flächenpotenzial** bezeichnet und entspricht dem theoretischen Arbeitsvermögen. Dieses beinhaltet den Niederschlag, der auf eine bestimmte Fläche fällt (z. B. das Einzugsgebiet eines Wasserkraftwerkes), abzüglich der Anteile für Verdunstung, Versickerung und andere Verluste, sowie den auf den jeweiligen Schwerpunkt bezogenen Höhenunterschied zwischen der Fläche und dem Fließgewässer, dem sogenannten Vorfluter, in den die Fläche letztendlich entwässert. Diese Kenngröße ist jedoch für energiewirtschaftliche Zwecke wenig realistisch.
- Eine aussagefähigere Größe für die Wasserkraftnutzung ist das **Linienpotenzial**. Darin wird ein konkreter Abschnitt eines Fließgewässers erfasst, das einen bestimmten mittleren Abfluss aufweist und innerhalb des betrachteten Abschnittes einen gewissen Höhenunterschied überwindet. Das Arbeitsvermögen berechnet sich aus dem Produkt aus Abfluss und Fallhöhe, die Aufsummierung ergibt das Linienpotenzial des gesamten Flusslaufes.

Der tatsächlich nutzbare Anteil dieser Potenziale unterliegt einer Reihe von technischen, ökonomischen und ökologischen Einschränkungen.
„Das technische Potenzial des Energieträgers Wasser bezeichnet das Arbeitsvermögen, welches unter Berücksichtigung technischer, ökologischer, infrastruktureller und anderer Belange tatsächlich nutzbar ist. Selbst beim vollständigen Flussausbau kann wegen nicht horizontal verlaufender Wasserspiegel (Staulinie) im Oberwasser eines Kraftwerkes nie die gesamte geodätische Fallhöhe ausgenutzt werden. Auch reduzieren Fallhöhenschwankungen infolge von Wasserstandsänderungen im Unterwasser bei unterschiedlichen Durchflüssen die technisch mögliche Stromerzeugung. Ökologische Forderungen, z.B. Mindestwasserauflagen, können das nutzbare Potenzial zusätzlich erheblich einschränken. Auch ist der Gesamtwirkungsgrad einer Wasserkraftanlage meist kleiner als 75 %. Weiterhin liegt die Anlagenverfügbarkeit bei den üblichen Wasserkraftanlagen aufgrund von Wartungs- und Reparaturarbeiten im Mittel zwischen 93 und 97 %. Näherungsweise liegt daher das technische Potenzial bei 20 bis 35 % des theoretischen Potenzials. Schließlich muss noch das wirtschaftlich nutzbare bzw. ausbauwürdige Potenzial berücksichtig werden. Es entspricht dem Anteil des technischen Wasserkraftpotenzials, der wirtschaftlich im Vergleich zu anderen Energieformen genutzt werden kann. Als Kriterium dafür wird die Amortisation des investierten Kapitals innerhalb der Anlagennutzungsdauer herangezogen. Hierbei sind u.a. die Kosten für die Nutzung alternativer Energien, die Höhe des Diskontsatzes und die Struktur des Versorgungssystems (Inselbetrieb oder Verbund) zu berücksichtigen“ (HORLACHER, H.-B. (2003): Globale Potenziale der Wasserkraft. Berlin, Heidelberg.).

Zusätzlich zu den konkreten Bestandsaufnahmen an den Anlagenstandorten, bei der jeweils die theoretische Leistung bestimmt wurde (siehe Teil A, Kapitel 2.2.2 und Teil B), erfolgte im Rahmen dieser Studie eine Ermittlung des theoretischen Linienpotenzials der jeweiligen

Fließgewässer. Die hierbei gewonnenen Resultate können bei weitergehender Bearbeitung als Grundlage zur Bestimmung des tatsächlichen Potenzials dienen.

3.2 Vorgehen

Eine Ermittlung des theoretischen Linienpotenzials fand für alle Gewässer statt, die im Rahmen der Standortbegehungen aufgesucht wurden. Einige dieser Gewässer beginnen oder enden nicht in der Region Neckar-Alb. Hier wurde jeweils der Abschnitt betrachtet, der sich innerhalb der Region befindet.

Die einzelnen Gewässerläufe wurden zunächst an den Zuflüssen, für die jeweils Abflusswerte (aus der DVD „Abfluss-Kennwerte in Baden-Württemberg“ der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)) verfügbar waren, an den bekannten Anlagenstandorten, die in dieser Studie als „Anlage in Betrieb“, „Anlage revitalisierbar“ und „Potenzial für Neuanlage“ aufgenommen wurden, sowie an bekannten Sohlschwellen, Wehren sowie weiteren Querbauwerken und Abstürzen mit meist mehr als 40 oder 50 cm Wasserspiegeldifferenz unterteilt. Um eine Vergleichbarkeit der einzelnen Gewässerabschnitte herzustellen, sollten diese in der Länge möglichst einheitlich sein. Daher fand eine weitere Zerschneidung in 200 m-Segmente statt. Aufgrund des geringen Gefälles war beim Neckar die Bildung von 500 m-Segmenten notwendig. Für die entstandenen Teilabschnitte wurden die Höhenwerte abgegriffen (zur Verfügung stand das Digitale Geländemodell im 5 x 5 m-Raster) und die Höhendifferenz der einzelnen Segmente berechnet. Schließlich erfolgte anhand der Abfluss-Kennwerte (s.o.) die Ermittlung des durchschnittlichen Abflusses (MQ) pro Segment.

Für die Berechnung des theoretischen Linienpotenzials eines Flusslaufs sind die drei Faktoren Wassergefälle, mittlerer Abfluss und Erdbeschleunigung relevant. Da durch das theoretische Linienpotenzial die höchstmögliche Energie des Wassers wiedergegeben wird, findet die Erdbeschleunigung mit ihrem obersten Wert 9,81 Berücksichtigung. Die Formel zur Berechnung des Linienpotentials lautet:

Leistung P [kW] = Durchflussrate Q [m^3/s] * Fallhöhe h [m] * Fallbeschleunigung 9,81 [m/s^2]

Die mit dieser Formel errechneten Ergebnisse für die einzelnen Gewässersegmente wurden summiert und so das gesamte theoretische Linienpotenzial des Gewässerlaufs erzielt. Insgesamt ist anzumerken, dass es sich ungeachtet der angewendeten Methode bei den errechneten Ergebnissen nur um eine näherungsweise Abschätzung handeln kann.

Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse herzustellen, ist die Umrechnung in das spezifische Linienpotenzial sinnvoll. Dieses errechnet sich aus der mittleren Leistung pro Flusskilometer (= Linienpotenzial / Länge des Gewässers).

3.3 Ergebnisse

In der nachfolgenden Tabelle sind die ermittelten Linienpotenziale aufgeführt (Sortierung nach Leistung des spezifischen Linienpotenzials).

Tabelle 2: Theoretisches Linienpotenzial der Flüsse in der Region Neckar-Alb

Gewässer	Zu-fluss	Länge [km]	Höhen-differenz [m]	Gefälle [%]	Linien-potenzial [kW]	Spezifisches Linienpoten-zial [kW/km]
Neckar *	Rhein	43,372	77	0,18	17419,26	401,62
Erms *	Neckar	27,129	307	1,13	5859,94	216,00
Echaz	Neckar	22,845	272	1,19	4068,07	178,07
Eyach	Neckar	50,430	463	0,92	4691,67	93,03
Steinlach	Neckar	25,053	386	1,54	1946,07	77,68
Starzel	Neckar	42,754	483	1,13	2785,59	65,15
Zwiefalter Ach *	Donau	7,147	31	0,44	351,72	49,21
Elsach	Neckar	5,263	107	2,04	258,55	49,13
Ammer *	Neckar	17,493	93	0,53	674,86	38,58
Schlichem *	Donau	21,480	321	1,50	775,34	36,10
Wiesaz	Neckar	16,788	378	2,25	600,47	35,77
Große Lauter *	Donau	30,946	96	0,31	1011,34	32,68
Goldersbach *	Neckar	14,093	128	0,91	440,44	31,25
Stunzach	Neckar	19,820	222	1,12	562,93	28,40
Klingenbach	Neckar	11,528	387	3,36	315,18	27,34
Schmiecha/ Schmeie *	Donau	22,695	192	0,85	555,81	24,49
Obere Bära	Donau	12,799	160	1,25	301,33	23,54
Lauchert *	Donau	15,881	94	0,59	363,85	22,91
Büttenbach/ Schalksbach	Neckar	8,473	263	3,10	167,67	19,79
Seckach	Donau	6,452	27	0,42	104,37	16,18
Katzenbach	Neckar	15,871	145	0,91	199,17	12,55
Fehla *	Donau	5,589	28	0,50	52,68	9,42
Krebsbach	Neckar	11,339	127	1,12	84,78	7,48

***** nur Abschnitt innerhalb der Region Neckar-Alb

Zu bemerken ist, dass das spezifische Linienpotenzial des Neckars im Vergleich zu den anderen Gewässern geringer ausfällt, als eigentlich aufgrund des großen Wasserdurchflusses zu erwarten wäre. Dies ist jedoch mit dem sehr niedrigen Gefälle zu erklären. Ebenso zeigt sich das große Gefälle des vergleichsweisen kurzen Baches Elsach ursächlich für dessen hohen errechneten Wert. Demgegenüber besitzt der Büttenbach/Schalksbach zwar ein sehr hohes Gefälle, jedoch ist seine Wasserführung gering. Ebenso trifft dies auf den Klingenbach zu, der darüber hinaus in den Sommermonaten an seinem Oberlauf trockenfallen kann.
Ein in der Regel eher geringes Gefälle und damit einhergehendes niedriges Linienpotenzial weisen die Donauzuflüsse durch die Abflachung der Alb auf. Abträglich für das Potenzial ist zudem der durch den Karst verursachte Wassermangel auf der Albhochfläche.

Zusammen ergibt sich für die untersuchten Gewässer der Region Neckar-Alb ein theoretisches Linienpotenzial von 43,59 MW. Die 4 größten Gewässer Neckar, Erms, Echaz und Eyach weisen dabei 32,04 MW (73,5 %) auf. Betrachtet man das Linienpotenzial ohne den Neckar, errechnet sich für die Region eine Summe von 26,17 MW, dabei erreichen Erms, Echaz und Eyach 14,62 MW (55,9 %).

3.4 Auswertung

In Abbildung 14 ist die räumliche Verteilung der Leistungswerte der einzelnen Segmente an den untersuchten Gewässern zu erkennen.

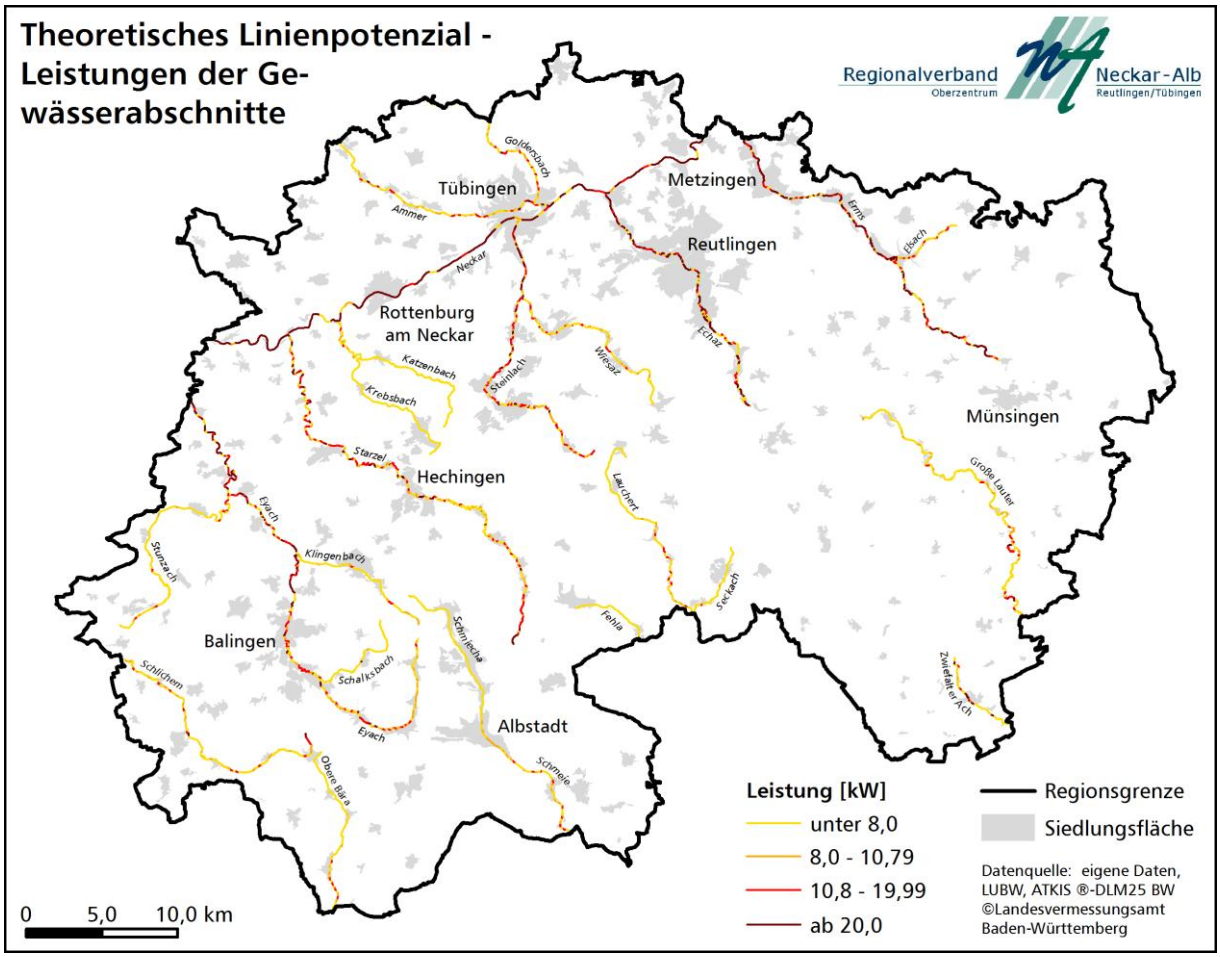


Abbildung 14: Theoretisches Linienpotenzial - Veranschaulichung der Lage von Gewässerabschnitten mit unterschiedlichen Leistungswerten

An den Gewässern Neckar, Erms, Echaz und Eyach liegen die höchsten ermittelten Potenziale. Steinlach und Starzel weisen ebenfalls hohe Potenzialwerte auf. Ein eher geringes theoretisches Linienpotenzial besitzen demgegenüber die verbleibenden Bachläufe, da der Wasserabfluss an diesen Gewässern vergleichsweise niedrig ist. Über die Verteilung des mittleren jährlichen Abflusses der einzelnen Gewässerläufe gibt Abbildung 15 Aufschluss.

Geht man von 20 - 35 % Abzug (s.o.) vom theoretischen Potenzial und einer anvisierten Nennleistung von mindestens 8 kW zum wirtschaftlichen Betrieb einer Anlage aus, zeigen sich Segmente ab 10,8 kW (bei 35 %) von Interesse für eine nähere Betrachtung.
Bei Einbezug aller Segmente mit einer Leistung von wenigstens 10,8 kW ergibt sich für das theoretische Linienpotenzial eine Gesamtsumme von 36,48 MW. Abzüglich der Leistungswerte aller Segmente, an denen sich Anlagen in Betrieb befinden, verbleibt eine Summe von 18,13 MW (49,70 %). Ohne die vier in ihrer Wasserkraftleistung größten Gewässer Neckar, Erms, Echaz und Eyach ergibt sich eine Summe von 5,97 MW, abzüglich der Leistung an bereits bestehenden Anlagenstandorten ergibt sich ein Wert von 5,12 MW (85,76 %). Daraus lässt sich ableiten, dass an den kleineren Gewässern relativ gesehen mehr ungenutztes Potenzial als an den großen Gewässern vorhanden ist, allerdings ist die absolute Summe des nicht ausgeschöpften Potenzials entsprechend gering.

Abschließend muss nochmals festgehalten werden, dass sich mittels der hier durchgeführten Untersuchung des theoretischen Linienpotenzials keine Aussage über den prozentual tatsächlich nutzbaren Anteil der Wasserkraft ableiten lässt. Hierfür sind, wie oben dargestellt, weitere Rahmenbedingungen einzubeziehen.

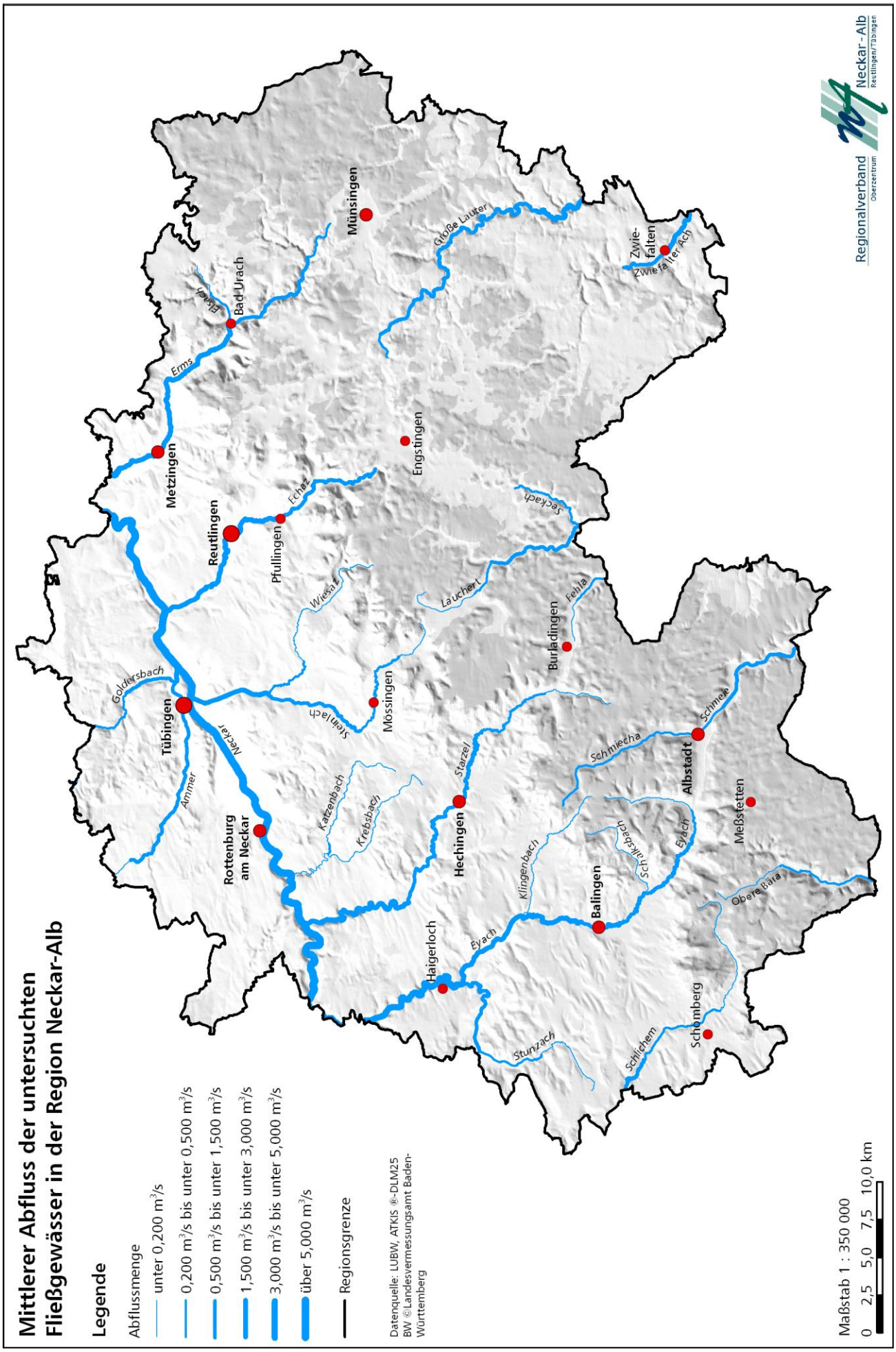


Abbildung 15: Karte mit Darstellung der mittleren jährlichen Abflüsse (MQ) an den Fließgewässern der Region Neckar-Alb

4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Kapitel 4.1 bis 4.3 behandelt alle untersuchten Gewässer ohne den Neckar. In Kapitel 4.4 wird dieser in den Gesamtzusammenhang eingefügt.

4.1 Bestandsaufnahme und Methodik

4.1.1 Ergebnis der Bestandaufnahme in Kurzfassung

Bei der 2009 bis 2010 vorgenommenen Bestandsaufnahme an den Fließgewässern der Region Neckar-Alb (mit Ausnahme des Neckars[20]) wurden insgesamt 282 Standorte von Wasserkraftanlagen ermittelt. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung befanden sich davon 88 Anlagen (31 %) der kleinen Wasserkraft in Betrieb, 78 wurden (28 %) als „Ehemalige Anlage, Standort nicht mehr verfügbar/derzeit nicht geeignet“ kategorisiert. 43 Standorte (16 %) bieten das Potenzial für eine Neuanlage, die restlichen 73 Standorte (25 %) sind für eine Revitalisierung denkbar (siehe auch Abbildung 18 und Tabelle 3).

4.1.2 Methodik

Die Beurteilung der jeweiligen Bereiche wurde, soweit möglich, durch Ermittlung der theoretischen Leistung an Wasserkraftanlagen, Querbauwerken und der Bestimmung von Höhendifferenzen für jeden Standort einzeln vorgenommen und weitestgehend standardisiert. Hierbei können verhältnismäßig präzise Aussagen zu jedem Standort getroffen werden, flächendeckend ist diese Methode durch eine meist ungenaue Datenlage nicht möglich. Die technischen Abwägungen wurden bei möglicherweise revitalisierbaren Anlagen oder Standorten mit Potenzial für die Neuanlage von ökologischen und ökonomischen Abwägungs- und Ausschlusskriterien begleitet. Für den wirtschaftlichen Aspekt wurde überschlägig die voraussichtlich produzierbare Energiemenge mit den Vergütungen und zu erwartenden Investitionskosten berechnet und daraus eine Amortisationsdauer bestimmt. Aufgrund der umfangreichen Standort-Anzahl war dies nur in grobem Umfang durchführbar. Für jeden Standort erfolgte ein Datenbankabgleich mit bestehenden, restriktiven Landschafts-, Natur- und Artenschutzgebieten, die teilweise zu Einschränkungen in der Empfehlung oder zum Ausschluss von Bereichen führte. Eine Einbeziehung von Hochwasserschutzgebieten und Gebieten zur Sicherung von Trinkwasservorkommen erfolgte ebenfalls. Bei Ausleitungen wurde die zu belassende Restwassermenge im Mutterbett in die Entscheidung der Kategorie-Einteilung mit eingebunden. Angaben über mikro- und makrobiologische Gewässerfauna und -flora lagen nicht vor. Sie könnten gegebenenfalls zu einer abweichenden Beurteilung führen.

4.2 Weitere Potenziale für Anlagenstandorte

Trotz intensiver Untersuchungen können sich bei neuen Rahmenbedingungen oder geänderten technischen Möglichkeiten weitere geeignete Stellen der Wasserkraftnutzung an den Gewässern der Region befinden. Wie sich bei eher zufälligen Stichproben gezeigt hat, könnten ebenfalls viele der Seitenbäche nutzbares Potenzial beinhalten. Eine detaillierte Aufarbeitung unter diesen Gesichtspunkten war im Rahmen dieser Analyse nicht möglich.
Hinweise auf weitere Potenziale ergeben sich auch aus der in Kapitel 3 beschriebenen Untersuchung des theoretischen Linienpotenzials. Eine weitergehende Vertiefung mittels Ermitt-

[20] Unter der Plattform „Unser Neckar“ hat das Umweltministerium Baden Württemberg im Jahr 2007 das „Büro am Fluss“ mit einer umfassenden Zusammenstellung aller für den Fluss relevanten Planungen und Projekten beauftragt; vgl. www.lebendiger-neckar.de

lung des technischen und wirtschaftlichen Potentials unter Berücksichtigung ökologischer Bedingungen könnte weiteren Aufschluss über mögliche Anlagenstandorte geben.

4.3 Aktuelle Situation und Stand der Wasserkraftnutzung

4.3.1 Nutzungsverteilung auf die untersuchten Fließgewässer

An den beiden Flüssen Echaz und Erms sind gegenwärtig 39 aktive Wasserkraftanlagen verzeichnet. Sie stellen zusammen 45 % und damit nahezu die Hälfte der 88 Anlagen in der Region, die sich in Betrieb befinden (Abbildung 16). Die Eyach, ebenso wie die beiden vorangegangenen Flüsse ein Gewässer nördlich der europäischen Wasserscheide, ist mit 13 aktiven Anlagen (~ 15 %) der Flusslauf mit der dritthöchsten Wasserkraftnutzung.

Die Große Lauter, Zwiefalter Ach, Wiesaz, Schlichem, Schmiecha/Schmeie, Ammer, Starzel, und Steinlach lassen sich mit 32 in Betrieb befindlichen Anlagen (~ 36 %) zusammenfassen.

An der Lauchert, Stunzach, Seckach und am Büttenbach/Schalksbach war jeweils eine Anlage in Betrieb (jeweils 1 %).

Eine Wasserkraftnutzung am Klingenbach, Goldersbach, Katzenbach/Krebsbach sowie der Elsach, Fehla und der Oberen Bära ist gegenwärtig nicht vorhanden, mit Ausnahme des Katzenbach/Krebsbach bestehen an diesen Flüssen und Bachläufen zukünftig Möglichkeiten für die Revitalisierung oder Potenzial für Neuanlagen.

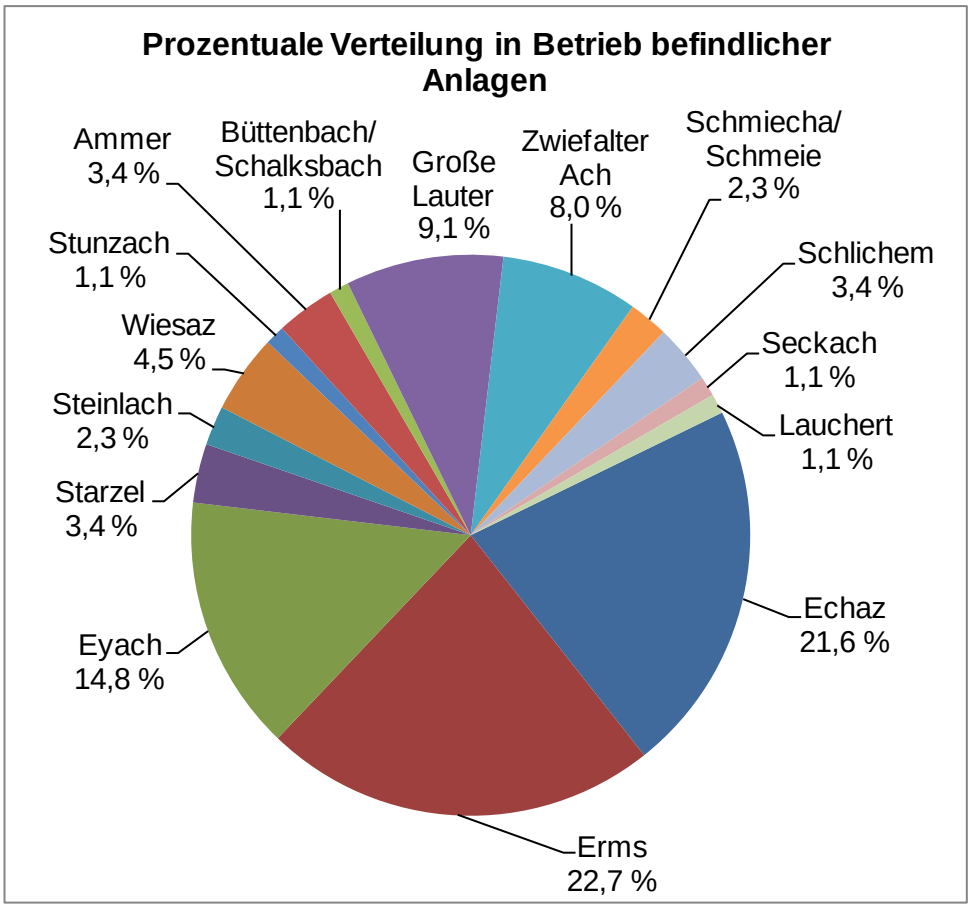


Abbildung 16: Verteilungsverhältnis aktiver Anlagen in der Region Neckar-Alb auf die einzelnen Fließgewässer

4.3.2 Situation und Zustand der Anlagen

Der bauliche und technische Zustand der Anlagen im Regionsgebiet variiert sehr stark. Es sind neue oder auf den Stand der heutigen Technik nachgerüstete Kraftwerke ebenso vertreten wie Anlagen, bei denen immenses Optimierungspotenzial besteht. Die Anlagen mit der größten Leistung sind meist verpachtet, kleinere Wasserkraftwerke befinden sich dagegen häufig in Privatbesitz. An der Echaz und Erms ist ein kommunaler Energieversorger im Besitz mehrerer Anlagen und strebt an weiteren Standorten den Ausbau der Wasserkraft an.

Gegenüber der Anzahl von Anlagen, die bei der ersten Erhebung des Regionalverbandes Neckar-Alb in Betrieb vorgefunden wurden (n = 91) ergibt sich bei einem flüchtigen Blick nur eine geringfügige Änderung zur heutigen Zahl von 88 betriebenen Anlagen. Bei näherer Betrachtungsweise eröffnet sich ein davon leicht abweichendes Bild. Mehrere Anlagen im Regionsgebiet, insbesondere an den Gewässern Echaz und Erms wurden revitalisiert. An anderen Gewässern ist dagegen ein Rückgang bzw. eine vermehrte Stilllegung von Wasserkraftanlagen zu verzeichnen. Am stärksten ist davon die Wiesaz betroffen. Hier verminderte sich die Zahl aktiver Anlagen um 50 % von 8 auf 4. Eine Übersicht der Änderungen an den untersuchten Gewässern ist auf Abbildung 17 zu sehen.

Die Aufgabe der Wasserkraftnutzung ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Nicht überall wurde über das Wasser Strom erzeugt, auch eine mechanische oder parallele Nutzung, bspw. in Sägewerken und Schreinereien erfolgte bis in jüngste Zeit. Mit der Geschäftsaufgabe oder dem Rückzug vom Erwerbsleben aus Altersgründen ging die Verwertung der Wasserkraft an diesen Anlagen zu Ende. Nach dem Tod von Betreibern fehlten Hinterbliebenen oftmals die Möglichkeiten, die Nutzung der Anlagen weiter fortzuführen. An anderen Stellen bedeuteten anstehende Investitions- und Instandhaltungskosten den Grund für eine Stilllegung, da eine Rentabilität wegen einer zu geringen Vergütung bei Stromeinspeisung nicht gegeben war. Rechtliche und wirtschaftliche Möglichkeiten über Subventionen für eine Modernisierung waren meist nicht bekannt. Der Zwang zur Abgabe des Wasserrechts durch die zuständige Wasserbehörde bestand in einzelnen Fällen, fast immer auf einer mangelnden Fischdurchgängigkeit begründet. In einem Fall wurde das Wasserrecht freiwillig abgegeben, um eine Bachbettverlegung für den Hochwasserschutz zu ermöglichen.

Verkürzt lassen sich die Ursachen für eine Aufgabe der Wasserkraft an den jeweiligen Standorten in drei Punkten wiedergeben:

- Altersgründe
- Mangelnde Wirtschaftlichkeit durch geringe Einspeisevergütungen
- Unzureichende Informationsmöglichkeiten bei ökonomischen und rechtlichen Belangen

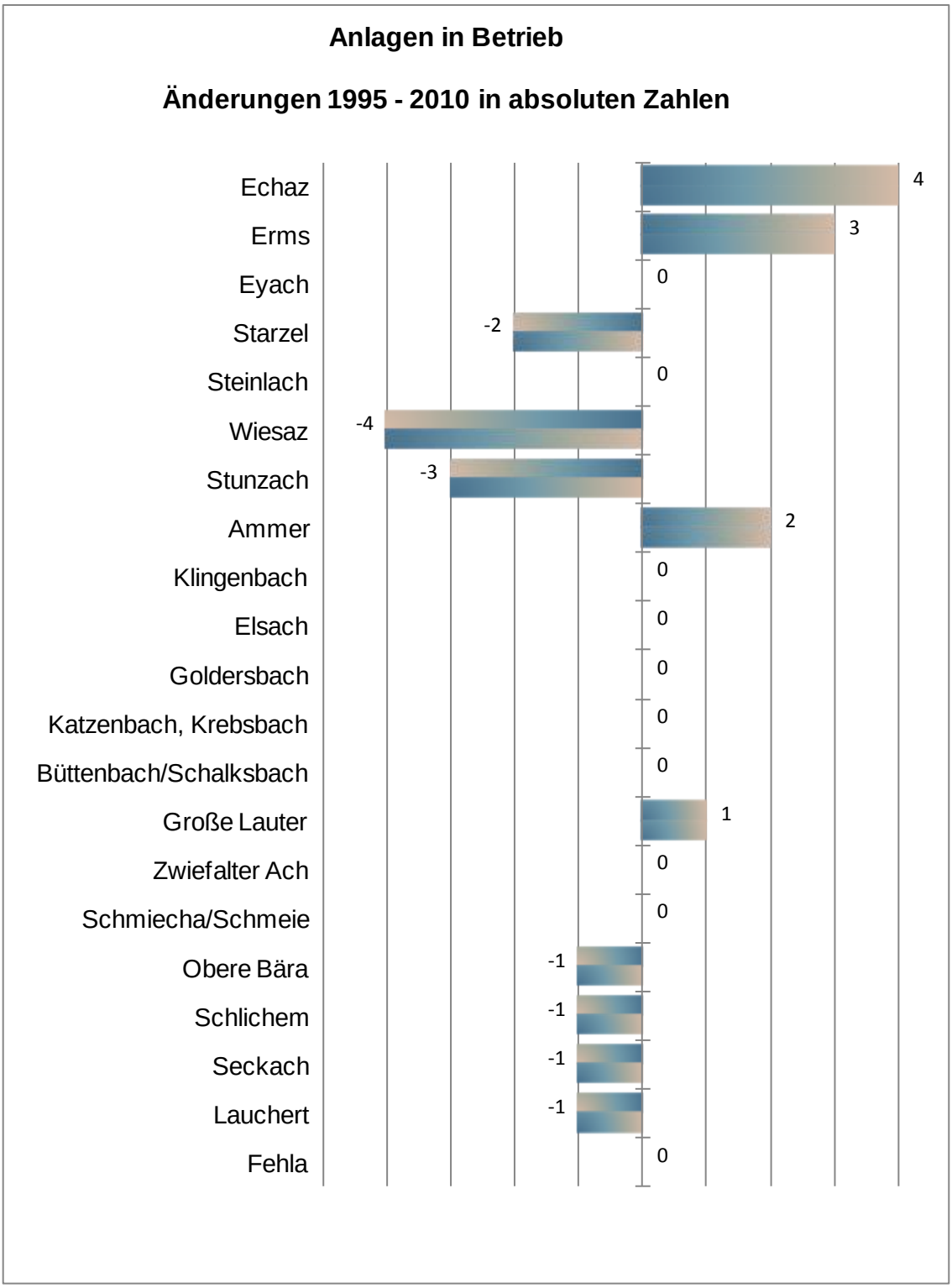


Abbildung 17: Auflistung von Zu- und Abnahme aktiver Anlagen an den einzelnen Gewässern im Untersuchungsgebiet

Von insgesamt 282 aufgesuchten Anlagen wurden 78 (ca. 28 %, siehe auch Abbildung 18) als „Ehemalige Anlage, Standort nicht mehr verfügbar/derzeit nicht geeignet“ kategorisiert. Eine Wiederinbetriebnahme scheidet an diesen Stellen aufgrund anderweitiger Nutzung, Umweltbelangen oder der Unwirtschaftlichkeit durch kleine Anlagenleistungen bzw. hohem Investitionsbedarf aus.

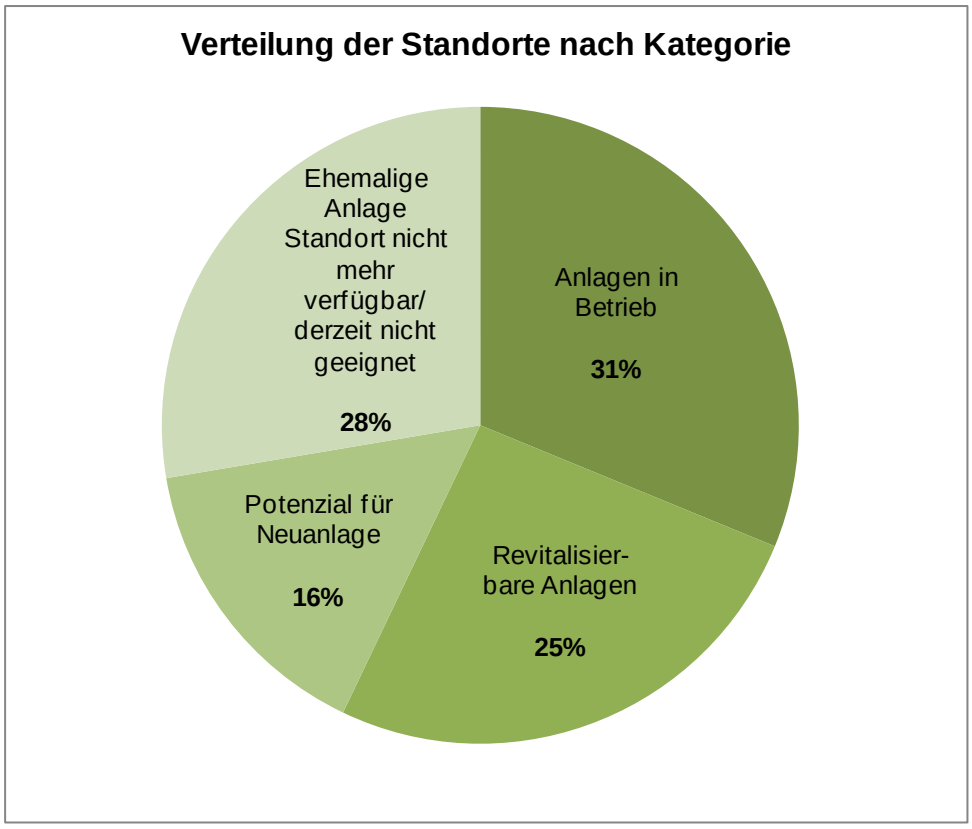


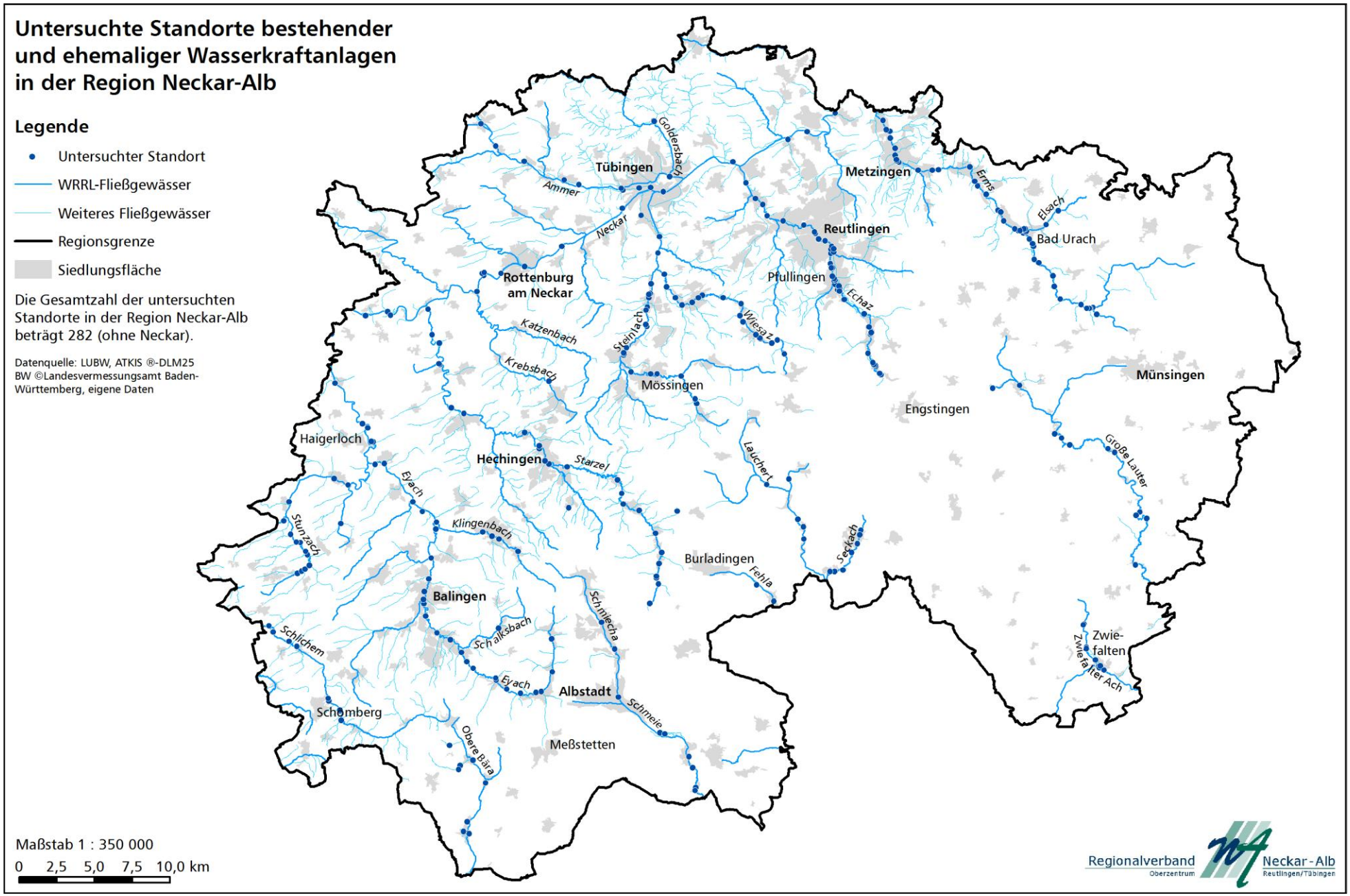
Abbildung 18: Nach Kategorien getrennte, relative Anlagenverteilung

Für 73 Standorte erfolgte eine Einteilung in die Kategorie „Revitalisierbare Anlage“. Ein Großteil der für die Wiederinbetriebnahme geeigneten Standorte befindet sich an Echaz (14) und Erms (11). Weitere reaktivierbare Anlagen sind an Starzel (8), Wiesaz (7), Eyach (5), Stunzach (5) und Seckach (5) vorhanden. Die restlichen Fließgewässer weisen zusammen genommen 18 Standorte auf, die für eine Revitalisierung denkbar sind. Mit Ausnahme von Goldersbach und Katzenbach/Krebsbach wird dabei an jedem Gewässer mit einer früheren, derzeit jedoch nicht bestehenden Wasserkraftnutzung die Revitalisierung von mindestens einer Anlage als möglich erachtet.

Von den 282 für diese Analyse aufgesuchten Standorten bieten 43 (16 %) das Potenzial für eine Neuanlage. Fast alle befinden sich an den Zuflüssen des Neckars. Lediglich 4 Standorte an den Donauvorflutern der Alb-Hochfläche erscheinen für eine genauere Überprüfung geeignet. Auf der Nordseite der Europäischen Wasserscheide weisen die Echaz (9) und Steinlach (8) die häufigsten Gelegenheiten zur Neuanlage auf, die Eyach (6) und Erms (5) bieten ebenfalls weitere Möglichkeiten.
Einen detaillierten Überblick über die Standortverteilung nach Kategorien für jedes Gewässer vermitteln Tabelle 3 und Abbildung 19.

Tabelle 3: Tabellarische Übersicht der Wasserkraftanlagen in der Region Neckar-Alb nach Gewässer und Kategorie

	Kategorie / Gewässername	Anlagen in Betrieb	Revitalisierbare Anlagen	Potenzial für Neuanlage	Ehemalige Anlage, Standort nicht mehr verfügbar/derzeit nicht geeignet		Summe Standorte nach Gewässer
Zufluss Neckar	**Echaz**	19	14	9	2		**44**
	Erms	20	11	5	11		**47**
	Eyach	13	5	6	6		**30**
	Starzel	3	8	3	12		**26**
	Steinlach	2	2	8	7		**19**
	Wiesaz	4	7	1	5		**17**
	Stunzach	1	5	1	8		**15**
	Ammer	3	2	3	1		**9**
	Klingenbach	-	1	-	4		**5**
	Elsach	-	-	2	-		**2**
	Goldersbach	-	-	1	2		**3**
	Katzenbach, Krebsbach	-	-	-	1		**1**
	Büttenbach/ Schalksbach	1	-	-	-		**1**
	Summe	66	55	39	59		219
Zufluss Donau	**Große Lauter**	8	2	-	1		**11**
	Zwiefalter Ach	7	1	1	1		**10**
	Schmiecha/ Schmeie	2	3	-	4		**9**
	Obere Bära	-	3	2	4		**9**
	Schlichem	3	2	1	3		**9**
	Seckach	1	5	-	2		**8**
	Lauchert	1	1	-	3		**5**
	Fehla	-	1	-	1		**2**
	Summe	22	18	4	19		63
	Summe der Standorte nach Kategorie	**88**	**73**	**43**	**78**		**282**


Untersuchte Standorte bestehender und ehemaliger Wasserkraftanlagen in der Region Neckar-Alb
Legende
Untersuchter Standort
WRRL-Fließgewässer
Weiteres Fließgewässer
Regionsgrenze
Siedlungsfläche
Die Gesamtzahl der untersuchten Standorte in der Region Neckar-Alb beträgt 282 (ohne Neckar).
Datenquelle: LUBW, ATKIS ®-DLM25 BW ©Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, eigene Daten
Tübingen
Metzingen
Reutlingen
Bad Urach
Rottenburg am Neckar
Pfullingen
Mössingen
Münsingen
Engstingen
Haigerloch
Hechingen
Burladingen
Balingen
Albstadt
Schömberg
Meßstetten
Zwiefalten
Goldersbach
Ammer
Neckar
Erms
Elsach
Echaz
Wiesaz
Steinlach
Katzenbach
Krebsbach
Starzel
Lauchert
Große Lauter
Eyach
Klingenbach
Stunzach
Schlichem
Schalksbach
Schmiecha
Schmeie
Obere Bära
Seckach
Fehla
Zwiefalter Ach
Maßstab 1 : 350 000
0 2,5 5,0 7,5 10,0 km
Regionalverband Neckar-Alb
Oberzentrum
Reutlingen/Tübingen

4.3.3 Momentane theoretische Leistung und zusätzlich nutzbares Wasserkraftpotenzial

Bei der Berechnung des theoretischen Regelarbeitsvermögens von Anlagen im Regionsgebiet wurde für die Gewässer südlich der Europäischen Wasserscheide eine jährliche Laufzeit von 7.200 h, bei den Gewässern nördlich davon 5.760 h/a angenommen.
Das arithmetische Mittel ergibt bei den Gewässern mit aktiven Anlagen (n = 14) eine durchschnittliche theoretische Leistung von 1,95 GWh/a. Im Regionsgebiet ist die Wasserkraftleistung bedingt durch die verfügbare Wassermenge, Gefälle, Flusslänge sowie anderen relevanten Faktoren für eine Wasserkraftnutzung sehr heterogen auf die Bachläufe verteilt. Der Median liefert eine theoretische Leistung von 0,47 GWh/a (n = 14). Mit einer Leistung von 11,93 GWh/a ist die Erms in Bezug auf die Wasserkraft das weitaus ertragreichste Gewässer in der Region. Ihr Anteil an der Stromproduktion entlang der untersuchten Flüsse beträgt rund 43,8 %. Die Echaz ist mit 8,18 GWh/a an über 30 % der regionsweiten Energiegewinnung aus Wasserkraft beteiligt. Beide Gewässer stellen somit zusammen nahezu 75 % der gesamten bisherigen Leistung. Die Anteile der produzierten Leistung von Anlagen an den Gewässern mit Zufluss zur Donau betragen zusammen ca. 10,53 % der totalen Energiemenge. Insgesamt liegt das Regelarbeitsvermögen dieser Flüsse bei 2,87 GWh/a, bei den dem Neckar zuströmenden Gewässern beträgt es 24,38 GWh/a.

Eine Erschließung von weiterem Potenzial ist durch die Anwendung der folgenden Maßnahmen erreichbar:

- Optimierung und Ausbau von bestehenden Anlagen

  Oft bestehen durch den Austausch veralteter Technik, der Optimierung von Einlauf- und Strömungseinrichtungen oder der Modernisierung von Regelungswerken Gelegenheiten zur Anlagensteigerung. Diese Variante ist für die Gewässerökologie mit am verträglichsten, da größere Eingriffe in sensible Ökosysteme beim Ausbau der Anlagen in weiten Teilen unterbleiben.

- Revitalisierung stillgelegter Standorte

  Je nach Grad der vorhandenen (wasser-) baulichen und technischen Anlagenteile ist diese Variante nicht ohne einen hohen Investitionsaufwand oder größere Eingriffe in das Gewässer machbar. Von einer früheren Nutzung der Wasserkraft zeugen an manchen Standorten nur noch vereinzelte Spuren, so dass eine Revitalisierung der Neuanlage gleichzusetzen ist. Im Gebiet der Region Neckar-Alb bestehen jedoch auch Anlagen, die in großen Teilen intakt sind oder mit einem überschaubaren Aufwand reaktiviert werden können.

- Neuanlagen

  Sie sind von den drei Varianten in vielen Fällen mit dem höchsten Aufwand verbunden. Hier müssen Anlagen vollständig neu konzipiert werden, die Verträglichkeit mit der Umwelt ist zu prüfen und der Investitionsaufwand ist meist enorm. An vielen Gewässern der in der Region für die Wasserkraftnutzung geeigneten Gewässer ist bereits ein hoher Ausbaugrad vorhanden. Bei der aktuellen Untersuchung hat sich dabei gezeigt, dass auch hier weiterhin umweltverträgliche und wirtschaftlich rentable Potenziale bestehen, die für eine zukünftige Nutzung infrage kommen.

Durch die Optimierung von Anlagen im Regionsgebiet ist mit einem zusätzlichen Regelarbeitsvermögen von 3,71 GWh/a zu rechnen (siehe auch Abbildung 20). Mit 2,63 GWh/a sind dabei die Anlagen an Echaz und Erms zu mehr als 71 % an diesem Ertrag beteiligt, der Rest verteilt sich auf die übrigen Gewässer. In die Berechnung wurden dabei 81 der 88 in Betrieb befindlichen Anlagen einbezogen. An den verbliebenen 7 Standorten wurden kürzlich entweder umfassende Modernisierungen vorgenommen oder weitere Möglichkeiten der Optimierung schienen aufgrund des hohen technischen Standes nicht umsetzbar.

Mit allen als revitalisierbar eingestuften Standorten zusammengenommen ist ein theoretisches Regelarbeitsvermögen von 5,34 GWh/a möglich. Die Erms (0,98 GWh/a, 13 Standorte), Echaz (1,23 GWh/a, 11 Standorte), Eyach (0,94 GWh/a, 5 Standorte) und Starzel (1,20 GWh/a, 8 Standorte) tragen zu diesem Ertrag insgesamt ca. 81,34 % bei. Fast den gesamten Ertrag (5,21 GWh/a, 97,58 %) erbringen die Standorte an den Zuflüssen des Neckars.
Insgesamt könnten die Standorte mit Potenzial für die Neuanlage weitere 6,95 GWh/a Leistung aus Wasserkraft liefern. Bereits ca. 66,29 % dieser Menge würden dabei von den 4 Gewässern Echaz, Erms, Eyach und Steinlach erbracht. Der Ertrag verteilt sich zu 18,48 % auf die Zuflüsse der Donau und zu 81,52 % auf die Bäche und Flüsse, die dem Neckar zuströmen. Eine grafische Übersicht des zu erwartenden Jahresertrags vermittelt Abbildung 21 auf Seite 39.

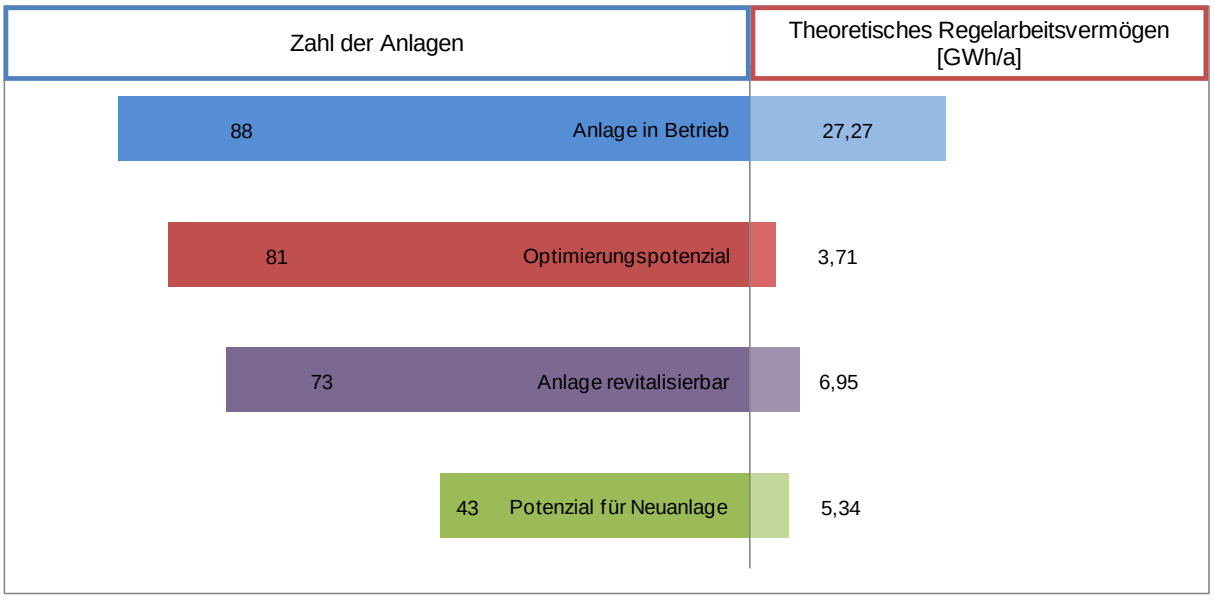


Abbildung 20: Anzahl von Wasserkraftstandorten getrennt nach Status/Kategorisierung sowie das theoretische Regelarbeitsvermögen für installierte Anlagen und zukünftiges Potenzial

Alle vorgeschlagenen Maßnahmen zusammengenommen ist an den Zuflüssen von Neckar und Donau in der Region Neckar-Alb eine Erhöhung der theoretisch installierten Anlagenleistung um 2.713,24 kW möglich. Insgesamt kann damit ein Regelarbeitsvermögen von 16,00 GWh/a erzeugt werden. Bei einer typischen Haushaltsgröße ist dies für die Versorgung von mehr als 5.150 Haushalten mit Strom aus Wasserkraft ausreichend und könnte somit den Bedarf von 1,6 % aller Haushalte in der Region[21] absichern.

[21] Größe eines Privathaushaltes der Region Neckar-Alb 2006: 2,2 Personen. Gesamtzahl der Haushalte 2006: 313.000. Durchschnittlicher Stromverbrauch pro Haushalt: 3.100 kWh/a. Quelle: Statistisches Landesamt Baden Württemberg. Stand 30.07.2010.

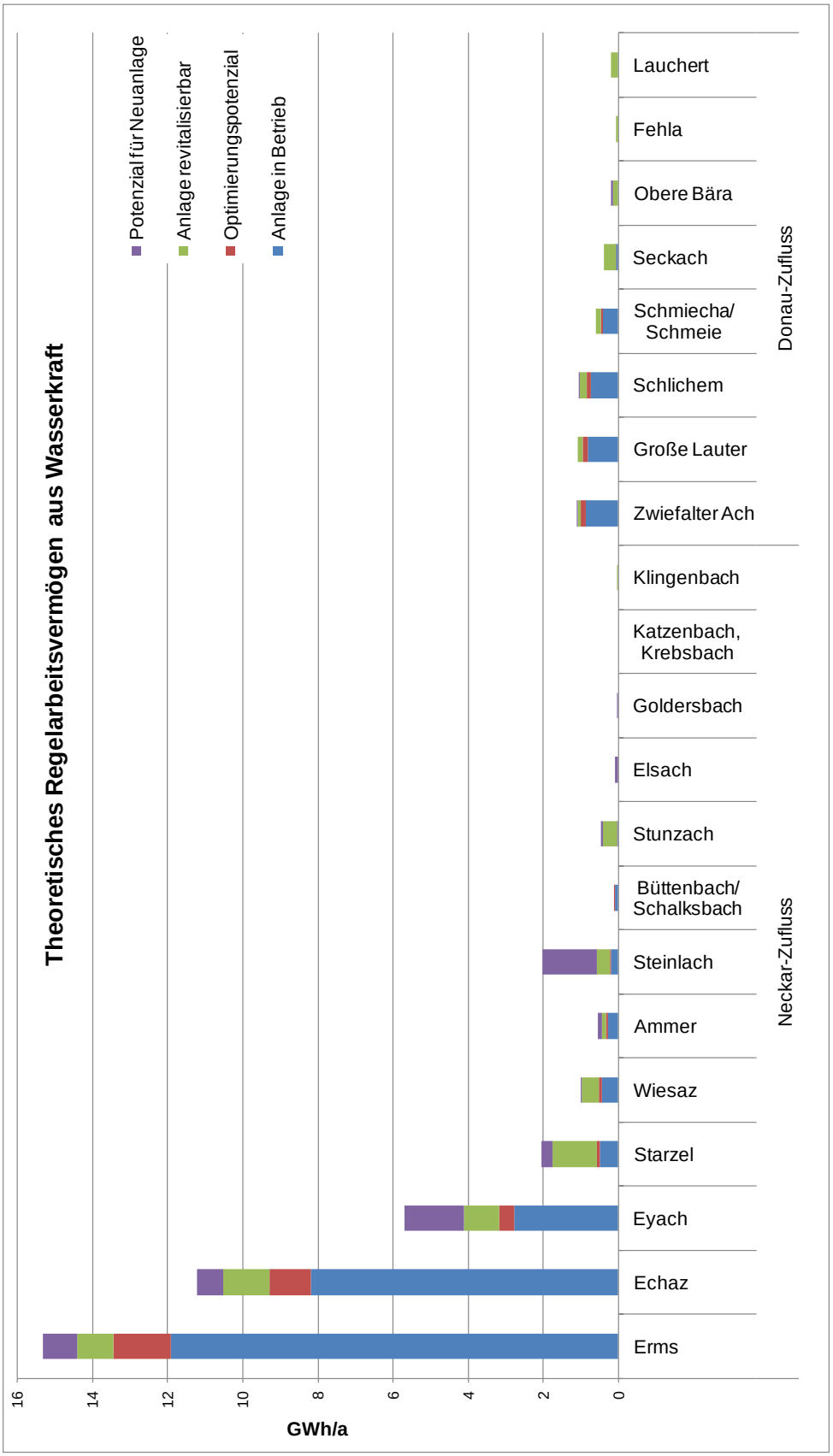


Abbildung 21: Jahresertrag installierter und potenzieller Wasserkraftleistung aufgeschlüsselt nach den Fließgewässern in der Region Neckar-Alb[22]

[22] Ein Standort an der Lauchert befindet sich in betriebsbereiten Zustand, ist jedoch gegenwärtig nicht für die Stromerzeugung in Nutzung. Sein Potenzial wird zu den revitalisierbaren Anlagen addiert.

4.4 Neckar

4.4.1 Ausgangslage

In der Region Neckar-Alb stellt der Neckar das Hauptgewässer dar. In ihn entwässert ein großer Teil der Bachläufe im Regionsgebiet. Sein mittlerer Abfluss (MQ) beträgt am Austritt aus der Region bei Reutlingen-Mittelstadt 28,979 m³/s. Bezüglich des Wasserabflusses stellt von den anderen untersuchten Gewässern in der Region die Erms das nächstgrößte dar. An der Einmündung in den Neckar führt sie im Mittel einen Abfluss von 3,253 m³/s.
An diesen Zahlen wird ersichtlich, dass die Leistung der Wasserkraftanlagen am Neckar infolge des wesentlich höheren Wasserdargebots das der anderen Gewässer beträchtlich übersteigt. Zwar wird im Allgemeinen von „großer Wasserkraft“ erst ab einem Leistungsertrag von 1 MW gesprochen. Man kann jedoch innerhalb der Region Neckar-Alb den Neckar als jenes Gewässer mit großen Kraftwerken bezeichnen, selbst wenn nur ein Teil der Anlagen diesen Wert erreicht. Im Vergleich hierzu sind insgesamt bei den an den restlichen Gewässern in Betrieb befindliche Anlagen nur vier Kraftwerke vorhanden, die einen Leistungsertrag von 200 kW überschreiten (je zwei Anlagen an Erms und Echaz).

4.4.2 Ergebnisse des Neckars

Am Neckar befinden sich 13 Wasserkraftwerke in Betrieb, an dem kleinen Seitengewässer Bronnbach produzieren noch zwei weitere kleine Anlagen Strom. Der Zustand der Anlagen ist als gut bis sehr gut zu bezeichnen, einige Kraftwerke wurden in den vergangenen Jahren durch Umbau bzw. Neukonzeption auf den neuesten Stand der Technik versetzt. Für eine Neuanlage könnten zwei weitere Standorte Potenzial bieten.
Alle Anlagen am Neckar erbringen einen Ertrag von über 200 kW, der höchste Wert wird mit 1,65 MW erreicht. Zusammen ergibt sich eine Nennleistung von ca. 9.340 kW bei den aktiven Anlagen. Eine zusätzliche Produktion von ca. 1.400 kW, das entspräche einer angenommenen Leistungssteigerung um 15 %, könnte bei der Umsetzung von Optimierungen erreicht werden. Bei Ausschöpfung des Neubaupotenzials sind zusätzlich ungefähr 230 kW möglich (bei Verwirklichung von Standort 2a knapp 600 kW).

4.4.3 Vergleich des Neckars mit den anderen untersuchten Gewässern

Beim Vergleich der Werte des Neckar und der anderen untersuchten Gewässerläufe kommt es zu den in der folgenden Tabelle dargestellten Ergebnissen.

Tabelle 4: Ergebnisse aller Wasserkraftanlagen in der Region Neckar-Alb

	Summe der untersuchten Gewässer ohne Neckar	**Neckar**	**Summe gesamt**	**Anteil des Neckars an der Gesamtsumme [%]**
Anzahl der Anlagen				
Insgesamt	282	15	297	5,0
Anlagen in Betrieb	88	13	101	12,9
Anlage revitalisierbar	73	0	73	0,0
Potenzial für Neuanlage	43	2	45	4,4
Ehemalige Anlage, Standort nicht mehr verfügbar/derzeit nicht geeignet	78	0	78	0,0
Nennleistung [kW]				
Anlagen in Betrieb	4.635,61	9.338,19	13.973,80	66,8
15 % Optimierungspotenzial	628,78	1.400,73	2.029,51	69,0
Anlage revitalisierbar	1.161,71	0,00	1.161,71	0,0

Potenzial für Neuanlage	922,75	230,73 588,63 mit Standort 2a	1.153,48 1511,38 mit Standort 2a	20,0 39,0 mit Standort 2a
Regelarbeitsvermögen pro Jahr [GWh/a]				
Anlage in Betrieb	27,27	53,79	81,06	Werte wie bei Nennleistung
15 % Optimierungspotenzial	3,71	8,07	11,78	
Anlage revitalisierbar	6,95	0,00	6,95	
Potenzial für Neuanlage	5,34	1,33 3,39 mit Standort 2a	6,67 8,73 mit Standort 2a	
Versorgung von Haushalten [Anzahl]				
Durch Anlagen in Betrieb	8.798	17.351	26.149	66,4
Zusätzlich durch Reaktivierungs-, Neubau- und Optimierungspotenzial	5.160	3.031 3.696 mit Standort 2a	8.191 8.856 mit Standort 2a	37,0 41,7 mit Standort 2a

Obwohl der Anteil der aktiven Anlagen am Neckar im Vergleich zur Gesamtzahl aller in Betrieb befindlichen Anlagen nur 12,9 % beträgt, erwirtschaften diese Kraftwerke einen Anteil von 66,8 % der Gesamtleistung. Zwei Drittel des Arbeitsvermögens wird also am Hauptgewässer Neckar erbracht, das damit diese Bezeichnung zu Recht trägt.

Insgesamt versorgen die momentan in Betrieb befindlichen Anlagen in der Region Neckar-Alb 26.149 Haushalte mit Strom (Berechnungsgrundlage siehe Fußnote 21), allein davon stammen 66,4 % von den Neckarkraftwerken. Es eröffnen sich durch Optimierung von Anlagen, der Umsetzung der in der Studie angedachten Neuanlagenstandorte sowie der Reaktivierung von ehemaligen Anlagen Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom für weitere 8.191 Haushalte (resp. 8.856 bei Umsetzung von Standort 2a am Neckar). Zu den 8,3 % der schon jetzt durch die Nutzung der Wasserkraft versorgten Haushalte kämen damit 2,6 % (bzw. 2,8 % bei Verwirklichung von Standort 2a) hinzu.

4.5 Ausblick

Über die zunehmende Bedeutung von Ausbau und Nutzen der „Erneuerbaren Energien“ hat sich in den vergangenen Jahren ein gesellschaftlicher und politischer Konsens etabliert. Neben Biokraftanlagen profitieren insbesondere Photovoltaik und Windkraft von einem positiven Image. Zurückführen lässt sich dies auf eine Sensibilisierung und geänderte Wahrnehmung in der Bevölkerung, sowie wirtschaftliche Anreize durch Subventionierung und Einspeisevergütungen. Im öffentlichen Meinungsbild belegt die Kleinwasserkraft eher ein Nischendasein. Erschwerend hinzu kommt ein Konflikt bei den miteinander konkurrierenden Ansprüchen der erneuerbaren Energie aus Wasserkraft und der Renaturierung von Fließgewässern.

Für die Betreiber von Wasserkraftanlagen kommt neben der gesellschaftlich stark unterschiedlichen Ansicht und Wertung der Wasserkraft mit der Wirtschaftlichkeit ihrer Anlagen ein weiterer, entscheidender Aspekt hinzu. Notwendige Investitionen zu Bau, Aufrechterhaltung oder gar Fortführung des Betriebes werden aufgrund fehlender Anreize und Unsicherheiten hinausgezögert oder verworfen.

Zusätzlich vermissen Besitzer der Wasserkraftwerke die benötigte Unterstützung von zuständigen Behörden und fühlen sich von diesen oft isoliert. Entsprechende Kontaktstellen für Förderungen sind meist nicht bekannt. Hier besteht die Chance, über einen Wasserkraftbeauftragten des Landes Baden-Württemberg eine zentrale Anlaufstelle für aufkommende Fra-

gen, Vermittlungen von Informationen, Fördermöglichkeiten und insbesondere zur aktiven Betreuung zu schaffen.

Bei Planungen für die Reaktivierung von Anlagen der kleinen Wasserkraft sind unumgängliche Investitionen ein maßgeblicher Faktor bei der Entscheidung. Aufgrund der Höhe zu bewältigender Umweltauflagen unterbleiben an diesem Punkt bereits vielfach wirtschaftliche Einsätze, da die Auflagen teilweise mehr als 50 % der Gesamtinvestitionssumme betragen. An dieser Stelle sollte ein politischer Diskurs stattfinden, der die Bereitstellung für Umweltauflagen, zumindest zu Teilen, als Subvention aus öffentlichen Mitteln untersucht.
Erneuerbare Energie aus Wasserkraft in der Region Neckar-Alb ist damit auch zukünftig als tragfähiges Vorhaben mit gesellschaftspolitischer Relevanz zu begreifen.

- Teil B -

Untersuchung Einzelgewässer - Ergebnisdarstellung

Katzenbach und Krebsbach

Situationsbeschreibung am Katzenbach und Krebsbach

Der Krebsbach entspringt auf einer Höhe von 533 m ü. NN ca. 500 m südlich von Bodelshausen (Landkreis Tübingen). Er mündet nach einer Laufstrecke von ca. 11,35 km auf 405 m ü. NN in den Katzenbach.
Der Katzenbach entspringt auf einer Höhe von 504 m ü. NN ca. 1 km westlich von Bodelshausen und mündet nach 17,85 km innerhalb von Rottenburg-Bad Niedernau in den Neckar (352 m ü. NN).

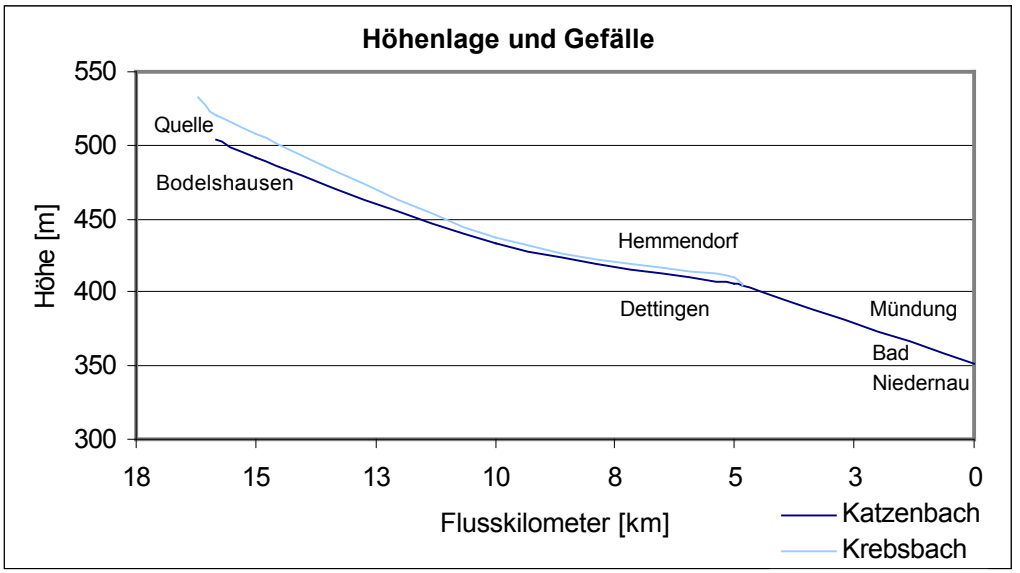


Abbildung 1: Verlauf des Krebsbachs/Katzenbachs

Als verhältnismäßig wasserreichen Zufluss in den Katzenbach ist lediglich der Krebsbach zu nennen. Zahlreiche kleine Gerinne ohne ganzjährige Wasserführung speisen den Krebs- und den Katzenbach mit nur geringen Wassermengen.
An der Mündung in den Neckar erbringt der Katzenbach einen mittleren Eintrag (MQ) von 0,36 m³/s, der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) beträgt 0,10 m³/s.

Abflussprognose

Bezogen auf den Niedrigwasserabfluss sind für das Einzugsgebiet des Neckars bis 2050 vorwiegend schwache, jedoch saisonal stärker als bislang variierende Änderungen zu erwarten (ARBEITSKREIS KLIWA 2004 und 2006 - 2008). Für die Hochwasserabflüsse in den Wintermonaten muss von einer leichten Steigerung ausgegangen werden (ARBEITSKREIS KLIWA 2004), in den Sommermonaten wird hingegen ein abnehmender Trend prognostiziert (ARBEITSKREIS KLIWA 2008). Die aus den Daten der „Abfluss-Kennwerte in Baden-Württemberg“ (LUBW 2007) gewonnenen Angaben für MQ und MNQ können dahingehend als Referenzwerte für zukünftige Szenarien herangezogen werden.

Wasserkraftuntersuchung Stand 1995

Eine historische Wasserkraftnutzung fand am Krebsbach in Bodelshausen statt. Hier wurden bei der Datenerhebung des Regionalverbandes 2 ehemalige Mühlenstandorte ausfindig gemacht. Nur von einem konnte die genaue Lage ermittelt werden, für eine Revitalisierung erwiesen sich beide als nicht geeignet.
Am Katzenbach war keine Mühlennutzung feststellbar. Eine mögliche Neuanlage könnte oberhalb von Bad Niedernau aufgrund des großen dortigen Gefälles angestrebt werden (KRÄMER & FRIESE 1995, RVNA).

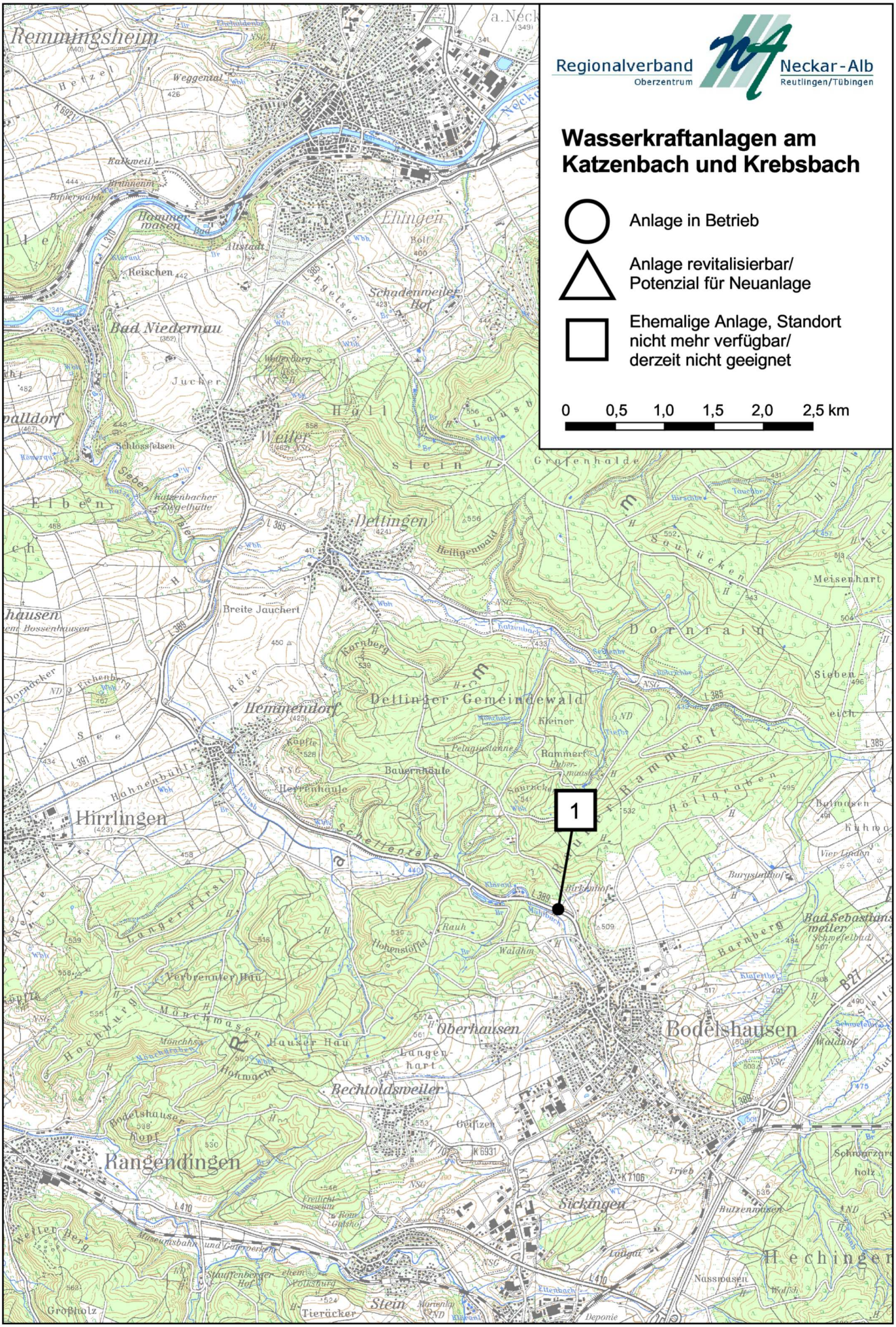
Ergebnisse der Untersuchung 2010

Für die Untersuchung der Wasserkraftnutzung an den Fließgewässern in der Region Neckar-Alb wurde am Krebsbach im Mai 2010 ein Standort aufgesucht, ein vormaliger weiterer Standort war nicht mehr ausfindig zu machen. Die verfügbare Wassermenge am Katzenbach erwies sich als nicht ausreichend für eine eventuelle Neuanlage.

Die “Mühle Bodelshausen“ (Standort Nr. 1) liegt unterhalb der Gemeinde Bodelshausen. Von einer früheren Mühlennutzung sind keine Anzeichen mehr erkennbar. Die Wasserführung im Krebsbach ist für den Mühlenbetrieb zu gering. Die Kläranlage nahe der Mühle wurde ebenfalls als möglicher Standort in Erwägung gezogen. Auch hier waren weder Gefälle noch Wassermenge ausreichend, um sie für eine Wasserkraftanlage nutzen zu können.

Tabellarische Übersicht der Wasserkraftanlagen am Krebsbach

Standortnummer	**1**					
Standortname	Mühle Bodelshausen					
Stadt/Gemeinde	Bodelshausen					
Betreiber	Privat					
Triebwerksnummer						
Krebsbach km	7,20					
Fallhöhe [m]	0					
Fallhöhe [Punkte]	0					
MQ [m³/s]	nicht bekannt					
MNQ [m³/s]	nicht bekannt					
Nutzbarer MQ nach Abzug des Mindest-wasserabflusses [m³/s]	nicht bekannt					
Theoretische Leistung [kW]	**0,0**					
Theoretische Leistung [Punkte]	0					
Leistungskategorien	**0**					
Zustand der Anlage	keine Anlagenteile vorhanden					
Wasserrecht						
FFH-Gebiet	nein					
Naturschutzgebiet	nein					
Landschaftsschutz-gebiet	nein					
Naturdenkmal	nein					
§ 32-Biotop gem. Bundesnaturschutz-gesetz	nein					
Wasserschutzgebiet	nein					
Biosphärengebiet	nein					
Vogelschutzgebiet	nein					
Gewässerstruktur-klasse	5 - sehr stark bis vollständig verändert					
Regionalplan Neckar-Alb, Satzungsbeschluss 29.09.2009	VBG Erholung VBG Boden VRG Grünzug angrenzend: VRG Natursch. VRG Hochw. VRG Forst VBG Grünzug					
Zusammen-fassende Bewertung	**Ehemalige Anlage, Standort derzeit nicht geeignet**					
Bemerkung						


Regionalverband
Oberzentrum
Neckar-Alb
Reutlingen/Tübingen
Wasserkraftanlagen am Katzenbach und Krebsbach
Anlage in Betrieb
Anlage revitalisierbar/ Potenzial für Neuanlage
Ehemalige Anlage, Standort nicht mehr verfügbar/ derzeit nicht geeignet
0 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 km
1
Remmingsheim
Ehingen
Bad Niedernau
Weiler
Dettingen
Hemmendorf
Dettinger Gemeindewald
Hirrlingen
Bodelshausen
Oberhausen
Bechtoldsweiler
Rangendingen
Sickingen
Stein
Hechingen

Standort-Nr. 1	**“Mühle Bodelshausen“** Bodelshausen, Landkreis Tübingen	Krebsbach km: 7,2
Triebwerksnummer		

Zustand	Es sind keine Anlagenteile einer früheren Wasserkraftnutzung vorhanden. Der Krebsbach führt nur wenig Wasser. Nach dem Zusammenfluss mit dem Katzenbach ergibt sich am Mündungsbereich in den Neckar ein MQ von 0,360 m³/s und eine MNQ von 0,099 m³/s.				
Kraftwerkstyp			Derzeitige Nutzung	Wohnhaus	
Modernisierung					
Fallhöhe	**0 m**				
Mittlere Durchflussrate MQ	**Nicht bekannt**		Mittlerer Niedrig-wasserabfluss MNQ	Nicht bekannt	
Theoretische Leistung	**0 kW**				
Wasserrecht		Kontakt:			
Naturschutz-/ Gewässerschutz-Relevanz	FFH-Gebiet	Naturschutzgebiet		Landschaftsschutzgebiet	
	Nein	Nein		Angrenzend	
	§ 32-Biotop	Biosphärengebiet		Wasserschutzgebiet	
	Nein	Nein		Nein	
	Naturdenkmal	Vogelschutzgebiet		Gewässergüteklasse	
	Nein	Nein		Nicht bekannt	
	Gewässerstrukturgüteklasse	5 – sehr stark bis vollständig verändert			
Sonstige Hinweise	Angrenzend: § 32-Biotop: Seggen- und binsenreiche Nasswiesen (< 70 m) Röhrichtbestände und Riede (< 75 m) Landschaftsschutzgebiet (< 5 m)				
Regionalplan Neckar-Alb, Satzungs-beschluss 24.09.2009	Gebiet für Erholung (VBG) Gebiet für Bodenerhaltung (VBG) Regionaler Grünzug (VRG) Angrenzend: Gebiet für Naturschutz und Landschaftspflege (VRG) (< 75 m), Gebiet für den vorbeugenden Hochwasserschutz (VRG) (< 50 m), Gebiet für Forstwirtschaft (VRG) (< 170 m), Regionaler Grünzug (VBG) (< 80 m)				
Technische Leistungs-kategorie	**0**				

Bewertung	**Ehemalige Anlage, Standort derzeit nicht geeignet** **Begründung:** Eine Revitalisierung oder Neuanlage ist am Krebsbach aufgrund der äußerst geringen Wasserführung und fehlenden Gefällestufen bzw. wenig nutzbaren Gefälle allgemein unwahrscheinlich. Es ist nur eine geringe Anlagenleistung zu erwarten, die damit notwendige Ausleitung hätte einen vollständigen Wasserentzug aus dem Bachbett zur Folge. Damit steht ein nur geringer Nutzen einer hohen Investition und insbesondere einer beträchtlichen ökologischen Beeinträchtigung entgegen.

Weitere Abbildungen zum Standort "Mühle Bodelshausen":

Abbildung 1.1: Sohlrampe auf Höhe der Bodelshausener Mühle

- Teil C -

Anhang

Wasserkrafterlass des Landes Baden-Württemberg

U M W E L T M I N I S T E R I U M

**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 1000 kW**

Vom 30. Dezember 2006 – Az.: 51-8964.00 –

I. Bedeutung und Auswirkungen der Wasserkraftnutzung

Die Nutzung der Wasserkraft als eine der wichtigsten erneuerbaren Energiequellen ist ein grundlegendes Ziel der Energiepolitik in Baden-Württemberg. Der Anteil der Wasserkraft an der jährlichen Stromerzeugung beträgt in Baden-Württemberg rund 8 %. Studien zeigen, dass im Land noch ungenutzte Potenziale zur Energieerzeugung aus Wasserkraft bestehen. Vor dem Hintergrund der drohenden Klimagefährdung, der Beeinträchtigung der Umwelt durch Schadstoffemissionen aller Art, der Endlichkeit fossiler Rohstoffe und der Risiken bei der Nutzung der Kernenergie liegt es daher im öffentlichen Interesse, die vorhandenen Potenziale zur Nutzung der Wasserkraft durch Modernisierung, Ausbau oder Neubau dort auszuschöpfen, wo nicht andere Belange des Wohls der Allgemeinheit überwiegen (§ 35b Abs. 1 WG).

Die Nutzung der Wasserkraft ist bislang neben der Nutzung der Windkraft und der direkten Nutzung der Sonnenenergie die einzige Möglichkeit, ohne Emissionen aus regenerativen Energiequellen unmittelbar Strom zu erzeugen. Die heutige Wasserkraftnutzung in Baden-Württemberg erspart im Vergleich zu einer Stromerzeugung mit dem bundesdeutschen Kraftwerksmix über 4 Mio. t CO2 und darüber hinaus eine große Menge an Luftschadstoffen. Jede kWh, die aus Wasserkraft erzeugt wird, erspart – auf der Grundlage des bundesweiten Kraftwerkmix – ca. 1 kg CO2. Überdies treten bei der Wasserkraftnutzung, im Gegensatz zu anderen Arten der Stromerzeugung (Kohle- und Kernenergie), keine Abwärmebelastungen auf.

Bezogen auf eine einzelne Wasserkraftnutzung ist diese »statistische« Schadstoffminderung jedoch zu relativieren und auch im Verhältnis zu den Eingriffen in das Gewässer zu sehen, denn es ist ein wichtiges Ziel der Landesregierung, natürliche und naturnahe Gewässerstrecken zu erhalten und bei naturfernen Gewässerstrecken eine naturnahe Entwicklung zu ermöglichen. Diese Ziele und die auf EU-Vorgaben beruhende gesetzliche Verpflichtung zur Herstellung einer guten Qualität der Oberflächengewässer in der Regel bis zum Jahre 2015 können in Konkurrenz zur Wasserkraftnutzung stehen, da Wasserkraftanlagen den Lebensraum Gewässer erheblich beeinflussen können. Insbesondere kleinere, reich strukturierte Fließgewässer haben für das Vorkommen der gesamten Flora und Fauna eine besondere ökologische Bedeutung. Der Wasserkraftnutzung sind damit ökologische Grenzen gesetzt.

Bei der Zulassung von Wasserkraftanlagen bedarf es daher in jedem Einzelfall einer sorgfältigen Abwägung der auftretenden Interessen, insbesondere des volkswirtschaftlichen Nutzens einer Wasserkraftanlage, der Schadstoffvermeidung und des öffentlichen Interesses

am Erhalt natürlicher und naturnaher Gewässerstrecken einschließlich der angrenzenden Ufer- und Auebereiche sowie der naturnahen Entwicklungsmöglichkeiten naturferner Gewässer (siehe im Einzelnen Nummer III).

II. Rechtliche Grundlagen für die Zulassung von Wasserkraftanlagen

1 Wasserrecht

Bei der Zulassung von Anlagen zur Nutzung der Wasserkraft sind im Rahmen der nachstehend genannten Verfahren (Nr. 1.1 – 1.3) folgende Kriterien zu beachten:

- Grundsätze zur Wasserkraftnutzung (§ 35b WG),
- Sicherstellung der für die ökologische Funktionsfähigkeit erforderlichen Wassermenge (Mindestwasserführung - § 35a Abs. 1 WG),
- Gewässerökologie (§§ 1a Abs. 1 WHG, 3a Abs. 1 WG),
- Vorsorgegrundsatz (§ 1a Abs. 2 WHG),
- naturnahe Gewässerentwicklung (§ 31 Abs. 1 Satz 1 WHG, § 3a Abs. 1 Satz 2 WG).

Diese Verwaltungsvorschrift enthält zur gesamtökologischen Beurteilung von Wasserkraftanlagen bis 1000 kW ergänzende Regelungen zur Auslegung der Vorschriften des Wasserrechts, des Naturschutzrechts, der Umweltverträglichkeitsprüfung und des Fischereirechts.

1.1 Wasserrechtliche Verfahren

Die Wasserkraftnutzung stellt eine Inanspruchnahme des Wasserhaushalts (Gewässerbenutzung) dar, die einer wasserrechtlichen Zulassung bedarf. Im Rahmen der Zulassungsverfahren ist eine Abwägung der auftretenden Interessen vorzunehmen und in der Entscheidung darzustellen. Im Verfahren sind regelmäßig alle Betroffenen – auch die anerkannten Verbände nach § 60 BNatSchG, § 67 NatSchG – anzuhören.

1.1.1 Planfeststellungs-/Plangenehmigungs-/Raumordnungsverfahren

Ist mit der Wasserkraftnutzung die Herstellung, Beseitigung oder wesentliche Umgestaltung eines Gewässers oder seiner Ufer (Gewässerausbau) verbunden, ist hierfür ein Planfeststellungsverfahren nach § 31 Abs. 2 WHG i. V. m. § 64 WG durchzuführen, das den Anforderungen des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung zu entsprechen hat (siehe unter Nummer 4). Insbesondere beim Neubau oder einer Erweiterung einer Wasserkraftanlage ist zu prüfen, ob es sich um einen Gewässerausbau handelt. Die vom Planfeststellungsbeschluss bzw. der Plangenehmigung mitumfasste Erlaubnis oder Bewilligung ist gesondert darzustellen, dies gilt auch hinsichtlich der vorzunehmenden Befristung der Erlaubnis oder Bewilligung. Erforderlichenfalls ist die Entscheidung nach § 31 Abs. 5 Satz 3 WHG und § 64 Abs. 2 WG gemäß § 64 Abs. 3 WG mit Bedingungen und Auflagen zu verbinden. Die Aufnahme, Änderung oder Ergänzung von Auflagen über Anforderungen an das Vorhaben ist auch nach dem Ergehen des Planfeststellungsbeschlusses oder der Genehmigung zulässig.

Die Entscheidung ist nach § 31 Abs. 5 Satz 3 WHG und § 64 Abs. 2 WG zu erteilen, soweit von dem Ausbau keine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit, insbesondere keine erhebliche und dauerhafte, nicht ausgleichbare Erhöhung der Hochwassergefahr oder keine Zerstörung natürlicher Rückhalteflächen vor allem in Auwäldern, zu erwarten ist oder erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen für Rechte anderer nicht zu erwarten sind, die nicht durch Bedingungen oder Auflagen vermieden oder ausgeglichen werden können.

Ein Ausbau kann unter den Voraussetzungen des § 31 Abs. 3 WHG ohne Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens im Wege der Plangenehmigung (ohne UVP)

zugelassen werden. Eine Ersetzungs- und Konzentrationswirkung tritt bei der Plangenehmigung nach Maßgabe des § 74 Abs. 6 Satz 2 LVwVfG ein. In besonders gelagerten Fällen kann nach § 18 Landesplanungsgesetz (LplG) i. V. mit § 1 der Raumordnungsverordnung (RoV) ein Raumordnungsverfahren erforderlich sein.

1.1.2 Erlaubnis- und Bewilligungsverfahren

Ist kein Planfeststellungsverfahren durchzuführen, so bedürfen Benutzungen der Gewässer der Zulassung in Form einer Erlaubnis (§ 7 WHG) oder einer Bewilligung (§ 8 WHG). Durch die Wasserkraftnutzung können zwei Benutzungstatbestände des § 3 WHG erfüllt sein, nämlich:

- Ableiten und Wiedereinleiten sowie in besonders gelagerten Fällen auch Entnahme von Wasser aus oberirdischen Gewässern (§ 3 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 4 WHG)
- Aufstauen und Absenken von oberirdischen Gewässern (§ 3 Abs. 1 Nr. 2 WHG).

Liegen mehrere Benutzungstatbestände vor, sind diese in einer Erlaubnis oder Bewilligung zuzulassen.

Bei Vorliegen der gesetzlichen Voraussetzungen und der unter der nachfolgenden Nummer III. genannten Voraussetzungen ist auf Antrag in der Regel eine Bewilligung nach § 8 WHG zu erteilen, um den Betreibern vor allem zur Finanzierung ihrer Anlagen eine gesicherte Rechtsstellung einzuräumen. Dies gilt auch für den Ausbau und die Erweiterung bestehender Anlagen, soweit die Benutzung über das bestehende Altrecht hinaus ausgedehnt werden soll, oder auch dann, wenn eine befristete Zulassung abgelaufen ist.

Bei der Erteilung von Bewilligungen ist Folgendes zu beachten:

Eine Bewilligung darf nur dann erteilt werden, wenn die Tatbestandsmerkmale des § 8 Abs. 2 WHG erfüllt sind. Davon ist u. a. aufgrund einer wirtschaftlichen Betrachtungsweise, die das Bundesverwaltungsgericht fordert (vgl. Urteil vom 29. Januar 1965, abgedruckt in ZfW 65, 98), in der Regel beim Betrieb einer Wasserkraftanlage auszugehen, wenn das Vorhaben mit Fremdkapital finanziert werden muss oder das Gesamtbild der Firma bilanzerheblich beeinträchtigt wird (vgl. BVerwG a. a. O. S. 104). Der Kapitalaufwand ist dabei zur wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Unternehmens in Beziehung zu setzen. In Zweifelsfällen hat derjenige, der eine Bewilligung beantragt, das Vorliegen der Voraussetzungen des § 8 Abs. 2 WHG geltend zu machen und darzulegen (vgl. Bundesverwaltungsgericht a. a. O.). Wird für eine Anlage, deren Erlaubnis abgelaufen ist, eine erneute Zulassung beantragt, ohne dass Ausbau- oder Erweiterungsmaßnahmen vorgenommen werden, liegen die Voraussetzungen des § 8 Abs. 2 Nr. 1 WHG nicht vor.

Kann eine Bewilligung erteilt werden, so ist diese auf angemessene Zeit zu befristen (vgl. § 8 Abs. 5 WHG). Dabei ist dem wirtschaftlichen Interesse des Antragstellers, soweit dieses mit den öffentlichen Belangen zu vereinbaren ist, weitgehend Rechnung zu tragen. Insbesondere ist anzustreben, dass der Unternehmer die Aufwendungen, die er im Zusammenhang mit der Benutzung machen muss, während der Laufzeit der Bewilligung voraussichtlich abschreiben kann. Die regelmäßige Höchstgrenze des § 8 Abs. 5 WHG von 30 Jahren kann auf Antrag des Unternehmers bis zu 60 Jahren ausgedehnt werden, sofern dies aufgrund der herrschenden und vorhersehbaren Verhältnisse gerechtfertigt erscheint.

1.2 Im Rahmen der Prüfungen der beantragten Zulassung (siehe § 6 WHG) sind auch die **Bewirtschaftungsziele der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie – WRRL**) in Verbindung mit § 3c Abs. 1 Satz 1 WG und der Gewässerbeurteilungsverordnung zu berücksichtigen.

Ausbaumaßnahmen müssen sich an den Bewirtschaftungszielen der §§ 25a bis 25d WHG ausrichten und dürfen die Erreichung dieser Ziele nicht gefährden. Sie müssen

den im Maßnahmenprogramm nach § 36 WHG an den Gewässerausbau gestellten Anforderungen entsprechen (§ 31 Abs. 1 Satz 3 und 4 WHG).
So sind oberirdische Gewässer, soweit sie nicht als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, so zu bewirtschaften, dass eine nachteilige Veränderung ihres ökologischen und chemischen Zustands vermieden und ein guter ökologischer Zustand erhalten oder erreicht wird (§ 25a Abs. 1 WHG).
Künstliche und erheblich veränderte oberirdische Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass eine nachteilige Veränderung ihres ökologischen Potenzials und chemischen Zustands vermieden und ein gutes ökologisches Potenzial und guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht wird (§ 25b Abs. 1 WHG). Hiervon können Ausnahmen unter den engen Voraussetzungen des § 25d Abs. 3 WHG zugelassen werden.
Die Zielsetzung des guten Gewässerzustands beinhaltet Anforderungen an die Durchgängigkeit der Fließgewässer und ist im Rahmen der Wasserkraftnutzung sowohl beim Anlagenbetrieb als auch bei der Anlagenzulassung zu beachten. Erforderlichenfalls sind Zulassungen mit entsprechenden Auflagen zu verknüpfen.
Anlagen können nicht zugelassen werden, wenn sie den Anforderungen der §§ 25a Abs. 1, 25b Abs. 1 und 25d WHG widersprechen. Das kann dann der Fall sein, wenn trotz der Herstellung der Durchgängigkeit sich der Zustand des Gewässers (des Gewässerkörpers) von „gut“ auf „mäßig“ bzw. von „gut und besser“ auf „mäßig“ verändern würde. Diese Grundsätze gelten uneingeschränkt auch dann, wenn nach Ablauf der Befristung für eine bestehende Wasserkraftanlage die Zulassung neu erteilt werden soll.

Bei bestehenden Wasserkraftanlagen, deren Zulassungsfrist noch nicht abgelaufen ist, können die Anforderungen der §§ 25a und 25b WHG nach § 5 Abs. 1 Nr. 1a, § 4 Abs. 2 Nr. 2a und § 36 WHG durch nachträgliche Anordnungen umgesetzt werden. Durch die Aufnahme, Änderung oder Ergänzung von Auflagen können bestehende Vorhaben unter Beachtung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes an die gesetzlichen Vorgaben angepasst werden. Dies gilt grundsätzlich auch für alte Rechte und Befugnisse (§ 5 Abs. 2 WHG). Entschädigungsansprüche können an solche Anordnungen regelmäßig nicht geknüpft werden (siehe Abschnitt VI).

Ein völliger Entzug einer bestehenden Zulassung kann jedoch nur in besonders begründeten Ausnahmefällen in Betracht kommen.

1.3 Alte Rechte und alte Befugnisse

Die für Wasserkraftanlagen erteilten »alten Rechte und Befugnisse« im Sinne von § 15 WHG i. V. m. § 122 WG, für die ein Widerrufsgrund nach der Ermessensvorschrift des § 15 Abs. 4 Satz 2 Nr. 1 bis 4 WHG vorliegt, können dann erhalten bleiben, wenn für einen überschaubaren Zeitraum (ca. 10 Jahre) keine überwiegenden Beeinträchtigungen öffentlicher Belange erkennbar sind, die eine Beseitigung der Anlage oder die Aufhebung bzw. die Einschränkung der Nutzung notwendig machen.
Eine Entschädigung für den zu belassenden Mindestabfluss und damit verbunden ggf. ein geringeres Arbeitsvermögen sowie für die erforderlichen Investitionen zur Herstellung der Durchgängigkeit des Gewässers wird nicht gewährt.
In der Regel ist davon auszugehen, dass alte Rechte und alte Befugnisse, soweit sie nicht bereits aufgrund der Vorschriften der alten Wassergesetze kraft Gesetzes erloschen sind, fortbestehen, solange keine bestandskräftige Entziehung oder kein bestandskräftiger Widerruf des alten Rechtes vorliegt. Dies gilt auch, wenn ein Betreiber vom Direktantrieb einer Arbeitsmaschine auf Stromerzeugung umstellt.

1.4 Wasserrechtliche Anzeigepflicht bei Änderung bestehender Wasserkraftanlagen

Eine anzeigepflichtige Änderung einer Wasserbenutzungsanlage i. S. des § 23 WG liegt dann vor, wenn die Anlagen in ihrem baulichen und technischen Zustand nach-

träglich geändert werden, ohne dass sich damit die Art, das Maß oder der Zweck der Benutzung ändern.
Keine Änderung nach § 23 WG liegt vor, wenn durch das nachträgliche Auswechseln abgängiger oder verbrauchter Anlagenteile gleicher Art – unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts, z. B. Verbesserung des Wirkungsgrades – die Funktionstüchtigkeit der Benutzeranlage lediglich aufrechterhalten wird. Damit soll die auch im öffentlichen Interesse liegende Modernisierung von Anlagen nicht zusätzlich erschwert werden.

1.5 Wasserrechtliche Zulassung und Förderfähigkeit von Wasserkraftanlagen

Das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) vom 21.07.2004 regelt die Vergütung von Strom aus regenerativen Energien. Das EEG bindet die erhöhte Vergütung für Strom aus Wasserkraftanlagen u. a. an den Nachweis, dass mit der Wasserkraftnutzung ein guter ökologischer Zustand erreicht oder der ökologische Zustand wesentlich verbessert worden ist (§§ 6, 21 Abs. 1 Nr. 1 und 2 EEG).

Für neue Anlagen und für Modernisierungsmaßnahmen an bestehenden Anlagen, die einer wasserrechtlichen Zulassung bedürfen, gilt als Nachweis des Erreichens des guten ökologischen Zustands oder der wesentlichen Verbesserung des ökologischen Zustands gegenüber dem vorherigen Zustand, die Vorlage der behördlichen wasserrechtlichen Zulassung der Anlage (§ 6 Abs. 3 EEG).
Fälle, in denen Wasserkraftanlagen unter Erreichung einer wesentlichen Verbesserung des ökologischen Zustands modernisiert wurden, ohne dass es einer wasserrechtlichen Zulassung bedarf, sind kaum denkbar. Sollte so ein Fall doch eintreten, soll die Wasserbehörde – soweit erforderlich nach Beteiligung berührter Fachbehörden (§ 35b Abs. 3 WG) – die erreichte Verbesserung durch eine schriftliche Bestätigung feststellen.

Ist hinreichend sicher, dass eine beabsichtigte Verbesserungsmaßnahme den Anforderungen in einem künftigen Maßnahmenprogramm nicht entsprechen wird oder führt die Maßnahme eindeutig nicht zu einer wesentlichen Verbesserung, so ist dem Antragsteller Gelegenheit zur Änderung des Antrags zu geben. Dies ist im Bescheid zu dokumentieren, falls der Antrag nicht entsprechend geändert wird.

1.6 Unterhaltung von Wasserkraftanlagen

Die Unterhaltung eines Gewässers umfasst seine Pflege und Entwicklung. Sie muss sich an den Bewirtschaftungszielen der §§ 25a bis 25d WHG ausrichten und darf diese Ziele nicht gefährden. Sie muss den im Maßnahmenprogramm nach § 3c WG an die Gewässerunterhaltung gestellten Anforderungen entsprechen.

Dementsprechend sind nach § 48 Abs. 1 WG auch die Wasserbenutzungsanlagen in, über und an oberirdischen Gewässern von ihren Eigentümern und Besitzern so zu unterhalten und zu betreiben, dass der Zustand des Gewässers möglichst wenig beeinträchtigt wird und die Bewirtschaftungsziele der §§ 25a bis 25d WHG nicht gefährdet werden. Die Vorschrift des § 48 Abs. 1 WG ermöglicht es hingegen nicht, einem Unternehmer die Unterhaltung von Anlagen aufzuerlegen, die mit der Wasserbenutzung in keinem Zusammenhang stehen.
Dagegen haben die Eigentümer und Besitzer einer Wasserbenutzungsanlage dem Träger der Unterhaltungslast die durch die Anlage verursachten Mehraufwendungen zu erstatten (§ 48 Abs. 2 WG).

2 Naturschutzrecht

2.1 Regelungen im Rahmen der Naturschutzgesetzgebung sind das Bundesnaturschutzgesetz, das Naturschutzgesetz von Baden-Württemberg sowie Verordnungen über

Naturschutz-, Landschaftsschutzgebiete und Naturdenkmale. Grundsätze zur Beachtung naturschutzfachlicher Belange bei wasserwirtschaftlichen Planungen, Maßnahmen oder Gewässerausbauten werden in § 2 Abs. 1 Nr. 4 BNatSchG und § 2 Abs. 1 Nr. 6 und 7 NatSchG benannt. Sind Naturschutzbelange berührt, ist eine frühzeitige gegenseitige Unterrichtung und Beteiligung zwischen unterer Naturschutzbehörde und unterer Wasserbehörde vorgeschrieben (§§ 9, 10 NatSchG).

2.2 **Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung**

Der Ausbau von Gewässern sowie die Anlage, Veränderung oder Beseitigung von Wasserflächen stellen regelmäßig einen Eingriff in Natur und Landschaft dar (§ 20 Abs. 1 Nr. 4 NatSchG).

Nach § 21 Abs. 1 NatSchG ist der Verursacher eines Eingriffs verpflichtet, vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen. Eine Beeinträchtigung ist dann vermeidbar, wenn sie ganz oder teilweise unterlassen werden könnte, ohne das mit dem konkreten Vorhaben verfolgte Ziel zu verfehlen.

Nach § 21 Abs. 2 Satz 1 NatSchG ist der Verursacher weiterhin verpflichtet, unvermeidbare Beeinträchtigungen durch Maßnahmen des Naturschutzes vorrangig auszugleichen oder in anderer Weise zu kompensieren.

Ist dies nicht möglich, ist eine spezifisch naturschutzrechtliche Abwägung erforderlich. Gemäß § 21 Abs. 4 NatSchG darf ein Eingriff bei vorrangigen Belangen des Naturschutzes und der Landschaftspflege nicht zugelassen werden. Bei einer Betroffenheit von streng geschützten Tieren oder Pflanzen ist die spezielle Abwägungsregel des § 21 Abs. 4 Satz 2 NatSchG zu beachten.

Soweit Vermeidungs-, Minimierungs- Ausgleichs- oder Ersatznahmen möglich und verhältnismäßig sind, sind diese in der Zulassung festzusetzen. Hinsichtlich der verbleibenden Eingriffswirkungen ist eine Ausgleichsabgabe festzusetzen (§ 21 Abs. 5 und 6 NatSchG). In der Zulassung ist die Durchführung der Kompensationsmaßnahmen sicherzustellen.

2.3 Nach § 32 NatSchG (Umsetzung des § 30 BNatSchG in Landesrecht) sind die naturnahen und unverbauten Bach- und Flussabschnitte einschließlich der Ufervegetation geschützt (zur Definition »naturnaher Bach- und Flussabschnitte« vgl. Vorbemerkung Nr. 4 und Ziff. 2.1 der Anlage zu § 32 Abs. 1 NatSchG). Alle Biotope, die diese Anforderungen erfüllen, sind generell gesetzlich geschützt. Der Schutzstatus entspricht dem eines Naturschutzgebietes. Maßnahmen, die zu einer Zerstörung oder sonstigen erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigung von naturnahen und unverbauten Bach- und Flussabschnitten führen können, sind somit unzulässig. Die untere Naturschutzbehörde kann Ausnahmen von den Verboten nach Maßgabe des § 32 Abs. 4 NatSchG erteilen, wenn

- überwiegende Gründe des Gemeinwohls diese erfordern,
- im Einzelfall keine erheblichen oder nachteiligen Beeinträchtigungen des Biotops und der Lebensstätten gefährdeter Tier- und Pflanzenarten zu erwarten sind oder
- durch Ausgleichsmaßnahmen ein gleichartiger und gleichwertiger Biotop geschaffen wird.

In diesem Zusammenhang sind die positiven Aspekte der Wasserkraftnutzung (siehe auch I.) zu berücksichtigen.
Einer gesonderten Ausnahme bedarf es nicht im Falle der Planfeststellung (siehe II. 1.1.1). Soweit ein wasserrechtliches Genehmigungsverfahren durchgeführt wird, werden die naturschutzrechtlichen Entscheidungen in diesem Verfahren getroffen; hierzu ist das Einvernehmen (§ 32 Abs. 4 Satz 4 und § 79 Abs. 4 NatSchG) bzw. die Herstellung des Benehmens (§ 23 Abs. 1 NatSchG) der Naturschutzbehörde erforderlich.

2.4 Gegebenenfalls ist zu prüfen, ob die Wasserkraftnutzung im Einklang steht mit Bestimmungen in Verordnungen über Naturschutzgebiete (§ 26 NatSchG), Biosphärengebiet (§ 28 NatSchG), Landschaftsschutzgebiete (§ 29 NatSchG), Naturparke (§ 30 NatSchG) und Naturdenkmale (§ 31 NatSchG).

2.5 Soweit FFH- oder Vogelschutzgebiete (Natura 2000-Gebiete) von dem Vorhaben betroffen sein können, sind §§ 32 ff. BNatSchG, §§ 36 ff. NatSchG zu beachten (zu den Einzelheiten VwV Natura 2000 vom 16.07.2001, GABl. S. 891 ff.). Die unteren Naturschutzbehörden geben Auskunft darüber, wo solche Gebiete liegen und welche Anforderungen dafür gelten.
Nach § 14 Abs. 1 Nr. 13 NatSchG stellen u. a. Vorhaben und Maßnahmen, die einer behördlichen Entscheidung oder einer Anzeige an eine Behörde bedürfen, sowie Eingriffe in Natur und Landschaft sowie erlaubnis- und bewilligungspflichtige Gewässerbenutzungen »Projekte« dar, sofern sie geeignet sind, ein Natura 2000-Gebiet erheblich zu beeinträchtigen. Dies gilt auch, wenn die Eingriffe oder Gewässerbenutzungen außerhalb des Natura 2000-Gebiets erfolgen, sich aber erheblich beeinträchtigend auf das Gebiet auswirken können. Dabei ist nicht nur auf das einzelne Projekt abzustellen, auch ein Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen ist von Bedeutung. Wasserkraftanlagen können Projekte in diesem Sinne sein.

Liegt ein »Projekt« im Sinne dieser Definition vor, ist eine besondere Verträglichkeitsprüfung nach § 38 NatSchG durchzuführen. Diese Prüfung wird in das Vorhabenszulassungsverfahren integriert. Gegenstand der Verträglichkeitsprüfung ist, ob durch das Projekt das Natura 2000-Gebiet in seinen spezifischen Erhaltungszielen oder in seinen für den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen erheblich beeinträchtigt werden kann. Ist dies der Fall, ist das Projekt grundsätzlich unzulässig, kann aber nach § 38 Abs. 3 NatSchG ausnahmsweise zugelassen werden, wenn es aus zwingenden Gründen des öffentlichen Wohls notwendig ist. Solche Gründe können im Rahmen einer Gesamtabwägung auch in der Nutzung regenerativer Energien liegen. Ist eine zumutbare Alternative gegeben, den mit dem Projekt verfolgten Zweck an anderer Stelle ohne oder mit geringeren Beeinträchtigungen für das Natura 2000-Gebiet zu erreichen, ist die Ausnahme zu versagen.
Besondere Anforderungen für eine Ausnahmeerteilung sind gemäß § 38 Abs. 4 NatSchG bei prioritären Biotopen und prioritären Arten zu beachten. Nach § 38 NatSchG finden die Vorschriften über das Verschlechterungsverbot, die Durchführung einer Verträglichkeitsprüfung und das Ausnahmeverfahren auch bei der Europäischen Kommission gemeldeten, aber noch nicht geschützten Natura 2000-Gebiete Anwendung. Soweit für ein Projekt eine Ausnahme erteilt wird, ist in der Zulassung sicherzustellen, dass die zur Sicherung des ökologischen Netzes „Natura 2000“ notwendigen Maßnahmen einschließlich einer Erfolgskontrolle durchgeführt werden (Kohärenzausgleich, § 38 Abs. 5 NatSchG; vgl. 6.4 VwV Natura 2000).

2.6 Hinsichtlich besonders und streng geschützter Arten sind die Verbote des § 42 Abs. 1 BNatSchG zu beachten. Sofern einer der Verbotstatbestände gegeben ist, kann unter den Voraussetzungen des § 62 BNatSchG eine Befreiung erteilt werden. Bei einem Planfeststellungs- oder Plangenehmigungsverfahren ist in Folge der Konzentrationswirkung keine eigenständige Befreiung erforderlich, die materiellen Befreiungsvoraussetzungen sind aber zu beachten. Werden in Folge der Errichtung oder der Betriebs einer Wasserkraftanlage Biotope zerstört, die für dort wild lebende Tiere und wild wachsende Pflanzen der streng geschützten Arten nicht ersetzbar sind, ist der Eingriff nur zulässig, wenn er aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses gerechtfertigt ist (§ 21 Abs. 4 Satz 2 NatSchG).

3 Fischerei- und Tierschutzrecht

Spezielle Regelungen trifft das Fischereigesetz für Baden-Württemberg (FischG) bezüglich Schutzmaßnahmen gegen die Schädigung von Fischen an Triebwerken (§ 39 Abs. 1 FischG: »Wer … Triebwerke errichtet, hat auf seine Kosten geeignete Vorrichtungen, die das Eindringen von Fischen verhindern, anzubringen und zu unterhalten.«, siehe auch § 1 Satz 2 Tierschutzgesetz). Der Bau, Betrieb und die Unterhaltung von Fischwegen sind in § 40 Abs. 1 FischG vorgeschrieben.

Bei Verfahren und Vorhaben, von denen Gewässer im Sinne des § 1 Abs. 1 FischG betroffen sind, haben die zuständigen Behörden den Fischereireferenten des Regierungspräsidiums zu beteiligen (VwV-FischG vom 05.12.2003, GABl. S. 967 zu § 48).

4 Umweltverträglichkeitsprüfung

Nach § 31 Abs. 2 Satz 4 WHG muss das Planfeststellungsverfahren für einen Gewässerausbau, für den nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung eine Verpflichtung zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung besteht (UVP-pflichtiger Gewässerausbau), den Anforderungen des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung entsprechen (welches im Jahre 2001 aufgrund EU-rechtlicher Vorgaben geändert wurde und dessen Neufassung am 25. Juni 2005 bekannt gemacht wurde – BGBl. I S. 1757). Ist eine UVP-Pflicht vorgesehen, nimmt dies Bezug auf die Regelung des § 3b UVPG; soweit eine allgemeine oder standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalles vorgesehen ist, geht dies zurück auf die Regelung des § 3c UVPG.
Sonstige Ausbauvorhaben, soweit es sich nicht um kleine Gewässer von wasserwirtschaftlich untergeordneter Bedeutung handelt und das Vorhaben den naturnahen Ausbau eines Gewässers bezweckt, sind einer allgemeinen Vorprüfung des Einzelfalles unterworfen (Nr. 1.14 der Anlage 1 zum LUVPG). Der Bau von Wasserkraftanlagen mit einer Leistung von 1000 kW und mehr ist einer allgemeinen Vorprüfung (§ 3c Satz 1 UVPG) und der Bau für Anlagen mit weniger als 1000 kW einer standortbezogenen Vorprüfung (§ 3c Satz 2 UVPG) des Einzelfalls unterworfen (Nr. 1.12 der Anlage 1 zu § 1 und § 2 Abs. 1 Nr. 5 und Abs. 2 LUVPG). Wegen Stauanlagen wird auf Nr. 1.6 der Anlage 1 zu § 1 und § 2 Abs. 1 Nr. 5 und Abs. 2 LUVPG verwiesen.
Bei der standortbezogenen Vorprüfung des Einzelfalls, die für den Bau von Wasserkraftanlagen mit weniger als 1000 kW durchzuführen ist (Nr. 1.12.2 der Anlage 1 des LUVPG), geht es um die Einschätzung, ob das Vorhaben erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen haben kann. Dabei sind alle für den jeweiligen Einzelfall einschlägigen Kriterien der Anlage 2 Nr. 2 zum LUVPG zu berücksichtigen. Bei der konkreten Anwendung der Kriterien der Anlage 2 zum LUVPG ist zwischen der Sachverhaltsermittlung, die zunächst die möglichen nachteiligen Umweltauswirkungen anhand der Kriterien der Nr. 1 und Nr. 2 der Anlage 2 zum LUVPG ermittelt und der Einschätzung der Erheblichkeit dieser nachteiligen Umweltauswirkungen unter Berücksichtigung der Kriterien Nr. 3 der Anlage 2 zum LUVPG zu unterscheiden. Die in Nr. 3 der Anlage 2 zum LUVPG genannten Merkmale der möglichen erheblichen Auswirkungen werden gebildet aus den Merkmalen des Projektes und den Standortmerkmalen.

Ungeachtet dessen darf nach § 6 WHG eine Erlaubnis oder eine Bewilligung nur erteilt werden, soweit von der beabsichtigten Benutzung eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten ist. Dies bedeutet, dass auch in Fällen, in denen keine Umweltverträglichkeitsprüfung vorgeschrieben ist, wie bisher schon die Auswirkungen auf die Umwelt im Verfahren zur Erteilung einer Erlaubnis oder einer Bewilligung miteinzubeziehen sind. Die Auswirkungen sind vom Antragsteller soweit erforderlich in Gutachten darzustellen.
Bei der Änderung oder Erweiterung von Wasserkraftanlagen gilt § 2 Abs. 1 Nr. 6 LUVPG, der auf § 3e Abs. 1 des UVPG verweist.

III. Fachliche Kriterien für die Gesamtbeurteilung einer Wasserkraftnutzung

Bei der fachlichen Beurteilung der Zulässigkeit einer Wasserkraftnutzung sind sowohl die energiewirtschaftliche Seite einer Wasserkraftanlage als auch deren Auswirkungen auf die Umwelt zu prüfen. Dabei können die wesentlichen Grundlagen bereits im Rahmen der Gewässerentwicklungsplanung (§ 68a WG) dargestellt sein. Sie können sich auch aus den von den Flussgebietsbehörden bis 2009 für die Flussgebietseinheiten aufzustellenden Maßnahmenprogrammen und Bewirtschaftungsplänen zur Erreichung der in den §§ 25a Abs. 1, 25b Abs. 1 und 33a Abs. 1 WHG festgelegten Ziele ergeben (§ 3b i. V. m. § 3c WG). Bewirtschaftungspläne stehen der Wasserkraftnutzung nicht grundsätzlich entgegen.

1. Die Auswirkungen der Wasserkraftnutzung, der Bau einer Wasserkraftanlage und deren Betrieb sind unter folgenden Gesichtspunkten fachlich zu analysieren und darzustellen:
   - Wasserwirtschaftliche Auswirkungen, insbesondere auf Abflussregime (Hochwasser, Niedrigwasser), Fließgeschwindigkeit, Stabilität des Gewässerbetts, Feststoffhaushalt, Grundwasser und auf die Wasserbeschaffenheit,
   - Auswirkungen auf den Lebensraum Fließgewässer, insbesondere auf Erhalt und Entwicklung einer fließgewässertypischen Fauna und Flora und auf die Lebensgemeinschaften der Wasserwechselzone und der Talaue,
   - Auswirkungen auf sonstige Gewässerfunktionen, insbesondere auf Erholungswert, Gewässerlandschaft, fischereiliche und andere Nutzungen,
   - CO2- und Schadstoffreduzierung sowie Reduzierung der Abwärmebelastung der Umwelt im Vergleich zu einer Stromerzeugung auf fossiler Basis; dabei ist die durchschnittlich erzeugte Strommenge zugrunde zu legen,
   - Auswirkungen auf die in den §§ 25a ff. WHG festgelegten Bewirtschaftungsziele (siehe auch Nr. II. 1.2).
2. Bei den in Frage kommenden negativen Auswirkungen ist auch zu prüfen, ob und ggf. wie diese gemindert werden können. Hierfür kommen z. B. Beseitigung von Wanderungshindernissen, landschaftsangepasste Bauweisen der Anlagen, (naturnahe) Gestaltung des Gewässers und der Uferstreifen sowie das Anlegen von Flachwasserzonen in Frage.

IV. Gestaltung der Durchgängigkeit und Ermittlung der Mindestabflüsse

1. Durchgängigkeit

Die Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern ist auf Grund verschiedener bereits früher geltender und inzwischen präzisierter gesetzlicher Vorgaben und fachlicher Regeln grundsätzlich zu gewährleisten. In bestimmten Fällen können insoweit auch Anforderungen für die Wanderung flussabwärts gestellt werden.

Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass eine vermeidbare Beeinträchtigung ihrer ökologischen Funktion unterbleibt und eine nachhaltige Entwicklung sowie ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt gewährleistet wird (§ 1a Abs. 1 WHG). Nach dem WHG und dem Wassergesetz für Baden-Württemberg ist Bestandteil der Gewässerunterhaltung die naturnahe Gestaltung und Bewirtschaftung des Gewässerbettes und der Ufer (§§ 47 Abs. 1 Nr. 2, 63 Abs. 1 und 68a Abs. 1 WG). Mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurden insbesondere für die Gewässerökologie und die –bewirtschaftung flussgebietsbezogen weitergehende Ziele definiert. Die Anhänge II und V der WRRL wurden mit Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr zur Umsetzung der Anhänge II und V der Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasser politik (Gewässerbeurteilungsverordnung) vom 30. August 2004 (GBl. S. 713)

in Landesrecht umgesetzt. Auch diese Vorschrift verfolgt das Ziel, Durchgängigkeit herzustellen und damit eine Beeinträchtigung der ökologischen Funktionen des Gewässers zu vermeiden oder, soweit dies nicht möglich ist, auszugleichen (siehe Anhang 3 Nr. 2 und Anhang 4 Nr. 1 Tabelle 2 „Hydromorphologische Qualitätskomponente“ der Gewässerbeurteilungsverordnung). Der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial der Gewässer ist nach § 3g WG in der Regel bis 2015 zu erreichen. Dies erfordert die Erarbeitung flussgebietsspezifischer Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne, die der Zustimmung des Landtags bedürfen (§ 3c Abs. 1 WG). Aufgrund dieser Programme und Pläne kann je nach Zustand eine Umgestaltung von wasserbaulichen Anlagen erforderlich werden.

Weitere Vorschriften enthalten das Fischereirecht und das Naturschutzrecht (Umsetzung der Europäischen FFH-Richtlinie in nationales Recht).

Die Ziele, Grundlagen und gestalterischen Möglichkeiten zur Sicherstellung der Durchgängigkeit der Fließgewässer an Wasserkraftanlagen werden im Einzelnen im Leitfaden „Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern“ der Landesanstalt für Umweltschutz (jetzt Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) dargestellt.

2. Ermittlung und Sicherstellung der Mindestabflüsse (§ 35a WG)

In der wasserrechtlichen Entscheidung ist der Mindestabfluss ausdrücklich festzulegen. Auf die §§ 4 und 5 WHG ist besonders hinzuweisen.

2.1 Grundsätzliches Vorgehen

Die Ermittlung der Mindestabflüsse erfolgt in einem mehrstufigen Verfahren. In einem ersten Schritt werden Orientierungswerte für den Mindestabfluss aus hydrologischen Daten ermittelt. Diese Werte sind in einem zweiten Schritt an Hand der örtlichen Gegebenheiten zu überprüfen. Bei Bedarf können diese Abflüsse um einen dynamischen Anteil erhöht werden. Maßgebend sind die örtlich für das Gewässer ermittelten Werte.

Diese Beurteilung (bisher auf § 6 WHG und §§ 3a, 35a WG basierend) hat nun auch die europaweit geltenden Vorgaben, die für Baden-Württemberg in der Gewässerbeurteilungsverordnung festgelegt sind, zu berücksichtigen (siehe oben Nr. 1 Abs. 2). Ein gestörtes Abflussverhalten des Gewässers kann das Erreichen des guten ökologischen Zustands gefährden. Eines der Kriterien für die Ermittlung der so genannten „signifikanten Belastungen“ von Oberflächengewässern ist die Wassernutzung z. B. durch Wasserentnahme bei Kraftwerksnutzern und Abflussregulierungen.

Die Ziele, Grundsätze, Hintergrundinformationen und Beispiele sind im Leitfaden „Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken“ der Landesanstalt für Umweltschutz (jetzt Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) beschrieben.

2.2 Ausleitungskraftwerke

Bei Ausleitungskraftwerken beträgt der Orientierungswert für Mindestabflüsse 1/3 MNQ.
Folgende Gesichtspunkte können im zweiten Schritt zur örtlichen Anpassung des Orientierungswertes führen:

a) Durchgängigkeit der Ausleitungsstrecke bei ausreichender Leitströmung, funktionsfähige Anlage zur Herstellung der Durchgängigkeit,
b) Erhaltung eines zusammenhängenden und funktionsfähigen Lebensraums,
c) Wassergüte,

sowie einzelfallabhängig:

d) hydrologische Besonderheiten. Insbesondere bei Karstabflüssen kommen geringere MNQ in Betracht.
e) Zuflüsse in der Ausleitungsstrecke,
f) Grundwasserhaushalt,
g) Temperaturhaushalt,
h) Ausleitungs- und Staulänge,
i) Sohlstabilität.

Der anhand dieser Kriterien ermittelte Wert stellt den örtlich angepassten Mindestabfluss dar. Dieser angepasste Mindestabfluss ist in der Regel über das Jahr konstant. Er kann bei Bedarf gestaffelt werden, wenn jahreszeitlich unterschiedliche Abflüsse ausreichend sind. Grundlagen hierzu sind die Anforderungen der Indikatorfischarten für den betreffenden Gewässerabschnitt. Der angepasste Mindestabfluss darf ganzjährig 1/6 MNQ nicht unterschreiten.

In Einzelfällen kann eine zuflussabhängige dynamische Erhöhung des örtlich angepassten Mindestabflusses aus ökologischen Gründen erforderlich sein.

Die Einhaltung der Mindestabflüsse ist durch entsprechende Gestaltung, Betrieb und Unterhaltung der Bauwerke zu gewährleisten. Dies ist im Rechtsverfahren nachzuweisen. Erforderlichenfalls sind geeignete Kontrolleinrichtungen vorzusehen.
Erforderliche Untersuchungen sind i. d. R. vom Antragsteller zu veranlassen. Art und Umfang der Untersuchungen sind frühzeitig mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen.

2.3 Flusskraftwerke
In der Regel wird bei einem Flusskraftwerk das entnommene Wasser unmittelbar unterhalb des Regelungsbauwerks wieder eingeleitet, so dass keine Ausleitungsstrecke entsteht. An Flusskraftwerken ist für die Anlage zur Herstellung der Durchgängigkeit ein ausreichender Abfluss mit der notwendigen Leitströmung zu gewährleisten. Darüber hinaus kann in Sonderfällen zum Erhalt von teilweise hochwertigen Lebensräumen direkt unterhalb von Wehren oder zur Belüftung eine Wasserdotation erforderlich sein.

V. Hinweise zur Abwägung und Ermessensausübung bei Entscheidungen über die Zulassung von Wasserkraftanlagen (§ 35b WG)

1. Eine Zulassung der Wasserkraftnutzung soll vorrangig an bestehenden Querbauwerken ermöglicht werden, wo die Nutzung als emissionsfreie regenerative Energie in der Gesamtschau zu einem Positiveffekt führt. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn die Entlastung der Umwelt im Bereich der Atmosphäre – und folglich bei der Deposition in Boden und Gewässer – durch Vermeidung des Einsatzes von fossilen Energieträgern gegenüber einer gewissen Beeinträchtigung im Gewässerbereich überwiegt.

2. In die Gesamtbeurteilung sind im Einzelfall zusätzlich die nachfolgenden Kriterien einzubeziehen:
   - In Bereichen, in denen die Gewässerstruktur bereits aufgrund verschiedener Gewässerbenutzungen (z. B. Landwirtschaft, Schifffahrt, Stromerzeugung, industrielle Nutzung, intensive Freizeitnutzung, Trinkwasserversorgung, Hochwasserschutz, Begradigung, Ausbau der Gewässer, Uferbauwerke usw.) stark verändert ist, sind eventuelle Eingriffe geringer zu bewerten, da auch die anderen Nutzungsarten den Gewässerzustand auf Dauer beeinflussen.
   - Eine Verbesserung des ökologischen Zustands, z. B. durch Schaffung einer vorher nicht vorhandenen Durchgängigkeit, oder Verbesserung der Hydromorphologie im

Bereich der Stauhaltung oder der Ausleitungsstrecke (z. B. Strukturierungsmaßnahmen, Schaffung der Seitendurchgängigkeit usw.).
- Wasserrückhaltung und Erhalt des Grundwasserspiegels, Schaffung von Laichhabitaten, Wiesenüberschwemmungen, Feuchtbiotopen und Auwaldbewässerung, und damit Schaffung wichtiger Grundlagen einer regionalen Kreislaufwirtschaft.
- Verbesserung der allgemeinen wasserwirtschaftlichen Situation (z. B. Hochwasserschutz, Sauerstoffanreicherung, Gewässerreinhaltung von Zivilisationsmüll).

Ablehnungen kommen dann in Betracht, wenn:
- naturnahe Gewässer oder Gewässerstrecken mit einem weitgehend ungestörten und intakten Naturhaushalt betroffen wären; dies ist in bestehenden Naturschutzgebieten und Naturdenkmalen im Hinblick auf den Schutzzweck zu prüfen,
- Erhaltungs- oder Entwicklungsziele von Natura 2000-Gebieten erheblich beeinträchtigt werden können,
- Bestände seltener und schützenswerter Arten durch die Zulassung der Wasserkraftnutzung gefährdet werden,
- das Gewässer aufgrund der besonderen örtlichen Verhältnisse bereits einer so starken anderweitigen Nutzung unterworfen ist, dass bei einer weiteren Nutzung unverzichtbare Funktionen der Gewässer nachhaltig beeinträchtigt wären,
- oberirdische Gewässer, die nicht als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, nicht so bewirtschaftet werden können, dass eine nachteilige Veränderung ihres ökologischen und chemischen Zustands vermieden und ein guter ökologischer und chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden kann (§ 25a Abs. 1 WHG),
- künstliche und erheblich veränderte oberirdische Gewässer nicht so bewirtschaftet werden können, dass eine nachteilige Veränderung ihres ökologischen Potenzials und chemischen Zustands vermieden und ein gutes ökologisches Potenzial und guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden kann (§ 25b Abs. 1 WHG),
- Maßnahmen, die im Zusammenhang mit der Zulassung einer Wasserkraftanlage stehen, insgesamt dem Verschlechterungsverbot nach Art. 1 der WRRL zuwiderlaufen.

VI. Entschädigung bei Umweltauflagen

1. Beim Neubau oder der zulassungspflichtigen Erweiterung von Wasserkraftanlagen werden der Mindestabfluss und die Durchgängigkeit in der wasserrechtlichen Entscheidung (entschädigungslos) festgelegt.

2. Bei widerrufbaren alten Rechten und alten Befugnissen wurde eine Entschädigung für den in Nummer IV. genannten Mindestabfluss und die Herstellung der Durchgängigkeit schon bisher nicht gewährt. Alte Rechte und alte Befugnisse können nach der Änderung des WHG von 2002 entschädigungslos durch nachträgliche Anordnungen eingeschränkt werden, unabhängig davon ob sie widerruflich sind oder nicht (§ 5 Abs. 2 i. V. m. § 15 Abs. 4 Satz 3 WHG). Die Erforderlichkeit der Maßnahme gerade im Hinblick auf den gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 2a und 3 WHG sowie § 36 WHG verfolgten Zweck ist in der Entscheidung darzulegen. Dies gilt auch für die getroffenen Verhältnismäßigkeitsüberlegungen.

VII. Arten der Antragstellung

1. Standortvorabklärung vor Durchführung eines Rechtsverfahrens

Auf Antrag des Unternehmers ist eine Vorabklärung tendenziell geeigneter Standorte möglich. Eine Vorabklärung kann das Verfahren beschleunigen, wobei dem Antragsteller im Falle einer Negativprognose unnötige Aufwendungen für eine vollständige Planung und für Gutachten erspart werden.

Für die Standortvorabklärung sind folgende Verfahrensschritte vorgesehen:

a) Der Antragsteller legt der Zulassungsbehörde insbesondere einen Lageplan und eine grobe Konzeption und Dimensionierung der Anlage mit den wichtigen Abflussdaten des Gewässers zur Information vor.
b) Die Behörde führt eine überschlägige Prüfung der Unterlagen durch.
c) Zur Frage der Standorteignung und der erforderlichen Unterlagen für ein eventuell förmliches Rechtsverfahren führt die Behörde ggf. einen Vorortttermin mit Antragsteller und Fachbehörden durch.
d) Bezüglich der Genehmigungsfähigkeit des Standorts trifft die Behörde eine Tendenzaussage mit folgendem möglichen Inhalt:
   – Standort ist tendenziell geeignet,
   – Standort ist tendenziell ungeeignet,
   – Standortaussage ist nicht möglich, da umfassende Planunterlagen erforderlich wären, die die Auswirkungen der Anlage, mögliche Ausgleichsmaßnahmen u. a. darlegen.

   In diesem Fall kann nur in einem förmlichen Verfahren entschieden werden.

Mit ihrer Tendenzaussage weist die Behörde ausdrücklich darauf hin, dass es sich dabei nur um eine summarische Prüfung ohne rechtliche Bindungswirkung handelt. Die Vorabklärung soll nicht durch die Nachforderung zusätzlicher Unterlagen, wie etwa Gutachten wesentlich verlängert werden. Dies würde dem Sinn und Zweck dieses summarischen beschleunigten Verfahrens widersprechen.

Wenn Antragsteller die von der Behörde abgegebene Tendenzaussage nicht akzeptieren, sollen sie im Rahmen des förmlichen Rechtsverfahrens zur Vorlage der vollständigen Antragsunterlagen aufgefordert werden. Gegebenenfalls ist nach § 100 Abs. 1 Satz 3 WG zu verfahren.

2. Förmliches Rechtsverfahren

Bau und Betrieb neuer Wasserkraftanlagen bedürfen insbesondere dann eines Planfeststellungsverfahrens, wenn mit der Wasserkraftnutzung die Herstellung, Beseitigung oder wesentliche Umgestaltung eines Gewässers oder seiner Ufer (Gewässerausbau) verbunden ist (siehe Hinweise zu II. 1.1.1). Wenn ein solcher Gewässerausbau nicht notwendig ist, ist für die einschlägigen Benutzungstatbestände (Entnahme, Ableiten und Wiedereinleiten des Triebwassers, Aufstauen und Absenken von oberirdischen Gewässern) eine Erlaubnis oder Bewilligung (§§ 7, 8 i. V. m. § 3 Abs. 1 Nr. 1, 2 WHG) erforderlich.

Im Rechtsverfahren bedarf es im Hinblick auf die berührten Belange der Vorlage aussagekräftiger Unterlagen (z. B. Pläne, Gutachten). Unvollständige Anträge können von der unteren Wasserbehörde abgelehnt werden, wenn der Antragsteller den Mangel nicht innerhalb einer ihm gesetzten angemessenen Frist behoben hat (§ 100 Abs. 1 Satz 3 WG). Soweit es nur um eine Erlaubnis oder Bewilligung geht, ist nach dem Urteil des VG Freiburg vom 17. Februar 2000, Az.: 5 K 1368/98, zur verbindlichen Vorabklärung von einzelnen Fragen auch ein Vorbescheid zulässig.

VIII. Inkrafttreten

Diese Verwaltungsvorschrift tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung in Kraft und ersetzt die Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt und Verkehr, des Ministeriums für Ländlichen Raum und des Wirtschaftsministeriums zur gesamtökologischen Beurteilung der Wasserkraftnutzung; Kriterien für die Zulassung von Wasserkraftanlagen bis 1000 kW vom 14. Dezember 2000 (GABl. 2001 S. 232); sie tritt am 31.12.2014 außer Kraft.

Internet-Links

Wasserrahmenrichtlinie

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden Württemberg:
http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/3584/

Zentraler Kartenservice Wasserrahmenrichtlinie der LUBW:
http://rips-uis.lubw.baden-wuerttemberg.de/rips/wrrl/wrrl.htm

RICHTLINIE 2000/60/EG vom 23. Oktober 2000, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften:
http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/5491/wrrl-de.pdf?command=downloadContent&filename=wrrl-de.pdf
(Homepage Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden Württemberg)

Wassergesetz (WG) und Wasserhaushaltsgesetz (WHG) für Baden-Württemberg

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden Württemberg:
http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/1800/Hinweise_WHG_WG.pdf

Erneuerbares-Energien-Gesetz (EEG)

Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zu Änderung damit zusammenhängender Vorschriften (Bundesgesetzblatt):
http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/40508.phpf
(Homepage Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)

Vergütungssätze und Degressionsbeispiele nach dem neuen Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vom 25. Oktober 2008:
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2009_verguetungsdegression_bf.pdf

Energiekonzepte

Bundesregierung (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit):
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf

Land Baden-Württemberg (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg):
http://www.energiekonzept-bw.de/

Für Wasserkraft zuständige Stellen bei den Landkreisen

Landkreis Reutlingen, Umweltschutzamt Landratsamt:
http://www.kreis-reutlingen.de/ceasy/modules/cms/main.php5?cPageId=144&view=publish&item=level3&id=19

Landkreis Tübingen, Abteilung 41 Umwelt und Gewerbe, Aufgabenbereich Oberirdische Gewässer:
http://www.kreis-tuebingen.de/servlet/PB/menu/1299851_l1/index.html?QUERYSTRING=Wasser

Zollernalbkreis, Amt für Wasser- und Bodenschutz, Oberirdische Gewässer:
http://www.zollernalbkreis.de/servlet/PB/menu/1229083/index.html

Regierungspräsidium Tübingen

Abteilung 5 – Umwelt, Referat 53.1:
http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1114307/index.html

Verbände für Wasserkraftanlagenbetreiber

Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke e.V. (BDW):
http://www.wasserkraft-deutschland.de/

Arbeitsgemeinschaften Wasserkraftwerke Deutschland
(für Betreiber von Wasserkraftanlagen bis 5 MW):
http://www.wasserkraft.org/

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

Karten zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) Baden-Württemberg, Karte K 2.1 (Signifikante Abflussregulierung und Signifikante Wasserentnahme):
http://rips-uis.lubw.baden-wuerttemberg.de/rips/wrrl/viewer_wrrl_k_bwp_2_11.htm?activelayer=4

RIPS-Metadaten-Auskunft, Stichwort Wasserkraftanlage (WMS-Dienst):
http://rips-uis.lubw.baden-wuerttemberg.de/rips/wms_viewer/mygoogleWMSmap.html?http://rips-uis.lubw.baden-wuerttemberg.de/wms/cgi/UIS_0100000004100001&layer=0&name=WMS%20Wasserkraftanlage&legend=http://rips-uis.lubw.baden-wuerttemberg.de/rips/legends/UIS_0100000004100001_0&titles=Wasserkraftanlage

Daten- und Kartendienst der LUBW, Thema Wasser, Unterkategorie Wasserkraftpotenziale Neckar:
http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brs-web/home.xhtml?AUTO_ANONYMOUS_LOGIN

Umrechnungstabelle

Elektrische Leistung

1 W	=	1 Watt	
1 kW	=	1 Kilowatt	(= 1000 W)
1 MW	=	1 Megawatt	(= 1000 kW)
1 GW	=	1 Gigawatt	(= 1000 MW)
1 TW	=	1 Terawatt	(= 1000 GW)

Elektrische Energie (elektrische Arbeit)

1 Ws	=	1 Wattsekunde
1 Wh	=	1 Wattstunde
1 kWh	=	1 Kilowattstunde
1 MWh	=	1 Megawattstunde
1 GWh	=	1 Gigawattstunde
1 TWh	=	1 Terawattstunden

Wärmeleistung

1 J/s	=	1 Joule je Sekunde	
1 kJ/s	=	1 Kilojoule je Sekunde	(= 1000 J/s)
1 MJ/s	=	1 Megajoule je Sekunde	(= 1000 kJ/s)
1 GJ/s	=	1 Gigajoule je Sekunde	(= 1000 MJ/s)
1 TJ/s	=	1 Terajoule je Sekunde	(= 1000 GJ/s)

Wärmeenergie

1 J	=	1 Joule	
1 kJ	=	1 Kilojoule	(= 1000 J)
1 MJ	=	1 Megajoule	(= 1000 kJ)
1 GJ	=	1 Gigajoule	(= 1000 MJ)
1 TJ	=	1 Tersjoule	(= 1000 GJ)
1 PJ	=	1 Petajoule	(= 1000 TJ)

Umrechnungswerte

1 Ws	=	1 J	
1 kWh	=	3,6 MJ	(= $3{,}6 \times 10^3$ J)
1 kg SKE	=	29,3 MJ	(= $29{,}3 \times 10^6$ J)
1 t SKE	=	29,3 GJ	(= $29{,}3 \times 10^9$ J)
1 kg SKE	=	8,14 kWh	
1 W	=	1 J/s	

Sachworterklärung

Ausleitung/Ausleitungskanal

Zur Ausleitung des Triebwasser aus dem Hauptgewässer angelegtes Gerinne, das als Zuführung zum Krafthaus dient. Möglich sind sowohl offene als auch geschlossene Bauweise (z.B. Rohrleitung oder Stollen).

Beckenpass/Becken-Schlitz-Pass/Vertical-Slot-Pass/Raugerinne-Beckenpass

Zu den beckenartigen Fischaufstiegsanlagen zählen Beckenpass, Becken-Schlitz-Pass, Vertical-Slot-Pass und Raugerinne-Beckenpass. Sie bestehen aus einer Aufeinanderfolge von Becken, mit Hilfe derer die Wasserspiegeldifferenz in viele kleine, für Fische passierbare Höhensprünge aufgelöst wird. Beim Raugerinne-Beckenpass kommen anstatt Trennwänden Querriegel aus großen Blocksteinen zum Einsatz, die lückig versetzt angeordnet werden.

Siehe Stichwort „Fischaufstiegsanlage“

Druckleitung/Druckrohr

Der Begriff bezeichnet ein Rohr (für gewöhnlich aus Stahl, Beton oder Gusseisen und Kunststoff), das Wasser unter Druck vom Einlaufbecken bis zur Turbine führt.

Einlaufbecken

Ein künstliches Becken meistens am Ende eines Kanals mit vergrößerter Wasseroberfläche und -tiefe, von dem ein Druckrohr zum Krafthaus führt.

Einzugsgebiet

Die Summe aus Land- und Wasseroberfläche, die zum Abfluss an einem bestimmten Punkt eines Wasserlaufes beiträgt.

Fallhöhe

Der Begriff bezeichnet die Differenz zwischen Oberwasserspiegel und Unterwasserspiegel an einer Wasserkraftanlage, auch als Bruttofallhöhe bezeichnet. Die Nettofallhöhe bildet jene Fallhöhe, die zur Energieproduktion an der Turbine zur Verfügung steht, alle Höhenverluste an Rechen, Entnahmebauwerk, Rohrleitungen, Verschlüssen, Saugschlauch und Unterwasserkanal inbegriffen.

Fischaufstiegsanlage, -aufstiegshilfe, -wanderhilfe/Fischtreppe/Fischpass/

Anlagen, die den aquatischen Organismen die aufwärts- und abwärtsgerichtete Wanderung über Querbauwerke ermöglichen sollen. Hierfür existieren verschieden Bauweisen.

Siehe Stichwort „Beckenpass, Becken-Schlitz-Pass, Vertical-Slot-Pass und Raugerinne-Beckenpass“
Siehe Stichwort „Raue Rampe“
Siehe Stichwort „Verbindungsgewässer/Umgehungsgerinne“

Generator

Ein elektrischer Generator (lat. generare ‚hervorholen‘, ‚erzeugen‘) ist eine elektrische Maschine, die Bewegungsenergie oder mechanische Energie in elektrische Energie wandelt.

Gravitationskonstante g

Beschleunigung aufgrund der Schwerkraft, die ungefähr 9,81 m/s² beträgt.

Kavitation:

Ein hydraulisches Phänomen, bei dem Flüssigkeit unter extrem niedrigem Druck vergast. Diese Gasblasen fallen augenblicklich in sich zusammen (Implosion) und versetzen da-

durch den Konstruktionsteilen einen hydraulischen Schlag. Dies kann bei längerer Dauer zu schweren erosiven Materialschäden führen.

Krafthaus

Beim Krafthaus handelt es sich um jenen Ort einer Wasserkraftanlage, der der Stromerzeugung im eigentlichen Sinne dient. Dazu gehören der Bereich für die Mechanik (Einrichtungen zur Zu- und Ableitung des Wassers), die elektrotechnische Ausrüstung (Generator, Transformator etc.) und die Regelungs- und Leittechnik zur Steuerung der Anlage.

Laufwasserkraftwerk

Kraftwerksanlagen, in denen die natürlichen, aktuell auftretenden Durchflüsse abgearbeitet werden. Es erfolgt keine Speicherung.

Leerschuss

Entlastungskanal oder Entlastungsgerinne, durch den das Wasser bei Anlagenstillstand an der Anlage vorbei abgeleitet wird.

Leistung

Die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Gemessen in Joule/s oder Watt (1W = 1 J/s). Elektrische Leistung wird zumeist in kW gemessen.

MQ

Mittlere Durchflussrate des Wassers. Als mittleren Abfluss MQ bezeichnet man den durchschnittlichen Abfluss, bemessen auf ein Normaljahr - also den langjährigen Durchschnitt.

MNQ

Mittlerer Niedrigwasserabfluss.

Pegel

Messeinrichtung zur Bestimmung des Wasserstandes in Flüssen, Kanälen und anderen Gerinnen, in Seen und im Meer.

Mindestwasserabgabe/-abfluss

Der gesetzlich geforderte Minimalabfluss, der in den Wasserlauf unterhalb des Entnahmebauwerks, dem Damm oder Wehr, abgegeben werden muss, um in der Entnahmestrecke adäquate Strömungsbedingungen für Ökologie, Fischerei und Wasserentnahmen zu sichern.

Querbauwerk

Unter dem Begriff Querbauwerk werden neben Wehranlagen auch Dämme, Schwellen, Abstürze, Gleiten und Rampen verstanden.

Siehe Stichwort „Wehr“

Raue Rampe:

Geneigte Sohlstufe in einem Gewässer mit einer rauen Oberfläche zur Ermöglichung der Wanderung von Fischen und Kleinlebewesen.

Siehe Stichwort „Fischaufstiegsanlage“

Rechen/Feinrechen/Grobrechen

Ein Rechen wird immer an Einläufen zu Druckrohren und Kanälen angebracht, um den Eintrag von Schwimmstoffen zu verhindern. Ein Rechen setzt sich aus einem oder mehreren Gitterelementen zusammen, die aus einer Reihe von gleichmäßig versetzten, parallelen Metallstäben gefertigt werden. Je nach Abstand der Stäbe handelt es sich dabei um einen Grob- oder Feinrechen. Ein Grobrechen hat demzufolge die Aufgabe, grobes Treib-

gut fernzuhalten und ist bei jedem Kraftwerk anzutreffen (Stababstand 50 - 100 mm). Feinrechen, die sich am Eintritt zum geschlossenen Teil des Triebwasserweges befinden, haben hingegen einen kleinen Stababstand (20 - 30 mm) für feines Treibgut.

Rechenanlage/automatischer Rechen

Zu den Rechenanlagen gehören neben den Rechen auch die Einrichtungen zur Wartung der Rechen, also insbesondere die Rechenreinigungsgeräte. Die Steuerung der Rechenreinigungsgeräte erfolgt in der Regel automatisch (automatischer Rechen).

Regelungsbauwerk

Bauwerk zur Flussregelung, verschiedene Arten von Wehranlagen und Schützen, auch Sohlschwellen werden darunter gezählt. Damit wird eine Verbesserung der Wasserstands- und Strömungsverhältnisse durch flussbauliche Maßnahmen angestrebt.

Rücklauf/Rückleitungskanal

Der Auslaufkanal von der Turbine bis zur Vereinigung mit dem Hauptfluss.

Saugrohr

Zwischen Turbineneinheit und Unterwasser ist bei Wasserkraftanlagen ein Saugrohr angeordnet, das bei größeren Anlagen auch als Saugschlauch bezeichnet wird. Es wird zur Sicherung der Ausnutzung der Höhendifferenz aus Unterwasserspiegelhöhe und Höhe Laufradaustritt (statische Saughöhe) und zur Energierückgewinnung aus einem Teil der Geschwindigkeitshöhe des aus der Turbine austretenden Wassers, realisiert durch eine kontinuierliche Aufweitung des durchströmten Querschnittes (dynamische Saughöhe) benötigt. Somit hilft es bei der Erreichung eines guten Wirkungsgrades der Wasserkraftanlage.

Sohle

Grund des Gewässers.

Sohlschwelle/Sohlgleite/Sohlrampe

Eine Sohlschwelle, auch Sohlabsturz, ist ein quer zur Strömungsrichtung eines Flusses verlaufendes Regelbauwerk, das seine Tiefenerosion vermindert. Übliche Bauformen sind Steinaufschüttungen, Pfahlreihen oder Betonschwellen.
Sohlschwellen haben den Nachteil, dass sie von Wasserlebewesen nicht überwunden werden können. Man baut sie deshalb häufig zu Sohlgleiten und -rampen um. Sohlgleiten sind, bei einem Gefälle von 1 : 20 bis 1 : 30, flacher als Sohlrampen, bei denen es 1 : 3 bis 1 : 10 beträgt, ansonsten unterscheiden sich beide nicht wesentlich.

Schütz/Stellschütz

Als Schütz wird eine Anlage (Schieber, Schützenplatte) zur Regelung des Wasserdurchflusses in offenen Leitungen bzw. Wasserläufen oder zum Verschluss eines Wehres oder einer Schleuse bezeichnet.

Tosbecken

Als Tosbecken (von tosen) bezeichnet ein bremsendes Auffangbecken für das abfließende Wasser einer Talsperre, Staustufe, eines Wehrs, eines Hochwasserrückhaltebeckens oder einer anders gearteten Stauanlage.

Turbine

Eine Wasserturbine ist eine Turbine, welche die Wasserkraft nutzbar macht. Dabei wird die kinetische Energie des Wassers mittels der Wasserturbine in mechanische Energie umgewandelt, was die Drehung der Turbinenwelle bewirkt. Diese Drehung kann für den Antrieb von Transmissionsgetrieben verwendet werden, häufiger jedoch dient sie zum Antrieb eines Generators zur Stromerzeugung.

Man unterscheidet hinsichtlich der Betriebsweise zwischen Gleichdruckturbinen (Pelton-Turbine, Durchströmturbine) und Überdruckturbinen (u.a. Kaplan-Turbine und Francis-Turbine)

Turbinenhaus

Siehe Stichwort „Krafthaus“

Verbindungsgewässer/Umgehungsgerinne

Beinhalten alle Verbindungen um Querbauwerke, die als naturnah gestaltete Gewässer die Durchgängigkeit für Kleinstlebewesen und Fische sichern.

Siehe Stichwort „Fischaufstiegsanlage“

Überlauf

Ein Überlauf (oder Überlaufbauwerk) ist ein Bauteil in Entlastungsbauwerken zum Ableiten von Abwasser in den Vorfluter. Der Überlauf ist so konstruiert, dass eine bestimmte Wassermenge zu einer Anlage weiterfließt und die darüber hinaus ankommende Wassermenge über eine Schwelle zum Vorfluter entlastet wird.

Verdolung

Eine Verdolung oder Verrohrung ist eine Rohrleitung, in der ein Fließgewässer unter flächenhaften Hindernissen, in der Regel mit freiem Wasserspiegel, durchgeleitet wird. Von einer Verdolung spricht man, wenn es sich um eine längere Gewässerstrecke handelt, für deren Bau ein Planfeststellungsverfahren bzw. eine Ausbaugenehmigung nach §31 WHG erforderlich war.

Wasserkraftanlage

Eine Wasserkraftanlage ist die Gesamtheit der Bauwerke, Maschinen und Einrichtungen, um die potenzielle und kinetische Energie des Wassers in elektrische Energie umzuwandeln.

Wasserrad ober-/mittel-/rücken-/unterschlächtig

Ein Wasserrad ist ein Rad, das durch Wasserkraft in Rotation versetzt wird. Die Energie des Wassers wird so zum Antrieb von Generatoren oder mechanischen Maschinen genutzt. Die Bezeichnung richtet sich nach der Beaufschlagung des Wassers.

- oberschlächtig: am obersten Punkt des Rades
- mittelschlächtig: bei etwa 1/3 der Radhöhe
- rückenschlächtig: bei etwa 3/4 der Radhöhe
- unterschlächtig: das Wasser fließt unter dem Rad hindurch

Wehr/Wehranlage/Streichwehr

Es handelt sich um ein niedriges Staubauwerk, konzipiert um ausreichend Tiefe im Oberwasser für eine Wasserentnahme zu gewährleisten und gleichzeitig einen Wasserüberfall über seine Krone zu ermöglichen. Wehre dienen in erster Linie zur Ausleitung des Flusses in ein Wassertransportsystem, das letztlich zum Krafthaus führt. Wehre vergrößern außerdem die Fallhöhe. Eine Möglichkeit der Wasserentnahme besteht über ein Streichwehr, das das Wasser aus dem Fließgewässer seitlich, parallel zur Fließrichtung, abführt.

Quellen Sachworterklärung:

GIESECKE, J. , MOSONYI, E. (2005): Wasserkraftanlagen: Planung, Bau und Betrieb. Springer Verlag, 4. Auflage, Berlin, Heidelberg.

ESHA (2004): Handbuch zur Planung und Errichtung von Kleinwasserkraftwerken (deutsche Version des Layman‘s Guidebook on how to develop a small hydro site von Celso Penche et al, ESHA 2004, übersetzt von Bernhard Pelikan). www.esha.be

KRÄMER, C. ; FRIESE, H., REGIONALVERBAND NECKAR-ALB (RVNA) (HRSG.) (1995): Wasserkraftnutzung in der Region Neckar-Alb - Bestandsaufnahme und Potentialermittlung; Mössingen.

Internetplattform Wikipedia

Internetseite GeoDZ.com (http://www.geodz.com/deu/)

Quellen

Literatur

ANDERER, P., DUMONT, U., HEIMERL, S., RUPRECHT, A., WOLF-SCHUMANN, U. (2010): Das Wasserkraftpotenzial in Deutschland. WasserWirtschaft 100 (2010), Heft 9, S. 12 - 16.

ANDERER, P., DUMONT, U., STARK, B., WOLF-SCHUMANN, U. (2010): Vom Linienpotenzial zum technischen Wasserkraftpotenzial - Methode. WasserWirtschaft 100 (2010), Heft 9, S. 17 - 22.

ARBEITSKREIS KLIWA (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU), Bayerisches Landesamt für Umwelt (BLfU), Deutscher Wetterdienst (DWD)), (2004): KLIWA-Berichte – Heft 4: "Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft -Fachvorträge beim KLIWA-Symposium“: 87-102. E&B Engelhardt und Bauer, Karlsruhe.

ARBEITSKREIS KLIWA (LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt (BLfU), Deutscher Wetterdienst (DWD)), (2006): KLIWA-Berichte, Heft 9 Regionale Klimaszenarien für Süddeutschland Abschätzung der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. E&B Engelhardt und Bauer, Karlsruhe.

ARBEITSKREIS KLIWA (LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt (BLfU), Deutscher Wetterdienst (DWD)), (2007): KLIWA-Berichte, Heft 10 – 3. KLIWA-Symposium, Fachvorträge Klima-änderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft: 143-161. E&B Engelhardt und Bauer, Karlsruhe.

ARBEITSKREIS KLIWA (LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt (BLfU), Deutscher Wetterdienst (DWD)), (2008): Klimawandel in Süddeutschland Veränderung der Kenngrößen Lufttemperatur, Niederschlag und Hochwasserabfluss. Monitoringbericht 2008. E&B Engelhardt und Bauer, Karlsruhe.

BICKEL, P., BLESL, M., BOTT, W., ELLERSDORFER, I., ELTROP, L., FAHL, U. FRIEDRICH, R., REIS, S, SWIDER, D.J., THÖNE, E. (2005): Stromwirtschaft im Spannungsfeld von Ökonomie und Ökologie. Energiewirtschaft Jg. 104, Heft 3: 14-23. Universität Stuttgart.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2006): Umweltbericht 2006. Bonifatius GmbH, Paderborn.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2006): Wasserwirtschaft in Deutschland, Teil 1 - Grundlagen. Bonifatius GmbH, Paderborn.

DREWS, H., Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (Hrsg.) (2005): Faustzahlen für die Landwirtschaft 2005 – Kleinwasserkraft. Darmstadt.

GIESECKE, J., MOSONYI, E. (2005): Wasserkraftanlagen: Planung, Bau und Betrieb. Springer Verlag, 4te Auflage, Berlin, Heidelberg.

GIESECKE, J., JORDE, K. (1989): Regionale Energie- und Umweltanalyse für die Region Neckar-Alb, Teilabschnitt Wasserkraft.

HEIMERL, S., DUßLING, U., REISS, J., UVM - Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) (Dezember 2010): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im Einzugsgebiet des Neckars unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele.

HERTLE, H., SCHÄCHTELE, K. (2007): Die CO_2 Bilanz des Bürgers. Recherche für ein internetbasiertes Tool zur Erstellung persönlicher CO_2 Bilanzen. Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg.

HORLACHER, H.-B. (2003): Globale Potenziale der Wasserkraft. Berlin, Heidelberg.

HUTTENLOCHER, F. (1960): Oberflächenformen – Übersicht und Gliederung. Statistisches Landesamt in Verbindung mit dem Landkreis Balingen (Hrsg.): Der Landkreis Balingen – Amtliche Kreisbeschreibung Band I: 37 – 75. Stuttgart.

HUTTENLOCHER, F. (1966): Geographischer Führer für Tübingen und Umgebung. Katzmann, Tübingen.

HUTTENLOCHER, F. (1972): Baden-Württemberg – Kleine geographische Landeskunde. Karlsruhe.

KRÄMER, C. ; FRIESE, H., REGIONALVERBAND NECKAR-ALB (RVNA) (HRSG.) (1995): Wasserkraftnutzung in der Region Neckar-Alb – Bestandsaufnahme und Potentialermittlung; Mössingen.

LUBW (HRSG.) (2007): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 2 - Umgehungsgewässer und fischpassierbare Querbauwerke. LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 101, Karlsruhe.

MÜLLER-CZYGAN, G., SCHMIDT, F. (2005): Steigerung der Energiegewinnung bei Wasserkraftwerken durch Einsatz eines ASK-Wehres. Watervision no.1: 26-27, Meschede.

MÜLLER, G. (2005): Das mittelschlächtige Wasserrad als Energiewandler für kleine Fallhöhen. WASSERWIRTSCHAFT Jg. 95, Nr. 6: 8 – 13; Vieweg Verlag, Wiesbaden.

PENCHE, C. (1998): Layman‘s Guidebook on how to develop a small hydro site. 2nd Edition. Brüssel, DG XVII, European Commision.

PENCHE, C., PELIKAN, B. (Übersetzer) (2004): Handbuch zur Planung und Errichtung von Kleinwasserkraftwerken. ESHA, Belgien.

RUPRECHT, A. (2008): Erschließbare Wasserkraftpotenziale in Baden-Württemberg, Universität Stuttgart.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG UND WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.) (2010): Energiebericht 2010. Stuttgart, Stand Juli 2010.

UM/WM - UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG UND WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.) (2009): Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2008. Stuttgart, Stand Dezember 2009.

VERWALTUNGSVORSCHRIFT „WASSERKRAFTERLASS“ BADEN-WÜRTTEMBERG (30.12.2006), Stuttgart

VOß, A., MAYER-SPOHN, O., WISSEL, S., FAHL, U., BLESL, M. (2005): Lebenszyklusanalyse ausgewählter Stromerzeugungstechniken, Universität Stuttgart.

VOß, A., BOYSEN, B., FAHL, U., FRIEDRICH, R., KALTSCHMITT, M., LAING, R., MÜLLER, TH., GIESECKE, J., JORDE, K., VOIGT, C. (1990): Regionale Energie und Umweltanalyse für die Region Neckar Alb. Forschungsbericht des Instituts für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Band 5. Stuttgart.

WM - WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.) (2009): Energiekonzept Baden-Württemberg 2020. Stuttgart, Stand 28.07.09.

ZSW - ZENTRUM FÜR SONNENENERGIE- UND WASSERSTOFF-FORSCHUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (2008): Ausbau Erneuerbarer Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung bis zum Jahr 2020 (Kurzgutachten). Stuttgart.

Datenquellen

- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) Hrsg. (2007): Abfluss-Kennwerte in Baden-Württemberg

  Medium: DVD
  Ort: Karlsruhe
  Jahr: 2007
  ISBN: 978-3-88251-322-6

- Kartenmaterial
  - Topographische Karte 1 : 25.000 und 1 : 50.000
  - Orthophotos

- LUBW: Daten über Wasserkraftanlagen, Sohl- und Regelungsbauwerke

- Landratsämter der Landkreise
  - Umweltschutzamt Reutlingen: Basisdaten bestehender Wasserkraftanlagen
  - Landratsamt Tübingen: Erfasste Wasserkraftanlagenstandorte im Landkreis Tübingen
  - Landratsamt Zollernalbkreis: Daten über Anlagen an kleineren Flüssen