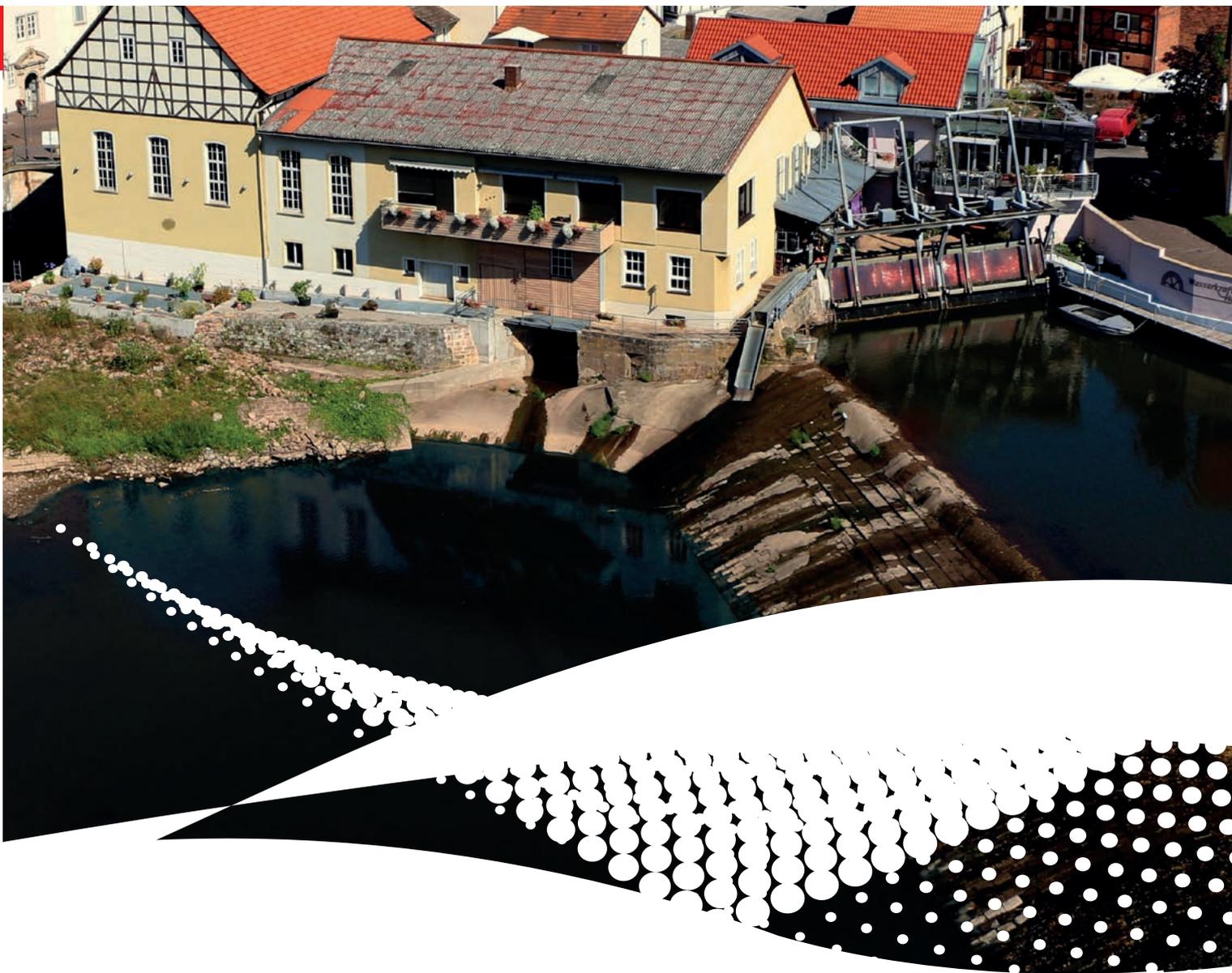




FAKTENPAPIER

Wasserkraft in Hessen

Bürgerforum Energieland Hessen



Bei uns hat
ENERGIE
ZUKUNFT

Inhalt

1 Einführung.....	3
2 Die wichtigsten Erkenntnisse des Faktenchecks auf einen Blick.....	4
3 Faktencheck Wasserkraft.....	7
4 Grundlagen der Wasserkraftnutzung	9
5 Rolle der Wasserkraft in Hessen	12
6 Bedeutung der Wasserkraft für die Energiewende in Hessen.....	16
7 Wasserrechtliche Rahmenbedingungen.....	20
8 Auswirkungen von Laufwasserkraftanlagen auf das Ökosystem Wasser	24
9 Maßnahmen zur Verbesserung des Arten- und Naturschutzes	29
bei Laufwasserkraftanlagen	
10 Technologische Innovationen.....	39
11 Potenziale der Wasserkraftnutzung in Hessen	45
12 Fazit.....	50
13 Die Expertinnen und Experten.....	52
14 Zum Weiterlesen.....	56

1 Einführung

Das Bürgerforum Energieland Hessen

Die Energiewende stellt das Land Hessen vor bedeutende Herausforderungen. Landesweit müssen Maßnahmen zur Energieeinsparung, Energieeffizienz und zum Ausbau der erneuerbaren Energien umgesetzt werden. Das Land Hessen hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 den Energieverbrauch zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien zu decken. Hierfür wird ein geeigneter Energiemix benötigt. Um dies zu erreichen, unterstützt das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung mit dem Landesprogramm „Bürgerforum Energieland Hessen“ (BFEH) Kommunen bei der Umsetzung der Energiewende. Das Landesprogramm fördert Aktivitäten, die die Kommunikation und die Zusammenarbeit aller Beteiligten verbessern. Hierzu gehören je nach Ausgangssituation und Zielsetzung der Kommune maßgeschneiderte Informations- und Dialogformate, Energie-Coaching und Beratungsangebote sowie die konkrete Konfliktbearbeitung bei lokalen Vorhaben.

Themenfelder und Fragen rund um die Energiewende, die gehäuft in der öffentlichen Diskussion auftauchen, werden als separate Veranstaltungsreihe unter dem Titel „Faktenchecks“ mit anerkannten Expertinnen und Experten erörtert. Die Ergebnisse dieser Faktenchecks werden anschließend in Faktenpapieren zusammengefasst und durch die HA Hessen Agentur GmbH veröffentlicht.

Faktencheck Wasserkraft

Nach verschiedenen Faktenchecks zur Windenergie standen die Potenziale der Wasserkraft im Mittelpunkt eines landesweiten Expertenaustausches im März 2016. Renommiertere Expertinnen und Experten (Kapitel 13) diskutierten und beantworteten Fragen zum Stand der Wasserkraft in Hessen, zu den ökologischen Auswirkungen sowie zu den Entwicklungsmöglichkeiten. Das vorliegende Faktenpapier beruht auf den Ergebnissen dieses Faktenchecks. Es dient dem Einstieg in die komplexe Thematik und bietet einen ersten Überblick. Eine intensive Auseinandersetzung mit den rechtlichen und fachlichen Vorschriften im Einzelfall wird hierdurch nicht ersetzt.

Der Faktencheck Wasserkraft wurde im Rahmen des Bürgerforums Energieland Hessen von der HA Hessen Agentur GmbH gemeinsam mit dem Projektpartner DIALOG BASIS durchgeführt.

Weitere Informationen zum Landesprogramm finden Sie unter:

http://www.energieland.hessen.de/buergerforum_energie

2 Die wichtigsten Erkenntnisse des Faktenchecks auf einen Blick

Anteil der Wasserkraft an der Stromerzeugung ist gering, ergänzt jedoch die Wind- und Solarenergie

Die Nutzung der Wasserkraft stellt trotz jahreszeitlicher Schwankungen eine gut prognostizierbare Stromquelle dar. Vor allem die größeren Kraftwerke gelten dabei als grundlastfähig. Wasserkraft erzeugt also erneuerbare Energie, die als Ergänzung für Windenergie oder Photovoltaik dienen kann. Sie leistet damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und zur Umsetzung der Energiewende. Der Anteil der Wasserkraft an der hessischen Stromerzeugung lag 2013 bei etwa 2,6 Prozent. Dies entspricht dem Strombedarf von etwa 130.000 Haushalten.

Die Energie aus Wasserkraft lässt sich in Hessen um fast ein Viertel steigern

Zur Erhöhung der Wasserkraftnutzung stehen im Wesentlichen drei Möglichkeiten zur Verfügung. Erstens lässt sich die Leistungsfähigkeit bestehender Anlagen steigern, indem alte Turbinen durch moderne ersetzt werden. Zweitens nutzen variabel steuerbare Turbinen größere Gesamtwassermengen. Drittens können an bestehenden Wehranlagen neue Wasserkraftwerke errichtet werden, sofern die Umweltauflagen erfüllt werden. Hinzu kommen Kleinwasserkraftanlagen, die allerdings trotz ihrer hohen Anzahl nur einen kleinen Beitrag leisten. Berechnungen gehen davon aus, dass die Wasserkraft in Hessen bei Ausschöpfung aller Maßnahmen um 23 Prozent auf jährlich 521 Millionen Kilowattstunden gesteigert werden könnte.

Den Nutzen der Wasserkraft aus alle Anlagentypen verbessern

Die hessische Wasserkraft basiert aktuell auf 621 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 92 Megawatt. Darüber hinaus bestehen in Hessen drei große Pumpspeicherkraftwerke. Die zwölf größten Laufwasserkraftwerke liefern etwa zwei Drittel des Energieertrags aller Anlagen. Knapp ein Drittel entfällt auf 370 kleine Wasserkraftanlagen. Die übrigen 239 Kleinstwasserkraftanlagen mit sehr geringer Leistung tragen lediglich etwa 2 Prozent bei. Vor diesem Hintergrund wurde ein Schwerpunkt der Maßnahmen bei den großen und mittleren Kraftwerken gesehen. Ziel des Faktenchecks ist es aber, Empfehlungen für alle Anlagentypen zusammenzustellen.



Gesetze und Auflagen begrenzen den Ausbau

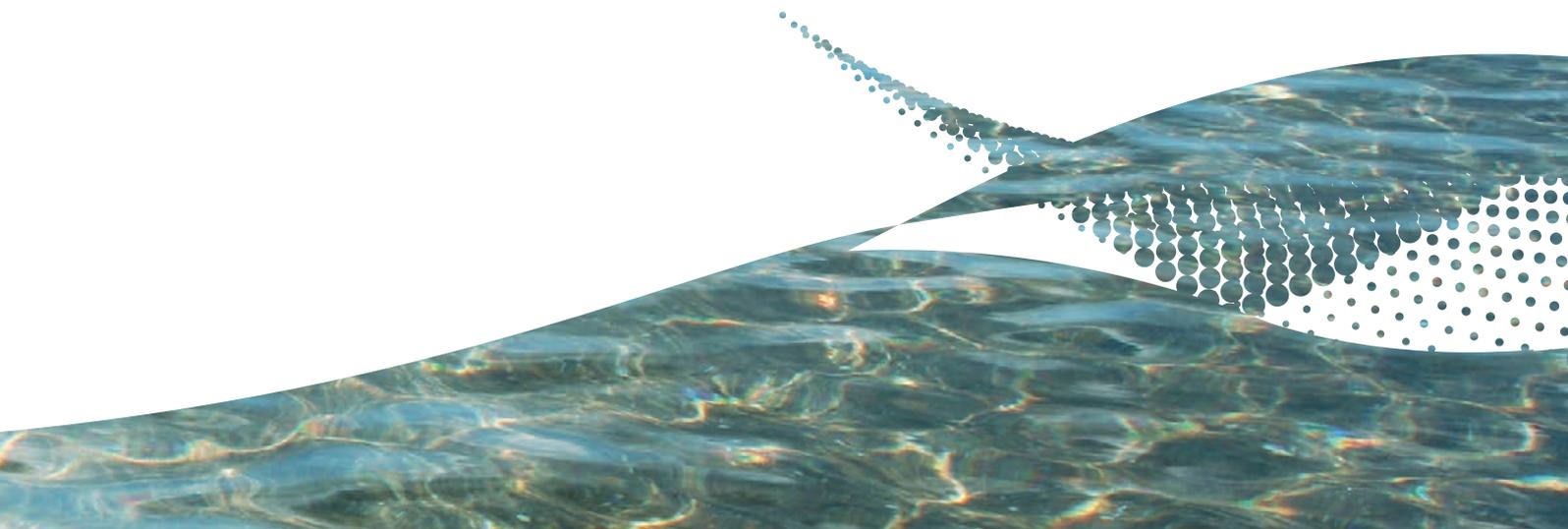
Die rechtlichen Rahmenbedingungen regeln den Ausbau der Wasserkraft in Hessen. Ziel der europäischen Wasserrahmenrichtlinie ist ein guter ökologischer und chemischer Zustand der Flüsse. Die Umsetzung der Richtlinie erfolgt in Deutschland über das Wasserhaushaltsgesetz. In Hessen wird dieses durch das Hessische Wassergesetz ergänzt. Vor allem der Fischschutz und die Durchgängigkeit der Gewässer müssen sichergestellt werden. Maßnahmen im Gewässer, die dieser Zielsetzung nicht entsprechen, sind nicht genehmigungsfähig. In der Praxis bedeutet dies, dass sich der Ausbau von Wasserkraftanlagen in Hessen auf bestehende Querbauwerke konzentriert, deren Rückbau nicht möglich ist und bei denen durch entsprechenden Fischschutz die ökologischen Bedingungen verbessert werden.

Viele Zielkonflikte zwischen Klimaschutz und Umweltschutz sind lösbar

Der Ausbau der Wasserkraft ist aus Aspekten des Klimaschutzes wünschenswert, denn sie kann als Ergänzung für andere erneuerbare Energien einen klaren Beitrag zur dekarbonisierten Energieerzeugung leisten. Auf der anderen Seite stehen die Interessen des Umweltschutzes, die den Ausbau der Wasserkraft nur unter strengen Auflagen ermöglichen. Wie der Faktencheck zeigte, lassen sich Klimaschutz und Umweltschutz aber durchaus kombinieren. Das Spannungsfeld zwischen beiden lässt sich dabei durch gezielte Maßnahmen zum Fischschutz sowie zur Verbesserung der Gewässerökologie verringern.

Bestehende Wasserkraftanlagen können zu ökologischen Beeinträchtigungen führen

Bei nicht modernisierten Anlagen ist die Passierbarkeit für Fische häufig flussaufwärts stark eingeschränkt. Zudem können konventionelle Wasserkraftanlagen für abwandernde Fischarten ein erhebliches Verletzungsrisiko darstellen. Verschiedene Studien weisen außerdem darauf hin, dass hierbei die komplexen ökologischen Gewässerstrukturen und der Wasserhaushalt deutlich beeinträchtigt werden können. Die Expertinnen und Experten waren sich einig, dass die ökologische Modernisierung auch beim Altbestand dringend vorangetrieben werden müsse und hierzu weitere Studien zur Wirksamkeit erforderlich seien.



Moderne Anlagen schützen Fische und erleichtern die Durchgängigkeit

Im Rahmen des Faktenchecks wurde ein ganzes Bündel von Maßnahmen vorgestellt, wie gewässerökologische Eingriffe von Querbauwerken und Wasserkraftnutzung reduziert werden können. Hierzu gehören die Wiederherstellung der Durchgängigkeit durch den Bau von Fischaufstiegsanlagen, eine Verringerung des Rechenabstandes, der Einbau von Leitrechen und Lockströmungen um Fische zu Bypässen bzw. Fischabstiegen zu leiten, die Verbesserung des Sediment- und Geschiebetransportes und die Strukturierung von Ausleitungstrecken sowie die Festlegung der Mindestwassermenge für Ausleitungskraftwerke. Für die Fischaufstiegshilfen wurden Schlitzpass und Borstenfischpass besonders betrachtet, wobei letzteres auch durch Kanuten und Wassersportler als Passierhilfe genutzt wird. Weitere Empfehlungen waren Fischaufstiegsschnecke und Hydro-Fischlift. Durch gezielte Lockstrome und Leitrechen könnten deutliche Verbesserungen beim Fischabstieg erzielt werden. Empfohlen wurden auch Aalrohre und Aal-Taxis, um diese besonders gefährdete Art zu schützen. Aber auch einfache Maßnahmen, wie die zeitweise Abschaltung der Turbinen zu Zeiten der Aalwanderung sowie vermehrte Leerschüsse, könnten die Situation der Fische verbessern.

Technologische Innovationen liefern zusätzliche Energie

Der Faktencheck fragte aber auch, welche technologischen Innovationen die Potenziale der Wasserkraft erhöhen könnten. Hierbei ging es um die Modernisierung der bestehenden Laufwasserkraftanlagen. Bei diesen werden häufig noch Francis-Turbinen verwendet, die auf eine bestimmte Wasserzufuhr optimiert sind. Kaplan-Turbinen und ihre Weiterentwicklung zur Rohrturbine können bei jahreszeitlich schwankenden Wassermengen einen höheren Energieertrag liefern. Weitere Anlagentypen wie Wasserkraftschnecken, bewegliche Krafthäuser und Strömungskraftwerke können unter spezifischen Bedingungen weitere Potenziale nutzen.



3

Faktencheck Wasserkraft



3 Faktencheck Wasserkraft

3.1 Wer war beteiligt?

Die Basis des vorliegenden Faktenpapiers bildet der Faktencheck Wasserkraft, der am 17. März 2016 in Rotenburg a. d. Fulda stattfand. Zu den Ergebnissen trugen die Vorträge und Diskussionsbeiträge von elf Expertinnen und Experten bei. Der Expertenkreis wurde in den Diskussionen durch über 90 teilnehmende Fachleute aus Landes- und Regionalverwaltung, Fischerei- und Umweltverbänden sowie Wasserkraftbetrieben ergänzt. Überdies konnten Interessierte vor der Veranstaltung Fragen über eine Internetplattform einreichen. Vor Ort diskutierten und beantworteten die eingeladenen Expertinnen und Experten sowie die teilnehmenden Fachleute diese und weitere Fragen. Das Faktenpapier gibt die Fragen und Antworten in gebündelter und strukturierter Form wieder und wurde mit den eingeladenen Expertinnen und Experten konsolidiert. Diese sind im Kapitel 13 aufgeführt.

3.2 Kernthemen Faktencheck Wasserkraft

Inhaltlich teilte sich der Faktencheck Wasserkraft in drei Themenblöcke auf:

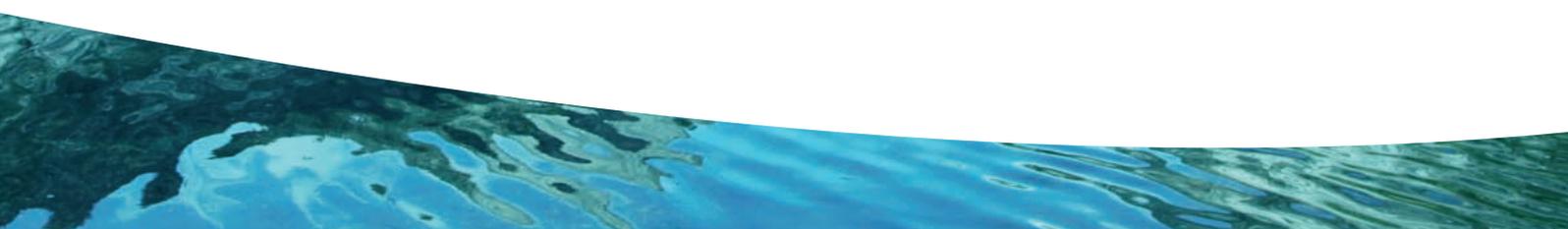
- Potenziale der Wasserkraftnutzung in Hessen
- Arten- und naturschutzfachliche Aspekte und die europäische Wasserrahmenrichtlinie
- Technologische Entwicklungen in der Wasserkraft

Zum Abschluss der Veranstaltung bestand die Möglichkeit, die örtliche Wasserkraftanlage Haag in Rotenburg a. d. Fulda zu besichtigen. Historische und moderne Wasserkraftturbinen wurden anschaulich vorgestellt und die Gesamtfunktionsweise der Wasserkraftanlage erklärt.

3.3 Wissen transparent machen

Das Bürgerforum Energieland Hessen legt großen Wert darauf, mit dem Faktencheck Wasserkraft und dem vorliegenden Faktenpapier die wichtigsten Informationen transparent und nachvollziehbar darzustellen. Hierfür war das Format der Veranstaltung wie folgt aufgebaut: Jeder Experte erhielt zwei bis drei Fachfragen zum jeweiligen Themenfeld und einen vorgegebenen Zeitrahmen. Somit waren die Redeanteile zwischen den einzelnen Akteuren ausgeglichen. Jeder Themenblock endete mit einer Diskussion und der Beantwortung der Internetfragen sowie Fragen aus dem Plenum. Den Abschluss der Veranstaltung bildete eine Themenblockübergreifende Podiumsdiskussion.

Um die Transparenz sicherzustellen, wurden die Fragen und Antworten per Simultanprotokoll für alle sichtbar festgehalten. Das Simultanprotokoll und die Präsentationsfolien der Experten sind im Internet zu finden unter www.energieland.hessen.de/faktencheck_wasserkraft.



4

Grundlagen der Wasserkraft- nutzung

4 Grundlagen der Wasserkraftnutzung

4.1 Grundlegende Funktionsweise von Wasserkraftanlagen

Wasserkraftanlagen nutzen die Energie von abfließendem Wasser und wandeln diese in mechanische Energie um. Das ankommende Wasser (Oberwasser) wird ganz oder teilweise durch einen Kanal in eine Turbine oder ein Wasserrad geleitet. Durch das fließende Wasser werden Turbinen oder Wasserräder in Gang gesetzt, die mechanische Energie erzeugen. Verstärkt wird dieser Prozess durch den im Kanal gestiegenen Wasserdruck. Ein Generator wandelt die mechanische Energie in elektrische Energie um. Je größer der Höhenunterschied zwischen Ober- und Unterwasser ist, desto mehr Energie kann erzeugt werden. Grundsätzlich wird zwischen Speicher- und Laufwasserkraftanlagen unterschieden.

4.2 Laufwasserkraftanlagen

Laufwasserkraftanlagen erzeugen in der Regel durch ein Querbauwerk einen Rückstau im Fließgewässer. Die Strömungsgeschwindigkeit wird hier verringert und der Wasserpegel steigt. Es besteht ein permanenter Zu- und Abfluss. Bei Ausleitungskraftwerken schließen sich an das Kraftwerk ein Ober- und einen Unterwasserkanal an. Das Wasser wird konzentriert in den Oberwasserkanal geleitet, trifft dort auf eine Turbine und setzt diese in Bewegung. Um die Turbine von großem Treibgut freizuhalten, wird davor ein Rechen installiert. Abgelassen wird das Wasser durch den Unterwasserkanal und fließt von dort weiter (Abbildung 1).

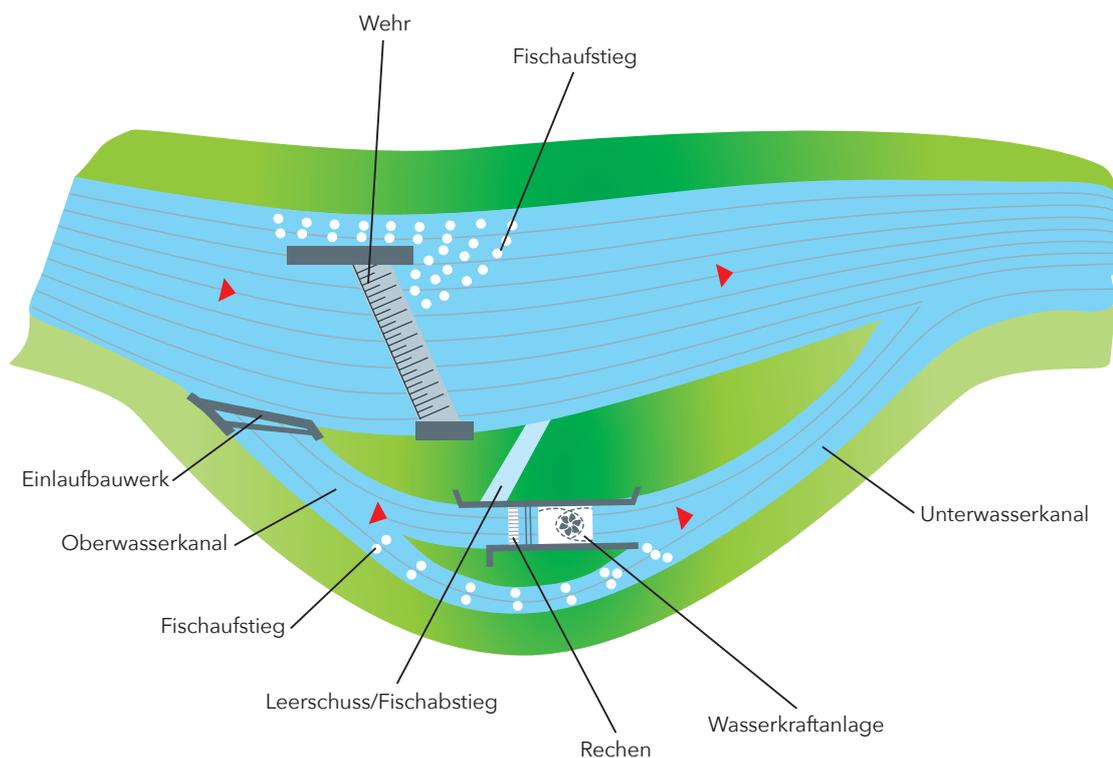


Abbildung 1: Funktionsweise einer Laufwasserkraftanlage (Eigene Darstellung)

4.3 Speicherkraftanlagen

Speicherkraftanlagen speichern das Wasser in einem höher gelegenen Becken (Stausee) und können es bei Bedarf zur Stromerzeugung durch eine Turbine in den unteren Bereich abgeben.

Eine spezielle Form der Speicherkraftanlagen stellen die Pumpspeicherkraftanlagen dar. Sie verfügen über ein Ober- und ein Unterbecken, in dem abgelassenes Wasser gesammelt wird. Bei Stromüberschuss - auch aus anderen erneuerbaren Energien - kann das Wasser aus dem Unterbecken wieder in das Oberbecken gepumpt werden (Abbildung 2). Ein Generator treibt hierbei eine Pumpe an, die das Wasser aus dem Unterbecken ansaugt und aufwärts pumpt. Gleichzeitig wird der Durchgang zur Turbine gesperrt, so dass kein zusätzlicher Strom mehr erzeugt wird. Sobald es wieder Strombedarf gibt, werden Pumpe und Generator entkoppelt, das Rohr der Pumpe geschlossen und das zur Turbine wieder geöffnet. Sobald es wieder Strombedarf gibt, werden Pumpe und Generator entkoppelt, das Rohr der Pumpe geschlossen und das zur Turbine wieder geöffnet.



Der Faktencheck Wasserkraft in Hessen befasst sich jedoch ausschließlich mit den Auswirkungen von Laufwasserkraftanlagen.

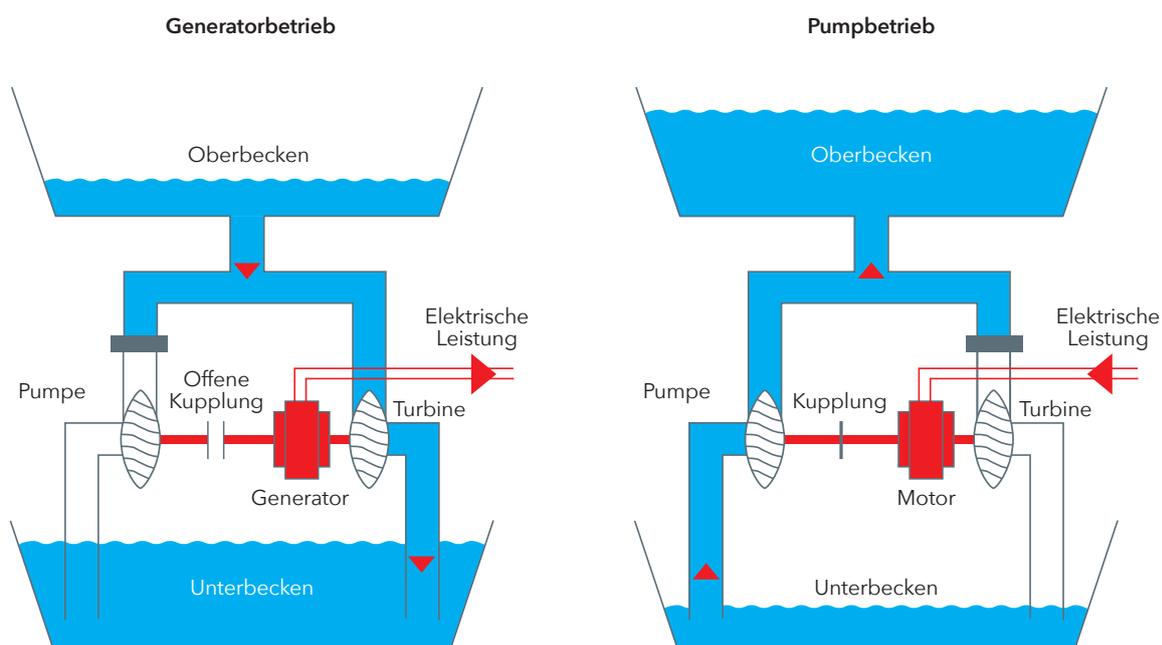


Abbildung 2: Funktionsweise eines Pumpspeicherwerks (Eigene Darstellung)

5

Rolle der Wasserkraft in Hessen

5 Rolle der Wasserkraft in Hessen

Im Mittelpunkt des Themenblocks stand die Einschätzung der Expertinnen und Experten zu folgenden Leitfragen: Wie hat sich die Wasserkraft in Hessen historisch entwickelt? Wie verteilt sich die Leistung in Hessen auf verschiedene Anlagengrößen? Und welche Rolle spielt die Wasserkraft in Hessen für die heutige Energieversorgung?

5.1 Geschichte der Wasserkraft in Hessen

Die Wasserkraft stellt eine seit langem genutzte Energieform dar. Einige hessische Wasserkraftstandorte stammen aus dem 13. Jahrhundert. Damals basierte die Nutzung der Wasserkraft vorrangig auf Mühlen, für die kleinere Querbauwerke errichtet wurden. So entstanden im Laufe der Jahrhunderte über 4.000 Mühlenstandorte, die zur Entwicklung des ländlichen Raums und zur regionalen Wertschöpfung beitrugen. Im Gegensatz zum heutigen 24-Stunden-Betrieb der Turbinen wurden damals die Mühlen vorwiegend nur zu den Arbeitszeiten betrieben. In den übrigen Zeiten wurden die Wehre „gelegt“. Man nimmt heute an, dass die Mühlenbesitzer insbesondere zu den Wanderzeiten der Fische in der Praxis so verfahren haben, da sie in der Regel auch Inhaber des Fischereirechtes waren und sich so eine Schonung der Fischbestände erhofften.

Ein Strukturprogramm, das den Müllern mit Hilfe einer staatlichen Prämie erleichtern sollte, das (Getreide-)Mahlen einzustellen, führte 1957 zum sogenannten „Mühlen-

sterben“. Die Anzahl der genutzten Mühlenstandorte reduzierte sich auf ca. 600. Diese ausgewählten Standorte wurden im Laufe des letzten Jahrhunderts für die Stromerzeugung umgerüstet. An ca. 500 dieser Standorte kommen seitdem an den alten Querbauwerken Wasserkraftturbinen zum Einsatz (Kapitel 11). Wasserräder in Anlehnung an die Funktionsweise alter Mühlen erzeugen nur noch in 129 Wasserkraftanlagen Strom. Das Energiepotenzial der übrigen alten Mühlenstandorte liegt brach. Die Querbauwerke bestehen aber oftmals weiterhin.

Impulse zur Wiederbelebung der Wasserkraft erfolgten in den 1980er Jahren mit der Investitionsförderung durch das Land Hessen. Zusätzlich führte das Erneuerbare-Energien-Gesetz bis zur Novelle 2012 mit einer höheren Vergütung zu Anreizen, Wasserkraftanlagen ökologisch und technisch zu modernisieren. Dabei sind strenge gesetzliche ökologische Auflagen zu berücksichtigen, um die Durchgängigkeit der Fließgewässer zu verbessern.

Im Jahr 2011 wurde eine Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung durch die Universität Kassel im Auftrag des Hessischen Umweltministeriums veröffentlicht. Aus dieser Studie (Kapitel 14) stammen die hier verwendeten Daten zum Stand und Potenzial der Wasserkraft in Hessen.



5.2 Anzahl und Leistung der hessischen Wasserkraftanlagen

Die hessische Wasserkraft basiert auf 621 Laufwasserkraftwerken mit einer Gesamtleistung von 92 Megawatt (Stand 2011). Darüber hinaus existieren in Hessen drei Pumpspeicherkraftwerke.

Abbildung 3 zeigt die Verteilung der Laufwasserkraftwerke auf verschiedene Leistungsbereiche.

Pumpspeicherkraftwerke

In Hessen werden derzeit die beiden Pumpspeicherkraftwerke Waldeck I und II unterhalb der über 100 Jahre alten Ederstalsperre sowie das deutlich kleinere Nidder-Speicherkraftwerk betrieben. Ihre gemeinsame Spitzenleistung beträgt ca. 620 Megawatt. Eine geplante Erhöhung der Waldeck-Kraftwerksleistung um ca. 50 Prozent wurde aufgrund mangelnder Rentabilität der Investition nicht umgesetzt. Eine spezielle Förderung für Pumpspeicherkraftwerke ist derzeit weder auf Landes- noch auf Bundesebene geplant.

Große Laufwasserkraftwerke

Bezüglich der Größe von Wasserkraftanlagen existieren keine einheitlichen Einteilungen. Im Folgenden werden Laufwasserkraftanlagen mit einer Nennleistung von über einem Megawatt als große Wasserkraftwerke bezeichnet. In Hessen existieren zwölf große Laufwasserkraftwerke, die sich an den Flüssen Eder, Fulda, Lahn, Main und Werra befinden. Diese Kraftwerke

lieferten 66 Prozent des Energieertrags aller hessischen Wasserkraftanlagen (Abbildung 4). Das größte Laufwasserkraftwerk in Hessen ist das Kraftwerk Griesheim mit einer Nennleistung von 6,8 Megawatt.

Kleine Laufwasserkraftanlagen

Die meisten Anlagen werden den kleinen Wasserkraftanlagen zugeordnet. Diese verfügen über eine Nennleistung zwischen zehn Kilowatt und einem Megawatt. Der Anteil der 370 hessischen kleinen Wasserkraftanlagen am Wasserkraftstrom betrug 2011 rund 32 Prozent.

Kleinstwasserkraftanlagen

Bei einer Leistung unter zehn Kilowatt wird von einer Kleinstwasserkraftanlage gesprochen. Die Befürworter betonten im Faktencheck die Regionalität der Anlagen, die sich unterstützend auf Netze auswirke. Gerade Kleinstanlagen können das Niederspannungsnetz stützen und die Kosten für den Netzausbau auf dieser Ebene reduzieren. Sie könnten sich so positiv auf die regionale Wertschöpfung auswirken. Die 239 Kleinstwasserkraftanlagen lieferten 2011 mit 7,5 Gigawattstunden zwei Prozent der Stromerzeugung durch Wasserkraft.

Die zwölf großen Wasserkraftanlagen erzeugen also zwei Drittel des Stroms. Die 609 kleineren Wasserkraftanlagen tragen zu etwa einem Drittel bei.

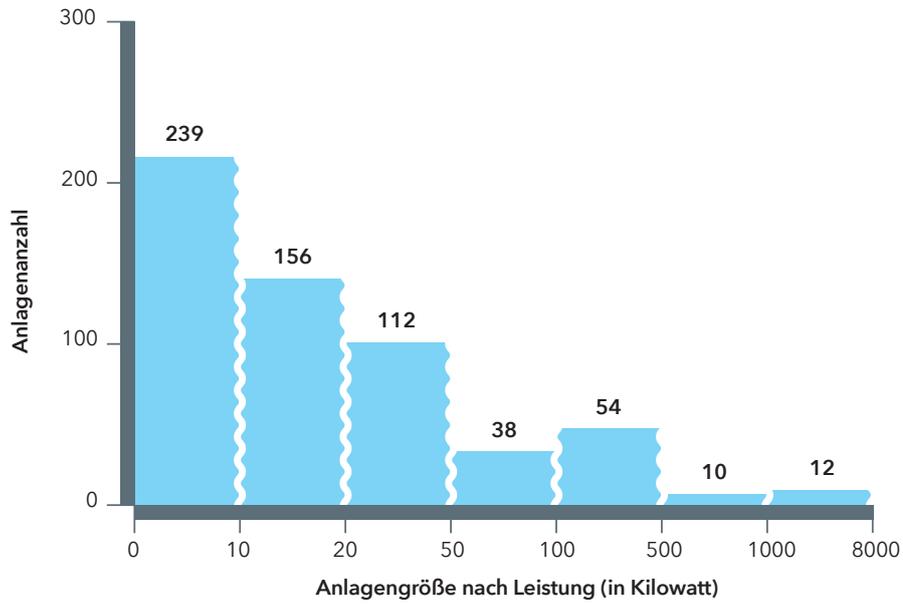


Abbildung 3: Anzahl der Wasserkraftanlagen nach Leistungsklassen (nach S. Theobald, F. Roland, A. Rötz, 2011, Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung und Entwicklung eines Planungswerkzeuges „WKA-Aspekte“)

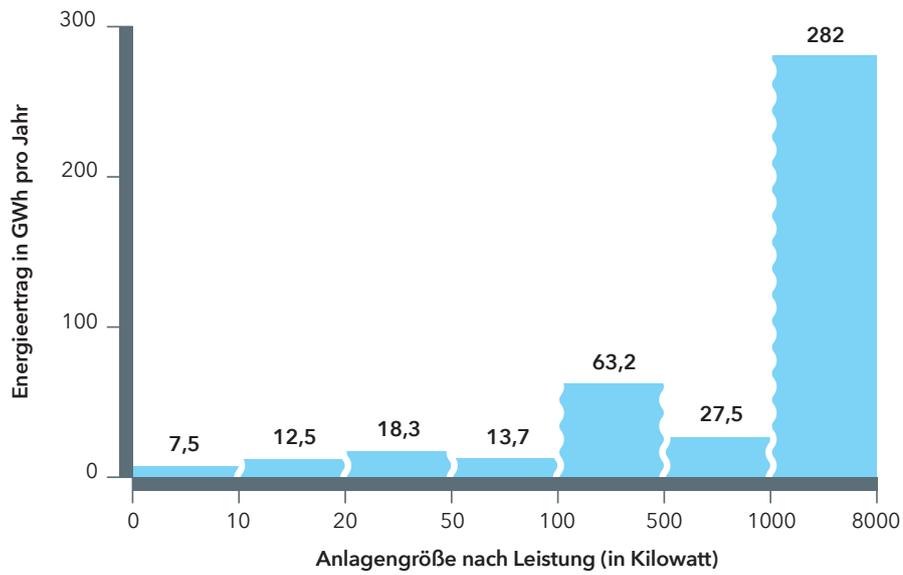


Abbildung 4: Einteilung der Wasserkraftanlagen nach Energieertrag (nach S. Theobald, F. Roland, A. Rötz, 2011, Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung und Entwicklung eines Planungswerkzeuges „WKA-Aspekte“)



6

Bedeutung der Wasserkraft für die Energiewende in Hessen

6 Bedeutung der Wasserkraft für die Energiewende in Hessen

6.1 Anteil der Wasserkraft an der Energieversorgung in Hessen

Wasserkraft ist seitdem stabil geblieben während andere erneuerbare Energien weiter ausgebaut wurden.

Hessen weist gegenüber den süddeutschen Bundesländern eine vergleichsweise flache Topographie auf. Dies begrenzt den Beitrag der Wasserkraft zur hessischen Energieversorgung. Über viele Jahrzehnte stellte die Wasserkraft, wie in Kapitel 5 beschrieben, den größten Anteil erneuerbarer Energie. Noch im Jahr 2000 basierten 37 Prozent der erneuerbaren Stromerzeugung in Hessen auf Wasserkraft. Die installierte Leistung der

Im Jahr 2013 betrug die gesamte Stromerzeugung in Hessen 14,9 Terawattstunden. Dem gegenüber stand ein Bruttostromverbrauch von 37,9 Terawattstunden. Es wurden also knapp 40 Prozent des regionalen Stromverbrauchs in Hessen erzeugt. Der Beitrag der Wasserkraft zur regionalen Stromerzeugung betrug mit 0,3 Terrawattstunden 2,6 Prozent (Abbildung 5). Dies entspricht dem Strombedarf von etwa 130.000 Haushalten.

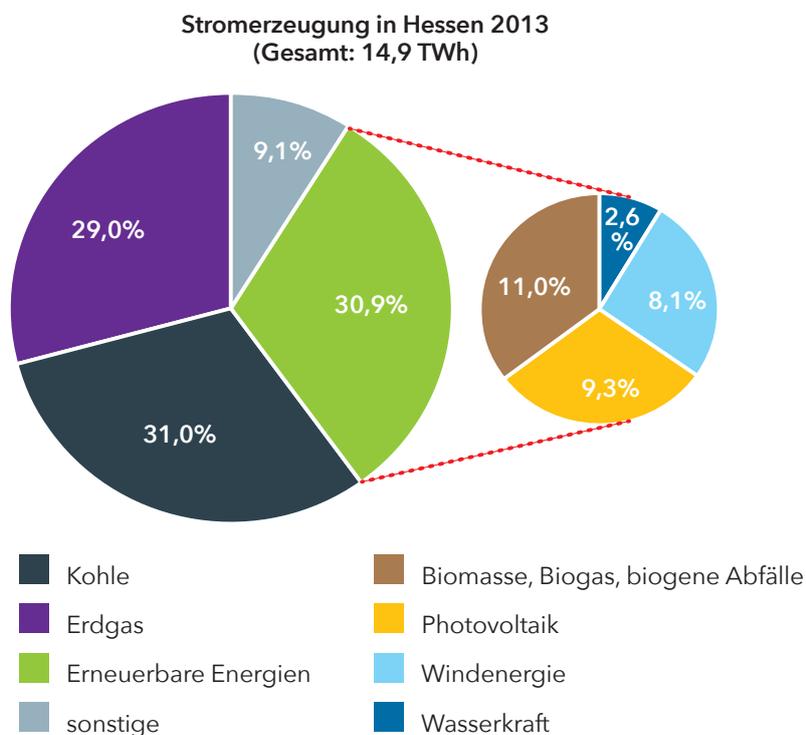


Abbildung 5: Stromerzeugung in Hessen nach Energieträgern (nach Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, Monitoringbericht 2015)

In den Kapiteln 7 und 8 wird geprüft, welche rechtlichen und gewässerökologischer Vorgaben das Ausbaupotenzial einschränken und anschließend überlegt, wie das Ausbaupotenzial auch unter Berücksichtigung neuer Technologien eingeschätzt werden kann (Kapitel 10).

Das Ausbaupotenzial für die Wasserkraft in Hessen wird aufgrund der Einschränkungen im Vergleich mit anderen Energieträgern eher gering eingeschätzt. Eine spezielle Förderung für den Ausbau oder die Modernisierung von Wasserkraftanlagen besteht nicht. Generell werden aber geeignete Forschungsprojekte zur Entwicklung von Technologien erneuerbarer Energien gefördert.

6.2 Wasserkraft als grundlastähnliche Stromquelle

Wasserkraftanlagen erreichen im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien, mit-abhängig von den topographischen Gegebenheiten – durchschnittlich 4.000 bis 7.000 Volllaststunden im Jahr sehr hohe Energieerträge pro installierter Leistung.

Im Rahmen der Energiewende treten durch Photovoltaik und Windenergie große und schnelle Änderungen der erzeugten Strommenge auf. Die Wasserkraft kann hier aufgrund ihrer geringen Tagesschwankungen zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen. Aufgrund der stetigen Verfügbarkeit kann Laufwasserkraft zusätzlich negative Regelenergie zur Verfügung stellen, bei hoher Stromeinspeisung aus Wind- und Solarenergie stufenlos zurückgefahren und später wieder zugeschaltet werden. Dies wird an vielen modernen Laufwasserkraftanlagen umgesetzt, beispielsweise an der 2015 modernisierten Wasserkraftanlage Oberbiel/ Lahn. Aufgrund des geringen Anteils an der Stromerzeugung ist ihr Einfluss allerdings begrenzt.

Ebenfalls zu berücksichtigen sind die im jahreszeitlichen Verlauf auftretenden Schwankungen der Wassermengen in den Flüssen. Speziell bei Kleinstwasserkraft-

anlagen kann es bei niedrigem Wasserstand aufgrund der gewässerökologischen Auflagen zur Abschaltung kommen. Sie stehen dann nicht als Ergänzung zu anderen erneuerbaren Energieträgern zur Verfügung. Aufgrund der großen periodischen Abstände zwischen hohen Abflüssen im Winterhalbjahr und geringeren Abflüssen im Sommerhalbjahr, können thermische Kraftwerke der Stromproduktion von Laufwasserkraft jedoch gut folgen.

6.3 Zielkonflikt der Wasserkraft in Hessen

Wasserkraft erzeugt also erneuerbare Energie, die annähernd grundlastfähig ist und als Ergänzung für Windenergie oder Photovoltaik dienen kann. Sie leistet damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und zur Umsetzung der Energiewende. Mit der Wasserkraft möchten die Betreiber einen Beitrag zur regionalen Wertschöpfung leisten und damit, im Hinblick auf den strukturellen Wandel, insbesondere den ländlichen Raum unterstützen. Auf der anderen Seite muss der Arten- und Naturschutz berücksichtigt werden. Es gilt also, bei der Zielsetzung der Landesregierung Klimaschutz sowie Arten- und Naturschutz in Einklang zu bringen. Dieses Spannungsfeld lässt sich dabei durch gezielte Maßnahmen zum Schutz der Tierarten des aquatischen Lebensraumes sowie der Verbesserung der Gewässerökologie nur zum Teil verringern. Hierbei ist eine Vielzahl von Auflagen unter Berücksichtigung der Tierschutzgesetze umzusetzen (Kapitel 7). Problematisch bleibt, dass bestehende Querbauwerke die Durchgängigkeit der Fließgewässer einschränken und weitere gewässerökologische Auswirkungen mit sich bringen (Kapitel 8).

An bestehenden Querbauwerken können sich moderne Wasserkraftanlagen positiv auf die Geschiebedurchgängigkeit auswirken, da sie den Feststofftransport gegenüber dem Querbauwerk ohne Wasserkraft verbessern. Querbauwerke haben neben der Wasserkraftnutzung oft auch weitere Funktionen beim Grundwasserschutz, der Landwirtschaft, der Auenbewässerung, dem Hochwasserschutz, der Schifffahrt oder

dienen, gerade im urbanen Bereich, auch zur Reduzierung von starken Strömungen bei Hochwasser. Ein Rückbau der Stauanlagen ist gerade in Siedlungsbereichen aufgrund der genannten Eigenschaften sowie der Gefährdung der Standsicherheit der im Rückstau liegenden Gebäude oftmals unmöglich.

Insbesondere bei den vielen kleinen Betreibern von Wasserkraftanlagen bedeuten die Auflagen für die Modernisierung eine große Hürde. Es kommt deshalb zum Ausbleiben von Investitionen oder sogar zum wirtschaftlichen Aus - nicht zuletzt auf Grund der gesunkenen Einspeisevergütungen im Zuge der EEG-Novellierung 2012.

Hinzu kommen wirtschaftliche Aspekte, die derzeit den Ausbau der Wasserkraft beschränken: Die Nutzung der Wasserkraft basiert darauf, dass die Anlagen rentabel betrieben werden können. Im Zuge verschärfter Umweltauflagen entstehen Kosten für die Nachrüstung, die vom Betreiber getragen werden müssen. Dazu zählt der Bau von Fischwanderhilfen ebenso wie Rechen mit reduzierten Stababständen und die Auflage der erhöhten Mindestwassermenge (Kapitel 9).

Es besteht also nicht nur ein Zielkonflikt zwischen den beiden ökologischen Zielsetzungen Klimaschutz und Arten- und Naturschutz, sondern auch zwischen Ökologie und Ökonomie.

Die folgenden Kapitel sollen Wege aus diesem Zielkonflikt weisen. Zunächst werden die rechtlichen Vorgaben erläutert, die den Rahmen des Konflikts festlegen.



7

Wasserrechtliche Rahmen- bedingungen

7 Wasserrechtliche Rahmenbedingungen

Beim Bau und Betrieb von Wasserkraftanlagen greifen eine Vielzahl rechtlicher Regularien ineinander. Auf der europäischen Ebene schreibt die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) die allgemeinen Ziele vor. Die Umsetzung der WRRL erfolgt in Deutschland über das Wasserhaushaltsgesetz (WHG). In Hessen wird dieses durch das Hessische Wassergesetz (HWG) ergänzt.

Über diesen generellen Rahmen hinaus findet im Genehmigungsverfahren jeweils eine Einzelfallprüfung statt. Dafür sind das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) sowie die Vorgaben zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) maßgeblich.

1. Grundlegende Maßnahmen wie bspw. die Umsetzung gemeinschaftlicher Wasserschutzvorschriften (Kommunalabwasserrichtlinie, Trinkwasserrichtlinie, Natura 2000, UVP-Richtlinie uvm.).
2. Ergänzende Maßnahmen zur Einhaltung der Ziele der WRRL, wie Maßnahmen zu verschiedenen Belastungsarten (Abflussregulierungen, Wasserentnahmen etc.).
3. Zusätzliche Maßnahmen, die dann umgesetzt werden, wenn durch eine Überprüfung erkenntlich wird, dass zuvor genannte Maßnahmen nicht greifen.

7.1 Europäische Wasserrahmenrichtlinie

Die Wasserrahmenrichtlinie trat am 22. Dezember 2000 in Kraft. Sie zielt darauf ab, bei der Nutzung der Oberflächengewässer eine nachteilige Veränderung ihres ökologischen und chemischen Zustandes zu vermeiden sowie einen guten ökologischen und chemischen Zustand zu erhalten oder zu erreichen. Demnach sollen sich schrittweise bis 2015 (2021 bzw. 2027) alle Gewässer (Flüsse, Seen, Küstengewässer, Grundwasser) der EU-Mitgliedsstaaten in einem guten ökologischen und chemischen Zustand befinden.

Die EU-Mitgliedsstaaten sind verpflichtet, Bewirtschaftungspläne zu erstellen (Art. 13 WRRL), die in einem Maßnahmenprogramm festlegen (Art. 11 WRRL), wie die Ziele der WRRL konkret zu erreichen sind. Der Bewirtschaftungsplan (2015-2021) des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz enthält ein Maßnahmenprogramm mit folgender Gliederung nach Art. 11 Abs.3 bis 5 WRRL:



7.2 Deutsches Wasserhaushaltsgesetz

Die WRRL bildet die Grundlage für das Deutsche Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an die Wasserkraftnutzung:

Verschlechterungsverbot und Verbesserungsgebot

In Anlehnung an die Wasserrahmenrichtlinie schreibt das Wasserhaushaltsgesetz die Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer vor. Demnach darf sich der ökologische und chemische Zustand oberirdischer Gewässer nicht verschlechtern, sondern der gute ökologische und chemische Zustand muss erhalten oder innerhalb vorgegebener Fristen erreicht werden (§ 27 WHG). Unter bestimmten Bedingungen kann von den Bewirtschaftungszielen abgewichen werden oder in Ausnahmefällen sogar eine vorübergehende Verschlechterungen des Zustands eines oberirdischen Gewässers zulässig sein (§§ 30,31 WHG).

Zulässigkeit von Neubauten

Der Neubau von Querbauwerken stellt einen Eingriff in die Natur und den Wasserhaushalt dar (Kapitel 7.4) und verstößt somit gegen die grundsätzlichen Ziele der Wasserrahmenrichtlinie und des Wasserhaushaltsgesetzes. Daher ist die Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis für Wasserkraftanlagen mit neuen Querbauwerken

quasi ausgeschlossen. Entsprechend § 35 Abs. 3 WHG haben die zuständigen Behörden geprüft, ob an bestehenden Querbauwerken, deren Rückbau nicht vorgesehen ist, Wasserkraftnutzung möglich ist. Diese potenziellen Standorte sind im Internet auf den Seiten der Regierungspräsidien Kassel, Gießen und Darmstadt aufgelistet. Unter welchen Bedingungen die Wasserkraftnutzung erfolgen kann, wird einzelfallbezogen im jeweiligen Genehmigungsverfahren geprüft.

Durchgängigkeit und Fischschutz

Stauanlagen (zur Wasserkraftnutzung) erhalten nur dann eine behördliche Zulassung, wenn die Durchgängigkeit des Gewässers sichergestellt ist (§ 34 WHG). Dabei sind vor allem Maßnahmen zum Fischaufstieg und Fischabstieg zu berücksichtigen (Kapitel 9). Die Nutzung von Wasserkraft ist generell nur dann zulässig, „wenn auch geeignete Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation ergriffen werden“ (§ 35 Abs.1 WHG). Sollten vorhandene Wasserkraftnutzungen nicht den Anforderungen entsprechen, müssen diese innerhalb einer angemessenen Frist nachgerüstet werden (§ 35 Abs. 2 WHG).

Wie diese Anforderungen aussehen können, schreibt beispielsweise die Hessische Fischereiverordnung (HFO) vor. Hier ist eine lichte Stabweite der Rechenanlagen auf höchstens 15 Millimeter festgelegt. Die Betreiber von Wasserkraftanlagen sind dazu verpflichtet, das Eindringen von Fischen in die Anlage zu verhindern und für „tier-



schutzgerechte, schadlose Abwanderungsmöglichkeit für sämtliche Fischarten in das Unterwasser“ zu sorgen (§ 10 Abs.4 HFO).

Mindestwasserführung

Um die Mindestwasserführung (auch Restwasser) zu gewährleisten, ist das Aufstauen, das Entnehmen oder Ableiten von „Wasser aus einem oberirdischen Gewässer [...] nur zulässig, wenn die Abflussmenge erhalten bleibt, die für das Gewässer und andere hiermit verbundene Gewässer erforderlich ist“ (§ 33 WHG). Die konkrete Regelung ergibt sich aus dem Mindestwassererlass oder kann im Einzelfall festgelegt werden. Diese verwaltungsinterne Handlungsanweisung ist zurzeit in Hessen außer Kraft und wird erneuert. In der Zwischenzeit richten sich die Behörden nach einem Gutachten der Arbeitsgemeinschaft „Mindestwasserführung in Hessischen Fließgewässern“ bestehend aus: Dipl.-Biologe T. Bobbe vom Büro für Gewässerökologie, Dr. E. Korte vom Büro für fisch- und gewässerökologische Studien in Riedstadt, Dr. J. Schneider vom Büro für fisch- und gewässerökologische Studien in Frankfurt und Dipl.-Biologe Ch. Dümpelmann vom Büro für Fischbiologie & Gewässerökologie Marburg. Kritiker des Erlasses geben zu bedenken, dass sich dieser negativ auf die dezentrale Grundlastfähigkeit der Laufwasserkraftwerke auswirken wird und durch Förderung von Strukturverbesserungen bei Ausleitungskraftwerken stattdessen gezielt neue Habitate geschaffen und somit ökologische Aufwertung erreicht werden könne.

Rückbau

In Hessen kann die zuständige Behörde beim Erlöschen einer wasserrechtlichen Zulassung den Betreiber zum Rückbau der Wasserkraftanlage verpflichten (§ 14 HWG). In diesem Fall muss die Anlage ganz oder teilweise auf Kosten des Betreibers beseitigt und der frühere Zustand wiederhergestellt werden. Dabei muss geprüft werden, ob durch diese Veränderung Beeinträchtigungen in der Umgebung zu erwarten sind. Biotope, Landwirtschaft oder Gebäude können in der Folge durch höheres Trockenheits- oder Hochwasserrisiko betroffen sein. Alternativ zum Rückbau müssen auf Kosten des Betreibers Vorkehrungen getroffen werden, um nachteilige Folgen zu vermeiden.

7.3 Bundesnaturschutzgesetz

Der Bau von Wasserkraftanlagen geht in der Regel mit einem Eingriff in die Leistungs- und Funktionsfähigkeit von Natur und Landschaft einher. Entsprechend sind diese Eingriffe durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landespflege und auf Kosten des Anlagenbetreibers gleichartig auszugleichen bzw. gleichwertig zu ersetzen (§§ 14ff BNatSchG)

7.4 Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung

Errichtung und Betrieb einer Wasserkraftanlage sind nicht generell UVP-pflichtig (Anlage 1 UVP Vorhaben 13.14). Allerdings findet eine Vorprüfung des Einzelfalls statt. Neben den umweltbezogenen Schutzgütern (biologische Vielfalt, Flora, Fauna, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft/Landschaftsbild), sind dabei auch die Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch sowie auf Kultur- und Sachgüter (z. B. Baudenkmäler, archäologische Fundstellen) zu prüfen (§ 2 UVPG).



8

Auswirkungen von Laufwasserkraft- anlagen auf das Ökosystem Wasser

8 Auswirkungen von Laufwasserkraftanlagen auf das Ökosystem Wasser

Laufwasserkraftwerke können einen erheblichen Eingriff in das Ökosystem Fließgewässer darstellen. Querbauwerk und Krafthaus einer Wasserkraftanlage beeinflussen die Strömung, von der sowohl der Lebensraum (Biotop) als auch die Gemeinschaft der Lebewesen (Biozönose) geprägt werden. Die ökologischen Eigenschaften eines Fließgewässers basieren auf der Fließgeschwindigkeit, dem Wasserpegel, der chemischen und biotischen Zusammensetzung des Wassers sowie der Beschaffenheit von Grund und Ufer. Bezeichnend für die Ökologie eines Fließgewässers sind die natürliche Dynamik und Strukturvielfalt. Es handelt sich also um ein komplexes ökologisches Wirkgefüge, das durch die Wasserkraftwerke beeinflusst werden kann, unabhängig davon, wie groß eine Anlage ist.

8.1 Auswirkungen auf die Gewässerdynamik und Wasserqualität

Auswirkungen auf das Oberwasser

Durch die Querverbauung und die damit verbundene Anstauung des Oberwassers kann es zur Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit kommen. Die verlangsamte Strömung kann zu einer höheren Wassertemperatur und damit zu einer geringeren Aufnahmefähigkeit für Sauerstoff führen. In nährstoffreichen Gewässern, wie sie für Hessen typisch sind, führt dies meist im Frühjahr als Folge der Sonneneinstrahlung zu vermehrtem Algenwachstum. Die damit verbundenen Stoffwechselprozesse fördern die Schlamm- und die An siedelung von Bakterien, die ohne Sauerstoff auskommen und für Fische schädliches Faulgas produzieren.

Auswirkungen auf das Unterwasser

Wasserkraftanlagen können bei schlechter Sauerstoffversorgung der Gewässer gezielt Sauerstoff eintragen. Dies ist technisch möglich und sollte bei großen, zur Schifffahrt rückgestauten Flüssen verstärkt Berücksichtigung finden. Einige Arten reagieren allerdings sensibel auf den Wechsel in der Gewässerqualität. Hier sind ökologische Einzelfallbetrachtungen notwendig.

Einige Altanlagen, insbesondere die großen Anlagen, entnehmen das Schwemmgut und den Zivilisationsmüll. Bei kleineren Anlagen wird der Müll manuell entnommen (Auflage) und das Schwemmgut weitergeleitet. Auf Grund des stark zunehmenden Anteils von Plastikmüll in Fließgewässern und Meeren wird zukünftig für einige großen Anlagen im Unterlauf der Flüsse eine Sortierung des Rechengutes diskutiert werden müssen.



Die Wasserkraftanlagen können also in verschiedener Weise in die Gewässerdynamik, in die Wasserqualität und in die Zusammensetzung der Flora in Uferzonen einwirken.

8.2 Auswirkungen auf die Fischfauna

Im Fokus des Artenschutzes stehen einheimische, für das Gewässer typische Fische (autochtone Arten). Viele von ihnen sind auf der Roten Liste gefährdeter Arten als vom Aussterben bedroht eingestuft, im Bestand gefährdet oder werden auf der Vorwarnliste aufgeführt. Diese seltenen Arten haben meist besondere Ansprüche an die Wasserqualität sowie die Beschaffenheit von Grund und Ufer. Ein Beispiel dafür sind Neunaugen, die für die Zeit des Larvenstadiums weiches Sediment benötigen, in das sie sich eingraben können. Für den Bau ihrer Laichgruben benötigen sie jedoch Kies. Da sie zudem hohe Ansprüche an Wasserqualität und Sauerstoffsättigung haben, gelten sie als Indikatoren für Gewässergüte. Die von den einzelnen Fischarten genutzten ökologischen Nischen bieten ihnen optimale Lebens- und Fortpflanzungsbedingungen. Veränderungen können empfindliche Folge haben.

Querbauwerke

Die fließgewässertypische Fischfauna zeichnet sich durch hohe Mobilität und die absolute Bindung an den Lebensraum Wasser aus. Fische wandern über längere oder kürzere Distanzen zur Fortpflanzung, Nahrungssuche oder zum Erschließen neuer Lebensräume (Habitate). So schwimmen zum Beispiel Lachse aus dem Meer in die Oberläufe der Flüsse, um dort zu laichen. Die Passierbarkeit mit und entgegen der Fließrichtung kann also entscheidend sein. Durch Querbauwerke auf ihren Routen können wandernde Fische von lebensnotwendigen Habitaten abgeschnitten und somit in ihre Arterhaltung gefährdet sein. Dies gilt in Hessen in besonderem Maße für die stark bedrohten Aale, die im Laufe ihres Lebens weite Strecken zurücklegen müssen. Bis in die Achtziger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts galt der Aal trotz Wasserkraftwerken als „Massenfisch“. Durch unterschiedliche Ursachen wie ozeanischen Faktoren, Krankheiten und Parasiten, Kormorane, Gewässerunreinigung, Rückgang der Habitate und Fischerei sind die Bestände stark zurückgegangen, wodurch die Gefährdung durch Wasserkraftanlagen an Bedeutung gewinnt.



Abbildung 6: Aal (*Anguilla anguilla*), eine der bedrohten Fischarten in Hessen (Quelle: Winfried Klein)

Nach Angaben des Verbandes Hessischer Fischer e.V. kommen pro Jahr allein in der Lahn mehrere tausend Aale durch Turbinen zu Tode. Schutzmaßnahmen sind hier dringend erforderlich (Kapitel 9). Das Vorkommen der Aale wird aktuell in Hessen durch regelmäßigen Besatz gesichert, der unter anderem seit vielen Jahren durch Fischereiverbände erfolgt.

Von den 19.372 Wanderhindernissen für Fische in hessischen Fließgewässern werden 9.360 als „weitgehend unpassierbar“ oder „unpassierbar“ bewertet. Abbildung 7 zeigt die Passierbarkeit der 621 Kraftwerke in Hessen. Demnach ist sowohl flussaufwärts als auch flussabwärts der größte Teil der Anlagen unpassierbar.

Turbinen und Rechen

Beim Passieren der Turbinen sind Fische neben der mechanischen Einwirkung auch stark wechselnden Druckverhältnissen ausgesetzt. Beides kann zu lebensgefährlichen Verletzungen führen. Insbesondere Jungfische stellen sich nach Erreichen der Fressfähigkeit in den Hauptwasserstrom und driften damit in die Turbine. Genauso gefährlich können Reinigungsanlagen der Rechen sein. Überleben die Fische die Passage verletzt, sind ihre Überlebenschancen im offenen Gewässer gering. Hier sehen die Expertinnen und Experten dringenden Handlungsbedarf und empfehlen engere Abstände der Rechen (Kapitel 9), was aber bei vielen älteren und größeren Anlagen kaum umsetzbar sein wird.

Parameter	Hessen		Rhein		Weser		
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	
Aufwärts-Passierbarkeit	passierbar	43	7%	17	7%	26	7%
	bedingt passierbar	46	7%	20	8%	26	7%
	weitgehend unpassierbar	67	11%	31	12%	36	10%
	unpassierbar	454	73%	181	71%	273	74%
	ohne Bewertung	11	2%	5	2%	6	2%
	Summe	621		254		367	
Abwärts-Passierbarkeit	passierbar	68	11%	35	14%	33	9%
	bedingt passierbar	146	24%	58	23%	88	24%
	weitgehend unpassierbar	184	30%	73	29%	111	30%
	unpassierbar	212	34%	83	33%	129	35%
	ohne Bewertung	11	2%	5	2%	6	2%
	Summe	621		254		367	

Abbildung 7: Passierbarkeit an WKA-Standorten in Hessen (nach S. Theobald, F. Roland, A. Rötze, 2011, Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung und Entwicklung eines Planungswerkzeuges „WKA-Aspekte“)

Veränderung der Gewässerstruktur

Nicht jagende Fische (Friedfische) und Jungfische machen sich bestimmte Strömungsverhältnisse zu Nutze und sind auf Ruhe- und Versteckmöglichkeiten am Grund sowie im Uferbereich angewiesen. Unmittelbar vor und nach Wasserkraftanlagen finden sich kaum Steine oder Holzteile, die Schutz bieten können und die Strömung wird kanalisiert. So werden sie leichte Beute für Raubfische wie Zander oder Hecht.

Die Anstauung des Wassers kann außerdem eine verstärkte Sedimentation, also Ablagerung kleiner Schwebeteilchen, zur Folge haben. Dies kann freie Kiesflächen verdecken, die - zusammen mit einem hohen Sauerstoffgehalt - für die Larvenentwicklung einiger Fischarten, wie Lachs oder Forelle, Voraussetzung sind.

Die Expertinnen und Experten des Faktenchecks weisen insbesondere auf einen Mangel systematischer Untersuchungen der Auswirkungen auf die Gewässerökologie hin. Die meisten Erkenntnisse liegen zu den Auswirkungen auf die Fischfauna vor. Jedoch können auch hier nur wenige, wissenschaftlich fundierte Aussagen getroffen werden. In zukünftigen Studien ist darauf zu achten, ein breites Artenspektrum abzudecken und auch Jungfische zu betrachten. Zu beobachteten Verletzungen von Wasservögeln und schwimmenden Säugetieren liegen ebenfalls keine wissenschaftlichen Studien vor.

Im nachfolgenden Kapitel wird dargelegt, mit welchen Maßnahmen Fischschutz und gewässerökologische Aspekte berücksichtigt und die bestehende Situation verbessert werden kann.



Abbildung 8: Rechen mit Reinigungsanlage (Quelle: Winfried Klein)

9

Maßnahmen zur Verbesserung des Arten- und Naturschutzes bei Laufwasser- kraftanlagen

9 Maßnahmen zur Verbesserung des Arten- und Naturschutzes bei Laufwasserkraftanlagen

Durch Maßnahmen an Wasserkraftanlagen sollen die Ökosysteme am Standort geschützt und die Durchgängigkeit für Fische sichergestellt werden. Es gibt vielfältige Möglichkeiten, den Arten- und Naturschutz zu optimieren. Im Folgenden werden die gängigsten Maßnahmen dargestellt. Die Verbesserung des Arten- und Naturschutzes spielt zudem eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von Innovationen wie dem beweglichen Krafthaus oder der Wasserkraftschnecke, die im nächsten Kapitel beschrieben werden.

Die Modernisierung bei Kleinstwasserkraftwerken ist bereits vorangeschritten und viele Maßnahmen wurden umgesetzt, um die gesetzlich vorgeschriebenen Auflagen zu erfüllen. Bei großen Kraftwerken erfolgten bisher nur punktuelle, kleine Modernisierungsmaßnahmen.

9.1 Sicherstellung der Passierbarkeit

Die lineare ökologische Durchgängigkeit von Fließgewässern ist ein Ziel des Maßnahmenprogramms Hessen 2015-2021 zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Sämtliche Wanderhindernisse sollen für Fische in beide Richtungen passierbar sein.

Unter dem Begriff der Fischwanderhilfen werden verschiedene technische Anlagen oder gewässerökologische Maßnahmen verstanden, die dem Fischaufstieg oder dem Fischabstieg dienen.

9.2 Fischwanderhilfen

Für die erfolgreiche Umsetzung von Fischwanderhilfen sind die Besonderheiten des vorgesehenen Standortes zu berücksichtigen. Dazu zählen sowohl die Gewässer-eigenschaften als auch die betroffene Fauna. Die natürlich vorkommende Fischfauna wird durch Zielarten abgebildet. Je nach Art sind unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten akzeptabel. Zudem ist zu beachten, in welcher Tiefe sich die Zielarten fortbewegen. Daran orientieren sich die Dimensionierung der Wanderhilfe sowie die konkrete Ausgestaltung von Bypässen und Lockströmungen.



Der *Bypass* ist ein lichtoffener Schacht, der Fische und Geschiebe strömungsabwärts um die Turbine leitet. Bei einer Fallstudie in Rothenburg an der Saale im Jahr 2011 wanderten 83,3 Prozent der ankommenden Aale durch den Bypass ab (EBEL 2013). Die Mortalität für Bypass und Turbine lag mit 2,5 Prozent deutlich unter vergleichbaren Systemen (für diesen Standort über 30 Prozent).

Lockströme werden benötigt, um im ausreichenden Abstand vor dem Wehr oder der Turbine den Fischen eine Orientierung in Richtung Wanderhilfe anzubieten. Ab welcher Strömungsstärke Fische reagieren, ist art- und entwicklungspezifisch. Daher sind Lockströmungen jeweils auf die einzelne Anlage sowie an die vorkommenden Zielarten anzupassen. Es ist möglich, die Bypassleitung, die zum Abstieg dient, als Lockströmung am Eingang der Fischaufstiegstreppe auszuleiten. Erfolgreich eingestellte Lockströme können dazu beitragen, dass Fische die Fischwanderhilfen finden und die Wasserkraftanlage unbeschadet überwinden können.

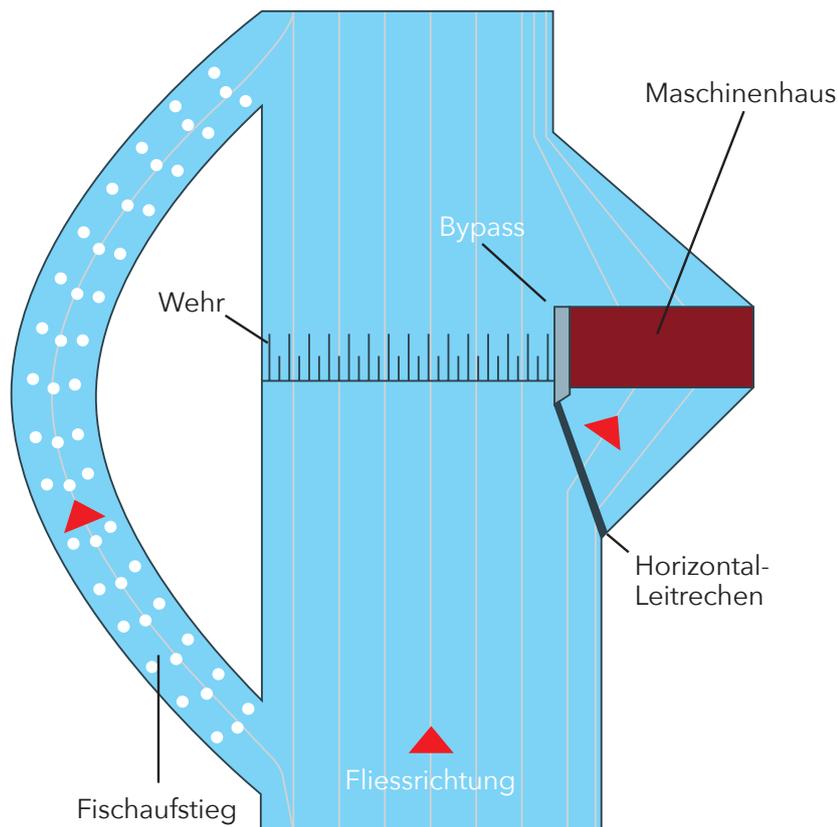


Abbildung 9: Schema einer Laufwasserkraftanlage mit Bypass (Eigene Darstellung)

Empfehlungen zu Maßnahmen zum Fischaufstieg gibt das Merkblatt „DWA M-509“. Dieses Merkblatt zur Gestaltung, Bemessung und Qualitätssicherung von Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbaren Bauwerken wird von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. verfasst und stellt den Anspruch, den neuesten Stand der Technik abzubilden. Ob alle Auflagen erfüllt sind, muss individuell geprüft werden.

9.3 Fischaufstieg

Schlitzpassanlagen

Abbildung 10 zeigt den typischen Aufbau einer Fischaufstiegstreppe. Die mehrfach gestufte Strecke seitlich der Anlage ermöglicht eine flache Steigung, die von den Zielarten entgegen der Strömung überwunden werden kann. Im hier gezeigten Schlitzpass wird der Kanal durch hölzerne Zwischenwände auf Schlitze verengt. Dies reduziert die Fließgeschwindigkeit und sorgt für strömungsarme Ruhezononen. Der vertikale Schlitzpass stellt bislang die häufigste Form der Aufstiegshilfe dar.

Fischaufstieg durch Borstenfischpass

Der Borstenfischpass (Abbildung 11) stellt einen innovativen Fischpass dar. Er eignet sich besonders für Höhenunterschiede von wenigen Metern. Anstelle des Schlitzpasses aus Holz bei einer Fischtreppe kommen Blöcke flexibler Borsten zum Einsatz. Die Borstenbündel reduzieren die Strömung derart effektiv, dass auch Fische mittlerer und schwacher Schwimmstärke aufsteigen können. Gleichzeitig kann ein Borstenfischpass auch als Passiermöglichkeit z. B. für Kanuten gestaltet werden.

Fischaufstiegsschnecke

Die Fischaufstiegsschnecke (Abbildung 12) befördert Wasser und die darin befindlichen Lebewesen mechanisch an der Turbine vorbei in den Staubereich der Wasserkraftanlage. Durch die langsame Rotation ist dies auch für schwimmschwache Fische geeignet. Fischaufstiegsschnecken eignen sich gut für die Kombination mit Wasserkraftschnecken (Kapitel 10). Das nach oben geförderte Wasser steht zum Antrieb der Wasserkraftanlage wieder zur Verfügung. Dies ermöglicht einen höheren Energieertrag. So kann der Energiebedarf der Aufstiegsschnecke annähernd ausgeglichen werden.





Abbildung 10: Beispiel einer Fischaufstiegstreppe, Vertical-Slot mit Holz (Quelle: © Hydro-Energie Roth GmbH)



Abbildung 11: Beispiel eines Borstenfischpasses (Quelle: © Hydro-Energie Roth GmbH)



Abbildung 12: Beispiel einer Fischaufstiegsschnecke (Quelle: Rehart GmbH, Ehingen)

Fischaufstieg durch Hydro Fischlift

Als weitere innovative Lösung für den Fischauf- und -abstieg wurde der Hydro Fischlift ausgezeichnet. Die Fische werden durch eine Lockströmung geleitet und in einem zylinderförmigen Lift mechanisch nach oben befördert. Dabei lassen sich auch Höhendifferenzen von über 30 Metern überwinden. Dieses System kann zudem bei sehr variablen Stauwasserständen eingesetzt werden. Bei Kombination mit einer Dotierturbine ist auch die energetische Nutzung des Fischliftdurchflusses möglich.

9.4 Fischabstieg

Wirksame Fischabstiegsanlagen sind angesichts möglicher Fischschädigungen durch Turbinen notwendig. Fischaufstiegstreppen werden nur von einem Teil der Fische auch beim Abstieg genutzt. Gemäß der Studie „HDX-Monitoring Wupper“ stiegen an der Wasserkraftanlage Auer Kotten 40 Prozent der Aale und 15 Prozent der Lachse über die Fischtreppe wieder ab. Da die Fische meist der stärksten Strömung folgen, ist es notwendig, sie vom Zugang zu den Turbinen wegzuleiten. Dies geschieht mit Hilfe von Leitrechen und/oder Lockströmungen. Diese führen zum Bypass, in dem die Fische

um die Anlage herumschwimmen. Im oben genannten Monitoring wurde der oberflächennahe Bypass von 39 Prozent der Lachse genutzt. Aale bewegen sich bodennah, so dass lediglich 4 Prozent über den Bypass abstiegen. Ein Großteil der übrigen Aale und Lachse umging die Turbine über Leerschüsse, also schubweise abgelassenes Wasser bei kurzzeitig ausgesetztem Turbinenbetrieb. Insgesamt gelangten 90 Prozent der Aale und Lachse über die Passage. Die hier dargestellten Ergebnisse zum HDX-Monitoring an der Wupper zeigen, wie unterschiedliche Abwanderungskorridore gemäß ihrem Abfluss zu Wanderung genutzt werden. Es liegen verschiedene Erfahrungswerte vor, zu welchem Zeitpunkt und bei welchen Witterungsverhältnissen die Aale zu wandern beginnen. Ein Austausch des Wissens hier mit den Betreibern der Wasserkraftanlagen und eine Öffnung im Sinne einer besseren Passierbarkeit der Anlagen für die Aale z. B. durch Leerschüsse könnten ein erster Ansatz sein, die hohen Mortalitätsraten zu reduzieren, die durch die Wanderhindernisse bestehen.

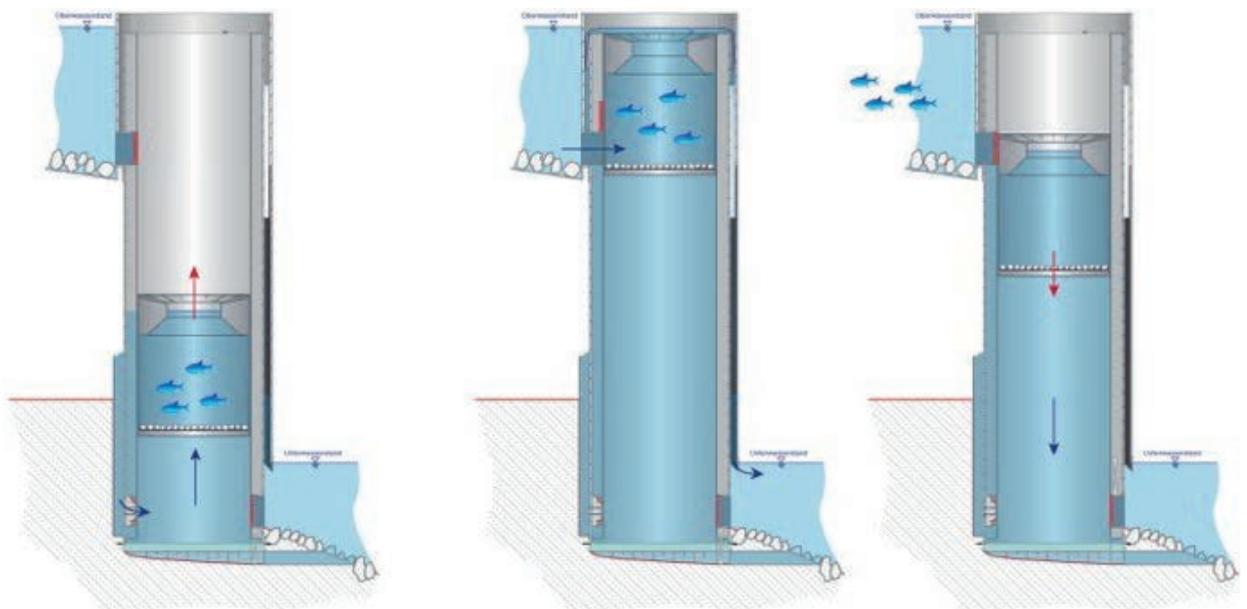


Abbildung 13: Technische Funktionsgrafik eines Hydro Fischliftes (Quelle: © Hydro-Energie Roth GmbH)

Für den Schutz der Fischpopulation ist zudem wichtig, dass die Abstieghilfe schnell gefunden und auch angenommen wird. Zögerliches Abwanderungsverhalten kann nach Aussage der Studie HDX-Monitoring Wupper gravierende Auswirkungen auf die Population haben. Es ist daher wichtig, dass die Reinigung der Abwanderungsöffnungen in den normalen Rechenreinigungsvorgang eingebunden sind und so zeitweilige Verschleißung mit Schwemmgut und damit die Funktionsstörung des Abstieges vermieden wird.

Der Leitrechen nach Gluch (Abbildung 14) zeichnet sich durch einen schrägen Anströmwinkel (20 bis 40 Grad) sowie eine niedrige Anströmgeschwindigkeit (0,4 bis 0,8 Meter pro Sekunde) aus. Die Rechenstäbe sind horizontal ausgerichtet. Dies verstärkt die Leitwirkung zum Bypass. Eine niedrige Mauer am Fuß des Rechens, die Sohlleitwand, leitet tief schwimmende Fische und Geschiebe. Der Horizontalleitrechen nach Gluch wird auch in Hessen bereits eingesetzt. Als Beispiele wurden beim Faktencheck die Wasserkraftanlagen in Dorlar und Oberbiel genannt.



Abbildung 14: Horizontal-Leitrechen nach Gluch im trockengelegten Staubereich einer Wasserkraftanlage (Quelle: Dr. Ronald Steinhoff)

Fischabstieg mittels Fließrinne

Einige Fischarten, wie Lachse, wandern in der Nähe der Wasseroberfläche. Diesen Fischen kann die Abwanderung durch eine Fließrinne erleichtert werden, die oberhalb des Rechens angebracht wird. An der Pilotanlage Unkelmühle (Nordrhein-Westfalen) läuft seit 2011 ein fünfjähriges Monitoring. Bisher wurde vom erfolgreichen Auf- und Abstieg mehrerer tausend Lachse berichtet.

Fischabstieg mittels Aalabstiegsrohr

Aale und einige weitere Fischarten bewegen sich bei der Wanderung bevorzugt am Gewässergrund. Daher wandern sie kaum über oberflächennahe Fließrinnen ab. Aalbypässe in Form von Aalabstiegsrohren könnten hier eine Lösung darstellen. Am Grund des Flusses muss hierfür ein Sammelrohr mit verteilten Löchern platziert und mit geeigneten Strömungsschatten durch Borstenfelder versehen werden. An der Pilotanlage im nordhessischen Edermünde-Grifte werden nach Herstellerangaben Durchwanderungsraten von über 90 Prozent bei Aalen erreicht.

9.5 Fischschutz

Stababstand der Rechenanlage

Um zu verhindern, dass ankommende Fische die Rechen passieren und in die Turbine geraten, schreibt die HFO einen Stababstand von maximal 15 Millimetern vor. Aufgrund bestehender langjähriger Bewilligungen für vorhandene Stababstände wird dies an bestehenden Kraftwerken nach und nach umgesetzt.

Bei maximal einem Drittel der hessischen Wasserkraftanlagen liegt der Rechenabstand noch bei über 20 Millimetern. Dazu zählen insbesondere Wasserkraftanlagen mit Wasserrad. Etwa 22 Prozent der Turbinenwasserkraftanlagen weisen bereits Stababstände von maximal 15 Millimetern auf. Dies sind vor allem Anlagen mit geringen Wasserausbaumengen (Theobald 2011). Für Großwasserkraftwerke in Flüssen mit hoher Durchflussmenge sind derart kleine Stababstände schwer umsetzbar. Aufgrund der anfallenden Mengen an Schwemmgut und

Sediment kann ein Feinrechen nicht zuverlässig freigehalten werden. Darüber hinaus ist die Anströmgeschwindigkeit zu hoch, um die Fische effizient zum Bypass zu leiten. Laborstudien z. B. von Kriewitz-Byun zeigen erste Lösungsansätze, die aber noch weit von der technischen Umsetzung entfernt sind. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.

Aal-Taxi

Für die Aale der Lahn wurde das Rettungsprogramm „Aal-Taxi“ gestartet. Das Regierungspräsidium Gießen lässt seit mehreren Jahren Aale im Spätherbst fangen und zur Flussmündung transportieren. Im Jahr 2014 wurden auf diese Weise etwa 600 Aale gerettet. Langfristig ist die durchgängige Nachrüstung geeigneter Fischabstiegsanlagen geplant.

Einsatz von Turbinen mit geringer Fischschädigung

An Querbauwerken mit Höhenunterschieden von wenigen Metern werden vermehrt Wasserkraftanlagen mit geringer Drehzahl eingesetzt (Kapitel 11). Dies reduziert die Fischschädigungen. Es ist sicherzustellen, dass in den engen Spalten am Rand oder durch Steine als Teil des Geschiebes keine scharfen Kanten an den Schneckenflügeln entstehen, die eine Verletzungsgefahr darstellen. So sollen z. B. Leitkanten die Anlage vor Geschiebe schützen.

Zeitweise Abschaltung

Besonders hohe Fischschädigungen treten zu Zeiten der Fischwanderungen auf. Viele wandernde Fischarten beginnen ihre Reise bei messbaren Außenbedingungen wie einer bestimmten Wassertemperatur. Wenn diese Zeiten überprüft und kommuniziert werden, kann eine Anlage vorübergehend

gezielt abgeschaltet werden. So lassen sich die Fischschädigungen während der Wanderzeiten auch ohne bauliche Veränderungen reduzieren.

Für die Weiterentwicklung von Fischabstiegsanlagen wird vonseiten der Umwelt- und Fischereiverbände ein hoher Forschungsbedarf gesehen. Zuverlässige Monitorings in Form von Fischzählungen über längere Zeiträume können hier wichtige Beiträge leisten.

9.6 Monitoring

Der Bedarf an Forschung und Entwicklung sowie die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen sollten aus Sicht der Expertinnen und Experten durch Monitorings kontrolliert werden. Bei Monitorings wird überprüft, in welchem Umfang welche Fischarten durch Wasserkraftanlagen und Schutzmaßnahmen beeinflusst werden. Dies erfolgt durch Zählen und Bestimmen der vorhandenen Fische vor Ort. Im Fokus vieler Monitorings steht die Wirksamkeit von Leitrechen und Fischwanderhilfen.

Bei Neubau und Modernisierung von Wasserkraftanlagen werden Monitorings von der jeweiligen Genehmigungsbehörde vorgeschrieben. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Fischwege aufgrund der örtlichen Gegebenheiten von den gültigen Standards abweichen.

Die Funktionskontrollen erfolgen gemäß standardisierter Verfahren und dienen der Überprüfung der Fischwege und des Fischschutzes nach Fertigstellung. Die jeweilige Behörde behält sich das Recht vor, Nachbesserungen der Anlagenteile zu fordern, falls die Ergebnisse nicht zufriedenstellend sein sollten. Die gesamten Kosten trägt üblicherweise der Anlagenbetreiber. Überregionale Monitorings werden im Rahmen von Bestandserfassungen regelmäßig an einer Vielzahl von Probenahme-Stellen in den hessischen Gewässern durchgeführt.

Federführend ist hier das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), welches diese Untersuchungen zur Einstufung der Gewässerfauna durchführt.

Für aussagekräftige Monitorings gilt, dass sie mit erheblichem Zeit- und Personalaufwand verbunden sind. Für ein Untersuchungsjahr an einer Anlage entstehen Kosten von mehreren zehntausend Euro. Selbst dann sind die Aussagen nur begrenzt auf andere Anlagen übertragbar. Darüber hinaus fehlt es laut Aussage von Fischschützern an Monitorings zu Jungfischen unterhalb von zehn Zentimetern Länge.

Die eingesetzten Reusen (trichterförmige Netze) weisen in der Regel höhere Maschenweiten auf, so dass die Jungfische durchschwimmen können. Hinzu kommt, dass ein Großteil der Jungfische naturgemäß gefressen wird und diese Anzahl schwer erfassbar ist.

Neben dem herkömmlichen Fangen und Zählen von Fischen wird seit mehr als zehn Jahren die sogenannte HDX-Technologie international eingesetzt. Dabei werden kleine Transponder bei mehreren tausend Fischen implantiert. Bei der Passage von Wanderhilfen detektieren dort installierte Antennen die Fische. Überregionale Monitorings zum Fischbestand müssen berücksichtigen, dass bei hintereinanderliegenden Wasserkraftanlagen kumulierende Effekte, also durch die Häufung verstärkte Auswirkungen, auf die Fischpopulationen auftreten. Zudem ist zu beachten, dass die Wasserkraft nur einen von mehreren Einflussfaktoren darstellt. Neben natürlichen Feinden und der Fischerei treten chemische, hormonelle und Pestizid-Verschmutzungen auf. Für Aussagen über die Einflüsse der Wasserkraft auf Wasserqualität und Fischbestände ist daher eine klare Abgrenzung der Monitorings erforderlich.



9.7 Schutz des Ökosystems

Festlegung der Mindestwassermenge

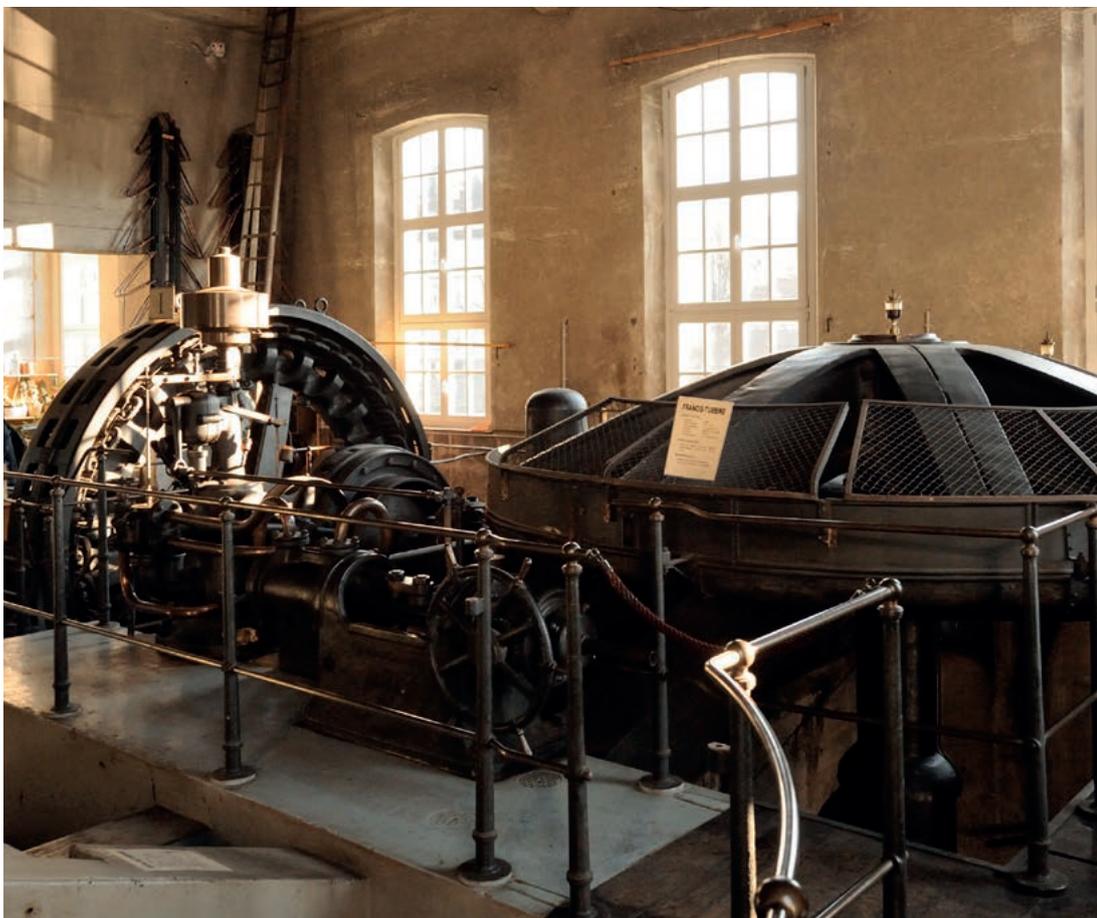
Es sollte für jede Wasserkraftanlage eine Mindestwassermenge vorgeschrieben werden, die kontinuierlich in das Flussbett unterhalb der Wasserkraftanlage abzugeben ist. Der in Kapitel 7 beschriebene Mindestwassererlass soll den Behörden klare Handlungsanweisungen liefern, wie der Mindestabfluss im Regelfall festzulegen ist.

Gewährleistung des Sedimenttransports

Der Feststofftransport am Boden des Fließgewässers prägt den Zustand des Ökosystems. Er hat Auswirkungen auf Strömungsbild und -geschwindigkeit, Relief, Erosion und Ablagerung. Die Anstauung des Wassers und die daraus folgende Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit können zu einer vermehrten Ablagerung von Geschiebe oberhalb bzw. einer verminderten unterhalb des Querbauwerks führen.

Verschiedentlich wird dieses Ungleichgewicht zumindest teilweise durch künstliche Umlagerung von Material ausgeglichen. Einige Expertinnen und Experten empfehlen, die Umlagerung in einem Feststoffhaushalt zu regeln, sodass die Bilanz von angestautem und abtransportiertem Geschiebe über ein bis zwei Jahre ausgeglichen ist. Zudem soll ein ausreichendes Gefälle den Geschiebetransport im Unterwasser unterstützen.

Weiterhin bestehen Überlegungen zum Spülbetrieb an Stauhaltungen zur Herstellung von partieller Sedimentdurchgängigkeit, wobei weitere Bedingungen wie beispielsweise gewässerökologische Aspekte hierzu im Widerspruch stehen können. Moderne bewegliche Krafthäuser (Kapitel 10) umgehen diese ökologischen Auswirkungen, indem sie bei Bedarf nach oben geschwenkt werden, um einen Ausgleich vorzunehmen.



10

Technologische
Innovationen

10 Technologische Innovationen

Wasserkraftanlagen weisen in der Regel eine hohe Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten auf. Einerseits senkt dies die langfristigen Kosten der Technologie. Andererseits folgt daraus, dass viele Anlagen noch immer auf einem alten technischen Stand verblieben sind. Hier sind häufig deutliche Effizienzsteigerungen möglich. Darüber hinaus bieten Entwicklungen im Bereich der Kleinwasserkraft neue Möglichkeiten, auch Standorte mit relativ niedrigem Ertragspotenzial wirtschaftlich zu nutzen.

10.1 Optimierung von Laufwasserkraftwerken

Bei Wasserkraftwerken, die bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts errichtet wurden, sind zweistellige Effizienzgewinne möglich, indem veraltete Maschinensätze ausgetauscht werden. Noch immer sind in vielen Kraftwerken Francis-Turbinen im Einsatz, die ein starres Laufrad verwenden. Dies bedeutet, dass sie für bestimmte Wassermengen optimiert sind. Bei kleinerer Durchflussmenge wird die Leistung der Turbine durch verstellbare äußere Schaufeln so angepasst, dass die Drehzahl dennoch konstant bleibt (Abbildung 15 und 16). Hierbei sinkt allerdings der Wirkungsgrad.

Bei den meisten Kraftwerken treten jahreszeitlich stark schwankende Wassermengen auf. Hier eignen sich direkt gekoppelte Kaplan-Turbinen besser zur effizienten Stromgewinnung. Die Kaplan-Turbine ähnelt einem Schiffspropeller, dessen Flügelwinkel zusätzlich variabel einstellbar sind (Abbildung 17). Dadurch kann eine veränderliche Wasserzufuhr optimal ausgenutzt werden. Die Drehzahl der Laufräder (Kaplan- sowie Francis-Turbine) ist in erster Linie von der Fallhöhe und der Wassermenge abhängig. Im Detail betrachtet auch von der individuellen Maschinenauslegung. Sie liegt bei Laufwasserkraftwerken in hessischen Regionen etwa zwischen 40 und 200 Umdrehungen pro Minute.

Zum Teil kommen auch beide Turbinentypen zum Einsatz, wenn der Umbau des gesamten Turbinenhauses zu aufwendig ist. Hier läuft die Francis-Turbine mit voller Leistung, während die Kaplan-Turbine die darüber hinaus gehende, variierende Wassermenge effizient nutzt.

Für neu zu errichtende Laufwasserkraftwerke kommen mittlerweile häufig Kaplan-Rohrturbinen zum Einsatz. Diese werden parallel zur Flussströmung eingebaut (Abbildung 18). Aufgrund dieser horizontalen Bauart treibt das Wasser die Turbine direkt an, ohne dass eine Umlenkung in vertikaler Richtung



Abbildung 15: Francis-Turbine. Schaufeln eingestellt auf maximale Leistung (Quelle: Stahlkocher, creative commons)



Abbildung 16: Francis-Turbine Schaufeln eingestellt auf minimale Leistung (Quelle: Stahlkocher, creative commons)

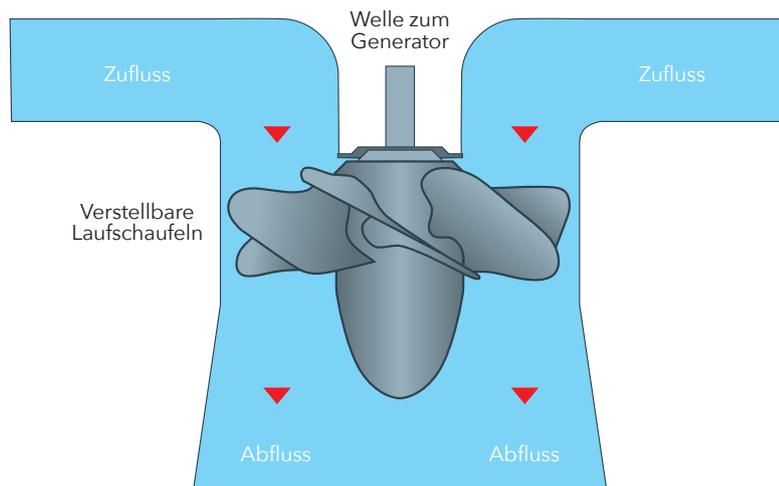


Abbildung 17: Funktionsweise einer Kaplan-Turbine (Eigene Darstellung)

erforderlich ist. Reibungsverluste werden so reduziert. Darüber hinaus wird der Platzbedarf der Wasserkraftanlage verringert. Dadurch sinken die Kosten ebenso wie die optische Beeinträchtigung der Landschaft.

10.2 Strom-Bojen

Strom-Bojen zählen zur Klasse der Strömungskraftwerke und nutzen die Fließgeschwindigkeit des Gewässers. Strom-Bojen sind Turbinen, die mit Schwimmkörpern versehen direkt im Fluss verankert werden. 2011 wurde an der Donau erstmals erfolgreich ein großes Strom-Bojen Projekt umgesetzt. Die Firma Strom-Boje

Mittelrhein plant derzeit ein deutsches Pilotprojekt im Bereich des Mittelrheins auf rheinland-pfälzischer Seite. Das derzeit eingesetzte Modell ist neun Meter lang, drei Meter tief und besitzt einen Rotordurchmesser von 2,5 Metern (Abbildung 19). Eine einzelne Strom-Boje nutzt auf den Querschnitt des Rheins bezogen etwa ein Prozent des fließenden Wassers. Der potenzielle Energieertrag reduziert sich im Vergleich zu einem Querbauwerk auf die Nutzung der freien Strömung. Der Vorteil von Strom-Bojen liegt darin, dass sie nicht auf Wehranlagen oder Querverbauungen angewiesen sind und damit in durch Schiffsverkehr geprägte Flüsse und Ströme eingesetzt werden können. Sie benötigen Flüsse mit ausreichender Tiefe

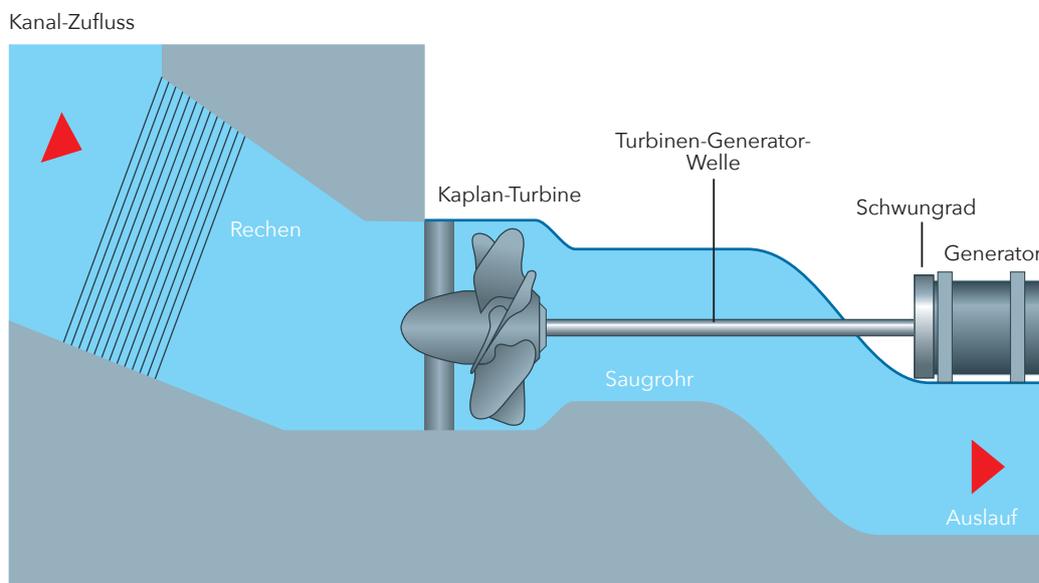


Abbildung 18: Funktionsweise einer Kaplan-Rohrturbine (Eigene Darstellung)

und einer Fließgeschwindigkeit ab möglichst zwei Meter pro Sekunde. Die Leistung einer Strom-Boje steigt dabei linear mit der Strömung auf etwa 70 Kilowatt (bei 3,3 Meter pro Sekunde – nach Angabe des Projektierers) an, mit einem Jahresertrag von 250.000 Kilowattstunden und mehr. Zur Fahrrinne ist ein Abstand von 20 Metern einzuhalten. Daher ist ihr Einsatzpotenzial in Hessen im Wesentlichen auf den Rhein begrenzt. Der Projektierer sieht ein Potenzial entlang des Rheins im Rheingau von etwa 300 Strom-Bojen. Potenzialabschätzungen sind jedoch erst nach weiteren Strömungsmessungen möglich, die der Projektierer derzeit vornimmt. Belastbare Daten zu kleinräumlichen Strömungsverhältnissen liegen derzeit frei verfügbar nicht vor. Fragen zur Ökologie und Fischverträglichkeit sind für die Donau (Wachau) weitestgehend geklärt und die ersten Anlagen dort genehmigt, für den Mittelrhein ist die Genehmigungsfähigkeit vorgeklärt. Die Verträglichkeit mit den Anforderungen an den Standort Mittelrhein ist bei ersten Genehmigungen noch abschließend zu prüfen. Ziel des Projektierers ist, zunächst für eine Boje im Rhein Betriebs Erfahrungen zu sammeln.

10.3 Wasserkraftschnecke

Die Wasserkraftschnecke ist eine Staudruckanlage, die das Prinzip der archimedischen Schraube umkehrt. Das heißt, dass das Wasser die Schraube von oben füllt und diese durch den Höhenunterschied in Rotation versetzt (Abbildung 20). Sie ist gut verwendbar bei kleinen Kraftwerken mit geringen Höhenunterschieden. Die Turbine dreht sich mit 20 bis 60 Umdrehungen pro Minute dabei deutlich langsamer als Francis- und Kaplan-Turbinen. So reduzieren sich die Reibungs- und Impulsverluste.

Gleichzeitig sinkt bei niedrigen Drehzahlen das Fischschädigungsrisiko durch Fischquetschungen und hohe Drücke. Die artenschonende Energiegewinnung, die auch an bestehenden Querbauwerken mit vergleichsweise wenig Aufwand nachgerüstet werden kann, hat den Vorteil, dass auch Standorte genutzt werden könnten, die bisher aufgrund der geringen Fallhöhe als unwirtschaftlich galten.



Abbildung 19: Strom-Boje mit einer Länge von neun Metern (Quelle: Fa. Aqua Libre, Wien/AT)

Wasserkraftschnecken können im Umkehrprinzip auch für den Fischeufstieg eingesetzt werden. Sie nutzen geringe Mengen der Energie, um auch weniger schwimmstarke Fischarten wie eine Art Lift durch die spiralförmige Drehbewegung mit dem Wasser über die Querbauwerke zu transportieren. Optimierungen am Material haben sowohl für die Energieerzeugung wie auch bei den Fischeufstiegsschnecken dafür gesorgt, dass keine scharfen Kanten mehr durch Abnutzung entstehen können.

Eine dritte Möglichkeit, Wasserkraftschnecken zu nutzen, sind Ausläufe von Industrieanlagen. Ein Beispiel stellen hier die Abflüsse von Kläranlagen dar. Wasserkraftschnecken könnten hier etwa ein Drittel des Energiebedarfs der Kläranlage decken. Schädigungen an Fischen sind hierbei ausgeschlossen.

10.4 Bewegliches Krafthaus und VLH-Turbine

Neben der Wasserkraftschnecke nutzen auch Neuentwicklungen wie die VLH-Turbine und das bewegliche Krafthaus die Potenziale an Wehren mit geringer Fallhöhe. Sie können mit vergleichsweise geringem Aufwand in ein Wehr integriert werden. Zudem soll die Fischschädigung bei der Passage der Turbinen aufgrund ihrer geringen Drehzahlen deutlich geringer ausfallen. Die in Abbildung 21 gezeigte VLH-Turbine ist für besonders niedrige Fallhöhen von 1,5 bis 3,0 Meter und mittlere Wassermengen von bis zu 30 Kubikmeter pro Sekunde geeignet. Dabei handelt es sich um eine einfach geregelte Kaplan-Turbine, die höhen- und konstruktionsbedingt mit geringen Drehzahlen von etwa 20 Umdrehungen pro Minute arbeitet. Die Eignung ist im Einzelfall zu prüfen, da der geringere Wirkungsgrad der Anlage durch niedrigere Baukosten ausgeglichen werden muss.

Eine weitere Innovation für niedrige Fallhöhen stellt das bewegliche Krafthaus dar (Abbildung 22). Das bewegliche Krafthaus wird anstelle eines beweglichen Wehrverschlusses installiert und kann je nach Bedarf vom Wasser über- oder unterströmt werden. Rechen, Einlauftrichter, Turbine und Saugschlauch sind kompakt verbunden und vertikal beweglich. Geschiebe und Fische können so unter dem Kraftwerk hindurch



Abbildung 20: Beispiel einer Wasserkraftschnecke aus dem Wasserkraftwerk Wilhelmshütte 60 kW, Jahresenergie 0,25 GWh, 70 Haushalte (Quelle: Dr. Ronald Steinhoff)



Abbildung 21: Beispiel einer VLH Turbine im angehobenen Zustand (Servicestellung) und im Betrieb (Quelle: MJ2 Technologies S.A.S. www.vlh-turbine.com)

geleitet werden. Das Wasser fließt um das Krafthaus schneller als durch die Turbine. Treffen beide Strömungen aufeinander, kommt es zum sogenannten Ejektor-Effekt. Die schnellere Strömung zieht die langsame mit sich, der Wasserstand unmittelbar hinter der Turbine sinkt ab und die Fallhöhe vergrößert sich. Dies führt zu einer größeren Leistung der Turbine. Der Einsatzbereich reicht bis neun Meter Fallhöhe. Durch Aneinanderreihung von zwei Einheiten entsteht eine Wehrklappe mit integrierter Wasserkraftanlage. Dieser Anlagentyp eignet sich daher auch für den Einsatz als Großkraftwerk. Die Konstruktion und Errichtung des beweglichen Krafthauses sind bisher jedoch noch sehr kostenaufwändig.

Auf dem Faktencheck Wasserkraft wurde deutlich, dass die technologischen Innovationen Potenziale nutzen, die deutlich weniger Konflikte mit dem Arten- und Naturschutz aufweisen. Sie kommen entweder ohne Querbauwerke aus oder nutzen bereits bestehende Wehre, die bisher aufgrund geringer Fallhöhen nicht genutzt wurden. In jedem Fall kann die verbesserte Antriebstechnologie mit deutlich geringeren Umdrehungszahlen in Verbindung mit geeigneten Lockströmen und Fischauftiegs- und Abstiegsanlagen einen Beitrag zur Passierbarkeit der Flüsse in Hessen leisten.

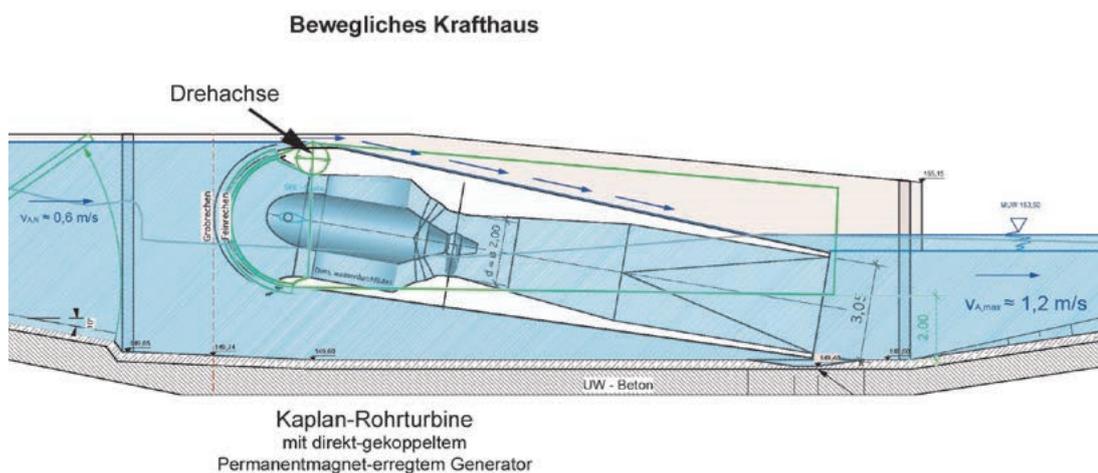


Abbildung 22: Beispiel einer VLH Turbine (Quelle: © Hydro-Energie Roth GmbH)

11

Potenziale der Wasserkraftnutzung in Hessen

11 Potenziale der Wasserkraftnutzung in Hessen

Im Vergleich mit anderen Bundesländern führen die topographischen Gegebenheiten und das vergleichsweise niedrige Gefälle in Hessen zu einem geringeren Beitrag der Wasserkraft zur Bruttostromerzeugung. Aktuell beträgt der Anteil in Hessen 2,6 Prozent. Betrachtet man lediglich die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sind es davon 8,4 Prozent.

In Bayern beispielsweise - mit seiner teilweise steilen Topographie - beträgt der Anteil der Wasserkraft 13 Prozent der Bruttostromerzeugung. Dies macht 35 Prozent des Anteils an Strom aus erneuerbaren Energien aus.

Deutschlandweit pendelt der Anteil der Wasserkraft zwischen 3 und 4 Prozent der Bruttostromerzeugung bzw. 9,9 Prozent des Anteils an Strom, welcher aus erneuerbaren Energien gewonnen wird. Zum Vergleich: Die Schweiz gewinnt 56 Prozent und Österreich 61 Prozent des Bruttostroms aus Wasserkraft.

Wie in den vorangehenden Kapiteln gezeigt, ist der Ausbau der Wasserkraft in Hessen aufgrund der rechtlichen Rahmenbedingungen, der ökologischen Anforderungen und der teils geringen Höhenunterschiede in den Gewässern nur begrenzt möglich. Dennoch bestehen auch innerhalb dieser Rahmenbedingungen Möglichkeiten, den Stromertrag aus Wasserkraft zu steigern: Erstens durch den Einsatz moderner Turbinen und entsprechende Effizienzsteigerung; zweitens durch die Erhöhung der genutzten Wassermenge bei den kleinen Laufwasserkraftanlagen und drittens durch den Neubau von Wasserkraftanlagen an bestehenden Querbauwerken. Dieses Kapitel geht den Fragen nach, welche Spielräume unter Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen in Hessen realistisch sind, durch welche Maßnahmen die Wasserkraft ausgebaut werden kann und wie die Ausbaupotenziale zu bewerten sind.

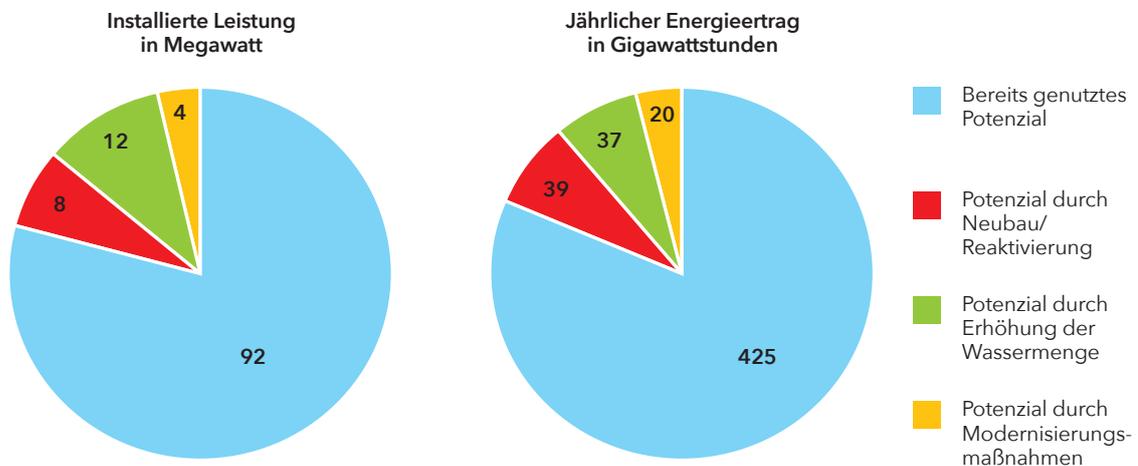


Abbildung 25: In Hessen installierte Wasserkraftleistung (links in blau), der durchschnittliche Jahresertrag (rechts in blau), jeweils einschließlich der Neubau-, Wassermengen- und Modernisierungspotenziale (nach S. Theobald, F. Roland, A. Rötz, 2011, Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung und Entwicklung eines Planungswerkzeuges „WKA-Aspekte“)

11.1 Effizienzsteigerung durch Modernisierungsmaßnahmen

Nach einer Studie zur Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung der Universität Kassel von 2011 werden in Hessen derzeit etwa 80 Prozent des möglichen Gesamtertrags der Wasserkraft bereits genutzt. Etwa 20 Prozent könnten nach Meinung der Expertinnen und Experten noch zusätzlich erschlossen werden. Etwa 20 Gigawattstunden der potenziellen Ertragssteigerung entfallen dabei auf Modernisierungsmaßnahmen. Dazu zählen vor allem Veränderungen an der Turbine zur Leistungssteigerung. Hier werden, wie in Kapitel 10 dargestellt, vor allem veraltete Francis-Turbinen durch moderne Kaplan-Turbinen ersetzt oder moderne bewegliche Krafthäuser oder Wasserkraftschnecken an kleineren Standorten mit weniger Gefälle eingesetzt. Es müssten etwa vier Megawatt Leistung installiert werden. Aber auch

weniger kostenintensive Maßnahmen z. B. eine Generalüberholung der bestehenden Turbinen, der Austausch von Getriebe oder Generator sowie die Erneuerungen von Rechen und Rechenreiniger könnten den Energieertrag deutlich verbessern, ohne dabei die Wassermenge zu erhöhen.

Schlüsselt man nun das Modernisierungspotenzial für verschiedene Anlagengrößen auf (Abbildung 24), so wird deutlich, dass das ungenutzte Energiepotenzial vor allem bei den größeren Laufwasserkraftanlagen zwischen 100 und 1.000 Kilowatt Nennleistung liegt sowie bei den 12 größten Kraftwerken mit einer Nennleistung über 1.000 Kilowatt. Von den jährlich insgesamt 20 Gigawattstunden Potenzial entfallen allein 14 Gigawattstunden auf die 12 größten Kraftwerke.

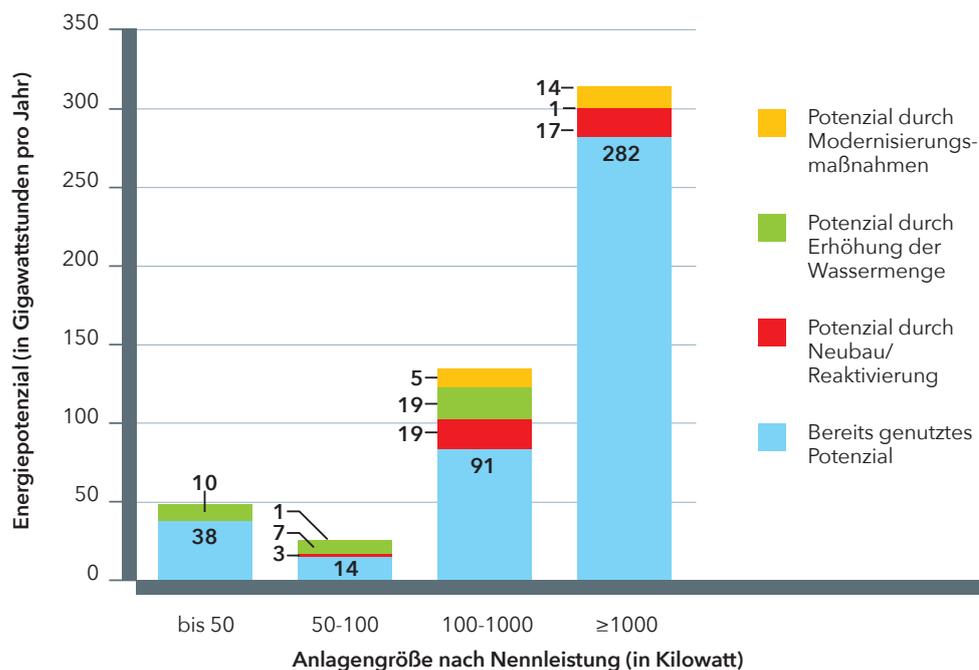


Abbildung 24: Potenzial des Energieertrags durch Wasserkraft in Hessen für verschiedene Leistungsbereiche (nach S. Theobald, F. Roland, A. Rötzt, 2011, Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung und Entwicklung eines Planungswerkzeuges „WKA-Aspekte“)

Für kleinere Anlagen unter 50 Kilowatt wurde das Modernisierungspotenzial im Rahmen der Studie der Universität Kassel nicht vertieft betrachtet. Verschiedene Beispiele auf dem Faktencheck zeigten aber, dass eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Modernisierung auch bei kleineren Anlagen erfolgen kann. Es wurde deshalb ein gesonderter Abschnitt unter 11.4 eingefügt, der über die Erkenntnisse der Potenzialstudie hinausgeht.

11.2 Ausbau durch Erhöhung der genutzten Wassermenge

Etwa 39 Prozent des ermittelten Ertragspotenzials basieren auf der Erhöhung der genutzten Wassermenge. Dies könnte einen jährlichen Zugewinn von 37 Gigawattstunden bedeuten. Alte Anlagen sind häufig auf eine kleinere Wassermenge ausgelegt, als im Jahresverlauf verfügbar wäre. Intelligente Steuerungstechnik sowie variabelere Turbinentypen mit höherer Leistung könnten installiert werden, um die Nutzung der verfügbaren Wassermenge zu optimieren. Einige Wasserkraftwerke setzen bei entsprechender Wassermenge zusätzliche Turbinen ein, die variabel über die Steuerungstechnik zuschaltbar sind. Um die Potenziale der Wasserkraft durch eine Erhöhung der genutzten Wassermenge ausnutzen zu können, müssten zusätzlich in Hessen 12 Megawatt Leistung installiert werden.

11.3 Neubau und Reaktivierung von Wasserkraftanlagen

Der Neubau an alten Querbauwerken bzw. die Reaktivierung von Wasserkraftanlagen kann mit einem Energieertrag von 39 Gigawattstunden etwa 40 Prozent zum gesamten Ertragspotenzial für Wasserkraftanlagen in Hessen beitragen. Neue Wasserkraftanlagen können allerdings nur dann an geeigneten bestehenden Wehren errichtet werden, wenn die Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes eingehalten werden. Hierzu zählen insbesondere die Verbesserung der gewässerökologischen Bedingungen sowie die Sicherstellung der Durchgängigkeit des Gewässers.

Das technische Ausbaupotenzial der Wasserkraft in Hessen durch neue und reaktivierte Wasserkraftanlagen beträgt unter diesen Annahmen etwa acht Megawatt. Betrachtet wurden hierbei bestehende Querbauwerke mit mindestens einem Meter Höhenunterschied. Zudem wurden Anlagen mit einer Ausbauleistung unter 50 Kilowatt nicht berücksichtigt. Hier wurde angenommen, dass der Ausbau derzeit nur in Ausnahmefällen rentabel ist und zudem nur einen kleinen Beitrag leistet. Dementsprechend basiert dieses Potenzial fast ausschließlich auf Anlagen mit einer Leistung von über 100 Kilowatt.

11.4 Reaktivierung kleiner Wasserkraftstandorte

Vor mehreren Jahrhunderten verfügte Hessen über 4.000 mechanische Mühlen, die wie in Kapitel 5 ausgeführt mit Wasserkraft betrieben wurden. Derzeit werden noch 129 Wasserkraftanlagen mit einem Wasserrad zur Stromerzeugung genutzt. An den stillgelegten Standorten könnte auch

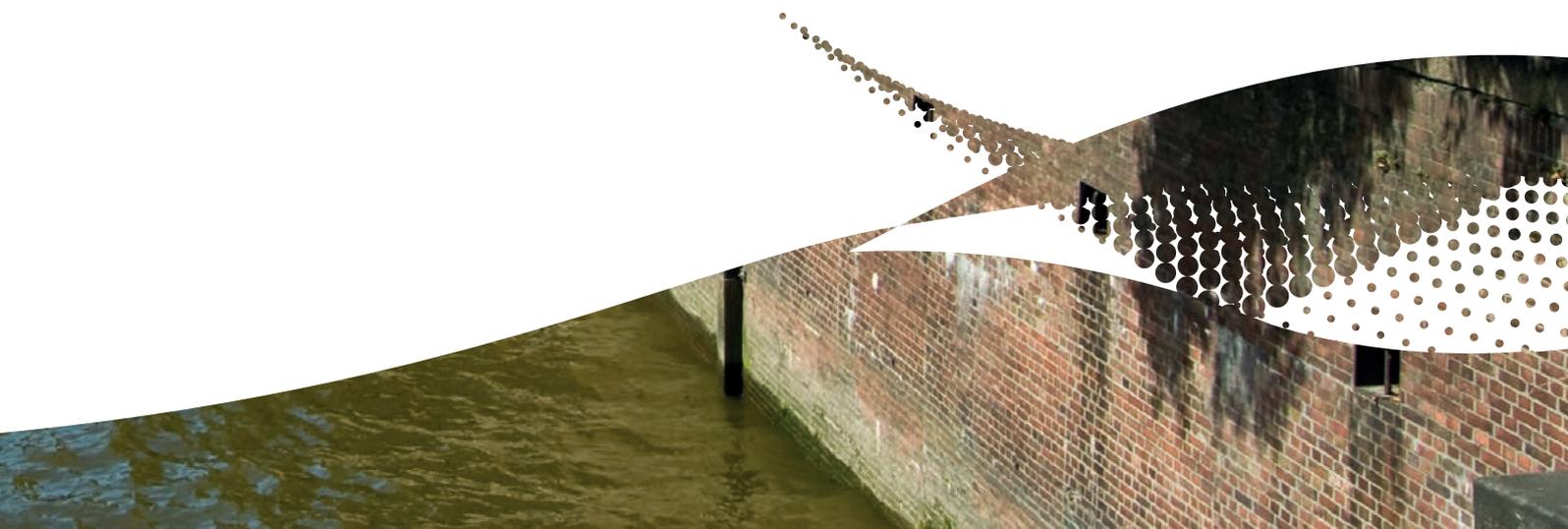


Abbildung 25: Schaufelrad einer sanierten ehemaligen Getreidemühle im hessischen Niederhadamar (Quelle: Stephan Schumm)

heute ein wirtschaftlicher Betrieb möglich werden. Die anfallenden Kosten für den Umbau, die Wehrsanierung und die Herstellung der Durchgängigkeit trägt allerdings der Betreiber. Durch die Installation einer Schaufelrad-Wasserkraftanlage lassen sich auf diese Weise Beiträge zur Stromversorgung leisten.

Das instandgesetzte Schaufelrad arbeitet auch bei niedrigem Gefälle von 0,5 bis 2 Metern effizient. Ein angeschlossener Generator wandelt die Energie in elektrischen Strom um (Abbildung 25)

Der jährliche Energieertrag eines einzelnen Mühlenkraftwerks kann, wie bei der Stadtmühle Hadamar, etwa 400.000 Kilowattstunden betragen und rechnerisch 100 Haushalte versorgen. Auch diese kleinen Beiträge zur Energiewende können sich also, wie der Faktencheck gezeigt hat, wirtschaftlich rechnen, wenn umsichtig investiert wird.



12

Fazit

12 Fazit

Der Faktencheck in Rotenburg an der Fulda ermöglichte einen offenen, bisweilen kritischen aber konstruktiven Dialogprozess zu den Potenzialen und Herausforderungen der Wasserkraft in Hessen. Die Expertinnen und Experten auf dem Podium sowie das Fachpublikum aus der Landes- und Regionalverwaltung, aus Fischerei- und Umweltverbänden sowie die Betreiber von großen und kleinen Wasserkraftanlagen diskutierten Ansätze, wie Klimaschutz, regionale Wertschöpfung und Umweltschutz besser vereinbart werden könnten.

Realistische Einordnung der Wasserkraft

Deutlich wurde, dass die Wasserkraft einerseits nur einen Anteil von etwa 2,6 Prozent an der hessischen Stromerzeugung ausmacht. Andererseits ist Hessen ein Stromimporteure und sollte die eigene Produktion nachhaltig erhöhen, wofür ein sinnvoller Energie-Mix entwickelt werden muss. Vor diesem Hintergrund wurden auch die Potenziale der Wasserkraft in diesem Faktencheck untersucht. Vor allem die Kritiker führen mit Verweis auf die Auswirkungen der Wasserkraft auf die Biodiversität und den Artenschutz an, dass andere erneuerbare Energiequellen wie die Windenergie einen deutlich höheren Anteil tragen können als die Wasserkraft. Vor allem die Europäische Wasserrahmenrichtlinie steht derzeit einem deutlichen Ausbau der Wasserkraft entgegen. Die Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung im Rahmen von technischer Modernisierung von bestehenden Anlagen werden von den Expertinnen und Experten mit 20 Prozent angegeben.

Dennoch spielt die Wasserkraft eine wichtige Rolle als Ergänzung zu Photovoltaik und Windenergie und erzeugt im Sinne einer dezentralen Energiewende Strom und Wertschöpfung vor Ort. Derzeit werden etwa 130.000 Haushalte durch Wasserkraftstrom versorgt. Eine Steigerung ist möglich, wenn Ansätze gefunden werden, bestehende Querbauwerke für die Wasserkraft zu erschließen und zugleich die ökologische Situation zu verbessern.

Maßnahmen zur Verbesserung des Arten- und Naturschutzes

Die Expertinnen und Experten haben sich kritisch den Auswirkungen der Wasserkraft auf das sensible Ökosystem gestellt und ein ganzes Bündel von Maßnahmen vorgestellt, wie die negativen Auswirkungen gegebenenfalls verbessert werden könnten. Dabei wurden nicht nur die großen Laufwasserkraftwerke ins Visier genommen, sondern auch die große Zahl der kleinen und Kleinstwasserkraftwerken. Die Konzepte nehmen Bezug auf einen flexibleren Betrieb, der Mindestwassermengen besser berücksichtigen kann. Sie zeigen neue Ansätze des Sedimenttransportes und stellen gute Erfahrungen mit Bypässen, Leitrechen, Lockströmen und verschiedenen Fischaufstiegs- und Abstiegshilfen dar.

Technologische Innovationen

Die Option, dass ein Potenzial vielleicht gerade bei den kleineren Anlagentypen und bei bestehenden, derzeit nicht genutzten, Querbauwerken gefunden werden könnte, wurde durch die Berichte zu den neuen Technologien gestärkt. Hier berichteten die Expertinnen und Experten von neuen Ansätzen, die vor allem Standorte mit geringen Gefällen in den Fokus nahmen oder von Wasserkraftschnecken, die Abwasser z. B. von Kläranlagen nutzen, um Energie zu erzeugen. Eine Art von Wasserkraftnutzung, bei der ökologische Schäden ausgeschlossen werden können.

Der Faktencheck und das hiermit vorliegende Faktenpapier zeigen also, dass bei aller realistischen Einschätzung der Wasserkraft Leistungssteigerungen von bis zu einem Viertel möglich sind und diese im Sinne einer Dekarbonisierung der Energieerzeugung und einer dezentralen Energiewende genutzt werden könnten.

13

Die Expertinnen
und Experten

A decorative pattern of white circles of varying sizes is scattered across the lower half of the page, set against a blue background that features horizontal stripes of different shades of blue.

13 Die Expertinnen und Experten



Cornelia Haag-Lorenz

Wasserkraftwerk Haag, Rotenburg an der Fulda

Inhaberin des Wasserkraftwerks Haag, das seit drei Generationen als Familienunternehmen betrieben wird. Seit 2014 Beisitzerin im Vorstand der Arbeitsgemeinschaft Hessischer Wasserkraftwerke.

Führung der Exkursion



Christian Hanne

Strom-Boje Mittelrhein

Mitbegründer der Firma „Stromboje Mittelrhein UG“, zuständig für die Weiterentwicklung der Messtechnik, des Messboots und die Gestaltung der notwendigen Infrastruktur.

Referent Technologische Entwicklungen in der Wasserkraft



Winfried Klein

Verband Hessischer Fischer e.V.

Vorsitzender der Interessengemeinschaft LAHN e.V., Mitglied in der „Länderübergreifenden Arbeitsgruppe zur Verbesserung des Fischeinfangs in der Lahn“, seit 2014 Mitglied im Beirat Wasserrahmenrichtlinie sowie Mitglied im Beirat „Biodiversitätsstrategie Hessen“ im Umweltministerium Hessen.

Referent Arten- und Naturschutzfachliche Aspekte und die europäische Wasserrahmenrichtlinie



Dr. Ralf Köhler

Bundesarbeitskreis Wasser des BUND

Limnologe, stellvertretender Sprecher des Bundesarbeitskreises Wasser des BUND, Referent für Gewässerschutz im Landesamt für Umweltschutz (LFU) Brandenburg im Bereich Integration der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und Natura 2000. Fachreferent zur Bewertung von Wasserkraftanlagen aus Sicht der WRRL. Präsidiumsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Limnologie.

Referent Arten- und Naturschutzfachliche Aspekte und die europäische Wasserrahmenrichtlinie sowie Teilnehmer Podiumsdiskussion

**Werner Müller**

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung

Ministerialdirigent im Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung in Wiesbaden, Leiter der Abteilung „Landesentwicklung, Energie“, hessischer Vertreter im Hauptausschuss der Ministerkonferenz für Raumordnung und im Fachplanungsbeirat der Bundesnetzagentur, Mitglied im Beirat für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

Referent Potenziale der Wasserkraftnutzung in Hessen und Teilnehmer Podiumsdiskussion

**Stefan Prott**

Büro für Wasserkraft Nordrhein-Westfalen

Seit 2010 in der Energie Agentur Nordrhein-Westfalen, zunächst Aufbau des Netzwerks Windenergie und von 2013 bis 2015 im Aufbau des Netzwerks Netze und Speicher. Leiter des Netzwerk Wasserkraft und Ansprechpartner für das Thema Wasserkraft.

Teilnehmer Podiumsdiskussion

**Sven Ruscher**

Regierungspräsidium Kassel

Mitarbeiter im Dezernat „Kommunales Abwasser, Gewässergüte, Oberirdische Gewässer und Hochwasserschutz“. Sein Tätigkeitsbereich erstreckt sich auf die wasserrechtliche Zulassung und Überwachung von Hochwasserschutzmaßnahmen, Renaturierungen, Talsperren und Gewässerbennutzungen, so auch Wasserkraftanlagen. Mitglied in der Expertengruppe „Biologie-Struktur“ des Landes Hessen zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie.

Referent Arten- und Naturschutzfachliche Aspekte und die europäische Wasserrahmenrichtlinie

**Stephan Schumm**

Wasserkraftanlage Hoppe-Schumm, Hadamar

Selbstständiger Unternehmer, seit 2013 Betreiber des Wasserkraftwerks Elbbach in Hadamar, Stadtverbandsvorsitzender der CDU Hadamar, Landesvorstand des Vereins zur Erhaltung und Nutzung von Mühlen e.V.

Referent Technologische Entwicklungen in der Wasserkraft

**Barbara Siegert**

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz

Leiterin des Referats Schutz oberirdischer Gewässer, Gewässerökologie. Seit dem Jahr 2000 beschäftigt sie sich intensiv mit der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie, wobei ihr Schwerpunkt auf dem Thema Gewässerökologie und Gewässerentwicklung liegt.

Teilnehmerin Podiumsdiskussion

**Günter Steinhagen**

Arbeitsgemeinschaft Hessischer Wasserkraftwerke e.V.

Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft Hessischer Wasserkraftwerke e.V., Vorstand des Bundesverbands Deutscher Wasserkraftwerke, Betreiber einer familieneigenen Wasserkraftanlage, die in mehreren Schritten ökologisch sowie ökonomisch modernisiert wurde.

Referent Potenziale der Wasserkraftnutzung

**Dr. Ronald Steinhoff**

Steinhoff Energieanlagen GmbH, Weilrod

Promovierter Physiker im Bereich Wasseranalytik, seit 2007 Unternehmer in Neubau und Modernisierung von Wasserkraftanlagen und Wiederherstellung der Durchgängigkeit, Mitglied im Arbeitskreis Energie Hessen des BUND und der Fachgruppe Erneuerbare Energien der Ingenieurkammer Hessen.

Referent Technologische Entwicklungen in der Wasserkraft und Teilnehmer Podiumsdiskussion

**Prof. Dr. Stephan Theobald**

Universität Kassel, Wasserbau und Wasserwirtschaft

Seit 2005 Professor an der Universität Kassel, Leitung des Fachgebiets Wasserbau und Wasserwirtschaft. Zu seinen Forschungsfeldern zählen Strömungsmodellierung, Wasserkraft, Flussgebietsmanagement und Gewässerentwicklung, Wasserbauliches Versuchswesen sowie Anpassung an den Klimawandel. Zudem ist er aktiv Mitglied im DWA-Fachausschuss Wasserkraft, im VDI-Fachausschuss Regenerative Energien und Beirat des Otti-Kollegs „Kleinwasserkraft“.

Referent Potenziale der Wasserkraftnutzung in Hessen und Teilnehmer Podiumsdiskussion

14

Zum Weiterlesen

14 Zum Weiterlesen

BUNDESVERBAND DEUTSCHER WASSERKRAFTWERKE (2016): Broschüre Wasserkraft: Sauber und verlässlich für die Energiewende. [Als PDF erhältlich unter: <http://www.wasserkraft-deutschland.de/>. Zuletzt zugegriffen am 03. Oktober 2016].

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Deutsches Wasserhaushaltsgesetz - WHG). [Als PDF erhältlich unter: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/whg_2009/gesamt.pdf. Zuletzt zugegriffen am 03. Oktober 2016].

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (2015): Marktanalyse zur Vorbereitung von Ausschreibungen, Vorhaben IId, Wasserkraft. [Als PDF erhältlich unter http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi_de/marktanalysen-studie-wasserkraft.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Zuletzt zugegriffen am 03. Oktober 2016].

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (2010): Potentialermittlung für den Ausbau der Wassernutzung in Deutschland. [Als PDF erhältlich unter <http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Technologien/Wasserkraft/wasserkraft.html>. Zuletzt zugegriffen am 03. Oktober 2016].

EUROPÄISCHE UNION (2000): 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 (WRRL). [Als PDF erhältlich unter: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/%20TXT/HTML/?uri=CELEX:32000L0060&from=DE>. Zuletzt zugegriffen am 03. Oktober 2016].

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2015): Maßnahmenprogramm 2015-2021. [Als PDF erhältlich unter <http://flussgebiete.hessen.de/information/massnahmenprogramm-2015-2021.html>. Zuletzt zugegriffen am 03. Oktober 2016].

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2015): Bewirtschaftungsplan 2015-2021. [Als PDF erhältlich unter <http://flussgebiete.hessen.de/information/bewirtschaftungsplan-2015-2021.html>. Zuletzt zugegriffen am 03. Oktober 2016].

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2016): Ziele der Wasserrahmenrichtlinie. [Erhältlich unter <http://flussgebiete.hessen.de/wasserrahmenrichtlinie/ziele-der-wrrl.html>. Zuletzt zugegriffen am 03. Oktober 2016].

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ENERGIE, VERKEHR und LANDESENTWICKLUNG (2015): Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2015. [Als PDF erhältlich unter https://www.energieland.hessen.de/pdf/2015-11-09_monitoringbericht_internet.pdf. Zuletzt zugegriffen am 03. Oktober 2016].

INTERNATIONAL HYDROPOWER ASSOCIATION (2015): Study: The hydropower sector's contribution to a sustainable and prosperous Europe. [Als PDF erhältlich unter <https://www.hydropower.org/study-the-hydropower-sector%E2%80%99s-contribution-to-a-sustainable-and-prosperous-europe>. Zuletzt zugegriffen am 03. Oktober 2016].

PERZ-GLECHNER, R. ET AL. (2003): Die Auswirkung von Stauraumpülungen auf Fische – Natur in Tirol Band 12: Ökologie und Wasserkraftnutzung, S.74-93, Tagungsband der Internationalen Fachtagung in Innsbruck vom 21. bis 23. November 2002.

THEOBALD, S. ET AL. (2011): Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung und Entwicklung eines Planungswerkzeuges „WKA-Aspekte“, Erläuterungsbericht im Auftrag des Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. [Als PDF erhältlich unter https://www.energie-land.hessen.de/pdf/WKA__WRRL_in_Hessen_Bericht-final.pdf. Zuletzt zugegriffen am 03. Oktober 2016].

Herausgeber

HA Hessen Agentur GmbH im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung

Stand: Oktober 2016

Redaktion: DIALOG BASIS

Gestaltung: benesch-design.de

Druck: BPR Bosspress Full Service



Bildnachweise

Titel: Wasserkraftwerk Haag © Conny Haag-Lorenz; Seite 4,5: © ingimage.com; Seite 6: Bürgerforum Energieland Hessen - Faktencheck Wasserkraft März 2016 © Roland Grün; Seite 8: © ingimage.com; Seite 11: Bürgerforum Energieland Hessen - Faktencheck Wasserkraft März 2016 © Roland Grün; Seite 13: © ingimage.com; Seite 14,15: © ingimage.com; Seite 19: Bürgerforum Energieland Hessen - Faktencheck Wasserkraft März 2016 © Roland Grün; Seite 21: Bürgerforum Energieland Hessen - Faktencheck Wasserkraft März 2016 © Roland Grün; Seite 22: Bürgerforum Energieland Hessen - Faktencheck Wasserkraft März 2016 © Roland Grün; Seite 23: Bürgerforum Energieland Hessen - Faktencheck Wasserkraft März 2016 © Roland Grün; Seite 25: Bürgerforum Energieland Hessen - Faktencheck Wasserkraft März 2016 © Roland Grün; Seite 30: Bürgerforum Energieland Hessen - Faktencheck Wasserkraft März 2016 © Roland Grün; Seite 32: Bürgerforum Energieland Hessen - Faktencheck Wasserkraft März 2016 © Roland Grün; Seite 36,37: © ingimage.com; Seite 37: Bürgerforum Energieland Hessen - Faktencheck Wasserkraft März 2016 © Roland Grün; Seite 38: Bürgerforum Energieland Hessen - Faktencheck Wasserkraft März 2016 © Roland Grün; Seite 48,49: © ingimage.com

Ihr Ansprechpartner

Dr. Rainer Kaps
HA Hessen Agentur GmbH
Konradinallee 9
65189 Wiesbaden
Telefon: +49 611 / 95017-8471
E-Mail: Rainer.Kaps@hessen-agentur.de



HessenAgentur

HA Hessen Agentur GmbH