

A photograph of a lush green forest stream. The water flows through a dense canopy of trees. On the right bank, there is a prominent, moss-covered rock formation. The water reflects the surrounding greenery. The overall scene is peaceful and natural.

**LASST DEN FLÜSSEN IHREN LAUF**  
**EIN HINTERGRUNDBERICHT ZUM ZUSTAND**  
**DER FLIESSGEWÄSSER IN BAYERN**

## **Impressum**

**Herausgeber:** WWF Deutschland, Reinhardtstraße 18, 10117 Berlin  
**Stand:** August 2020  
**Autoren:** Sigrun Lange, Stefan Ossyssek  
Büro Wildflüsse Alpen, Münchener Straße 27, 82362 Weilheim  
**Redaktion:** Thomas Köberich  
**Kontakt:** alpenfluesse@wwf.de  
**Layout:** Silke Roßbach (mail@silke-rossbach.de)  
**Produktion:** Sven Ortmeier  
**Bildnachweis:** Dominik Bartl (S. 50), Gemeinde Fuchstal (S. 55), Hamburg Energie (S. 4), Wolfgang Hug / WWF (S. 30), igreen / Jonathan Fieber (S. 16), imago / stock&people (S. 16), JAH / istock / Getty Images (S. 14), Landesfischereiverband Bayern (S. 26), Sigrun Lange / WWF (Titel / S. 6 / 9 / 10 / 13 / 17 / 18 / 20 / 23 / 40 / 43 / 44 / 47 / 53), Stefan Ossyssek / WWF (S. 11 / 21 / 31 / 36 / 38 / 39 / 41 / 48 / 62 / 63 / 64 / 65), Clemens Ratschan (S. 26), VERBUND Innkraftwerke GmbH (S. 32), wrangel / istock / Getty Images (S. 19), WWA Weilheim (S. 28), Claire Tranter (S. 33)

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>1 Zusammenfassung</b>	<b>7</b>
<b>2 Analyse der Situation</b>	<b>9</b>
2.1 Bedeutung unserer Flüsse	9
2.2 Europäische Gesetzgebung	12
2.2.1 Die Wasserrahmenrichtlinie	12
2.2.2 Die FFH-Richtlinie	16
2.3 Querbauwerke in Bayern	20
2.4 Zustand der bayerischen Flüsse	29
2.5 Wasserkraft in Bayern	34
2.5.1 Bestand an Kraftwerken	34
2.5.2 Möglicher Neubau von Kraftwerken	37
2.5.3 Wirkung von Wasserkraftwerken in Flüssen	42
2.5.4 Rolle der Wasserkraft in Bayern und politische Zielsetzungen	50
<b>3 Schlussfolgerungen</b>	<b>57</b>
3.1 Flüsse und Auen in Gefahr	57
3.2 Gesetzlichen Verpflichtungen zum Schutz der Gewässer und Auen nachkommen	57
3.3 Die letzten naturnahen Flüsse bzw. Flussabschnitte erhalten	58
3.4 Mehr Durchgängigkeit und frei fließende Flussabschnitte schaffen	59
3.5 Wasserkraftnutzung in Bayern naturverträglicher gestalten, nicht ausbauen	60
3.6 Notwendige Energiewende vorantreiben	61
<b>Karten zur Durchgängigkeit von Querbauwerken</b>	<b>62</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>66</b>

# Vorwort



**Stephan Zirpel**

Bayern ist ein Wasserland. Gesegnet mit den niederschlagsreichen Alpen und Mittelgebirgen entstanden hier ein etwa 100.000 km langes Gewässernetz sowie 200 natürliche Seen. Dieser große Wasserreichtum ist für die hier lebenden Menschen, Tiere und Pflanzen von unschätzbarem Wert. Mittlerweile ist klar, dass Flüsse und ihre Auen unter den Ökosystemen jene mit der höchsten Artenvielfalt in Mitteleuropa sind. Hier befinden sich also die Archive unseres biologischen Erbes. Umso schmerzhafter ist es, dass hier der unwiederbringliche Verlust an Arten am höchsten ist.

Flusslandschaften und Seen sind aber nicht nur Hotspots der biologischen Vielfalt, sie sind auch unentbehrliche Räume für Erholung, Inspiration und Naturerleben, insbesondere da sie oft wohnortnah liegen. Sie müssen für die Bevölkerung daher zum einen erlebbar und zum anderen naturnah gestaltet werden, damit ihr Erlebnischarakter nachklingt. Naturnahen Gewässern kommen noch viele weitere Funktionen zu, die oft kaum wahrgenommen werden: Sie sind beteiligt an der Neubildung von Grundwasser, sie schützen vor Hochwasser, halten Nährstoffe und Treibhausgase zurück und sind wichtig für angrenzende Landschaften.

Wir tragen damit große Verantwortung, die Gewässerlandschaften und ihre Arten zu schützen und für nachfolgende Generationen zu erhalten. Um dieser Verantwortung gerecht zu werden, braucht es mutige Zukunftsvisionen, die sich nicht von kurzfristigen wirtschaftlichen Zielen leiten lassen. Denn die Entscheidungen von heute bestimmen das Bild und Wesen der Flüsse über Jahrzehnte hinweg. Unsere Kinder sollen jedoch auch in Zukunft noch wirklich freie und wilde Bäche erleben können.

Daher müssen wir die wenigen letzten naturnahen Flussstrecken vor Eingriffen bewahren. Denn gehen sie verloren, verschwinden weitere Fischarten, Insekten und Pflanzen sowie Landschaften unwiederbringlich. Trotzdem flammen immer wieder Ideen für den Verbau der letzten Wildflüsse auf, wie die Kraftwerksplanungen an der Saalach in den Berchtesgadener Alpen zeigen. Solchen Plänen müssen klare Absagen erteilt werden, wenn wir es ernst meinen mit dem Schutz der Natur und der biologischen Vielfalt.

Zum anderen müssen wir verstärkt versuchen, beeinträchtigte Flüsse zu renaturieren. Ein wesentlicher Faktor für lebendige Flüsse ist, dass sie frei fließen können und durchgängig für Lebewesen, Schwebstoffe und Kies bleiben. Dies verhindern momentan in Bayern mehr als 56.000 Querbauwerke, von denen die meisten nicht durchgängig sind. Der Rückbau von Querbauwerken ist die effektivste Maßnahme, um das Leben in den Flüssen zurückzuholen. Beispiele aus den USA und vielen anderen Ländern zeigen, dass sich schwindende Fischbestände nach Rückbaumaßnahmen schnell erholen. Außerdem belegen die Beispiele, dass sich ein Rückbau „rechnet“. Sowohl Wirtschaft wie auch Gesellschaft, insbesondere die lokale Bevölkerung, tragen Gewinn davon. Investitionen in den Rückbau sind daher in vielen Fällen besser angelegt als für Sanierung oder gar den Neubau von Flussbarrieren.

Die folgenden Seiten geben einen Überblick über die Situation der Fließgewässer in Bayern und über den Bestand an Querbauwerken und Wasserkraftwerken. Diese Bestandsaufnahme macht es möglich, Vorschläge zu entwickeln, wie man den bayerischen Bächen und Flüssen wieder ein Stück ihrer verloren gegangenen Freiheit zurückgeben kann.

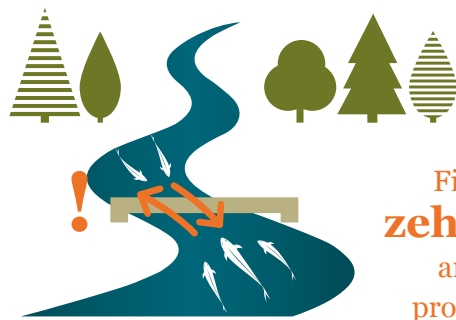
**Stephan Zirpel**

Leiter Fachbereich Naturerbe  
WWF Deutschland



# 1 Zusammenfassung

Nach Bewertung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) befinden sich in Bayern nur drei von 913 erfassten Flusssystemen in einem „sehr guten ökologischen Zustand“ (0,3 %) und etwa 15 % in einem „guten ökologischen Zustand bzw. guten ökologischen Potenzial“ (Stand 2015). Mit anderen Worten: Die bayerischen Bäche und Flüsse fließen kaum noch natürlich. Verantwortlich sind dafür sowohl chemische und physikalische Beeinträchtigungen der Wasserqualität, aber auch Veränderungen der Hydromorphologie (Gewässerstruktur und Abflussregime). Besonders einschneidend wirken sich Querbauwerke auf die Hydromorphologie und damit die aquatischen Lebensgemeinschaften aus. In Bayern sind 56.792 Querbauwerke erfasst, von denen nach Daten des Landesamts für Umwelt lediglich 11 % vollständig flussaufwärts von Fischen durchwandert werden können (Stand 2018). Das ist der schlechteste Wert aller Bundesländer.



Fische können nur jedes **zehnte Querbauwerk** an bayerischen Flüssen problemlos überwinden.

Bei mehr als 4.200 aller Querbauwerke (ca. 7 %) handelt es sich um Wehre zur Wasserkraftnutzung. Ein Großteil dieser Wehre an den Kraftwerken ist für flussaufwärts wandernde Fische nicht passierbar (geschätzt ca. 90 %). So zerteilt jedes Wasserkraftwerk einen Lebensraum in oftmals nicht verbundene Einzelteile. Außerdem verändern lange Rückstaurecken die Lebensräume substanziell: An Wehren verwandeln sich Flüsse in stehende Gewässer, was strömungsliebenden Arten den Lebensraum entzieht. Wehre halten auch Sedimente zurück. Sie fehlen dann unterhalb des Wehres, was zu einer Eintiefung des Flusses führt.

*Bild links:  
Insgesamt sechs Kleinwasserkraftwerke blockieren an der Windach, einem Zufluss der Amper in der Nähe des Ammersees, die Wanderbewegungen der Fische. Eines davon wurde in den letzten Jahren vom Betreiber aufgegeben. Das Wasserwirtschaftsamt baute das bereits marode Wehr 2019 zurück – ein wichtiger Schritt, um die Fischlebensräume in der Windach wiederherzustellen und damit die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie zu erfüllen.*

Kein größerer Fluss in Bayern ist frei von Wasserkraftnutzung. Trotzdem werden auch an den letzten unveränderten Flussabschnitten (z. B. an der Saalach zwischen Unken und Schneizlreuth) weitere Wasserkraftwerke geplant. Nach dem Willen der Bayerischen Staatsregierung soll ein Förderprogramm insbesondere den Ausbau der Kleinwasserkraft ankurbeln. Wenn jedoch die letzten Flussjuwelen nicht konsequent geschützt und nutzungsfrei gehalten werden, wird in Kauf genommen, dass bestimmte Tier- und Pflanzenarten in Bayern und Deutschland immer seltener werden oder ganz verschwinden. Zugleich verändern die Eingriffe wichtige Räume für Naherholung und Tourismus nachhaltig.

In jeder Hinsicht sinnvoll wäre es hingegen, obsoletere und ineffektive Kraftwerke zurückzubauen. Zum einen zerstückeln diese Kraftwerke die freien Fließstrecken und verändern die Habitate. Zum anderen tragen viele Anlagen verhältnismäßig wenig zur Stromerzeugung bei: Knapp 84 % der Wasserkraftanlagen (3.520) besitzen eine maximale Leistung unter 100 kW, sie erzeugen zusammen rund 345 Millionen kWh Strom pro Jahr. Pro Anlage sind das im Mittel weniger als 100.000 kWh. Zur Einordnung: Etwa zehn Einfamilienhäuser mit Solaranlagen genügen zur Stromproduktion, die ein durchschnittliches Kleinstwasserkraftwerk in einem Jahr erbringt. Ein anderes Beispiel: Ein Windrad mit einer installierten Leistung von 3 MW kann ca. 60 entsprechende Kleinstwasserkraftwerke ersetzen. Die Rentabilität der Kleinwasserkraft wird im Zuge des Klimawandels noch weiter sinken. Damit unrentable Anlagen nicht über Jahrzehnte ohne wesentlichen Beitrag zur Stromerzeugung weiter bestehen, sollten Betreiber beim Rückbau unterstützt werden. Hinzu kommt, dass knapp 15 % der Wehranlagen in Bayern in einem baufälligen Zustand sind.

Auch wenn Fischtreppe und Umgehungsgerinne oftmals gute Dienste leisten: Der Rückbau von Querbauwerken und Wehren ist der „Königsweg“, um durchgängige Gewässer zu schaffen und Flüsse und ihre Auen zu renaturieren. Beide Maßnahmen zählen auf die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie und in vielen Fällen gleichzeitig auf die FFH-Richtlinie ein. Die genannten Richtlinien sind zentrale und bindende Vorgaben für den Schutz und Erhalt der bayerischen Gewässer. Momentan ist Bayern weit davon entfernt, die europarechtlich verankerten Vorgaben zu erfüllen. Bei der Umsetzung der FFH-Ziele erwägt die EU-Kommission gar, Klage gegen den Freistaat einzureichen. Um dies zu verhindern, braucht es klare politische Bekenntnisse, Strategien und finanzielle Grundlagen zum Rückbau von Barrieren, der Renaturierung der Flüsse und somit zur Wahrung der Lebensadern der bayerischen Landschaft. Damit würde Bayern auch zum Ziel der EU-Kommission beitragen, wonach bis 2030 in Europa mindestens 25.000 Flusskilometer in frei fließende Flüsse umgewandelt werden sollen.



# 2 Analyse der Situation

## 2.1 Bedeutung unserer Flüsse

Flüsse und Bäche zählen zu den prägenden Elementen der Landschaften Mitteleuropas und sind zugleich ihre dynamischen Verbindungen: Wasser fließt von niederschlagsreichen Gebirgsregionen in flachere Gegenden und speist deren Grundwasserhaushalt. Gleichzeitig werden Sedimente, Kies und Gestein flussabwärts verfrachtet. Sie bilden Lebensräume für Tiere und Pflanzen. Im Fluss und entlang der Ufer wandern Arten zwischen den Unterläufen und den Oberläufen oder werden vom Wasser flussabwärts getragen und damit verbreitet. Flussauen sind die Querverbindungen in die umgebende Landschaft. Sie sind so unterschiedlich wie die Flüsse selbst. Ihre Struktur und Entwicklung werden vor allem von der Geländemorphologie, der Abflussdynamik und den umgelagerten Sedimenten bestimmt. Aufgrund der sich ergebenden Vielzahl an Lebensräumen in und an Fließgewässern zählen die Flüsse und ihre Auen in Mitteleuropa zu den artenreichsten Gebieten unserer Landschaft (Schneider et al., 2017). Neben ihrer Bedeutung als Hotspots der Artenvielfalt dienen intakte Auenlandschaften als natürliche Überschwemmungsflächen. Stehen Wiesen und Wälder zur Verfügung, die bei Hochwasser großflächig überflutet werden dürfen, können oft Schäden an anderer Stelle vermieden werden. Werden Moore in den Flusstälern wieder vernässt, mindert dies die Treibhausgasemissionen und wirkt dem fortschreitenden Klimawandel entgegen. Und schließlich profitieren wir alle tagtäglich von der Wasserreinigung intakter Gewässer und Auen (Schäfer & Kowatsch, 2015).

*Bei Altenau fließt die Ammer noch naturnah. Es lässt sich erahnen, wie der Fluss aussehen würde, wenn er nicht an etlichen Stellen begradigt worden wäre.*





*Viele Ortschaften und Städte liegen an Flüssen. Um flussnahe Siedlungen vor Hochwasser zu schützen, wurden die Flüsse oftmals mit Deichen in ein begrenztes Bett gezwängt – wie hier in Unterammergau.*

Eng verwoben mit der ökologischen Bedeutung der Flüsse sind ihr kultureller Wert und der für unser Gemeinwesen. Nicht ohne Grund liegen viele Städte in Bayern an einem Fluss. Etliche sind sogar nach Flüssen oder Bächen benannt. Historisch betrachtet hatten Fließgewässer zunächst vor allem dann einen Wert, wenn sie dem Menschen von Nutzen waren. Sie verbanden seit Jahrhunderten Menschen über Regionen hinweg als Handelsrouten und Verkehrswege. Überdies nutzte man sie als Nahrungs- und Energiequelle sowie zur Bewässerung (Haidvogel, Pont & Zwitter, 2019). Während der Handel entlang der großen Ströme wie der Donau noch besteht, haben kleinere Flüsse hierfür kaum mehr Bedeutung. Auch die unmittelbare Nutzung der Gewässer hat sich verändert. Während früher die Wasserkraft meist zur Lebensmittel- und Werkstoffproduktion in Kornmühlen, Sägen und Schmieden in Anspruch genommen wurde, dient sie heute vor allem der Erzeugung elektrischer Energie (Haidvogel, Pont & Zwitter, 2019). Intensiviert wurde auch die Landwirtschaft in den Auen durch Entwässerung und Umwandlung von Feuchtgebieten in Acker- und Grünland.

Um maximale energetische Ausbeute zu erzielen, wurden die Flüsse drastisch verändert: Ihre Läufe wurden begradigt und eingedeicht, ihre Verbindung durch zahlreiche Querbauwerke unterbrochen. Neben hydromorphologischen



*Werden Flüsse begradigt und eingedeicht, führt dies häufig zur Eintiefung der Sohle. Um diesen Effekt abzumildern, werden - wie hier an der Ammer in der Schnalz - Wehre eingezogen, die dem Wasser die Energie nehmen sollen.*

**Es braucht eine mutige politische Zukunftsvision für die naturnahe Entwicklung frei fließender Flüsse.**

Problemen, wie steigenden Hochwasserspitzen durch fehlende Retentionsflächen und der Eintiefung von Gewässern, sind insbesondere die Verluste an Lebensräumen und Arten dramatisch (WWF, 2018).

Unstrittig ist der Stellenwert von Flüssen als Erholungsraum. Die Freizeitnutzung reicht von Rasten, Baden, Angeln, Rad- und Bootswandern bis hin zu Canyoning und Rafting (Siegrist & Muhar, 2019). So wächst die Bedeutung naturnaher Flüsse für nachklingende Naturerlebnisse und Erholung im unmittelbaren Wohnumfeld. Doch natürliche Flusslandschaften sind in Bayern selten geworden. Das führt dazu, dass ein aufgestauter und vielleicht sogar kanalisierter Fluss als „normal“ angesehen wird (Hasenöhr, 2008). Zugleich werden Flussrenaturierungen von Anwohnern als gewinnbringend für ihre Lebensqualität und die Umwelt empfunden (Deffner & Haase, 2018).

Um den Verlust der biologischen Vielfalt der Flusslebensräume zu bremsen, dem naturräumlichen und gesellschaftlichen Wert der Flüsse gerecht zu werden und folgenden Generationen wieder einen Eindruck von natürlichen Flusssystemen mit intakten Auen, migrierenden Fischen und sich verlagernden Ufern zu geben, braucht es eine mutige politische Zukunftsvision für die naturnahe Entwicklung frei fließender Flüsse.

## 2.2 Europäische Gesetzgebung

### 2.2.1 Die Wasserrahmenrichtlinie

#### Hintergrund

Die Europäische Union (EU) hat mit der seit Dezember 2000 gültigen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in allen Mitgliedstaaten der EU einheitlich geltende Umweltziele für den Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer (Flüsse und Seen) aufgestellt. Sie hat damit eine rechtliche Basis dafür geschaffen, das Wasser auf hohem Niveau zu schützen. Als Hauptziel haben die EU-Mitgliedstaaten festgelegt, dass Flüsse, Seen, Küstengewässer und Grundwasser nach Möglichkeit bis 2015 – spätestens bis 2027 – einen guten chemischen und ökologischen bzw. mengenmäßigen Zustand erreichen müssen (Verbesserungsgebot). Außerdem gilt ein Verschlechterungsverbot. Die wichtigsten Elemente für eine ökologische Entwicklung der Gewässer sind dabei die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für die einzelnen Flussgebiete bzw. deren Teilbereiche. Die Bestimmungen der WRRL sind über das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in Deutschland rechtlich verankert. So legt beispielsweise § 34 WHG fest, dass für Fließgewässer ohne Zielerreichung gemäß WRRL (ökologischer Zustand bzw. ökologisches Potenzial befriedigend oder schlechter) die biologische Durchgängigkeit an Stauanlagen erreicht werden muss. Darüber hinaus fordert § 33 eine ausreichende Restwassermenge bei Wasserausleitungen (z. B. für die Erzeugung von elektrischer Energie), um einen guten ökologischen Zustand zu gewährleisten.

#### Methodik

„Der ökologische Zustand wird anhand von biologischen Qualitätskomponenten überwacht. Dabei betrachtet man Häufigkeit und Arteninventar von freischwebenden Algen (Phytoplankton), Wasserpflanzen und Algenaufwuchs (Makrophyten und Phytobenthos), wirbellosen Kleintieren am Gewässergrund (Makrozoobenthos) und der Fischfauna. Das Bewertungssystem für den ökologischen Gewässerzustand ordnet jeden Oberflächenwasserkörper einem bestimmten Gewässertyp zu. Bei der Bewertung wird dann der natürliche – also vom Menschen unbeeinflusste – Zustand des jeweiligen Gewässertyps als Referenz herangezogen. Damit wird berücksichtigt, dass zum Beispiel die Biologie eines großen Flusses wie der Donau anders aussieht als die eines kleinen Alpengewässers“ (STMUV, 2017). Insgesamt werden nach der „Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser“ (LAWA) deutschlandweit 25 Fließgewässertypen unterschieden (Pottgiesser, 2018). Davon sind zwölf in Bayern vertreten (zuzüglich Subtypen):

F1: Bäche und kleine Flüsse der Alpen

F2: Bäche und kleine Flüsse des Alpenvorlandes

F3: Bäche und kleine Flüsse der Jungmoränen des Alpenvorlandes

F4: große Flüsse des Alpenvorlandes



F5: grobmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche

F6: feinmaterialreiche Mittelgebirgsbäche des Keupers

F7: grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche

F9: silikatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse



F10: kiesgeprägte Ströme

F11: organisch geprägte Bäche

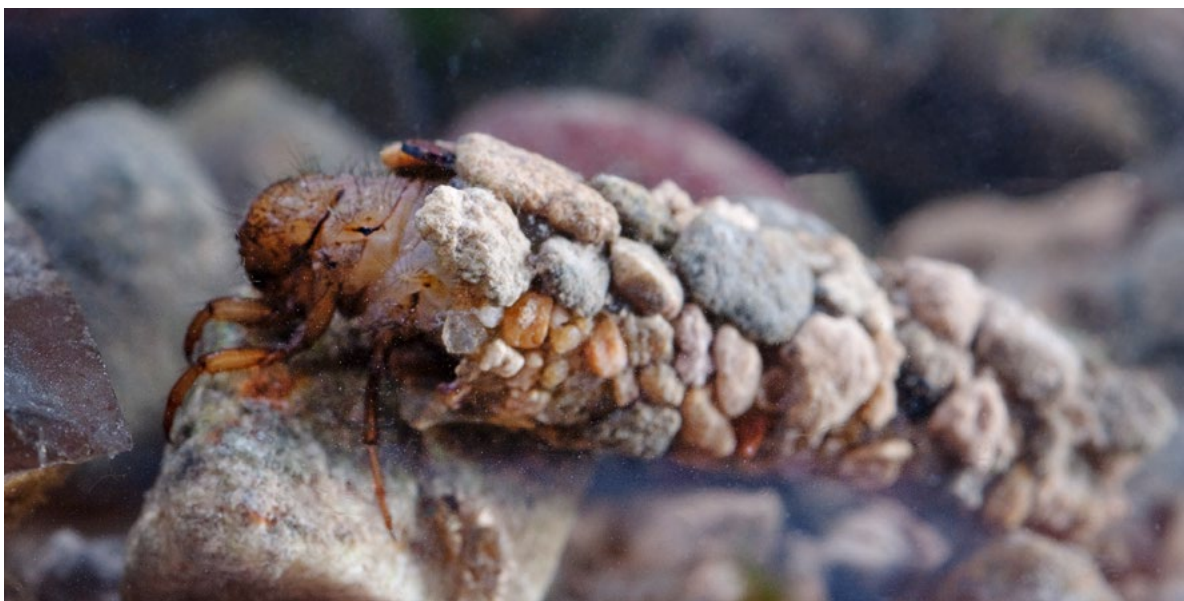
F19: kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern

F21: seeausflussgeprägte Fließgewässer

## Status der WRRL

18 Jahre nach ihrem Inkrafttreten unterzog die EU ihre Wasserpolitik einem sogenannten „Fitness-Check“. Überprüft wurde, ob die Ziele des Gewässerschutzes mit der geltenden Gesetzgebung erreicht werden können. Verbände wie der WWF Deutschland befürchteten, der Fitness-Check würde zu einer Aufweichung des Gewässerschutzes in ganz Europa führen. In einem Bündnis mit anderen Verbänden warb er für eine breite Beteiligung an der öffentlichen EU-Konsultation. Mit Erfolg: 375.386 EU-Bürgerinnen und -Bürger unterstützten den Erhalt der Wasserrahmenrichtlinie und der dort festgeschriebenen Ziele (Stand März 2019). Die Konsultation war eine der erfolgreichsten Bürgerbeteiligungen in der Geschichte der Europäischen Union. Anfang Dezember 2019 forderten über 5.700 Wissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus ganz Europa in einer gemeinsamen Erklärung die EU-Kommission und die Mitgliedstaaten dazu auf, die geltenden Gesetze zum Schutz der Gewässer und entsprechender Ökosysteme endlich umzusetzen. Unter dem Motto „Water is everyone's business“ meldeten sich im April 2020 auch 23 Unternehmen zu Wort. Sie solidarisierten sich mit jenen 375.386 Menschen, die den Erhalt und die konsequente Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie forderten. Im Hinblick auf die Corona-Pandemie erinnerten sie an unsere Abhängigkeit von den natürlichen Ressourcen, darunter allen voran Süßwasser. Wasser ist nach Ansicht der Unternehmen nicht nur die Schlüssel-Ressource für Stabilität, Wohlstand und Frieden in Europa, es ist auch unentbehrlich für die Wirtschaft.

*Der Bestand an wirbellosen Kleintieren, wie dieser Köcherfliegenlarve, entscheidet zusammen mit dem Spektrum an Fischarten, Wasserpflanzen und Algen über den ökologischen Zustand eines Gewässers im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie.*



**Im Juni 2020 beschloss die EU-Kommission, die Wasserrahmenrichtlinie unverändert beizubehalten.**

Die Bemühungen waren erfolgreich: Im Juni 2020 beschloss die EU-Kommission, den Gesetzestext der WRRL nicht zu verändern, sondern den Schwerpunkt auf eine bessere Umsetzung zu setzen, um Seen, Flüsse und Grundwasservorkommen in Europa konsequent zu schützen. Die WRRL wurde als „zweckmäßig“ eingestuft und das Gesetz als „jetzt genauso relevant wie zum Zeitpunkt der Verabschiedung“ bewertet. Im Verlauf des Jahres 2020 werden die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für den dritten WRRL-Zyklus (Zeitraum von 2022 bis 2027) erarbeitet. Da der dritte WRRL-Zyklus der letzte ist, um die Ziele zu erreichen, braucht es nun verstärkte Anstrengungen (Abbildung 1). Mit der „Dessauer Erklärung“ fordert der WWF Deutschland mit anderen Verbänden eine engagierte und sektorübergreifende Umsetzung der WRRL sowie die Einrichtung eines eigenständigen Förderprogramms für die Umsetzungsmaßnahmen.

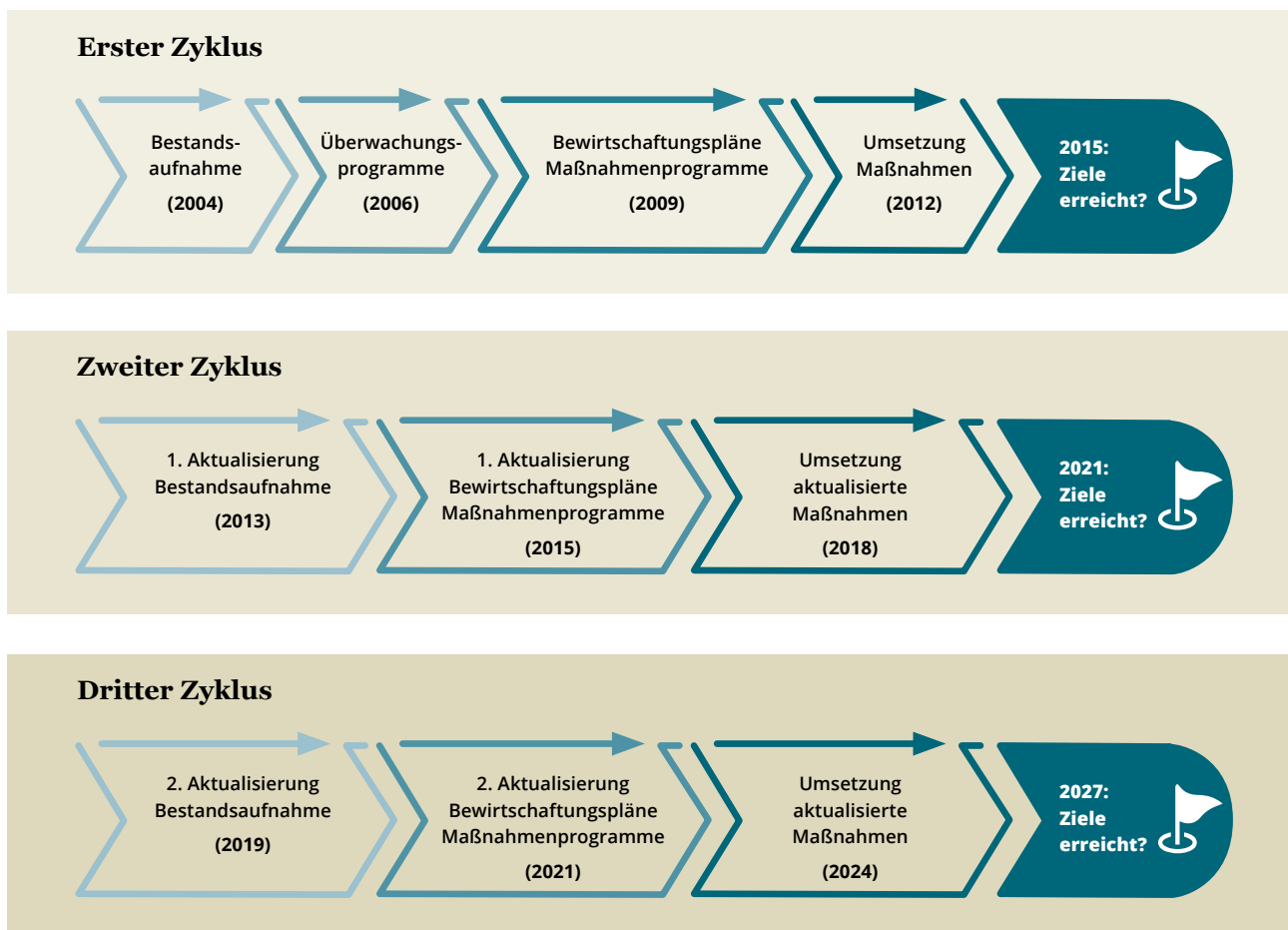


Abbildung 1: Der zeitliche Ablauf der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (Quelle: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft).

## 2.2.2 Die FFH-Richtlinie

### Hintergrund

Die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, kurz FFH-Richtlinie, ist eine Naturschutzrichtlinie der Europäischen Union aus dem Jahr 1992. Sie dient der Erhaltung natürlicher Lebensräume sowie der wild lebenden Tiere und Pflanzen. Es soll ein „günstiger“ naturschutzfachlicher Erhaltungszustand erreicht werden, der sich zudem nicht verschlechtern darf (Verschlechterungsverbot). Geschützt werden definierte Arten (Anhänge II, IV und V) und Lebensräume (Anhang I der Richtlinie).

### Zu den wichtigen FFH-Arten in und an bayerischen (Fließ-) Gewässern zählen:

- Gelb- und Rotbauchunke (*Bombina variegata* und *Bombina bombina*)
- Kamm-Molch (*Triturus cristatus*)
- Groppe oder Mühlkoppe (*Cottus gobio*)
- Huchen (*Hucho hucho*)



FFH-Art Gelbbauchunke



FFH-Art Mühlkoppe

### Methodik

Während in die ökologischen Kriterien der WRRL vor allem aquatische Parameter mit einfließen, wird der Zustand der Auen nur indirekt erfasst über den Zustand der Bestände von Organismen, die von intakten Auen abhängen. Um den konkreten Erhaltungszustand von Auenlebensräumen und der dort lebenden Arten und Lebensraumtypen zu beurteilen, liefert die europäische FFH-Richtlinie die entscheidenden Grundlagen.



### Zu den wichtigen FFH-Lebensraumtypen in und an bayerischen Fließgewässern zählen (LfU, LWF, 2018):

- Natura-Code 3220: Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation
- Natura-Code 3230: Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *Myricaria germanica*
- Natura-Code 3240: Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *Salix elaeagnos*
- Natura-Code 3260: Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des *Ranunculion fluitantis* und des *Callitriche-Batrachion*
- Natura-Code 7220: Kalktuffquellen (*Cratoneurion*)
- Natura-Code 3140: Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen
- Natura-Code 91E0: Auen-Wälder mit *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)
- Natura-Code 91F0: Hartholzauenwälder mit *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* oder *Fraxinus angustifolia* (*Ulmenion minoris*)
- Natura-Code 9180: Schlucht- und Hangmischwälder (*Tilio-Acerion*)



Deutsche Tamariske

### Bedeutung der FFH-Richtlinie

Bezüglich mancher gewässerbezogenen FFH-Lebensraumtypen (siehe nachfolgendes Beispiel Obere Isar) und bestimmter Arten (siehe nachfolgendes Beispiel Huchen) hat Bayern deutschlandweit eine besondere Verantwortung. Denn die geomorphologische Spannweite, von den Quellen bis zu den Flussunterläufen, ist hier besonders groß. „Für die drei FFH-Lebensraumtypen ‚Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation‘, mit

Tamariske bzw. mit Lavendelweide (LRT 3220, 3230, 3240) hat Bayern bundesweit eine Haupt- bzw. Alleinverantwortung“ (Rehklau, Krainer & Hendreschke, 2017). Der bayernweite und damit bundesweite Erhaltungszustand der „Alpinen Flüsse“ ist schlecht bis unzureichend (BMU, BfN, 2020). Hier sind Verbesserungen besonders dringlich. Außerhalb ihrer Verbreitung in den Alpen befinden sich jedoch fast alle weiteren gewässerbezogenen Lebensraumtypen in unzureichenden bis schlechten Erhaltungszuständen. Ausdruck dessen sind die Veränderungen der Fließgewässersysteme und die multiplen Belastungen, die ihnen zusammen mit ihren Auen widerfahren.



### ***Schwindende FFH-Lebensraumtypen: Das Beispiel Obere Isar***

*Die Obere Isar zwischen Krün und Sylvensteinspeicher gilt als die letzte naturnahe Wildflusslandschaft Deutschlands. Ihre Auen, zusammengesetzt aus den FFH-Lebensraumtypen 3220, 3230, 3240, zählen zu den naturschutzfachlich wertvollsten Flächen des Nordalpenraums. Wie Studien belegen, gehen durch die Wasserableitung am Krüner Wehr seit 1923 (für den Betrieb des Walchenseekraftwerks) und die Restwassereinleitung ab 1990 die offenen Kiesflächen mit der Pionierart Deutsche Tamariske stark zurück. Die Isar ist mittlerweile auf ein Hauptgerinne festgelegt, das von einem schmalen Band offener Kiesbereiche umgeben ist, die abrupt in dichtes Weidengebüsch übergehen (Juszczuk, Egger, Müller & Reich, 2020). Damit droht die einzige, noch naturnahe alpine Wildflusslandschaft Deutschlands nach und nach verloren zu gehen. Die Neukonzessionierung des Walchenseekraftwerks (zwischen 2020 und 2030) bietet die Chance, einen Wehrbetrieb festzuschreiben, der gewährleistet, dass das bei Hochwasser ankommende Geschiebe (Kies und Geröll) über die gesamte Strecke bis zum Sylvensteinspeicher verteilt und nicht nur unterhalb des Krüner Wehrs abgelagert wird (wo nach Hochwässern regelmäßig Fische verenden, weil das Isarwasser im aufgeschütteten Kies versickert). Die FFH-Lebensräume der alpinen Wildflüsse lassen sich hier nur erhalten, wenn die natürliche Morphodynamik wiederhergestellt wird. Sollte die Bewirtschaftung des Krüner Wehrs künftig nicht in diesem Sinn gestaltet werden können, so muss mit dem Wissen, dass mit Ausnahme der Oberen Isar alle Wildflusslandschaften Deutschlands bereits zerstört wurden, eine energiewirtschaftliche Nutzung am Krüner Wehr grundsätzlich infrage gestellt werden (Juszczuk, Egger, Müller & Reich, 2020). Der zweite bayerische Bericht zur FFH-Richtlinie (Stand: 2013) formuliert einen dringenden Renaturierungsbedarf speziell für „Alpine Flüsse“. Gefordert wird u. a. die Verbesserung der Längs- und Quervernetzung (Luding et al. 2017). Besonders deutlich wurde der akute Handlungsbedarf durch die Androhung von Strafzahlungen durch die EU im April 2020, falls Bayern keine detaillierten und quantifizierbaren Erhaltungsziele für seine FFH-Gebiete festlegt.*



### **Bedrohte FFH-Arten: Das Beispiel Huchen**

*Wegen des starken Rückgangs seiner Verbreitung in den letzten 100 Jahren gilt der Huchen in Bayern als selten und stark gefährdet. Sein Erhaltungszustand in Deutschland wird gemäß dem nationalen FFH-Bericht 2013 als „schlecht“ beurteilt (Oehm & Mayr, 2017). Die Art benötigt frei durchwanderbare Flussabschnitte mit natürlicher Gewässerdynamik, hoher Fließgeschwindigkeit und einer abwechslungsreichen Gewässerstruktur mit ausreichenden Unterstandsmöglichkeiten. Querbauwerke unterbinden Laichwanderungen. Durch die verringerte Strömung in verbauten Gewässerabschnitten setzt sich das Kieslückensystem mit Feinsedimenten zu und wird damit für das Laichgeschäft unbrauchbar. Zudem gefährdet der Schwallbetrieb in Zusammenhang mit Wasserkraftwerken die wenigen Restpopulationen (LfU, 2012). Die unnatürlichen Abflussschwankungen durch Schwall und Sunk erhöhen den Energieaufwand der Flusslebewesen, beispielsweise durch kurzfristige Änderungen der Wassertemperatur oder durch Verdriften bei plötzlichem Anstieg der Fließgeschwindigkeit. Sie können dazu führen, dass der Fischlaich weniger mit Sauerstoff versorgt wird und die Fischlebensräume abnehmen (Bruder et al. 2012). Die Bemühungen zum Schutz und zur Förderung der Huchenbestände umfassen neben Schonzeit, Schonmaß und einem Stützungsbesatz insbesondere Maßnahmen zur Laichplatz- und Gewässerrenaturierung. Querbauwerke an Gewässern müssen für den Huchen passierbar sein, damit die Individuen wieder zwischen ihren Teillebensräumen wandern können. Die Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit und der Struktur der Gewässer kommen letztlich allen heimischen Gewässerorganismen zugute. Ihre Umsetzung zahlt sowohl auf die Ziele der europäischen Wasserrahmenrichtlinie wie auch der FFH-Richtlinie ein (Oehm & Mayr, 2017).*

## 2.3 Querbauwerke in Bayern

### Anzahl und Durchgängigkeit

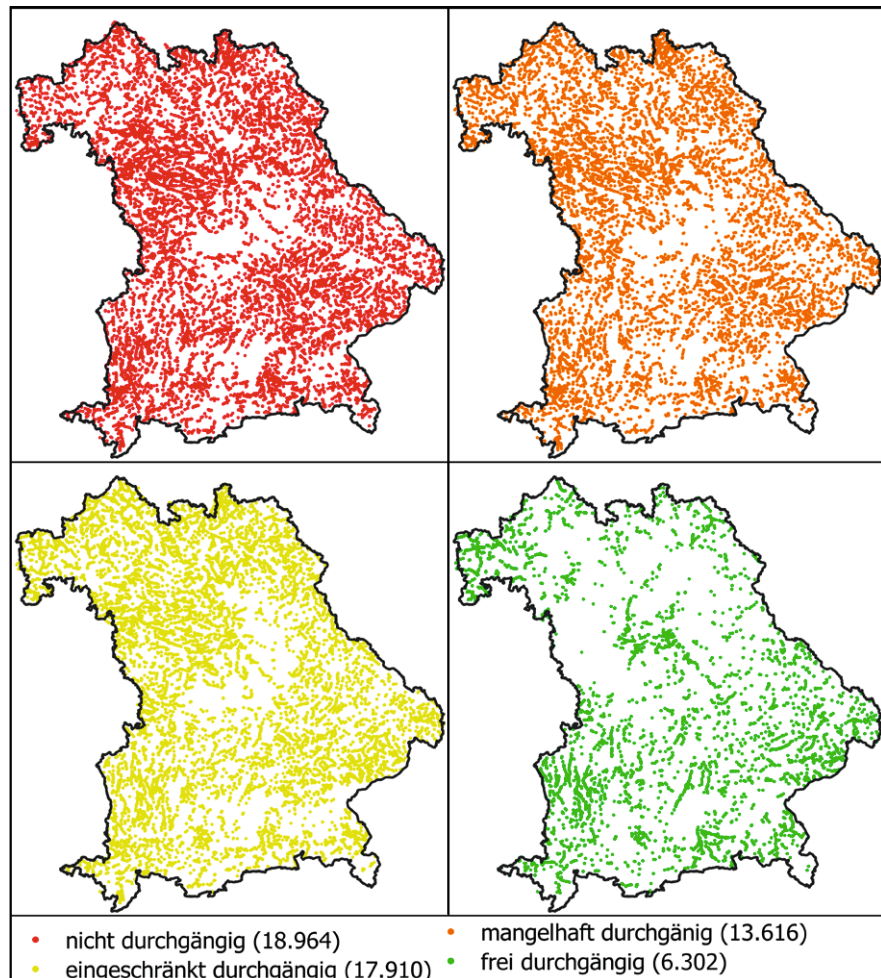
*„Fließgewässer und Auen bilden natürlicherweise einen zusammenhängenden Biotopverbund, der durch Querbauwerke leicht unterbrochen werden kann, sofern kein Ausgleich geschaffen wird, wie z. B. mit Umgehungsgerinnen, Fischtreppen oder Durchlässen.“*

(Bayerische Staatsregierung, 2014).

*Ehemalige Mühlen dienen heutzutage oft der Stromgewinnung. Für wandernde Fischarten stellen sie meist eine Barriere dar.*

Dennoch gibt es in Bayern allein an den nach WRRL berichtspflichtigen Flüssen (Einzugsgebiet > 10 km<sup>2</sup>) derzeit über 56.000 Querbauwerke, von denen nach Daten des Bayerischen Landesamts für Umwelt nur 11% für die Leitfischarten flussaufwärts frei durchgängig sind (Karte 1).





*Karte 1: Nur 11 % der 56.792 Querbauwerke in Bayern sind frei durchgängig für flussaufwärts wandernde Fische, 89 % sind eingeschränkt, mangelhaft oder gar nicht durchgängig. Eine Abbildung mit höherer Auflösung befindet sich auf den letzten Seiten. Datengrundlage: Bayerisches Landesamt für Umwelt (Stand: 2018).*

Die nach WRRL berichtspflichtigen Fließgewässer in Bayern sind zusammengenommen ca. 28.000 Kilometer lang. Damit blockiert rechnerisch alle 500 Meter eine Barriere den Weg der Flusslebewesen und den Durchgang des Sediments. Zu den Querbauwerken zählen Wehre, Abstürze, Absturztreppe, Verrohrungen, Durchlässe, Sohlrampen und Sohlgleiten. Bei der Bewertung wird weder die abwärts gerichtete Fischdurchgängigkeit noch die Durchgängigkeit für Sedimente berücksichtigt, wobei Verfahren für die jeweilige Erfassung entwickelt werden (LfU, 2017). Dies ist insbesondere relevant für die 6.590 Wehre, die neben der Unterbrechung der Durchgängigkeit zusätzlich den Rückstau von Wasser bewirken und den Transport der Sedimente aufhalten. Zudem sind sie häufig mit Wasserkraftnutzungen verbunden. Schädigung oder gar Tötung von Fischen an Rechen oder Turbinen sind die Folge. Damit haben Wehre

eine gewisse Sonderstellung unter den Querbauwerken. Sie sind besonders kritisch. 910 Wehre befinden sich derzeit in FFH-Gebieten, 77 in Naturschutzgebieten. Von allen Wehren sind 927 baufällig. Es ist also zu erwarten, dass in den nächsten Jahren größere Investitionen fällig werden, wenn man diese Wehre erhalten möchte (Tabelle 1). Gleichzeitig eröffnet sich hier ggf. eine besonders günstige Gelegenheit zum Rückbau.

	Gesamt	nicht durchgängig	mangelhaft durchgängig	eingeschränkt durchgängig	frei durchgängig
<b>Querbauwerke</b>	56.792	18.964	13.616	17.910	6.302
<b>davon Wehre</b>	6.590	4.496	681	687	716
<b>baufällige Wehre</b>	927	534	147	145	101
<b>Wehre in Naturschutzgebieten</b>	77	39	11	18	9
<b>Wehre in FFH-Gebieten</b>	910	516	109	137	148

*Tabelle 1: Durchgängigkeit, Zustand und Lage von Querbauwerken und Stauwehren in Bayern (nach Daten des Bayerischen Landesamts für Umwelt, Stand: 2018).*

### **Die Durchgängigkeit der bayerischen Gewässer im Vergleich**

Seit die 62. Umweltministerkonferenz 2004 ein Set umweltbezogener Nachhaltigkeitsindikatoren beschlossen hat, ist die „Durchgängigkeit von Flüssen“ Gegenstand des Berichts zur Umweltqualität der Bundesländer. Für den Bereich „Natur und Landschaft“ werden zu Gewässern zwei Teilindikatoren betrachtet:

- Grad der Veränderung der Gewässerstruktur
- Anteil der Querbauwerke mit einer guten fischökologischen Durchgängigkeit in Fließgewässern (Fokus auf den Fischeaufstieg)

Die Daten für beide Indikatoren wurden für alle Bundesländer – mit Ausnahme von Bayern, Thüringen, Nordrhein-Westfalen und Brandenburg – in den Jahren 2009 und 2015 erhoben und veröffentlicht (BLAG KliNa, 2018) (Tabelle 2). Mit nur 11 % durchgängiger Querbauwerke (Stand: 2018)

ist Bayern das Schlusslicht im Vergleich zu denjenigen Bundesländern, für die über den Bericht zur Umweltqualität Daten vorliegen. In der Umweltberichterstattung Bayerns wird lediglich der ökologische Zustand der Oberflächengewässer im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie (WWRL) als Indikator geführt, nicht aber die Durchgängigkeit von Querbauwerken (LfU, 2019).

### **Vorgaben aus den bayerischen Biodiversitäts- und Nachhaltigkeitsstrategien**

In der Bayerischen Biodiversitätsstrategie aus dem Jahr 2009 wird explizit der Rück- und Umbau von Querbauwerken gefordert, um die Durchgängigkeit der Fließgewässer zu verbessern und eine Vernetzung der Lebensräume (Biotopverbund) zu ermöglichen (Bayerische Staatsregierung, 2009, S. 16). Im späteren Biodiversitätsprogramm Bayern 2030 wird erneut betont, dass die Durchgängigkeit der Fließgewässer zu verbessern sei, damit Fische und andere Tierarten wandern können (Bayerische Staatsregierung, 2014). Als Ziele für den Gewässerschutz und die Wassernutzung nennt die Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie das Erreichen der Ziele der WRRL bis 2027 (Bayerische Staatsregierung, 2017). Über den § 34 WHG werden damit indirekt auch durchgängige Fließgewässer gefordert.

*Lange war dieser Bereich der Windach eine Restwasserstrecke mit geringer Wasserführung. Seit das WWA Weilheim ein Wehr komplett entfernt hat, entfaltet sich die Windach hier wieder als naturnaher Lebensraum für Flussbewohner.*



Bundesland	2009	2015	Kommentare
	Anteil in %		
Baden-Württemberg	26	34	In sieben der elf Bundesländer, für die Daten zur Fischdurchgängigkeit vorliegen, ermöglichen 34 bis 61 % der Querbauwerke eine gute fischökologische Durchgängigkeit.
Sachsen	44	44	
Sachsen-Anhalt	46	50	
Saarland	44	51	
Hessen	52	52	
Mecklenburg-Vorpommern	41	58	
Rheinland-Pfalz	44	61	
Niedersachsen	58	14	In zwei Bundesländern sind weniger als ein Viertel der Querbauwerke für den Fischaufstieg geeignet.
Berlin	27	22	
Schleswig-Holstein	81	81	In Schleswig-Holstein und Bremen ist die Anzahl der Querbauwerke sehr viel niedriger als in den meisten anderen Bundesländern.
Bremen	83	83	

*Tabelle 2: Prozentualer Anteil der durchgängigen Querbauwerke an der Gesamtzahl der erfassten Querbauwerke aufgeschlüsselt nach Bundesländern (Datenerhebung in den Jahren 2009 und 2015 [BLAG KliNa, 2018]).*

### **Bisheriges Vorgehen**

Aufgrund der Vielzahl von Barrieren in Bayern hat das Landesamt für Umwelt bereits 2011 ein Priorisierungskonzept erstellt (LfU, 2011). Die Gewässer und Querbauwerke wurden fischbiologisch bewertet und sogenannte fischfaunistische Vorranggewässer bestimmt. Auswahlkriterien waren hierbei Wanderfischarten, die die Rote Liste Bayerns als „gefährdet“ führt, sowie das Verbreitungsgebiet ausgewählter Fischarten der FFH-Richtlinie. An diesen Gewässern soll die Durchgängigkeit prioritär hergestellt beziehungsweise verbessert werden. Es wurden jedoch weder die Reihenfolge noch die Machbarkeit und der Umfang konkreter Maßnahmen festgelegt, da die Realisierbarkeit sowie die rechtlichen und wirtschaftlichen Randbedingungen für alle Maßnahmen jeweils erst weiter



geprüft werden müssen. Innerhalb fischfaunistischer Vorranggewässer ist eine Wasserkraftnutzung grundsätzlich möglich. Sie stellen also keine nutzungsfreien „no-go-areas“ dar. Festgestellt wurden im LfU-Bericht insgesamt 8.443 nicht durchgängige Querbauwerke an den fischfaunistischen Vorranggewässern in Bayern. Knapp ein Drittel davon sollte aus ökologischer Sicht zeitlich vorrangig behandelt werden. Das LfU empfiehlt, die Durchgängigkeit insbesondere durch den Rückbau bzw. Teilrückbau zu schaffen (LfU, 2016).

Dennoch besteht eine große Diskrepanz zwischen den fachlich fundierten Zielen des LfU und der bisherigen Maßnahmenumsetzung. So wurden im ersten Bewirtschaftungszyklus (2010 bis 2015) ca. 1.500 Maßnahmen zur Schaffung von Durchgängigkeit umgesetzt oder begonnen (LfU, 2016). Abgeschlossen wurden Maßnahmen nur an 25 von rund 280 vorgesehenen Wasserkörpern (STMUV, 2017). Für den zweiten Bewirtschaftungszyklus liegen noch keine abschließenden Zahlen vor. In der zweiten Hälfte des Jahres 2020 erarbeiten die Wasserwirtschaftsämter die Gewässerbewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für den dritten Zyklus der Wasserrahmenrichtlinie (Zeitraum von 2022 bis 2027). Von Dezember 2020 bis Juni 2021 können diese kommentiert werden; im Dezember 2021 treten sie schließlich in Kraft. Diese Zeit muss genutzt werden, um alle notwendigen Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit für eine Erreichung des guten ökologischen Zustandes, insbesondere durch Rückbau von Querbauwerken, in den Bewirtschaftungsplänen zu verankern.

### **Nutzen des Rückbaus von Querbauwerken**

**Die Bewegung  
„Dam Removal Europe“  
wirbt für den Rückbau  
von Querbauwerken.**

---

Mittlerweile hat sich ausgehend von den USA auch in Europa eine internationale Bewegung formiert, die den Nutzen des Rückbaus von Querbauwerken für Umwelt und Gesellschaft zeigen will („Dam Removal Europe“). Oft stehen Unsicherheiten und Veränderungsängste einem Rückbau von Querbauwerken im Weg. Es gilt also, durch Positivbeispiele zunächst die Barrieren in den Köpfen abzubauen, um anschließend die Barrieren in den Flüssen entfernen zu können. Fischökologen, wie der Biologe John Waldmann vom Queens College in New York, halten den Rückbau von Querbauwerken für die effektivste Methode, um die ökologische Funktion eines Flusses wiederherzustellen (Waldmann, 2015). Oftmals ist selbst die Fachwelt überrascht, wie schnell das Leben in den Fluss zurückkehrt, wenn die Barrieren erst einmal entfernt sind (Foley et al., 2017). Dies zeigen auch die folgenden Beispiele von Mitternacher Ohe und Windach.



### ***Schnelle Erfolge von Rückbauprojekten: Das Beispiel Mitternacher Ohe***

*Die Mitternacher Ohe ist ein Zufluss der Ilz im Bayerischen Wald. Hier hatte der Landesfischereiverband Bayern (LFV) vor etwa 20 Jahren das Kleinwasserkraftwerk Zehrer Mühle samt Wasserrecht gekauft und es im Zeitraum von 2002 bis 2005 zurückgebaut. Zunächst wurden die Wehranlage abgerissen, die Flusssohle revitalisiert und schließlich der Werkskanal stillgelegt, um den gesamten Abfluss in das alte Flussbett zu leiten. Ein Monitoring zeigte bereits kurz nach dem Rückbau sehr erfreuliche Effekte auf die Fischwelt im Fluss (Hanfland, Born, & Holzner, 2006):*

- Der Rückbau reduzierte den Feinsedimentanteil im ehemaligen Staubereich. Neue Fischlebensräume entstanden und die Individuen- und Artendichte der Makroinvertebraten stieg bereits kurz nach dem Rückbau.*
- In den ehemaligen Ausleitungsstrecken erhöhten sich Anzahl und das Gewicht der Gesamtfischfänge von 2002 auf 2005 um den Faktor 1,2 bzw. 1,8. Im Staubereich und in der Strecke nach Einmündung des Triebwerkskanals stieg der Einheitsfang (Anzahl pro 100 Meter) um den Faktor 1,3 bis 3,3.*
- Vor dem Rückbau lagen die Bachforellenfänge zwischen 11 kg/ha (Ausleitungsstrecke) und 26 kg/ha (Referenzstrecken). Nach dem Rückbau waren sie mit 29,4 kg/ha (Ausleitung) bis 47,0 kg/ha (Referenzstrecken) wesentlich höher.*
- Im Juni 2005 laichte der Huchen oberhalb des Wehres und in den ehemals von der Wasserkraft besonders beeinträchtigten Bereichen erfolgreich, ein herausragender Erfolg des Projekts.*

- Die Artenzahl stieg durch den Rückbau in den Referenzstrecken und der Ausleitungsstrecke deutlich an. Nach dem Rückbau bis 2005 war die Artenzahl (12) wesentlich höher als vor dem Rückbau. In der „Referenzstrecke oberhalb“ wurden gegenüber der Zeit vor dem Rückbau zusätzlich die Arten Hecht, Huchen, Rotaugen, Rutte sowie Steinkrebs festgestellt. In der „Referenzstrecke unterhalb“ konnten bis 2005 zusätzlich die Arten Bachsaibling, Huchen und Schmerle gefangen werden. In der Ausleitungsstrecke wurden zusätzlich die Arten Aitel, Bachsaibling, Hasel, Flussbarsch, Huchen sowie Donauneunaugen und Steinkrebs nachgewiesen.

Bis 2013 ließ der Landesfischereiverband zwei weitere kleine Wasserkraftwerke samt Stauwehre an der Mitternacher Ohe zurückbauen (2007: Hiaslmühle, 2013: Mitternacher-Mühle). Der kleine, einstmals verbaute Fluss kann sich seither auf 17 Kilometern Länge wieder komplett frei durch den Bayerwald schlängeln (Sebold, 2013). Huchen, Neunaugen und Bachforellen haben neue Lebensräume gefunden. Damit steigen auch die Überlebenschancen der Flussperlmuschel, da ihre Larven einen Teil ihrer Entwicklung in den Kiemen von Bachforellen und Huchen.

### **Das Beispiel Windach**

An der Windach, einem linken Zufluss der Amper bei Eching am Ammersee im Landkreis Landsberg am Lech, wurde erst vor kurzem, im Januar 2019, ein Wehr rückgebaut. Auch hier kehrt das Leben bereits zurück. Das teilweise noch mäandrierende Gewässer durchfließt das Ammer-Loisach-Hügelland. Um die fast alljährlichen Überschwemmungen zu regulieren, wurde 1964 der Windachspeicher fertiggestellt. Der Abfluss ist seitdem ausgeglichener, Hochwasserspitzen werden vermindert. Als Folge ist jedoch die Wassertemperatur im Fluss gestiegen, der Sauerstoffgehalt gesunken. Zudem blockieren sechs Kleinwasserkraftwerke die Wanderbewegungen der Fische. Aufgrund der zahlreichen Quer- und Längsbauwerke (Wehre, Abstürze, Durchlässe/Verrohrungen) ist die Windach nur mehr bedingt als Lebensraum für Fische geeignet. Ihr ökologischer Zustand ist „unbefriedigend“. Durch die Barrieren sind die Lebensräume voneinander isoliert, die Fische steigen nicht mehr zum Laichen aus der Amper in die Windach auf. Das Wasserwirtschaftsamt hat die Aufgabe, dies zu ändern. Als das Windacher Wehr beschädigt wurde, ergriff die Behörde 2015 die Gelegenheit, dort das Wasserrecht mit dem Ziel zu erwerben, die Barriere zu entfernen. Dies führte in der Gemeinde zu kontroversen Diskussionen um die Zukunft des ehemaligen Mühlkanals, über den zuvor Wasser zu einem kleinen Kraftwerk an der Oberwindacher Mühle geleitet wurde. Der Wehrrückbau verzögerte sich. Als im Januar 2019 das Wehr nach schweren Schneefällen weiter beschädigt wurde, reagierte das Wasserwirtschaftsamt rasch und entfernte die Barriere, um Gefahr für Leib und Leben abzuwehren.

Seither ist in dem naturnah gebliebenen Gewässerbett, in dem zuvor über weite Zeiträume kein Wasser floss, auf 1,2 Kilometern der natürliche Abfluss wiederhergestellt. In den Gumpen pulsiert das Leben. Bei einer Exkursion von Pfadfindern nur etwa ein halbes Jahr nach dem Rückbau fanden die Kinder dort Kleinstlebewesen in großer Anzahl und Vielfalt. Auch die bedrohte Mühlkoppe, ein Wirtsfisch der Bachmuschel, wurde gefunden (Brandtner, 2020).

*2016 entfernte das  
Wasserwirtschaftsamt  
Weilheim das knapp  
100 Jahre alte, baufällige  
Grundwehr III an der  
Ammer bei Unterhausen  
(Nähe Weilheim) und  
gestaltete es in eine  
Sohlgleite um.*

Langjährige Erfahrungen aus den USA zeigen, dass der Rückbau von Querbauwerken nicht nur den Fischbeständen und Insektenlarven im Fluss zugutekommt. Er bringt auch sozioökonomische Vorteile. Beth Lambert vom Amt für Fischerei und Wildtiere in Massachusetts, USA, berichtet in einem Interview, dass der Rückbau von Querbauwerken Arbeitsplätze schafft und die individuelle Haftung der privaten Besitzer von Wehren, kleinen Kraftwerken oder Mühlen reduziert. Für die Sicherheit der teilweise alten und maroden Infrastruktur zu sorgen, kostet Zeit und Geld. Oft steht dieser Aufwand in keinem rentablen Verhältnis zum Nutzen der Infrastruktur. Lamberts Behörde hat in den vergangenen zehn Jahren über 50 Wehre in Massachusetts zurückgebaut. Sie hält solche Rückbauprojekte für eine kluge Investition, insbesondere in ökonomisch schwierigen Zeiten wie dieser (ausgelöst durch die Coronapandemie). Denn mit einer Maßnahme verbessert man die öffentliche Sicherheit, fördert die Anpassung des Gewässers an den Klimawandel, bewahrt die natürliche Vielfalt, reduziert die Verpflichtungen der Wehrbesitzer und schafft Arbeitsplätze. Ehemalige Skeptiker und auch vehemente Gegner zeigen sich nach Umsetzung solcher Rückbauprojekte oftmals begeistert. Sie konnten sich einfach zuvor nicht vorstellen, welche positiven Effekte der Rückbau bringen würde (Lambert, 2020).



## 2.4 Zustand der bayerischen Flüsse

Wer meint, die Flüsse in Bayern würden noch weitgehend natürlich fließen, der irrt. Gerade einmal drei kleine Gebirgsflüsse bzw. -flussabschnitte erreichten 2015 laut Zustandsbewertung der WRRL einen „sehr guten ökologischen“ Zustand:

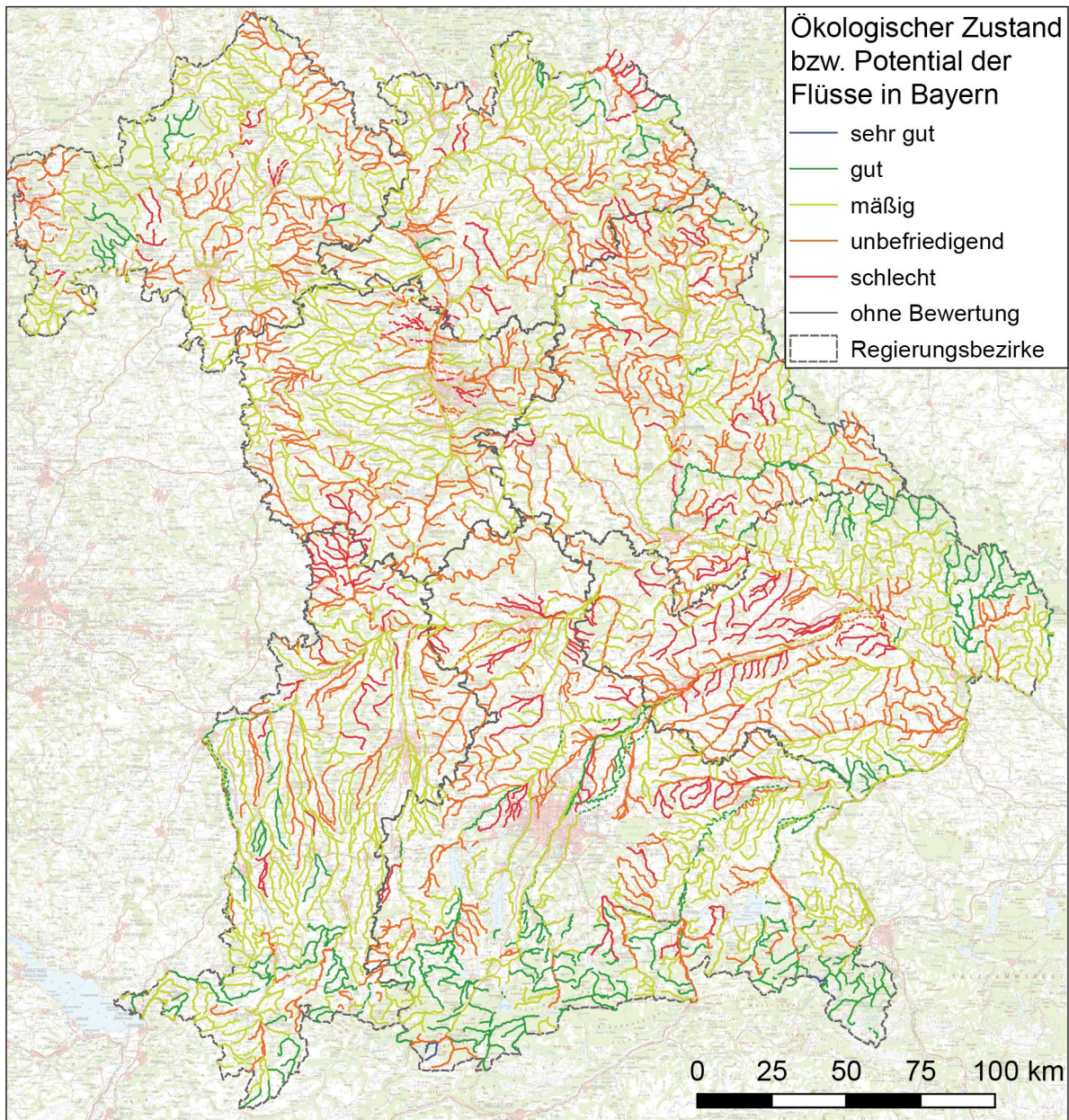
- „Krepbach“ und „Hammersbach“, zwei Zuflüsse der Loisach im Landkreis Garmisch-Partenkirchen (Gesamtlänge der beiden Abschnitte: 16,4 km);
- „Steinbach“, ein Zufluss der Saalach (Länge des Abschnittes: 4,8 km), sowie der obere Teil der „Saalach“ an der Grenze zwischen Österreich und Deutschland (Länge des Abschnittes: 2,6 km) im Landkreis Berchtesgaden; ausgerechnet dieser sehr naturnahe Abschnitt ist aktuell von einer Wasserkraftwerksplanung bedroht (siehe Kapitel 2.5.2).

Insgesamt sind also lediglich drei der über die Wasserrahmenrichtlinie erfassten 913 Fließgewässerkörper bzw. 24 der erfassten 27.882 Kilometer noch nahezu unverändert. Knapp 15 % der bayerischen Flusswasserkörper sind insgesamt in einem „guten ökologischen Zustand“ oder erreichen ein „gutes ökologisches Potenzial“ (Stand 2015). Bei der ersten Erhebung der Daten 2009 wurde in Bayern noch jedem fünften Fließgewässerkörper ein guter ökologischer Zustand bescheinigt (LiKi, 2016). Demnach hat sich die Situation der bayerischen Flüsse seit 20 Jahren (seit Bestehen der WRRL) nicht verbessert, sondern – im Gegenteil – verschlechtert (was mit einem veränderten Bewertungsverfahren begründet wird (UBA, 2015)). Laut Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie müssen also in den nächsten sieben Jahren (bis 2027) 85 % der bayerischen Flüsse substantiell verbessert werden (Karte 2). 2019, nach Durchführung von Renaturierungsmaßnahmen im zweiten Bewirtschaftungszyklus, wurde der Zustand der Flüsse erneut überprüft. Die Ergebnisse liegen derzeit aber noch nicht vor. Sie werden voraussichtlich 2021 veröffentlicht. Neben der Reduktion von Stoffeinträgen sind für das Erreichen des guten Zustandes bzw. des guten Potenzials vor allem Verbesserungen der Gewässerstruktur und Morphologie notwendig. Dies umschließt eine erhöhte Durchgängigkeit für Lebewesen und Geschiebe, natürliche Uferstrukturen und die Anbindung von Auen, standorttypisches Sohlsubstrat und natürliche Abflussdynamik.



### **Was bedeutet ein „guter ökologischer Zustand“? Das Beispiel Ammer.**

Ein „guter ökologischer Zustand“ ist erreicht, wenn die für den jeweiligen Flussabschnitt typischen Arten – Fische, Muscheln, Schnecken, Krebstiere, Wasserpflanzen und Algen – noch in ausreichenden Beständen vorkommen und die Gewässerstruktur und Hydrologie nur leicht vom natürlichen Zustand abweichen. Die Ammer kann hierfür als Beispiel dienen. Sie ist ein Gewässer der nördlichen Kalkalpen und des Alpenvorlandes, zwischen Isar und Lech gelegen (WWF, 2011). Von ihrem Ursprung im Ammergebirge (dort noch Linder genannt) fließt sie rund 80 Kilometer bis zum Ammersee. In den oberen zwei Dritteln bis Peißenberg ist der Flussverlauf noch überwiegend naturnah, insbesondere in der Schluchtstrecke, die am Kraftwerk Kammerl beginnt und nach etwa 17 Kilometern am Ammerknie beim Kalkofensteg endet. Nur bei Graswang und zwischen Ober- und Unterammern ist die Linder bzw. die Ammer stark eingedeicht. Im letzten Drittel, ab Peißenberg bis zum Ammersee, ist der Fluss überwiegend begradigt und eingedeicht. Zwei Kleinwasserkraftwerke, das Kammerl und die Ammermühle, werden entlang der Ammer betrieben. Während am Kammerl 2015 eine Fischtreppe am Ausleitungsbauwerk errichtet wurde, ist das Kraftwerk Ammermühle nicht durchgängig. Insgesamt 24 Querbauwerke finden sich nach Daten des LfU am gesamten Ammerlauf, elf davon sind nicht oder nur eingeschränkt durchgängig. An vielen Wehren im Unterlauf hat das Wasserwirtschaftsamt Weilheim Maßnahmen zur Durchgängigkeit schon umgesetzt, weitere sind in Planung. Trotz der teilweise fehlenden Durchgängigkeit wird der ökologische Zustand der Fischpopulationen als „Gut“ bewertet. Noch. Laut Fachberatung für Fischerei ist es ein schwaches „Gut“, im Grenzbereich zu „Mäßig“. Insbesondere bei Äsche, Bachforelle, Nase, Koppe, Elritze und Hasel sind die Bestände zwischen 90 und 99 % geringer, als sie laut Referenzzustand sein sollten. Von den 38 im Einzugsgebiet der Ammer vorkommenden Fischarten sind 24, also rund zwei Drittel, stark gefährdet oder gefährdet bzw. stehen auf der Vorwarnliste der Roten Liste Bayern (Gum, 2018). Die Herstellung der Durchgängigkeit an der Ammer ist ein wichtiger Beitrag, um den „guten ökologischen“ Zustand zu halten und die Populationen der gefährdeten Arten zu stärken.



*Karte 2: Bezogen auf die Flusskilometer sind nur 0,1% der nach WRRL erfassten Gewässer in einem sehr guten Zustand, 11,8% in einem guten, 47,1% in einem mäßigen, 32% in einem unbefriedigenden und 8,8% in einem schlechten Zustand. Durchgezogene Linien symbolisieren natürliche, gestrichelte Linien erheblich veränderte und gepunktete Linien künstliche Fließgewässer. Bei den beiden Letzteren ist ein gutes ökologisches Potenzial maßgebend. Datengrundlage: Bayerisches Landesamt für Umwelt (Stand: 2015).*

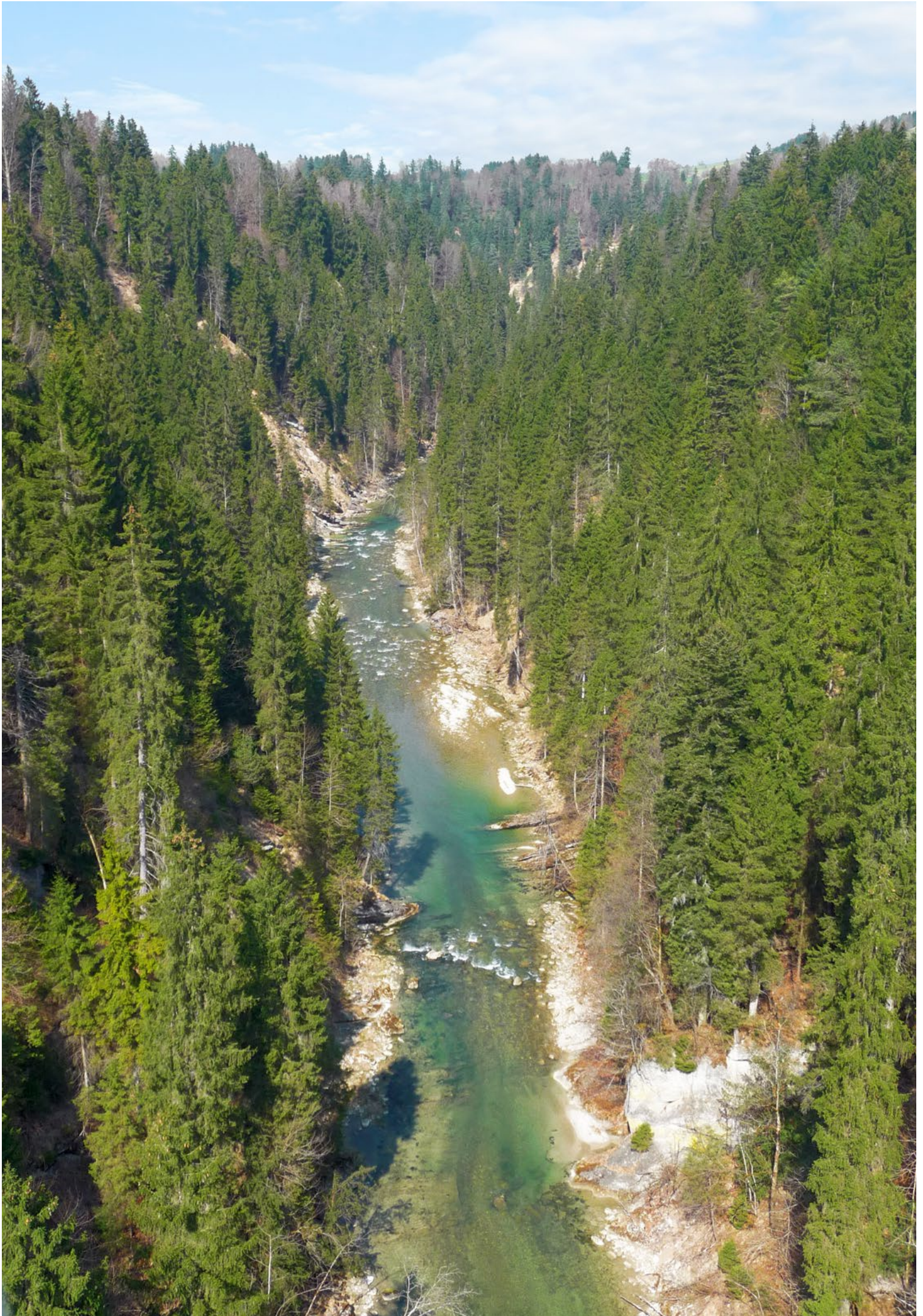


### **Was bedeutet „ein gutes ökologisches Potenzial“? Das Beispiel Inn.**

*Bei erheblich veränderten Fließgewässern ist für die Erreichung der Ziele der WRRL das Erlangen eines guten ökologischen Potenzials maßgeblich. Dieses ist erreicht, wenn alle Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur, der Durchgängigkeit und des Wasserhaushalts durchgeführt wurden, die möglich sind, ohne dabei die Nutzung signifikant zu beeinträchtigen (STMUV, 2017). Das gute ökologische Potenzial wird in Bayern nur an drei von 95 erheblich veränderten Fließgewässerkörpern erreicht: am Lech nördlich von Füssen, an der Donau von der Einmündung der Iller bis Offingen sowie am Inn zwischen Rosenheim und Waldkraiburg. Am Inn wurden verschiedene Maßnahmen ergriffen, um die Lebensräume entlang des Flusses trotz der weiter bestehenden intensiven Wasserkraftnutzung zu verbessern. Es wurden Ufer aufgeweitet (wie das Bild oben vom Kraftwerk Rosenheim zeigt), Umgehungsgerinne errichtet sowie Alarmlände entland und wiederangebunden (Holzner, Loy, Schober, Schindlmayer & Stein, 2014). Der Erfolg der Maßnahmen wurde von der TU München evaluiert, wobei die Ergebnisse noch nicht veröffentlicht wurden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Maßnahmen einen wesentlichen Teil dazu beigetragen haben, dass 2015 ein „gutes ökologisches Potenzial“ erreicht werden konnte.*

*Bild rechts:  
Zwischen Altenau und dem Ammerknie bei Peiting hat sich die Ammer über Jahrtausende hinweg durch die Felsen gegraben und eine tiefe Schlucht geschaffen. Die naturnahe Landschaft entlang der Schlucht wurde schon 1959 als Naturschutzgebiet ausgewiesen.*



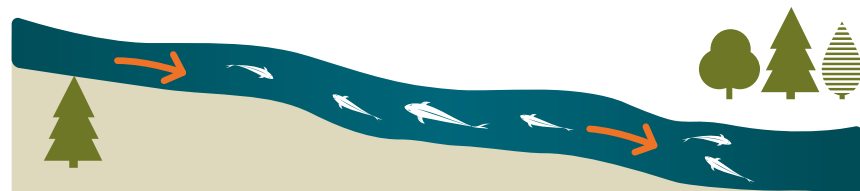


## 2.5 Wasserkraft in Bayern

### 2.5.1 Bestand an Kraftwerken

#### Überblick

In Bayern sind 4.268 betriebene Wasserkraftwerke erfasst (Karte 3). Von diesen Anlagen zählen ca. 95 % als Kleinwasserkraftanlage (mit weniger als 1 MW installierte Leistung). Sie leisten nur ca. 9 % der bayerischen Stromerzeugung aus Wasserkraft bzw. 1,5 % der gesamten bayerischen Stromerzeugung. Ca. 80 % der Anlagen besitzen eine installierte Leistung von unter 100 kW. Diese ca. 3.500 Kleinstanlagen tragen nur zu 0,3 % zur bayerischen Stromerzeugung bei. Trotzdem zerteilt jedes Wasserkraftwerk einen Lebensraum in oftmals nicht verbundene Einzelteile. Denn ein Großteil der Wehre an den Kraftwerken ist noch immer nicht durchgängig für flussaufwärts wandernde Fische (geschätzt ca. 90 %). Außerdem verändern die teilweise langen Rückstaurecken die Lebensräume substanziell: Flüsse verwandeln sich an Stauwehren in stehende Gewässer. Wenn viele Kraftwerke hintereinander platziert sind, wie etwa an der Abens, der Laaber oder der Ilm, kommt der Fluss zwischen den vielen Staureichen kaum mehr zum Fließen. Der Schutz von Jungfischen vor dem Eintritt in die Turbinen ist trotz engmaschiger Rechen nicht immer gewährleistet, was sich bei Kraftwerksketten dramatisch auf die Populationen auswirken kann, da sich die Fischschäden akkumulieren (Environmental Agency UK, 2015). Stauwehre haben darüber hinaus auch deutliche Auswirkungen auf die Geschiebeführung, da Kies und Sediment die Wehre oft nicht passieren können und so unterhalb des Wehres fehlen. Dies führt vielerorts zur Eintiefung des Flusses sowie zur Veränderung und zu Verlusten von Habitaten für Fische und viele weitere Gewässerlebewesen (Müller, Pander & Geist, 2011).



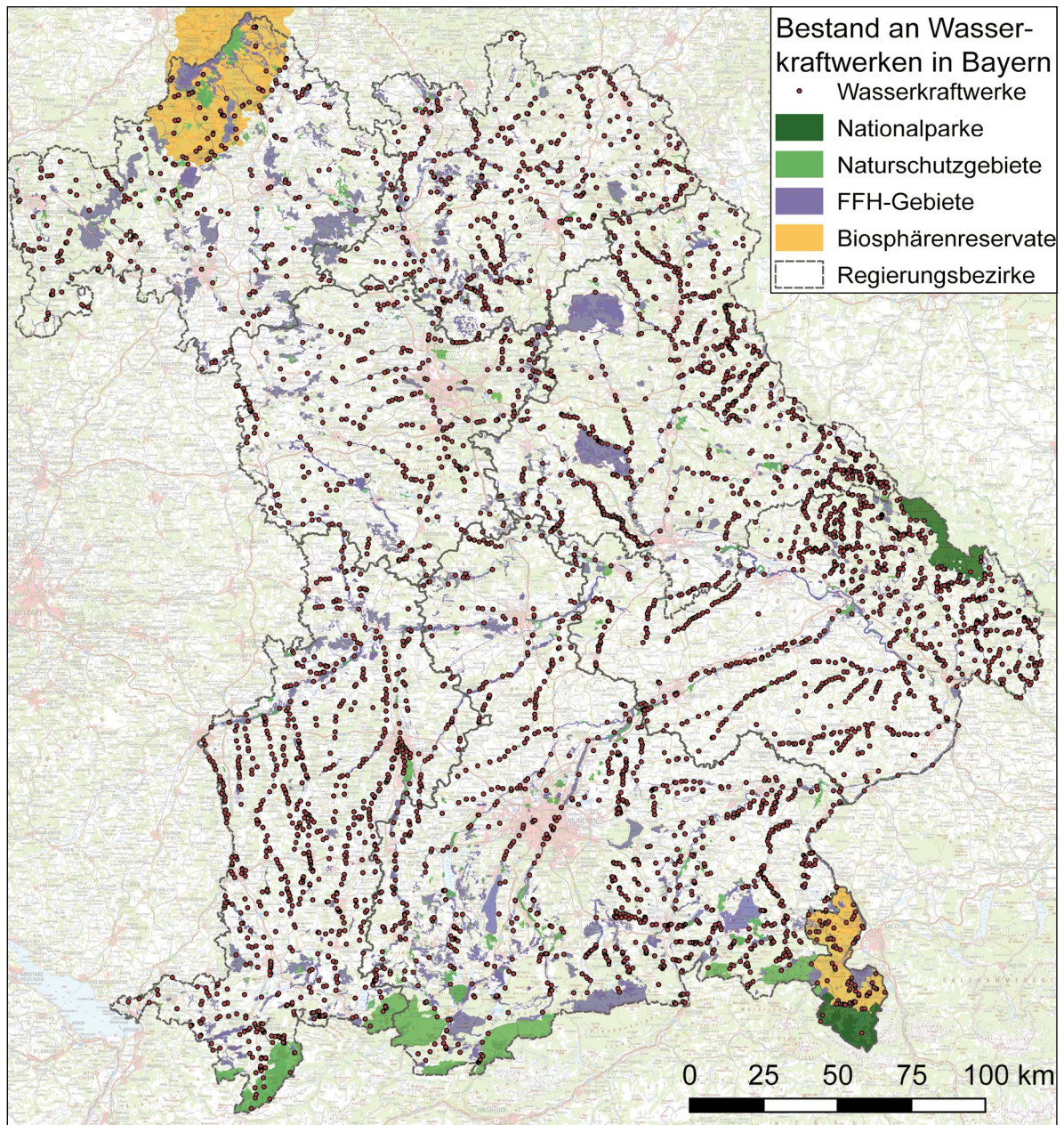
**Flüsse** verwandeln sich an  
Stauwehren in stehende Gewässer



Problematisch sind auch die teilweise geringen Restwassermengen, die, nachdem das Wasser zu den Kraftwerksturbinen umgeleitet wurde, noch im Flussbett verbleiben. Oftmals reichen die Wasserstände nicht aus für die Migration von Fischen. Die Ableitung von Wasser zur Stromerzeugung macht den Flusslebewesen zu schaffen. Darüber hinaus hat die Abflussmenge großen Einfluss auf die Wassertemperatur, wobei sich Fließstrecken mit reduziertem Abfluss deutlich stärker erwärmen als Strecken mit Normalabfluss (Lauren & Wohl, 2016). Dies ist insbesondere an Bächen mit ohnehin geringer Wasserführung relevant. Von den bestehenden Kraftwerken liegen mehr als die Hälfte (2.346) an Bächen mit einer durchschnittlichen Wasserführung unter  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ergebnisse des KLIWA-Projektes deuten darauf hin, dass mit dem Klimawandel Niedrigwasserstände an bayerischen Fließgewässern insbesondere in den Monaten von Juli bis November häufiger werden (KLIWA, 2012). Bei Bächen mit einem ohnehin niedrigen Abfluss unter  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  bedeutet dies, dass die Rentabilität des Kraftwerksbetriebes sinkt, während der Stress für Gewässerlebewesen in den Restwasserstrecken weiter steigt bzw. Restwasserstrecken gänzlich trocken zu fallen drohen.

### **Wasserkraftwerke in Schutzgebieten**

Es gibt in Bayern keine definierten Räume, wie etwa besonders schützenswerte Gewässer, die von Wasserkraftnutzung freigehalten werden („no-go-areas“). So wird Wasserkraft auch in Schutzgebieten genutzt. Von den insgesamt 4.268 Wasserkraftanlagen liegen rund 12 % in geschützten Gebieten, drei im Nationalpark Berchtesgaden, 331 in FFH-Gebieten, 31 in Naturschutzgebieten und 131 in Biosphärenreservaten (Überschneidungen sind möglich, da die Schutzgebietskategorien teilweise überlappen; siehe Karte 3). Häufig waren die Kraftwerke schon lange vor Ausweisung des jeweiligen Schutzgebiets in Betrieb. Es werden aber auch neue Kraftwerke in Schutzgebieten gebaut, so etwa das Schachtkraftwerk Großweil, das Anfang 2020 an der Loisach im FFH-Gebiet „Murnauer Moos“ errichtet wurde (siehe auch Beispiel im Kapitel 2.5.4). In einigen Fällen sind die Wirkungen der Wasserkraftnutzung auf die Naturräume bekannt, wie etwa an der Oberen Isar (Rückgang der FFH-Lebensräume „Alpine Flüsse“ durch die Wasserableitung am Krüner Wehr, siehe Beispiel im Kapitel 2.5.3). Bisher liegen aber keine umfassenden Analysen der Effekte der Kraftwerke und insbesondere ihrer kumulativen Wirkung auf die Schutzgüter der jeweiligen Schutzgebiete vor. Um diese Wissenslücke zu schließen, sollten die Auswirkungen der Wasserkraft auf Arten und Lebensräume in Schutzgebieten eingehend untersucht werden und ggf. notwendige Konsequenzen aus den Erkenntnissen gezogen werden.



*Karte 3: An den bayerischen Fließgewässern befinden sich 4.268 Wasserkraftanlagen. Davon liegen drei in Nationalparks, 311 in FFH-Gebieten, 32 in Naturschutzgebieten und 131 in Biosphärenreservaten. Datengrundlage: Bayerisches Landesamt für Umwelt (Stand 2017).*

## 2.5.2 Möglicher Neubau von Kraftwerken

Um die Stromerzeugung durch Wasserkraft weiter zu erhöhen, beauftragte die Bayerische Staatsregierung das LfU mit einer Prüfung des Potenzials für den Neubau von Wasserkraftanlagen in Bayern. 43 Querbauwerke wurden als potenziell neue Wasserkraftstandorte (mit einem theoretischen Leistungspotenzial von mehr als 100 kW) identifiziert. Sieben dieser Standorte liegen in Naturschutzgebieten, elf in FFH-Gebieten (eigene Auswertungen WWF, basierend auf Daten des Energie-Atlas Bayern). An sechs der Standorte befinden sich Kraftwerksplanungen schon im Rechtsverfahren oder sind in Planung, an 20 Standorten wurde die Etablierung von Kraftwerken als grundsätzlich ökologisch vertretbar bewertet, an 17 Standorten läuft die Prüfung noch (Stand 2018). Im Energie-Atlas Bayern werden weitere 108 Standorte mit einer theoretischen Leistung unter 100 kW aufgeführt, wobei davon 20 in FFH-Gebieten liegen (Karte 4). Diese wurden zwar nicht weiter geprüft, eine Wasserkraftnutzung wird hier jedoch nicht grundsätzlich ausgeschlossen.

Im „Bayerischen Aktionsprogramm Energie“ kündigt die Landesregierung für 2020 ein Förderprogramm für die Kleinwasserkraft an (STMWI, 2019). Die in Aussicht gestellte finanzielle Förderung könnte dazu führen, dass Begehrlichkeiten geweckt werden, auch an als ungeeignet bewerteten Standorten (siehe Beispiel Oderdinger Wehr an der Ammer), an Standorten mit sehr niedrigem Leistungspotenzial (< 100 kW) oder an den letzten frei fließenden Flussabschnitten (siehe Beispiel Saalach) den Bau von Wasserkraftwerken in Betracht zu ziehen.

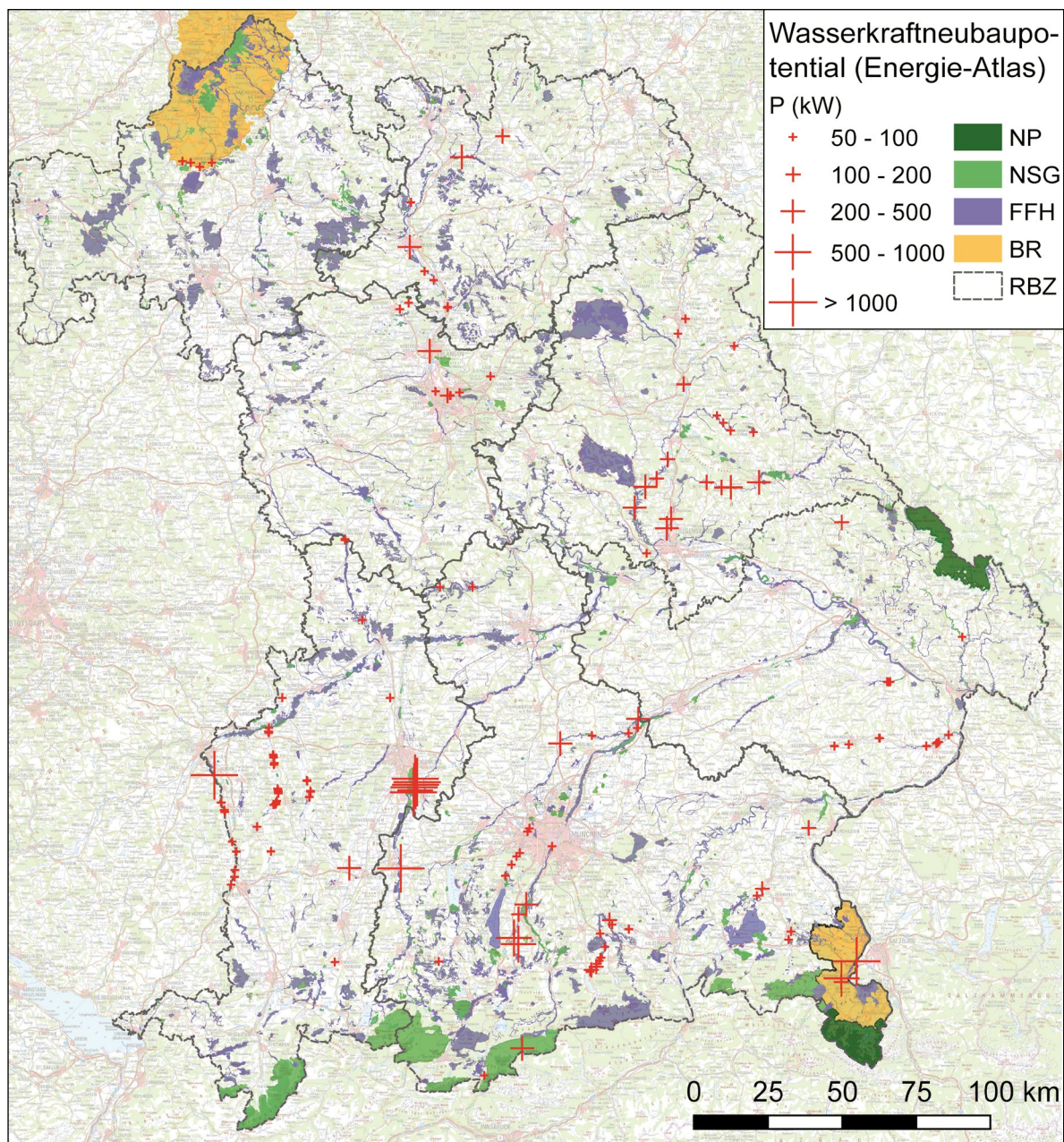
Theoretische Leistung (kW)	Anzahl erfasster Wehre	Geplant / im Rechtsverfahren	Bau laut LfU vertretbar	in Prüfung	in FFH-Gebiet gelegen
50 – 100	108	0	0	0	20
100 – 200	15	0	10	5	2
200 – 500	14	3	6	5	3
500 – 1.000	4	1	2	1	1
> 1.000	9	2	2	5	5

*Tabelle 3: Theoretische Leistung und Status der vom LfU im „Bayern-Atlas“ erfassten Wehrstandorte hinsichtlich einer Kraftwerksnutzung sowie deren Lage in FFH-Gebieten (Datengrundlage: LfU, Stand 2018).*



### ***Kraftwerksplanungen auch an ungeeigneten Standorten: Das Beispiel Oderdinger Wehr***

*Die Nutzung der Wasserkraft am Oderdinger Wehr wurde vom Landesamt für Umwelt überprüft und als nicht vertretbar bewertet. Die Leistung wäre gering (171 kW, Fallhöhe 1,7 Meter, mittlerer Abfluss 14 m<sup>3</sup>/s), die ökologischen Auswirkungen hingegen zu drastisch (Daten 7/2018, BayernAtlas). Derzeit ist das Oderdinger Wehr nicht durchgängig. Fische können vom Ammersee flussaufwärts bis zum südlich von Weilheim gelegenen Wehr wandern. Dort ist ihre Reise zu Ende. Um dies zu ändern, will das Wasserwirtschaftsamt Weilheim nach dem Umbau des Grundwehrs III in den Jahren 2015/16 auch das Oderdinger Wehr zeitnah in eine Sohlgleite umbauen. Indes gibt es trotz der negativen Bewertung des Landesamtes für Umwelt immer wieder Überlegungen für eine Kraftwerksnutzung. Auch für das Grundwehr III wurde lange eine energetische Nutzung gefordert. Diese wurde vom WWA Weilheim mit dem Hinweis auf den notwendigen Erhalt des ökologisch guten Zustands der Ammer abgewendet. Die damalige Umweltministerin Ulrike Scharf bezeichnete die Ammer bei der Einweihung der Sohlgleite am ehemaligen Grundwehr als Referenzfluss. Dementsprechend sollte auch am Oderdinger Wehr kein neues Kraftwerk entstehen.*



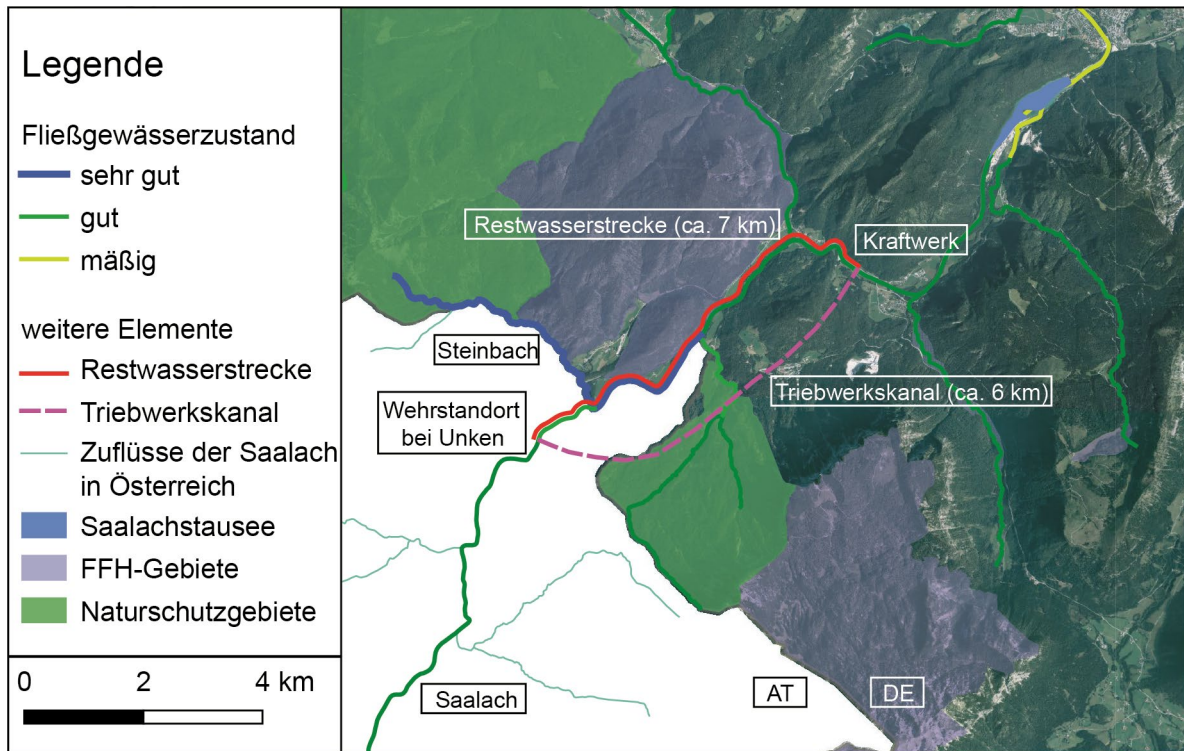
*Karte 4: Der „BayernAtlas“ führt momentan 151 Querbauwerke auf, die als potenzielle Standorte zum Neubau von Wasserkraftwerken in Betracht gezogen werden. An 43 Standorten mit einer theoretischen Leistung > 100 kW wurde bzw. wird aktuell eine Kraftwerksnutzung geprüft. An 108 Standorten mit weniger als 100 kW theoretischer Leistung wurde keine Prüfung vorgenommen. Der Neubau von Kraftwerken wird hier jedoch nicht ausgeschlossen (Stand 2018). Abkürzungen: NP = Nationalpark, NSG = Naturschutzgebiet, FFH = FFH-Gebiet, BR = Biosphärenreservat, RBZ = Regierungsbezirk (Datengrundlage: Energie-Atlas Bayern).*



### ***Kraftwerksplanungen an den letzten intakten Flussabschnitten Bayerns: Das Beispiel Kraftwerk Unken-Schneizlreuth***

*Die Saalach fließt im Grenzbereich zwischen Österreich und Deutschland noch nahezu unverändert. Ein ganz besonderes Flussjuwel! Die grenznahe Strecke gehört zu den ganz wenigen Flusskilometern, die in Bayern noch einen „sehr guten ökologischen“ Zustand (nach WRRL) erreichen (Karte 5). Dennoch soll in Unken (Österreich) ein Stauwehr entstehen, welches das Saalach-Wasser durch einen sechs Kilometer langen Tunnel über die Grenze nach Bayern leiten soll, ehe es bei Schneizlreuth (Bayern) durch zwei Turbinen über 32 Meter hinab wieder in die Saalach stürzen würde. Einer der extrem seltenen, noch wilden Flussabschnitte in Bayern würde so zur Restwasserstrecke degradiert. Vermutlich würde sich dieses Restwasser auf sieben Flusskilometern Länge für viele Fischarten nicht mehr als Lebensraum eignen, zu einer Degradation der Auenvegetation führen und sich darüber hinaus auch nicht mehr zum Kajakfahren eignen (die Saalach ist ein beliebter Fluss für Bootsfahrer) (Köpf, 2020). Der Teil der Saalach grenzt hier randlich an das FFH-Gebiet „Östliche Chiemgauer Alpen“, das unter anderem das Ziel hat, den Lebensraumtyp „Alpine Flüsse“ zu erhalten bzw. wiederherzustellen und die unverbauten Abschnitte dieser Flusstypen zu bewahren. Zudem liegt das Planungsgebiet in der Entwicklungszone der Biosphärenregion Berchtesgadener Land, einer Modellregion für die Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen und eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung. Die Pläne für dieses Kraftwerk gibt es schon lange. Aufgrund der hohen Kosten war die Wirtschaftlichkeit des Projekts lange ungewiss. Die aktuelle Förderung der Wasserkraft in Österreich und Bayern lässt Investoren jedoch wieder Hoffnung schöpfen (Köpf, 2018). Aktuell wird Bürgerinnen und Bürgern bereits angeboten, sich über „Genussscheine“ wirtschaftlich am Kraftwerk zu beteiligen (Wasserkraft Schneizlreuth GmbH & Co. KG, 2020).*





*Karte 5: Übersicht über den Abschnitt der Saalach zwischen Unken und Schneizlreuth, an dem ein Ausleitungskraftwerk geplant ist. Sowohl die Saalach als auch ihr Zufluss, der Steinbach, befinden sich hier noch in einem sehr guten ökologischen Zustand, was bayernweit nur noch am Hammersbach in der Nähe der Zugspitze der Fall ist. Die Lage des Triebwerkskanals ist anhand von Plänen der Schneizlreuth GmbH & Co. KG skizziert und kann geringfügig von der tatsächlichen Planung abweichen.*

### 2.5.3 Wirkung von Wasserkraftwerken in Flüssen

Wasserkraftwerke lassen sich prinzipiell in Laufkraftwerke und Speicherkraftwerke unterscheiden, wobei für alle Kraftwerkstypen Stauwehre (können überströmt werden) oder Dämme (werden nicht überströmt) nötig sind (Muhar, Muhar, Egger & Siegrist, 2019). Doch ob Dämme oder Wehre – beide Infrastrukturen sind in Flüssen stets Barrieren. Die unmittelbaren Effekte auf den Fluss lassen sich unterteilen in die Störung der longitudinalen Durchgängigkeit (Vannote, Minshall, Cummins, Sedell & Cushing, 1980) sowie in physikalische, chemische und biotische Veränderungen des Gewässers im Staubereich (Csiki & Rhoads, 2010). Daneben wird die laterale Konnektivität (die Verbindung zwischen Fluss und Aue) ebenso gestört wie der Austausch mit dem Interstitial (Übergang des Flusses zum Grundwasser) (Schmutz & Sendzimir, 2018). Im Folgenden wird auf die beiden wesentlichen Punkte „longitudinale Durchgängigkeit“ und „Veränderungen im Staubereich“ näher eingegangen.

#### Longitudinale Durchgängigkeit

**Fische müssen wandern, um zu fressen, zu laichen oder sich vor Feinden zu schützen. Die Wege sind ihnen jedoch oft versperrt.**

---

Die Längsdurchgängigkeit ist insbesondere für wandernde Fische wie Huchen, Nase und Barbe essenziell für deren Reproduktion. Stauwehre und Dämme sind zunächst unüberwindbare Hindernisse für diese Arten, wobei man Aufwärtswanderung durch entsprechend ausgebildete Fischwanderhilfen ersatzweise unterstützen kann. An den Stauwehren in Bayern besteht allerdings nur an schätzungsweise 400 der 4.268 Wasserkraftanlagen eine vollständige Aufwärtsdurchgängigkeit für die Referenzfischarten. Nun muss darauf hingewiesen werden, dass es mit bloßer flussaufwärts gerichteter Durchgängigkeit nicht getan ist, ja dass sich die sogar als Falle für Fische erweisen kann. Wenn nämlich adulte Fische oberhalb einer Stauhaltung ablaichen, gelangen die Eier oder Fischlarven mitunter in den Staubereich, wo sie angesichts der dortigen Umweltbedingungen (v. a. niedriger Sauerstoffgehalt, hoher Feinsedimentanteil) nicht überleben können (Pelicice & Agostinho, 2008; Pelicice, Pompeu & Agostinho, 2014).

Für den Abstieg von Fischen sind nicht alle Fischwanderhilfen geeignet. Fische finden nämlich oft den Einstieg nicht, da sie grundsätzlich der Hauptströmung des Flusses folgen, welche in der Regel zur Turbine führt. Vor den Turbinen sind zwar Rechen vorgeschrieben, viele Bestandsanlagen besitzen jedoch lediglich Rechen mit Stababständen von mehr als 20 Millimetern (Ingenieurbüro Floecksmühle, 2018). Diese bieten vielen Fischen, insbesondere Jungfischen, keinen ausreichenden Schutz.

Aber auch Rechen mit einem vorgeschriebenen Stababstand von 20 Millimeter oder weniger schützen Fischpopulationen nicht vollständig. Fische, die von den Rechen nicht abgehalten werden und in die Turbine gelangen, laufen daraufhin Gefahr, je nach Turbinentyp, -größe und -drehzahl, verletzt oder getötet zu werden. Größere Fische, die nicht durch den Rechen passen, versuchen oft, sich durch zu enge Rechen zu zwängen und abzuweichen oder werden bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten an den Rechen gedrückt, verletzen sich dabei bzw. werden bei der Reinigung des Rechens getötet (Hagemeyer, 2018).

Momentan befinden sich verschiedene innovative Kraftwerks- und Rechentypen im Test. Sie sollen verhindern, dass Fische beim flussabwärts Wandern (1) in die Turbinen geraten und von den Rechen verletzt werden oder (2) dass von Turbinen für Fische eine nennenswerte Verletzungsgefahr ausgeht. Unter den Punkt (1) fallen Schachtkraftwerke, unter Punkt (2) u. a. Kraftwerke mit VLH-Turbinen (Very Low Head). Erste Ergebnisse des Forschungsprojekts „Fischökologisches Monitoring an innovativen Wasserkraftanlagen“ der TU München zeigen, dass innovative Technik nicht immer eine geringere Fischsterberate bewirkt. Bei gleicher Technik gibt es starke standort- und fischspezifische Unterschiede. Zudem brachte der Einbau innovativer Anlagen an bestehenden Querbauwerken kurzfristig keine Verbesserung der Gewässerlebensräume (Geist 2020).

*Am Wehr in Baierbrunn an der Isar wurde 2017 eine VLH-Turbine eingebaut. Ein breites Umgehungsgerinne ermöglicht es den Fischen, das Wehr flussaufwärts zu passieren.*





*Fischtreppen, wie diese hier am Krüner Wehr an der Isar, sollen es den Flusslebewesen ermöglichen, die Querbauwerke zu passieren. Einen Aufstau der Gewässer verhindern sie natürlich nicht.*

### **Veränderungen in Staubereichen**

Fast alle in Europa installierten Wasserkraftwerkstypen nutzen den Höhenunterschied zwischen Ober- und Unterwasser für die Umwandlung der Lageenergie des Wassers in elektrische Energie (Anderson, Moggridge, Warren, & Shucksmith, 2015). Daneben gibt es auch Planungen mit sogenannten Fließgewässerkraftwerken, die jedoch deutlich weniger energieeffizient sind als herkömmliche Kraftwerke und bisher kaum zum Einsatz kommen (Aufleger & Brinkmeier, 2010). Daher soll auf diesen Kraftwerkstyp im Folgenden nicht weiter eingegangen werden. Bei herkömmlichen Kraftwerken kann die notwendige Höhendifferenz in einzelnen Fällen wie z. B. in Gebirgslagen natürlicherweise vorhanden sein, in der Regel wird sie jedoch durch einen Aufstau an Wehren oder Dämmen erzeugt. Dieser hat weitreichende Konsequenzen für ein Fließgewässer, die hier nur zusammengefasst wiedergegeben werden.

### **Physikalische Effekte**

Der wesentliche Effekt des Aufstaus besteht in einer verringerten Fließgeschwindigkeit bis hin zum Stillstand des Wassers an der Stauwurzel (Giesecke & Mosonyi, 2009). Dadurch werden im Wasser transportierte organische und anorganische Feststoffe im Staubereich abgelagert. Es

entsteht eine Anreicherung von Feinsediment, organischer Substanz und Nährstoffen im Vergleich zu unbeeinflussten Fließstrecken. Insbesondere bei kiesigen Gewässern kommt es zu einer Verstopfung des Kies-/Sand-Lückensystems (Kolmation). Das beeinträchtigt das Grundwasserregime und die Selbstreinigungskraft des Flusses drastisch. Unterhalb des Staubereichs fehlen die Sedimente. Der Fluss gräbt sich in den Untergrund, was zur Sohlenerosion und zur Eintiefung der Gewässersohle führt. Die dadurch bewirkte Absenkung des Grundwasserspiegels hat weitreichende Folgen für die angrenzenden Auenbereiche und darüber hinaus (BfN, 2017).

### **Chemische Effekte**

**Im Staubereich vor Wehren wird der Sauerstoff oft knapp, teilweise entstehen klimaschädliche Gase.**

---

Jeder Fluss führt eine mehr oder weniger große Menge an organischem Material mit sich. Normalerweise wird dieses durch physikalische, chemische und biologische Prozesse in der fließenden Welle zerlegt. Die darin enthaltenen Nährstoffe werden in Fließgewässern unter Sauerstoffverbrauch abgebaut (Schönborn & Risse-Buhl, 2013). Im Staubereich vor Wehren ist die Sauerstoffzufuhr niedriger als in fließendem Wasser. Kommt zu viel Biomasse an, wird der vorhandene Sauerstoff im Wasser beim Abbau der organischen Substanz aufgebraucht. Unter sauerstofffreien Bedingungen setzen am Grund der Stauhaltung anaerobe Abbauprozesse ein, bei denen das klimaschädliche Gas Methan entsteht. Bei großen Stauhaltungen wurden beträchtliche Mengen an Treibhausgas-(THG)-Emissionen festgestellt. Weltweit wird der Beitrag von Stauhaltungen auf 1,3 % der globalen THG-Emissionen geschätzt (Deemer et al., 2016). Auch an bayerischen Stauhaltungen wurden hohe Methanemissionen von bis zu 1.361 mg CH<sub>4</sub> pro m<sup>2</sup> Wasserfläche und Tag festgestellt. Dies übersteigt die Methanproduktion in Sedimenten natürlicher Seen um mehr als das Zehnfache (Lorke & Burgis, 2018).

### **Biotische Veränderungen**

Die Lebensgemeinschaften eines Fließgewässers – auch die Lebensgemeinschaften uferseits – verändern sich im Verlauf von der Quelle bis zur Mündung. Die jeweils charakteristischen Arten sind eng an die durch Strömung, Temperatur, Sedimentzusammensetzung, Wasserinhaltsstoffe sowie Sauerstoffgehalt bestimmten Lebensbedingungen angepasst. Alle diese Parameter ändern sich in Stauhaltungen grundlegend. Auf diese Weise entsteht ein komplett anderes Ökosystem (Baxter, 1977), das eher dem Unterlauf eines Flusses oder im Falle von Staudämmen einem See

**Cyanobakterien in  
Staubereichen können  
auch dem Menschen  
gefährlich werden.**

---

entspricht („Potamalisierung“). Es verschwinden in diesen Bereichen die natürlichen Lebensgemeinschaften der standorttypischen Fische, Insekten, Wasserpflanzen und Algen. Sie weichen sogenannten Ubiquisten ohne spezifische Ansprüche (Schmutz & Sendzimir, 2018). Damit sinkt die überregionale Biodiversität, da diese Arten – im Unterschied zu spezialisierten Arten – ohnehin weit verbreitet sind (Poff, Olden, Merritt & Pepin, 2007). Die Nährstoffanreicherung und der Temperaturanstieg des Gewässers im Staubereich können zudem die Massenentwicklung von Cyanobakterien begünstigen. Fischsterben kann die Folge sein. Auch die Gesundheit von Menschen kann darunter leiden (UBA, 2015). Im August 2019 starben drei Hunde an der Lechstaustufe 23 bei Augsburg. Der Lech wird hier (wie an vielen anderen Stellen) zur Wasserkraftgewinnung aufgestaut. Im Sommer nutzt die Bevölkerung den Staubereich zur Erholung und zum Baden. Proben ergaben, dass sich an angeschwemmten Wasserpflanzen und an Treibholz auch giftige Cyanobakterien in höherer Konzentration angelagert hatten (Brutscher, 2019).

### **Ausleitungsstrecken**

Wehre stellen nicht nur Wanderbarrieren dar und verändern den Charakter des Gewässers durch Stauhaltung. An vielen Wehren wird auch ein großer Teil des Wassers aus dem eigentlichen Flussbett abgeleitet und über künstliche Kanäle zu Wasserkraftanlagen (Ausleitungskraftwerke) transportiert. So entstehen teilweise sehr lange Restwasserstrecken mit einer verminderten Wasserführung und gestörter Abflussdynamik (Schmutz & Sendzimir, 2018). Ein besonders drastisches Beispiel ist der rund 20 Kilometer lange Abschnitt der Oberen Isar zwischen Krün und Sylvensteinspeicher (siehe auch Beispiel unter 2.2.2). Diese letzte Wildflusslandschaft Deutschlands leidet seit Jahrzehnten unter der Ableitung eines Großteils des Isarwassers zum Walchenseekraftwerk und dem fehlenden Nachschub an Geschiebe und der entsprechend verloren gegangenen Umlagerungsdynamik. Insbesondere die Auenlebensräume, die nach FFH-Recht geschützt sind, verlieren zusehends ihren natürlichen Charakter. Sie werden weiter degradieren und letztendlich verschwinden, falls keine ökologisch nachhaltige Lösung gefunden wird (Juszczuk, Egger, Müller & Reich, 2020).

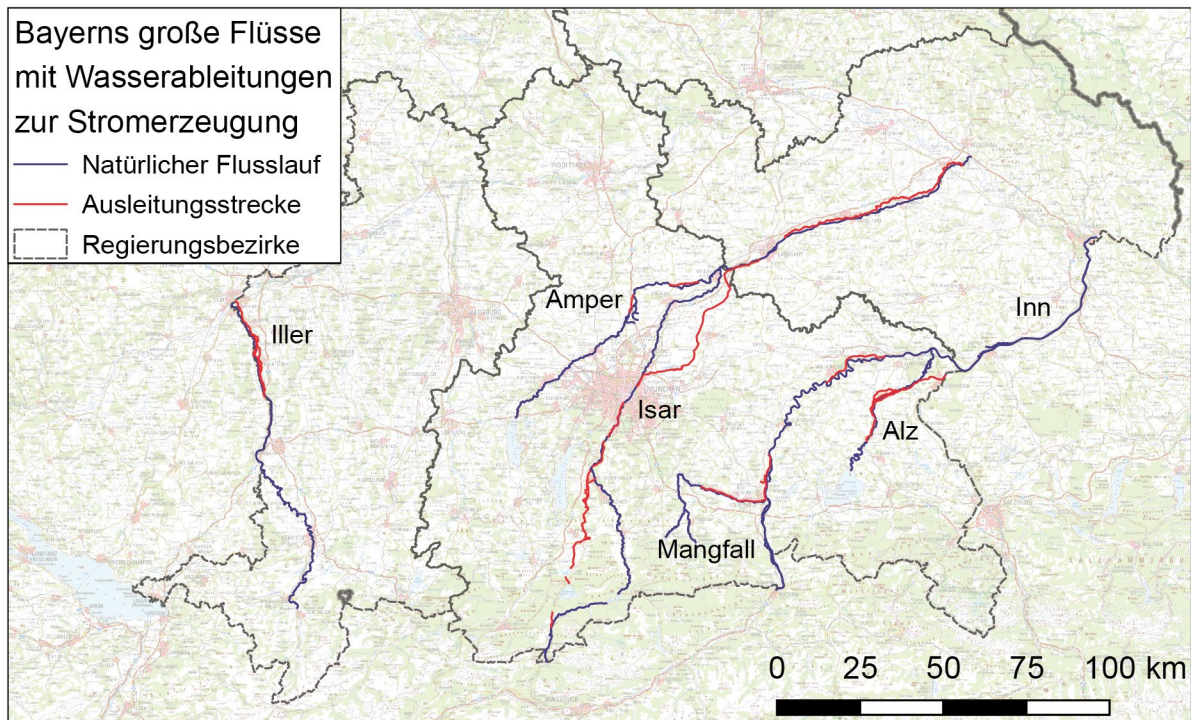
Die Isar ist bayernweit der Fluss mit dem höchsten Anteil an sogenannten Restwasserstrecken. Nur auf einer Länge von 43 (von insgesamt 272) Flusskilometern fließt das vollständige Isarwasser (Tabelle 5). Auf 84 % der Strecke verbleibt nach Ableitungen zu Kraftwerken nur ein Teil des

Isarwassers im Flussbett. Die Wasserleitungen sind hierbei sehr unterschiedlich. So wird am 75 km langen „Längenmühlbach“ am Unterlauf nur eine geringe Wassermenge von 3 m<sup>3</sup>/s abgeleitet, während am 70 km langen „Mittlere-Isar-Kanal“ bis zu 150 m<sup>3</sup>/s entzogen werden. Die Restwassermenge wurde hierbei im Jahr 2001 von 8 auf 15 m<sup>3</sup>/s erhöht (WWA München, 2020). Auch andere Flüsse wie Iller, Amper, Mangfall, Alz und Inn verfügen über lange Restwasserstrecken, wodurch das natürliche Abflussgeschehen gestört wird (Karte 6, Tabelle 4).

*Restwasserstrecken, wie hier an der Windach, führen oftmals zu wenig Wasser, erwärmen sich stärker oder verkommen zu stehenden Gewässerbereichen, die stark veralgeln.*

Insbesondere die Voralpenflüsse, die von Gletscherwasser mit gespeist werden (Iller, Inn, Isar, Lech: durch Gletscher geprägte Flächenanteile der Einzugsgebiete bis zu 40 %), betrifft der Klimawandel im 21. Jahrhundert besonders (Ingenieurbüro Floeksmühle, Hydrotec Ingenieurgesellschaft, 2010). Bei diesen Flüssen werden nach dem Abschmelzen der Gletscher im Einzugsgebiet langfristig sinkende Sommerabflüsse erwartet. Das Wasser wird dann sowohl der Stromproduktion als auch den Restwasserstrecken fehlen. Es droht eine verstärkte Erwärmung der Restwasserstrecken, was insbesondere für Organismen, die an kühle Bedingungen angepasst sind, wie z. B. Bachforelle und Äsche sowie viele Insektenlarven, zum Problem werden kann (Reinartz, 2007).





*Karte 6: Große Flüsse wie die Isar, Amper, Iller, Mangfall, Alz und der Inn besitzen über weite Strecken Ausleitungskanäle. Datengrundlage: Bayerisches Landesamt für Umwelt (Stand: 2018).*

	Gesamtlänge (km)	Restwasserstrecke (km)	Anteil %
Isar	272	228	84
Isarkanäle	185		
Inn	262.7	55.5	21
Innkanäle	34.1		
Alz	69.4	51.3	74
Alzkanäle	63.8		
Iller	132.1	31	23
Illerkanäle	57.7		
Mangfall	71.1	23.1	32
Mangfallkanäle	27.6		

*Tabelle 4: Flüsse in Bayern mit besonders hohen Anteilen an Restwasserstrecken.*



Der Landesfischereiverband Bayern ermittelte und verglich in einer Studie zwischen August 2016 und Februar 2017 die Temperaturen in den Ausleitungs- und Restwasserstrecken in sieben bayerischen Gewässern. Schnell fließende, flach überströmte und weitgehend unbeschattete Restwasserstrecken, wie an der Erlau im Bayerischen Wald, wiesen im Sommer (August/September) sowohl höhere Monatsmitteltemperaturen als auch höhere Maximaltemperaturen als die Ausleitungsstrecke auf ( $\Delta T_{\text{mittel}}=0,4$  bis  $0,7$  °C,  $\Delta T_{\text{max}}=3,1$  bis  $4,4$  °C). Zudem wurde eine höhere Tagestemperaturamplitude festgestellt. Höhere Maximaltemperaturen und größere Temperaturschwankungen im Tagesverlauf beeinträchtigen kaltstenotherme Arten wie Salmoniden oder die Mühlkoppe. Mit weiterhin zunehmenden Temperaturen und auch geringeren Niedrigwasserabflüssen im Zuge des Klimawandels wird sich diese Problematik weiter verschärfen (Beck & Meyer, 2017).

Problematisch ist, dass der frühere Restwasserleitfaden für Bayern für kleine Ausleitungswasserkraftanlagen < 500 kW Leistung noch aus dem Jahr 1999 stammt. Mit Inkrafttreten der WRRL im Jahr 2000 ist aber eine nachhaltige, ausgewogene und gerechte Wassernutzung erforderlich, die einen Ausgleich zwischen Nutzungs- und Schutzinteressen schafft. Dieser Anspruch wurde über das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in der nationalen Rechtsprechung verankert. Im § 33 des WHG ist festgelegt, dass nur dann Wasser aus einem oberirdischen Gewässer abgeleitet werden darf, wenn so viel Restwasser im Flusslauf verbleibt, dass er weiterhin als geeigneter Lebensraum für flusstypische Tiere und Pflanzen zur Verfügung steht. Dennoch wurde der Restwasserleitfaden auch 20 Jahre nach Inkrafttreten der WRRL noch immer nicht fortgeschrieben und an geltendes Recht angepasst.

Das LfU hat dazu bereits 2017 die Studie „Ökologisch begründetes Mindestwasser“ in Auftrag gegeben (ube & chromgruen, 2017). Der Mindestabfluss wurde getrennt für 13 Fließgewässertypgruppen berechnet und entspricht in etwa dem mittleren Niedrigwasserabfluss der jeweiligen Flüsse (1 MNQ), wenn als Bewirtschaftungsziel der gute ökologische Zustand nach WRRL zugrunde gelegt wird. Wird hingegen der weniger anspruchsvolle Maßstab des guten ökologischen Potenzials für künstliche und erheblich veränderte Wasserkörper zugrunde gelegt, liegt der mittlere Orientierungswert bei 0,8 MNQ, also nur bei 80 % des mittleren Niedrigwasserabflusses (StMUV, 2018). 2018 lud das Umweltministerium die Verbände und Wasserkraftbetreiber zur Diskussion der Studienergebnisse ein. Im Anschluss daran kündigte der damalige Umweltminister Marcel Huber einen Praxis- und Fakten-Check an, um auch betriebs- und volkswirtschaftliche Fragen zur Mindestwasserthematik zu klären. Seither ist der Prozess zum Erliegen gekommen. Ein neuer Mindestwasserleitfaden ist bisher noch immer nicht festgeschrieben.



*Bau des Schachtkraftwerks an der Loisach im FFH-Gebiet „Murnauer Moos“. Im Februar 2020 gingen die beiden Turbinen in Betrieb.*

## 2.5.4 Rolle der Wasserkraft in Bayern und politische Zielsetzungen

### Ist-Zustand

Die durch Wasserkraft erzeugte Energie blieb in den letzten Jahrzehnten in Deutschland nahezu konstant, wobei die ca. 8.100 Wasserkraftanlagen jährlich zwischen 8 und 10 % (17 bis 22 TWh) der Bruttostromproduktion durch erneuerbare Energien leisten. Dies entspricht ca. 3 % der gesamten Bruttostromproduktion (BMWi, 2020). Die anteilig pro Bundesland mit Abstand meisten Wasserkraftwerke liegen in Bayern, wobei hier 4.268 Anlagen im Mittel jährlich ca. 12,5 TWh (13 bis 15 % der gesamten Bruttostromerzeugung) elektrischer Arbeit leisten (Bayerische Staatsregierung, 2020). Die Wasserkraft ist neben Biomasse und Fotovoltaik der bedeutendste erneuerbare Energieträger im Freistaat. Jedoch sind nur 226 Kraftwerke größere Anlagen, mit mehr als 1 MW Leistung. 95 % der Anlagen (4.046) sind Kleinkraftwerke (Leistung < 1 MW). Zusammen erzeugen sie lediglich 1,3 % des Bruttostroms in Bayern (EnergieAtlas Bayern, Daten von 2017).

## **Politische Förderung des Ausbaus der Wasserkraft**

Gemäß dem „Bayerischen Aktionsprogramm Energie“ soll die jährliche Stromerzeugung aus Wasserkraft bis 2022 um rund eine Terawattstunde ausgebaut werden (STMWI, 2019). Ein Ausbau der Großwasserkraft ist in Bayern aber nicht mehr möglich. Und durch Modernisierung und Nachrüstung bestehender Anlagen können lediglich etwa zwei Drittel des Ausbauziels erreicht werden (E.ON, BEW, 2009). Das andere Drittel, etwa 330 GWh, soll offenbar durch den Neubau von Kleinwasserkraftwerken an bestehenden Querbauwerken erschlossen werden, wofür noch 2020 ein Förderprogramm in Bayern aufgelegt werden soll. Aber auch ein kompletter Neubau wird nicht ausgeschlossen. Die Bayerische Staatsregierung will zudem eine höhere Förderung der Kleinwasserkraft über das bundesweite Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) erreichen (z. B. 15 ct/kWh für Anlagen bis 250 kW). Gleichzeitig soll bei der nächsten EEG-Novelle die Degression bei der Vergütung des Wasserkraftstroms abgeschafft werden. Denn die Wasserkrafttechnologie sei laut Wirtschaftsministerium schon lange ausgereift, sodass – anders als bei Windenergie oder Fotovoltaik – keine Kostensenkungen vor dem Hintergrund möglicher Lerneffekte zu erwarten seien (STMWI, 2019). Das Ausbauziel der Bayerischen Staatsregierung in Verbindung mit der gezielten Förderung der Kleinwasserkraft könnte die Etablierung vieler neuer Kleinwasserkraftwerke zur Folge haben. Bisher wirtschaftlich als unrentabel eingeschätzte Projekte können so wieder reaktiviert werden. Viel schwerer wiegt jedoch, dass diese Förderung den dringend notwendigen Rückbau unrentabler Kleinstwasserkraftwerke und ökologisch schädlicher Querbauwerke einmal mehr verhindert. So lassen sich die verbindlichen Ziele der Wasserrahmenrichtlinie wohl kaum erreichen.

## **Beitrag zur Energiewende?**

Deutschlands Ausstieg aus der Atomkraft wie auch aus der Kohleverstromung ist beschlossene Sache. Die Energieversorgung muss künftig von den erneuerbaren Energien übernommen werden. Denn die Ziele des Pariser Klimaabkommens müssen erreicht und der globale Temperaturanstieg auf 1,5 Grad begrenzt werden. Auch in Bayern muss die Energiewende vorangetrieben werden. Doch die Kleinwasserkraft wird in Zukunft immer weniger rentabel. Da mit zunehmenden Abflussschwankungen wegen des Klimawandels zu rechnen ist und der nutzbare Abfluss aufgrund gesetzlich festgelegter Restwassermengen reduziert wird, sinkt die Jahresarbeit und damit der finanzielle Ertrag an Wasserkraftwerken

**Die Energiewende  
gelingt auch  
ohne den Ausbau  
der Wasserkraft.**

---

in Zukunft weiter (LAWA, 2017, S. 114). Ein weiterer Ausbau der Kleinwasserkraft erscheint vor diesem Hintergrund wenig sinnvoll und wäre nur durch massive finanzielle Unterstützung auf Kosten der Steuerzahler für die Betreiber rentabel. An Gewässern mit niedrigen Abflüssen sind die Auswirkungen des Klimawandels besonders stark zu spüren. In den Sommermonaten werden sich hier Niedrigwasserstände häufen (KLIWA, 2012). Dies trifft insbesondere auf die 2.346 Wasserkraftwerke an Flüssen mit einem mittleren Abfluss unter  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  zu. Zudem werden im Zuge des Klimawandels die Wasserstände der Fließgewässer stärker schwanken als bisher (LAWA, 2017; KLIWA, 2012). Besonders im (Vor)-Alpenraum ist mit der Zunahme von ausgeprägten Hoch- und Niedrigwasserphasen zu rechnen (STMUV, 2015). Daher ist zu erwarten, dass Wasserkraftwerke vermehrt ihre Grundlastfähigkeit verlieren, da sowohl Hoch- als auch Niedrigwasser die Stromproduktion reduzieren.

**Kommunalpolitiker  
fordern den Ausbau  
von Fotovoltaik  
und Windkraft.**

---

Die gleiche elektrische Jahresarbeit, wie sie nach dem Willen der Staatsregierung durch die Förderung der Kleinwasserkraft generiert werden soll (330 GWh), ließe sich auch durch rund 50 neue Windkraftwerke erreichen. Denn eine Onshore-Windanlage mit einer Leistung von 3 MW produziert mehr als sechs Millionen kWh Strom pro Jahr (Staatsregierung, 2020). Laut Landesamt für Umwelt ist Windenergienutzung eine der kostengünstigsten Formen, um regenerativen Strom zu erzeugen. Sie verfügt neben der Fotovoltaik über das größte Ausbaupotenzial für die Energiegewinnung in Bayern. Im Vergleich zu Fotovoltaik- und Biomasseanlagen haben Windkraftanlagen den größten Stromertrag pro Quadratmeter beanspruchter Fläche (LfU, 2018). Die Bayerische Staatsregierung hält aber bisher an der Abstandregelung für Windkraft fest (10-H-Regelung). Nur etwa 300 neue Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 1 GW sollen laut „Bayerischem Aktionsprogramm Energie“ gebaut werden. So manchen Kommunalpolitikern reicht das nicht aus. Kürzlich haben etwa 80 Rathauschefs einen Appell an die Bayerische Staatsregierung gerichtet (Sebald, 2020). Sie fordern den konsequenten Ausbau von Fotovoltaik und Windenergie in Bayern (Renergie Allgäu e. V., 2020).

### **Forderungen des Appells der bayerischen Bürgermeister:innen und Kommunalpolitiker:innen:**

- Der Ausbaudeckel der Fotovoltaik von 52 Gigawatt (GW) im EEG soll aufgehoben werden. *[Kommentar: Dieser Forderung ist die schwarz-rote Koalition mittlerweile nachgekommen. Der 52-Gigawatt-Deckel für die Fotovoltaik soll aus dem EEG gestrichen werden (Diermann & Sandra Enkhardt, 18. Mai 2020)].*
- Die Veränderung der EEG-Vergütung („Degression“) soll so erfolgen, dass auch Solaranlagen ohne Eigenverbrauch noch rentabel sind.
- Die nur in Bayern geltende 10-H-Regel für Windkraftanlagen muss abgeschafft werden.
- Fachlich nicht begründete Genehmigungshindernisse im Bayerischen Windenergieerlass sind in einer Novellierung 2020 aufzuheben.
- Das Zubauziel für Windenergie an Land soll auf 8 bis 10 GW angehoben werden.

*Etliche bayerische Bürgermeisterinnen und Bürgermeister fordern, die Energieerzeugung aus Sonne und Wind stärker als bisher zu fördern.*



### **Kosten Wasserkraft und Windkraft im Vergleich**

Wasserkraft ist – im Vergleich beispielsweise zur Windkraft – eine teure Form der Energieerzeugung (siehe Beispiel Windpark Fuchstal versus Schachtkraftwerk Großweil). Der Energie-Atlas Bayern gibt für die Stromgestehungskosten des Neubaus eines Windkraftwerkes (mit ca. 3 MW Leistung) 6,7 bis 8,2 Ct/kWh an (Bayerische Staatsregierung, 2020). Für ein Wasserkraftwerk mit einer Leistung von 2 MW liegt der Wert bei 8,70 bis 13,04 Ct/kWh. Je kleiner ein Wasserkraftwerk ist, umso höher werden die Gestehungskosten. Für den Neubau von kleinen Anlagen (und eine Inbetriebnahme im Jahr 2017) gibt das Ingenieurbüro Floecksmühle Stromgestehungskosten in Höhe von 11,62 bis 17,43 Ct/

kWh (installierte Leistung 500 kW) bzw. 15,27 bis 22,91 Ct/kWh (installierte Leistung 100 kW) an (Ingenieurbüro Floecksmühle, 2018). Da in Deutschland und Bayern die Potenziale für die große Wasserkraft bereits erschöpft sind, käme nur ein Ausbau der teuren Kleinwasserkraft infrage. Diese ist jedoch nur mit einer Aufstockung der Förderung wirtschaftlich überhaupt rentabel. Hinzukommen die Folgen des Klimawandels: Laut Umweltbundesamt wird dieser in der näheren Zukunft zu einer Mindererzeugung aus Wasserkraft um 1 bis 4 %, in der ferneren Zukunft bis zu 15 % führen (UBA, 2019). Im Hitzejahr 2018 sank die Stromproduktion aus Wasserkraft in Bayern bereits um 1,5 TWh im Vergleich zum Vorjahr – und damit um 12,5% (STMWI, 2020).

Form der Energieerzeugung / Neubau	Gestehungskosten [Ct/kWh]
Windkraftwerk (ca. 3 MW Leistung)	6,7 bis 8,2 Ct/kWh
Wasserkraftwerk (ca. 2 MW Leistung)	8,70 bis 13,04 Ct/kWh
Wasserkraftwerk (bis 500 kW Leistung)	11,62 bis 17,43 Ct/kWh
Wasserkraftwerk (bis 100 kW Leistung)	15,27 bis 22,91 Ct/kWh

*Tabelle 5: Wasserkraft, Vergleich der Energieerzeugungskosten zwischen Windkraft und Wasserkraftanlagen.*

**Stromgestehungskosten bezeichnen jene Kosten, die für die Energieumwandlung von einer Energieform in elektrischen Strom notwendig sind. Sie werden in Euro je Megawattstunde angegeben.**

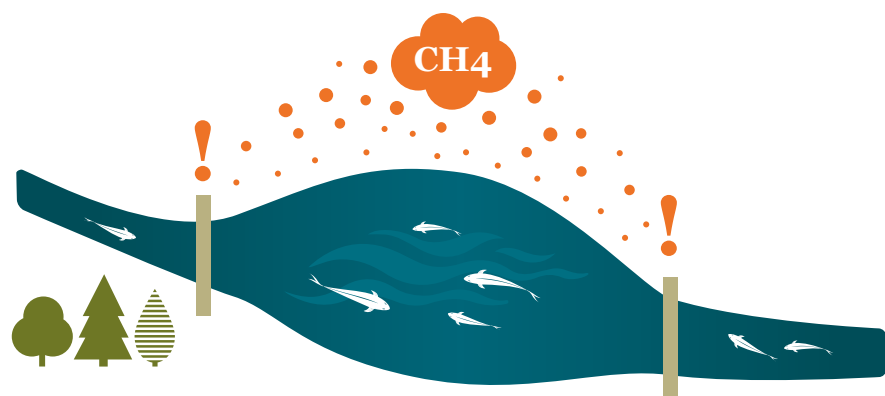
**Die Stromgestehungskosten ergeben sich aus den Kapitalkosten (inklusive der Finanzierungskosten von Fremdkapital), den fixen und den variablen Betriebskosten, den Brennstoffkosten sowie der angestrebten Kapitalverzinsung über den Betriebszeitraum.**



***Beispiel: Kostenvergleich Schachtkraftwerk Großweil vs. Windkraftwerk Fuchstal***

*Die Kosten für die Pilotanlage des Schachtkraftwerkes in Großweil an der Loisach, ein Vorzeigeprojekt für die Energiewende, werden mit 5,4 Millionen Euro veranschlagt, davon staatliche Zuschüsse in Höhe von 1,9 Millionen Euro (Seiler, 10. November 2017). Nach etlichen Pannen und der Zerstörung einer Turbine durch eine Flutwelle im Sommer 2019 ging die Anlage mit beiden Turbinen erst im Februar 2020 in Betrieb. Die geschätzte Jahresarbeit des Schachtkraftwerks beträgt 2,4 GWh (Wasserkraft Großweil, 2015). Im Vergleich dazu kostete der 2016 errichtete Bürgerwindkraftpark Fuchstal südlich von Landsberg am Lech mit vier Windrädern insgesamt 21,3 Millionen Euro (Fuchstal, 2020). Der Park lieferte im Jahr 2017 etwa 27,5 GWh Strom, pro Windrad also 6,9 GWh (Angaben im Kartenteil des Energie-Atlas Bayern). Bei etwa gleich hohen Investitionskosten liefert ein Windrad des Bürgerparks also rund dreimal so hohe Energieerträge wie voraussichtlich das Schachtkraftwerk Großweil. Gleichzeitig profitiert die Bevölkerung von den Gewinnen des Windparks: Es konnten Anteile erworben werden. Insgesamt beteiligen sich 116 Gesellschafter am Windpark, darunter die Gemeinde Fuchstal als größter Anteilseigner und gleichzeitig Betreiber der Anlage. Bürgermeister Erwin Karg ist stolz darauf, dass in den ersten vier Jahren des Betriebes (von 2016 bis 2019) 37 % Gewinn auf die Einlagen ausgezahlt werden konnte (geplant waren lediglich 13,5 %). Von diesen guten Erträgen profitieren über die Gemeindeeinnahmen alle der rund 4.000 Einwohnerinnen und Einwohner.*

Zu guter Letzt darf nicht unerwähnt bleiben, dass Wasserkraft nicht klimaneutral ist. An allen in Bayern zum Einsatz kommenden Wasserkraftwerken sinkt die Fließgeschwindigkeit im Fluss. Je nach Stärke des Rückstaus werden unnatürlich große Mengen an Biomasse im Staubereich abgelagert (Csiki & Rhoads, 2010) und mitunter anaerob abgebaut (Lorke & Burgis, 2018; Deemer et al., 2016). Dabei wird Methan frei, welches 25-mal klimaschädlicher ist als Kohlenstoffdioxid.



Wo sich Wasser staut, kann vermehrt **Methan** frei werden, das **25-mal klimaschädlicher** ist als Kohlenstoffdioxid.

### **Das Fazit von Umwelt- und Naturschutzexperten: keine neue Wasserkraft**

Nachdem die Veränderungen und ökologischen Verluste im Gewässer und in angrenzenden Auenbereichen im Verhältnis zu den geringen energetischen Erträgen zu hoch sind, empfiehlt das Bundesamt für Naturschutz unmissverständlich, auf den Neubau von Kleinwasserkraftanlagen zu verzichten bzw. sie mittelfristig sogar rückzubauen (BfN, 2017). Auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen bezeichnet das Potenzial der Energiegewinnung durch Wasserkraft in Deutschland als weitgehend erschöpft (SRU, 2020). Die Förderung der Kleinwasserkraft widerspricht außerdem den Vorgaben der bayerischen Biodiversitätsstrategie. Sie bevorzugt eine verbesserte Durchgängigkeit im Rahmen des zu schaffenden Biotopverbunds (Bayerische Staatsregierung, 2009, S. 16). Dabei wird explizit der Rück- und Umbau von Querbauwerken gefordert. Der „Ausbau kleiner ökologisch bedeutsamer Fließgewässer zur energetischen Nutzung“ soll „nur nach besonderer Einzelfallprüfung“ erfolgen. Dies steht in Kontrast zur aktuellen Ankündigung der Bayerischen Staatsregierung, die Etablierung neuer Kleinwasserkraftwerke an bestehenden Querbauwerken fördern zu wollen.



# 3 Schlussfolgerungen

## 3.1 Flüsse und Auen in Gefahr



**85 %** der Flüsse in Bayern **verfehlen** derzeit die Vorgabe der Wasserrahmenrichtlinie.

Unseren Flüssen fehlt es an Leben, Dynamik und Vielfalt. Sie wurden vielerorts begradigt, eingedeicht, aufgestaut und ihres Wassers beraubt. Nur drei aller 913 von der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) erfassten Fließgewässerkörper in Bayern sind noch in einem „sehr guten ökologischen Zustand“ (0,3 %), etwa 15 % in einem „guten ökologischen“ Zustand bzw. verfügen über „gutes ökologisches Potenzial“ (aktuelle Zustandsbewertung von 2015). Von den 56.792 über die WRRL erfassten Querbauwerken in Bayern sind lediglich 11 % flussaufwärts für Fische durchwanderbar. Das ist der schlechteste Wert aller Bundesländer, für die Daten zu den umweltbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren vorliegen (Stand: 2018). Wenn wir die letzten frei fließenden Flüsse nicht konsequent schützen und nutzungsfrei halten und degenerierte Flüsse mitsamt ihren Auen nicht substanziell ökologisch aufwerten, dann verlieren wir einen großen Reichtum an Lebensräumen und Arten. Intakte Gewässer und Auen sind Hotspots der biologischen Vielfalt. Sie tragen zum Wohlergehen der Gesellschaft bei, schützen uns vor Hochwasser, filtern das Wasser, halten Treibhausgase zurück und sind wichtige Räume der Erholung und Inspiration.

## 3.2 Gesetzlichen Verpflichtungen zum Schutz der Gewässer und Auen nachkommen



Für die **alpinen Flüsse** trägt Bayern **besondere Verantwortung**.

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und die Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Richtlinie sind die zentralen Instrumente zum Schutz unserer Gewässer und Auen. In sogenannten „Fitness-Checks“ hat die EU-Kommission die Bedeutung beider Richtlinien hervorgehoben, aber auf Defizite bei deren Umsetzung hingewiesen. Trotz einiger Bemühungen und viel Engagement aufseiten der Behörden kommt der Freistaat seinen Verpflichtungen bisher nur unzureichend nach. Dabei spielt Bayern eine wichtige Rolle, trägt das Land doch für bestimmte Arten und Lebensräume, wie etwa die „Alpinen Flüsse“, die Hauptverantwortung innerhalb Deutschlands. Sollte sich der schlechte Zustand unserer Flüsse bis 2027 nicht verbessern, steuert die Bundesrepublik wegen mangelnder Umsetzung der WRRL auf ein Vertragsverletzungsverfahren zu. Überdies drohen Strafen, da Deutschland bisher die Erhaltungsziele der FFH-Gebiete und -güter nicht ausreichend detailliert und quantifizierbar festgelegt hat.

Um sowohl den Zielen der FFH- und WRRL gerecht zu werden, sollten die Fließgewässer künftig verstärkt mitsamt ihren Auen betrachtet werden, das heißt: Die Gewässerentwicklungskonzepte zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie müssen zusammen mit den Managementplänen der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie gedacht werden. Damit lassen sich mögliche Zielkonflikte frühzeitig erkennen, idealerweise lösen und die folgenden Genehmigungsverfahren damit einfacher umsetzen.

Darüber hinaus sollte für jeden der zwölf Fließgewässertypen in Bayern ein Referenzfluss bzw. -flussabschnitt geschaffen werden, der sich komplett durchgängig und möglichst naturnah entwickeln darf. In diesen Referenzflüssen sollen sich die flusstypische morphologische und hydrologische Dynamik von Fluss und Aue entfalten können und möglichst viele Querbauwerke komplett weichen. Das würde es möglich machen, gewässerökologische Prozesse besser verstehen zu lernen und Zielzustände für Renaturierungen abzuleiten. Kriterien für die Auswahl von Referenzflüssen könnten u. a. sein:

- guter (bis sehr guter) ökologischer Zustand gemäß WRRL;
- Lage in FFH-Gebieten oder nationalen Schutzgebieten;
- Relevanz für die regionale Bevölkerung (Naherholung, touristische Nutzung).

Trotz Auswahl eines Fließgewässers als Referenzfluss soll der Fluss für die Menschen zugänglich bleiben. Daran knüpft sich die Erwartung, dass mit dem persönlichen Erleben des Flusses auf verschiedene Weise auch der Wert naturnaher Flüsse erkannt wird und die positive Haltung der Bevölkerung gegenüber Renaturierungsmaßnahmen, wie u. a. dem Rückbau von Querbauwerken, erhalten bleibt bzw. zunimmt.



**Die letzten frei fließenden Flüsse müssen geschützt werden.**

### 3.3 Die letzten naturnahen Flüsse bzw. Flussabschnitte erhalten

Die letzten der wenigen verbliebenen Wildflüsse bzw. Wildflussabschnitte Bayerns müssen bewahrt und vor negativen Einflüssen geschützt werden. Dazu gehört beispielsweise die alpine Flusslandschaft der Oberen Isar (zwischen Krün und Sylvensteinspeicher) oder die letzten noch unversehrten Flusskilometer Bayerns an der Saalach oberhalb des Saalach-Stausees. Mit der Wasserableitung am Krüner Wehr (zur Wasserkraftnutzung am Walchenseekraftwerk) verliert die Obere Isar seit Jahrzehnten offene Kiesflächen und Umlagerungsstrecken. Der Prozess der Neukon-

zessionierung des Walchenseekraftwerks muss also dafür genutzt werden, den Erhalt der Wildflusslandschaft mit der Bewirtschaftung des Krüner Wehrs in Einklang zu bringen. Gelingt das nicht, muss die Wasserableitung am Krüner Wehr hinterfragt werden.

Aktuell bedroht an der Saalach eine Kraftwerksplanung die allerletzten Flusskilometer in Bayern, die sich laut WRRL noch in einem „sehr guten ökologischen“ Zustand befinden. Würde man das Kraftwerk Unken – Schneizlreuth bauen, würde dieser Bereich zur Restwasserstrecke degradiert. Wegen der momentan ungestörten Wasserdynamik ist hier die Gewässerstruktur in vielen Bereichen noch sehr gut. Das zeigt sich anhand von Gumpen, verlagernden Kiesbänken und einer natürlichen Uferstruktur. Würde das Wasser wie geplant zum Kraftwerk abgeleitet, ginge die natürliche Flussdynamik und damit dieses für Wildflüsse typische Mosaik aus Lebensräumen verloren. Die Aue, die unter anderem über wertvolle naturnahe Bestände an Eschen, Erlen, Lavendel- und Purpurweide verfügt (LFU, 2007), könnte wegen des sinkenden Grundwasserstands Schaden nehmen. In Österreich wurde der ökologische Wert der Saalach bereits erkannt, weshalb ihr der WWF Österreich abschnittsweise das Prädikat „Flussheiligtum“ verliehen hat. Diese Auszeichnung steht besonders naturnahen und schützenswerten Flüssen zu, die frei von zusätzlicher Nutzung gehalten werden sollten (BMLF, BMUJF & WWF Österreich, 1998).

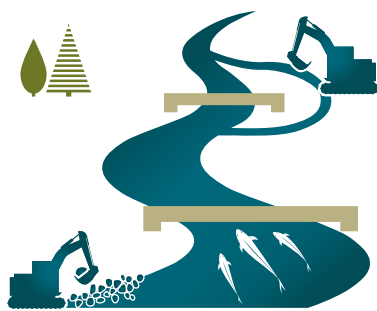


**Die Barrieren müssen durchgängig werden oder weichen.**

### 3.4 Mehr Durchgängigkeit und frei fließende Flussabschnitte schaffen

Entsprechend den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie und ihrer Verankerung im Wasserhaushaltsgesetz müssen unsere Flüsse bis 2027 einen ökologisch guten Zustand erreichen bzw. ihn beibehalten. Dieses Ziel kann realistisch nur durch die Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Gewässer erreicht werden. Fische sollen zwischen ihren Laich- und Aufzuchtgründen wandern können. Der Rückbau von Querbauwerken sollte, wo möglich, Priorität vor deren Umbau bzw. dem Bau von Umgehungsgerinnen oder Fischtreppen haben. Der Rückbau kleinerer Wehre ist mitunter deutlich kostengünstiger als der Bau von Umgehungsgerinnen oder Fischtreppen an diesen Wehren. Beispiele aus den USA und Europa belegen den ökologischen, ökonomischen und sozialen Nutzen des Rückbaus von Querbauwerken. Um Barrieren entfernen zu können, ist jedoch die Unterstützung in der Bevölkerung und von Entscheidungsträgern mit Weitblick nötig, die die positiven Wirkungen frei fließender, naturnaher

Gewässer auf Umwelt, Gesellschaft sowie Wirtschaft erkennen und dazu bereit sind, in barrierefreie Flüsse zu „investieren“. Mit jedem rückgebauten Querbauwerk kommt Bayern den Zielen der EU-Biodiversitätsstrategie (vom Mai 2020) näher. In dieser fordert die EU-Kommission unter anderem die Umwandlung von mindestens 25.000 Flusskilometern in frei fließende Flüsse bis 2030. Insbesondere Querbauwerke in Naturschutzgebieten und baufällige Querbauwerke sollten auf ihre Rückbaufähigkeit hin überprüft werden.



**Wir brauchen keine neuen Kraftwerke, sondern naturverträglichere.**

### 3.5 Wasserkraftnutzung in Bayern naturverträglicher gestalten, nicht ausbauen

Ein Großteil der bayerischen Wasserkraftanlagen zählt zur Kleinwasserkraft, wobei deren Beitrag zur Stromproduktion recht gering ist (ca. 4.000 Anlagen [95 %] mit Leistung < 1 MW und 1,5 % der bayerischen Stromproduktion, ca. 3.500 Anlagen [80 %] mit Leistung < 100 kW und ca. 0,5 % der bayerischen Stromproduktion). Zum Vergleich: Zehn Einfamilienhäuser mit Fotovoltaikanlagen auf dem Dach erbringen eine vergleichbare Menge an Strom wie ein durchschnittliches Wasserkraftwerk mit weniger als 100 kW. Da die Rentabilität der Kleinwasserkraft im Zuge des Klimawandels weiter sinken wird, die Infrastruktur oftmals schon alt und teils marode ist, aber es dem Großteil der Anlagen (geschätzt ca. 90 %) an Durchgängigkeit fehlt, sollten hier die Betreiber für einen Rückbau gewonnen werden.

Gemäß dem „Aktionsprogramm Energie“ will die Bayerische Staatsregierung den Neubau von Wasserkraftwerken fördern. Statt neue Kleinkraftwerke zu planen, sollten die bestehenden Anlagen im Sinne des Gewässerschutzes naturverträglicher gestaltet werden. Eine Leistungserhöhung durch Modernisierung muss mit ökologischen Verbesserungen einhergehen, wie etwa dem besseren Schutz der Fische bei der Turbinenpassage, dem Bau von Umgehungsgerinnen, der Anbindung von Auen oder der Wiederherstellung von Laichplätzen. Denn ein Großteil der Wehre an den Kraftwerken ist noch immer nicht durchgängig für flussaufwärts wandernde Fische. Außerdem verändern die oft langen Rückstaurecken die Lebensräume substanziell. Flüsse verwandeln sich an den Barrieren in stehende Gewässer, zumal wenn viele Kraftwerke hintereinander platziert sind. Auch für Sedimente ist an den Wehren oft kein Weiterkommen. Sie fehlen dann unterhalb des Wehres, was vielerorts zur Eintiefung des Flusses und einem Mangel an Fischlebensräumen führt.

Problematisch sind zudem die geringen Restwassermengen, die im Flussbett verbleiben, nachdem das Wasser zu den Kraftwerksturbinen abgeleitet wurde. Von den bestehenden Kraftwerken liegen mehr als die Hälfte (2.346) an Bächen mit einer durchschnittlichen Wasserführung unter  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Bei den Restwasserstrecken besteht die Gefahr, dass sie sich stark erwärmen oder trockenfallen. Der erforderliche Mindestwasserabfluss muss daher an die Ziele der WRRL angepasst werden.



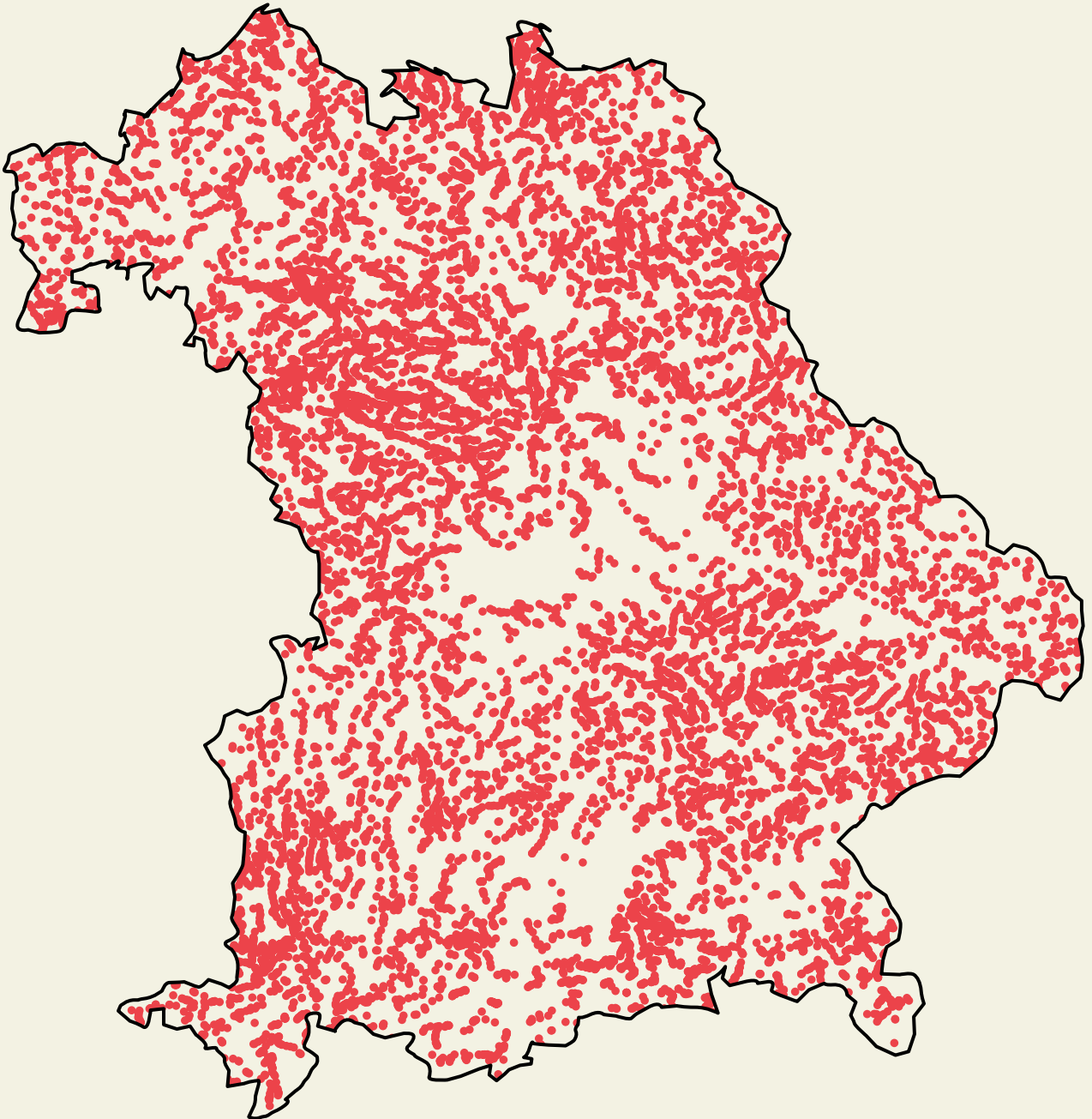
**Für das Gelingen der Energiewende ist ein Neubau von Wasserkraftwerken nicht notwendig.**

### 3.6 Notwendige Energiewende vorantreiben

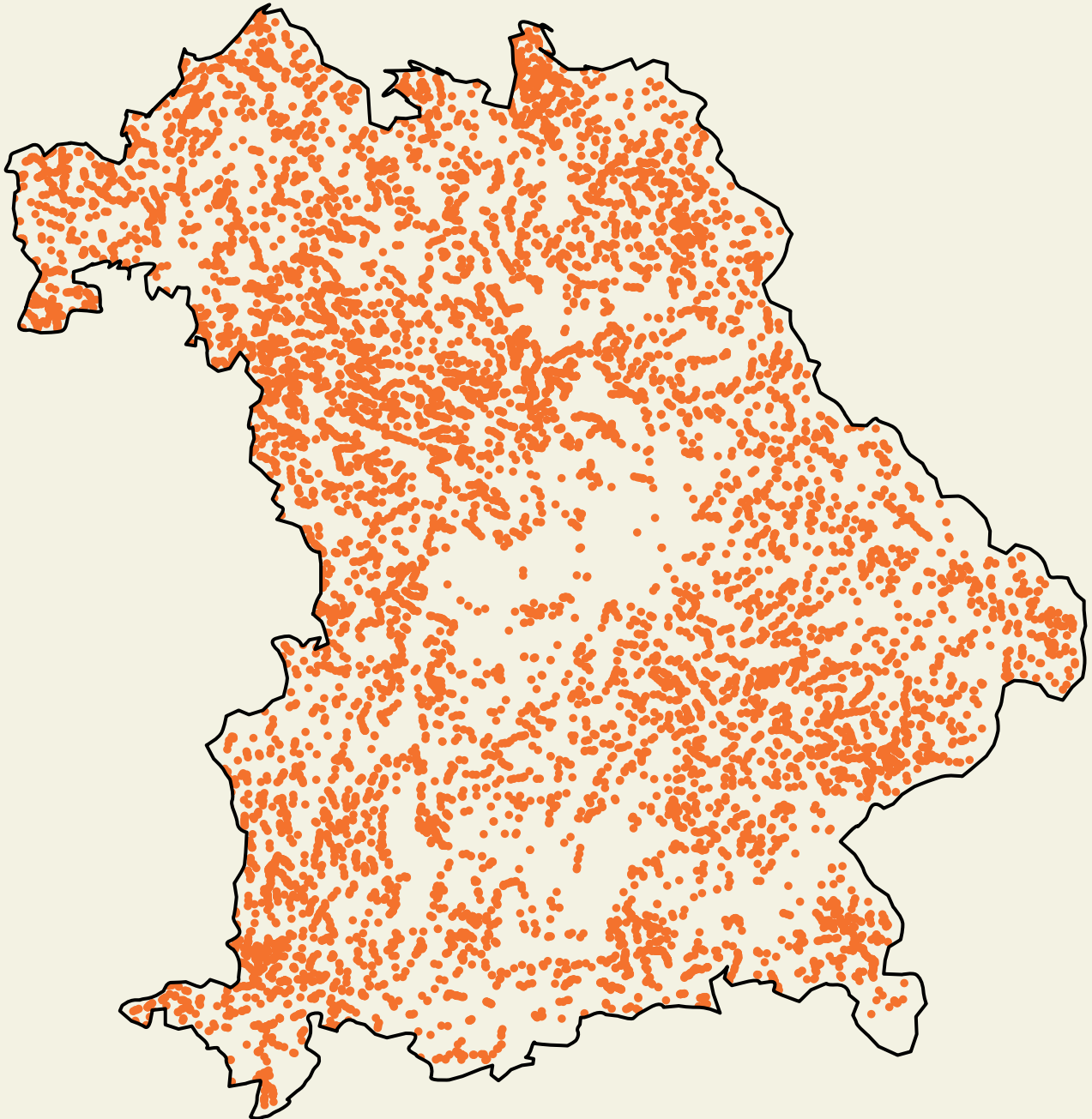
Deutschlands Ausstieg aus der Atomkraft und der Kohleverstromung ist beschlossene Sache. Das Land wird künftig mit erneuerbarer Energie versorgt. Gegenüber den Zielen des Pariser Klimaabkommens, das den globalen Temperaturanstieg auf mindestens  $1,5$  Grad begrenzen will, steht Deutschland – wie viele andere Länder der Erde – im Wort. Daher gilt es auch in Bayern, die Energiewende mit voller Kraft voranzutreiben. Doch ein Neubau von Wasserkraftanlagen ist hierfür unnötig.

Da die Energiewende nur durch den Ausbau der Wind- und Sonnenkraft glücken kann, soll die generelle 10-H-Regelung für Windkraftwerke abgeschafft werden. Bayern sollte sich im Rahmen einer Bund-Länder-Strategie dafür einzusetzen, dass mindestens zwei Prozent der Landesfläche für den Ausbau der Windenergie nutzbar gemacht werden. Gerade im Hinblick auf eine optimale Verwendung öffentlicher (Förder-)Mittel muss der Finanzstrom vorrangig in Energie- und Speichertechniken fließen, die volkswirtschaftlich und ökologisch mit dem besten Kosten-Nutzen-Verhältnis überzeugen.

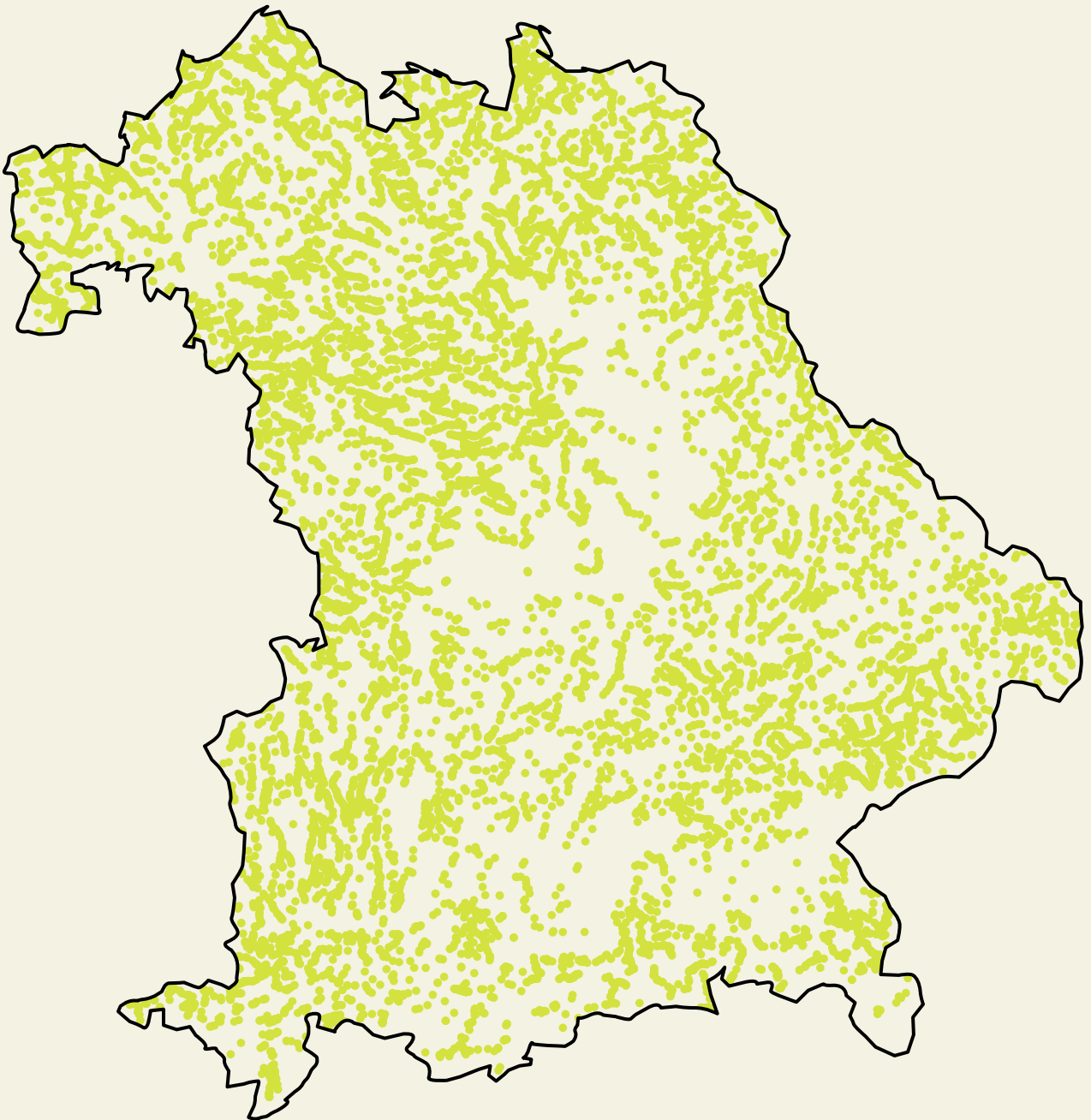
## Nicht durchgängige Querbauwerke in Bayern (18.964)



## Mangelhaft durchgängige Querbauwerke in Bayern (13.616)

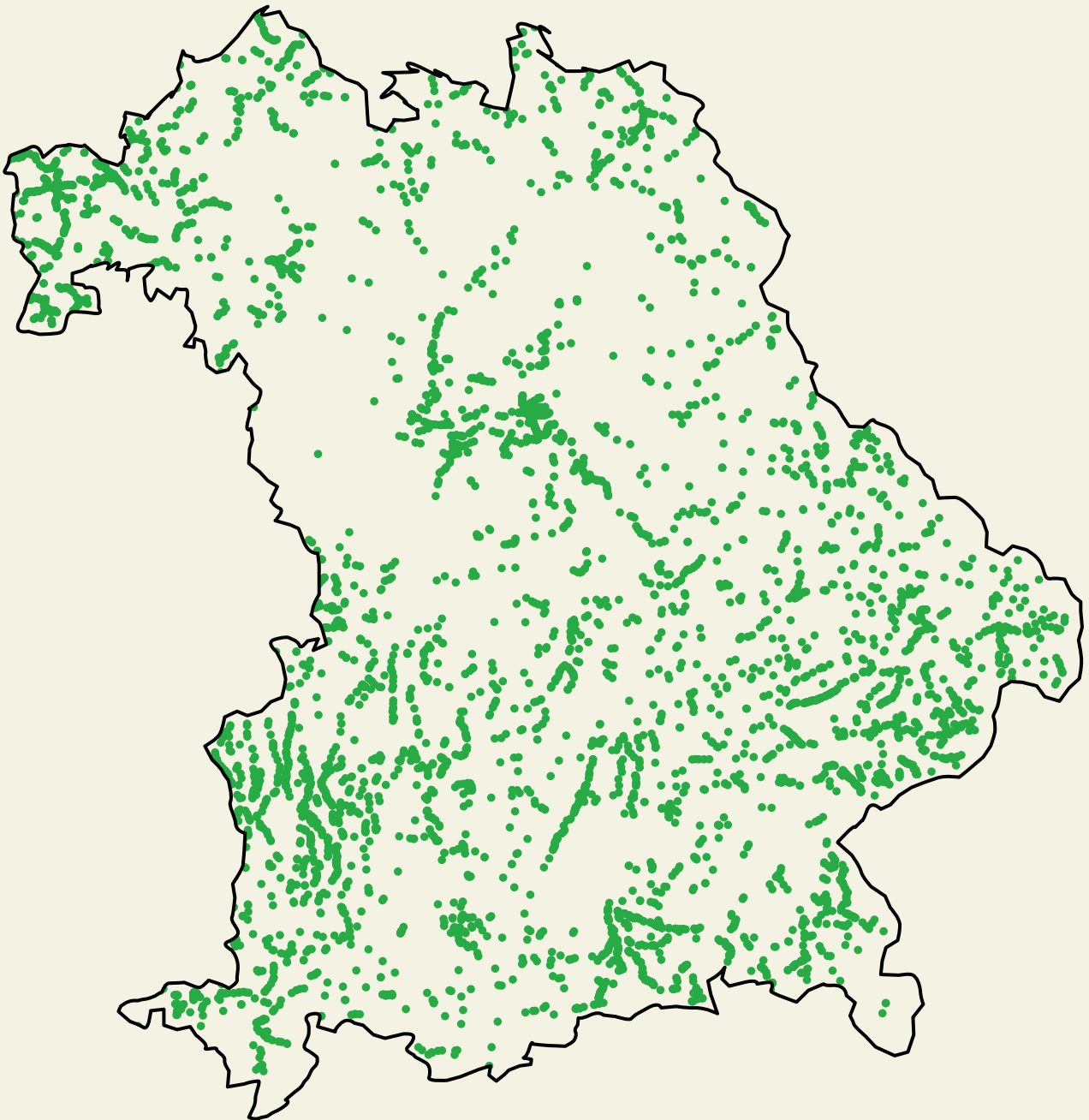


## Eingeschränkt durchgängige Querbauwerke in Bayern (17.910)





## Frei durchgängige Querbauwerke in Bayern (6.302)



## Literaturverzeichnis

- Anderson, D., Moggridge, H., Warren, P. & Shucksmith, J. (2015).** The impacts of run-of-river' hydropower on the physical and ecological condition of rivers. *Water and environment Journal*(29), S. 268-276.
- Aufleger, M. & Brinkmeier, B. (2010).** Das Konzept des Fließgewässerkraftwerkes. *Wasserbau in Bewegung ... von der Statik zur Bewegung*.
- Baxter, R. M. (1977).** Environmental effects of dams and impoundments. *Annual Review of Ecology and Systematics*(8), S. 255–283.
- Bayerische Staatsregierung. (2009).** *Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Bayern*, München.
- Bayerische Staatsregierung. (2014).** *Natur Vielfalt Bayern – Biodiversitätsprogramm Bayern 2030*. München.
- Bayerische Staatsregierung. (2017).** *Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie*. München.
- Bayerische Staatsregierung. (2020).** *Energie-Atlas Bayern*. München. Abgerufen am 17. 02 2020 von [https://www.energieatlas.bayern.de/thema\\_wasser/daten.html](https://www.energieatlas.bayern.de/thema_wasser/daten.html)
- Beck, B. & Meyer, R. (2017).** *Fischerei & Klimawandel. Messung von Restwassertemperaturen an sieben Kleinwasserkraftanlagen in Bayern*. Landesfischereiverband Bayern.
- BfN. (2017).** *Position des BfN zur Wasserkraftnutzung*. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN).
- BLAG KliNa. (2018).** *Umweltbezogene Nachhaltigkeitsindikatoren 2018 – Informationen zur Umweltqualität in den Bundesländern*. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit“ (BLAG KliNa).
- BMLF, BMUJF & WWF Österreich. (1998).** *Das Buch der Flüsse. 74 Flusstrecken von österreichweiter Bedeutung*.
- BMU, BfN. (2020).** *Die Lage der Natur in Deutschland – Ergebnisse von EU-Vogelschutz- und FFH-Bericht*. Berlin, Bonn: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Bundesamt für Naturschutz (BfN).
- BMWi. (19. 03 2020).** *Informationenportal Erneuerbare Energien*. (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi]). Von [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de) abgerufen
- Brandtner, M. (7. Mai 2020).** Wehrrückbau an der Windach. (S. Lange, Interviewer)
- Bruder, A., Schweizer, St., Vollenweider, St., Tonolla, D. & Meile, T. (2012):** *Schwall und Sunk: Auswirkungen auf die Gewässerökologie und mögliche Sanierungsmassnahmen*. In: „Wasser Energie Luft“, 104. Jahrgang, 2012, Heft 4, Baden, Schweiz
- Brutscher, A. (18. August 2019).** *Mandichosee: Blaualgen doch mögliche Ursache für Tod von Hunden*. Von BR24: <https://www.br.de/nachrichten/bayern/mandichosee-blaualgen-doch-moegliche-ursache-fuer-tod-von-hunden> abgerufen
- Csiki, S. & Rhoads, B. (2010).** Hydraulic and Geomorphological impacts of run-of-river dams. *Progress in Physical Geography*, 34(6), S. 755–780.

**Deemer, B. R. Harrison, J. A. Li, S. Beaulieu, J. L. DelSontro, S. Barros, N. Bezerra-Neto, J.F. Powers, S.M. dos Santos, M.A. & Vonk, J.A. (2016).** Greenhouse Gas Emissions from Reservoir Water Surfaces: A New Global Synthesis. *Bioscience*, S. 949–964.

**Deffner, J. & Haase, P. (2018).** The societal relevance of river restoration. *Ecology and Society*, 4(35).

**Diermann, R. & Sandra Enkhardt. (18. Mai 2020).** Der 52-Gigawatt-Deckel für Photovoltaik fällt – Einigung bei Windkraft erreicht. *PV-Magazine*.

**Dietrich, J. & Schumann, A. (2006).** *Werkzeuge für das integrierte Flussgebietsmanagement*. Schweizerbart.

**E.ON, BEW. (2009).** *Ausbaupotenziale Wasserkraft in Bayern*. Landshut, Augsburg: E.ON Wasserkraft GmbH (E.ON), Bayerische Elektrizitätswerke GmbH (BEW).

**Environmental Agency UK. (2015).** *Cumulative effects of hydropower schemes on fish migration and populations*. Bristol.

**Foley, M.M. Bellmore, J.R. O'Connor, J.E. Duda, J.J. East, A.E. Grant, G.E. Anderson, C.W. Bountry, J.A. Collins, M.J. Connolly, P.J. Craig, L.S. Evans, J.E. Greene, S.L. Magilligan, F.J. Magirl, C.S. Major, J.J. Pess, G.R. Randle, T.J. Shafroth, P.B. Torgersen, C.E. Tullos, D. & Wilcox, A.C. (31. Juli 2017).** Dam removal: Listening in. *Water Resour. Res.*, 53, 5229–5246, doi:10.1002/2017WR020457, S. 18.

**Fuchstal, B. (25. 06 2020).** *Bürgerwindkraft Fuchstal GmbH & Co. KG*.  
Von <http://www.bwk-fuchstal.de/projektinformation/> abgerufen

**Geist, Th. (2020):** Virtuelle Ergebnispräsentation des Projekts „Fischökologisches Monitoring an innovativen Wasserkraftanlagen“ am 15.7.2020; beauftragt durch das Bayerische Landesamt für Umwelt.

**Giesecke, J. & Mosonyi, E. (2009).** *Wasserkraftanlagen*. Springer.

**Gum, B. (2018).** Fische der Alpenflüsse, am Beispiel von Ammer und oberer Isar. Präsentation im Rahmen der Dialogveranstaltung „Alpenflüsse – Gestern.Heute.Morgen?“ im Zentrum für Umwelt und Kultur in Benediktbeuren.

**Hagemeyer, R. (2018).** *Fließgewässer, Staustufen und das Märchen von Ökostrom aus Wasserkraft*. Essen: Der Atlantische Lachs – Vereinigung zur Förderung des Lachses, seiner Lebensräume, seiner ökologischen und sozioökonomischen Bedeutung e. V.

**Haidvogel, G., Pont, D. & Zwitter, Z. (2019).** Geschichte menschlicher Nutzung und Eingriffe. In S. Muhar, A. Muhar, G. Egger, & D. Siegrist, *Flüsse der Alpen*. Bern: Haupt Verlag.

**Hanfland, S., Born, O. & Holzner, M. (2006).** *Der Rückbau einer Kleinwasserkraftanlage. Untersuchungen über die ökologischen Auswirkungen auf das Gewässer*. Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern.

**Hasenöhr, U. (2008).** Postwar perceptions of German rivers – A Study of the Lech as Energy Source, Nature Preserve, and Tourist Attraction. In *Rivers in History*. Pittsburgh : University of Pittsburgh Press.

**Holzner, M., Loy, G., Schober, H. M., Schindlmayer, R. & Stein, C. (2014).** Vorgehensweise zur Entwicklung von populationsunterstützenden Maßnahmen für die Fischarten am Inn in Oberbayern. *Wasserwirtschaft*, 8.

**Ingenieurbüro Floecksmühle. (2018).** *Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß §97 Erneuerbare-Energien-Gesetz.* Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).

**Ingenieurbüro Floecksmühle, Hydrotec Ingenieurgesellschaft. (2010).** *Klimafolgen für die Wasserkraftnutzung in Deutschland und Aufstellung von Anpassungsstrategien.* Dessau: Umweltbundesamt (UBA).

**Juszczyk, I., Egger, G., Müller, N. & Reich, M. (2020).** Auswirkungen der Ausleitung der Oberen Isar auf die Auenvegetation. *Auenmagazin*, 17, S. 28–37.

**KLIWA. (2012).** *KLIWA-Berichte, Heft 19.* Karlsruhe, Hof, Mainz: Arbeitskreis KLIWA.

**Lambert, B. (22. April 2020).** Rückbau von Querbauwerken – eine sinnvolle Investition in ökonomisch schwierigen Zeiten. (M. Schickhofer, Interviewer)

**Lauren, D. & Wohl, E. (2016).** Examining the effect of geomorphic characteristics on pool temperatures for native fish habitat management in mountainous stream networks. *Earth Surface Processes and Landforms*, S. 1299–1507.

**LAWA. (2017).** *Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft.* Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).

**LFU. (2007).** *Biotopkartierung Bayern.* Augsburg: Landesamt für Umwelt.

**LfU. (2012).** *NATURA 2000 – Tier- und Pflanzenarten: Fische und Rundmäuler.* Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU).

**LfU. (2016).** *Arbeitshilfe Wasserrahmenrichtlinie.* Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU).

**LfU. (2017).** *Kartierverfahren für die Durchgängigkeit (Fischaufstieg) der Fließgewässer Bayerns.* München: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU).

**LfU. (2018).** *Windenergie in Bayern.* München: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU).

**LfU. (2019).** *Umweltbericht Bayern.* Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU).

**LfU. (19. 03 2020).** *Forschungsprojekt Fischschutz und Fischabstieg in Bayern.* Von Forschungsprojekt Fischschutz und Fischabstieg in Bayern: [https://www.lfu.bayern.de/wasser/fischschutz\\_fischabstieg/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/fischschutz_fischabstieg/index.htm) abgerufen

**LfU, B. L. (2011).** *Priorisierungskonzept Fischbiologische Durchgängigkeit in Bayern.*

**LfU, LWF. (2018).** *Natura 2000 Bayern – Handbuch der FFH-Lebensraumtypen nach Anhang I der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie in Bayern.* Augsburg, Freising: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF).

**Liebe, S. v. (14. April 2020).** *BR24.* Von <https://www.br.de/nachrichten/wissen/unzureichender-naturschutz-bayern-drohen-hohe-strafen-der-eu,Rw7eSeY> abgerufen

**LiKi, L. K. (2016).** *B8 Ökologischer Zustand oberirdischer Binnengewässer.* <https://www.lanuv.nrw.de/liki/index.php?mode=indi&indikator=33#grafik>.

- Lorke, A. & Burgis, F. (2018).** *Methanemissionen aus Oberflächengewässern*. Landau: Universität Koblenz-Landau.
- Muhar, S., Muhar, A., Egger, G. & Siegrist, D. (2019).** *Flüsse der Alpen – Vielfalt in Natur und Kultur*. Bern: Haupt Verlag.
- Müller, M., Pander, J. & Geist, J. (2011).** the effects of weirs on structural stream habitat. *Journal of Applied Ecology*, S. 1450–1461.
- Oehm, J. & Mayr, C. (2017).** Fische und Krebse in bayerischen Gewässern. *ANLiegen Natur*, 39(2).
- Pelicice, F. M. & Agostinho, A. A. (2008).** Fish-passage facilities as ecological traps in large neotropical rivers. *Conservation Biology*, S. 1523–1739.
- Pelicice, F. M., Pompeu, P. S. & Agostinho, A. A. (2014).** Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. *Fish and Fisheries*, S. 697-715.
- Poff, N. L., Olden, J. D., Merritt, D. M. & Pepin, D. M. (2007).** Homogenization of regional river dynamics by dams and global biodiversity implications. *PNAS*, S. 5732–5737.
- Pottgiesser, T. (2018).** *Die deutsche Fließgewässertypologie – Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA).
- Rehklau, W., Krainer, W. & Hendreschke, M. (2017).** Gewässer- und Auenentwicklung in Bayern: Synergien von Natura 2000 und Wasserrahmenrichtlinie. *ANLiegen Natur*, 39(2).
- Reinartz, R. (2007).** *Auswirkungen der Gewässererwärmung auf die Physiologie und Ökologie der Süßwasserfische Bayerns*. Wielenbach: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU).
- Renergie Allgäu e. V. (19. 03 2020).** *Unsere Gemeinden mit der Energiewende stärken*. Von <https://renergie-allgaeu.de/> abgerufen
- Schäfer, A. & Kowatsch, A. (2015).** *Gewässer und Auen – Nutzen für die Gesellschaft*. (B. f. Naturschutz, Hrsg.)
- Schmutz, S. & Sendzimir, J. (2018).** *Riverine ecosystem management*. Cham (Schweiz): Springer.
- Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Hering, D., Dister, E. & Egger, G. (2017).** *Biodiversität der Flussauen Deutschlands*. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN).
- Schönborn, W. & Risse-Buhl, U. (2013).** *Lehrbuch der Limnologie*. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Sebald, C. (17. Februar 2020).** Bürgermeister für Energiewende. 80 Rathauschefs fordern Kurswechsel der Staatsregierung. *Süddeutsche Zeitung*.
- Sebald, C. (2013).** Neue Hoffnung für die Perlmuschel. *Süddeutsche Zeitung*.
- Seiler, A. (10. November 2017).** Vorzeige-Projekt der Energiewende, Spatenstich für Großweiler Schachtkraftwerk. *Münchner Merkur*.
- Siegrist, D. & Muhar, A. (2019).** Freizeit- und Tourismusnutzung. In S. Muhar, A. Muhar, G. Egger & D. Siegrist, *Flüsse der Alpen* (S. 512). Bern: Haupt Verlag.

**SRU. (2020).** *Umweltgutachten – Kapitel 4: Wasserrahmenrichtlinie für die ökologische Gewässerentwicklung nutzen*. Berlin: Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU).

**Staatsregierung, B. (25. Juni 2020).** *Energie-Atlas*. Von Windenergie. Daten und Fakten: [https://www.energieatlas.bayern.de/thema\\_wind/daten.html](https://www.energieatlas.bayern.de/thema_wind/daten.html) abgerufen

**STMUV. (2015).** *Klimareport Bayern*. München: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (STMUV).

**STMUV. (2017).** *Gewässer in Bayern – auf dem Weg zum guten Zustand*. München: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (STMUV).

**StMUV, B. S. (2018).** *Mindestwasserleitfaden. Arbeitsanleitung zur Abschätzung der Mindestwasserführung in wasserkraftbedingten Ausleitungsstrecken. Diskussionsfassung (Workshop 09.02.2018)*. München.

**STMWI. (2019).** *Bayerisches Aktionsprogramm Energie*. München: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (STMWI).

**STMWI. (19. 03 2020).** *Energiedaten Bayern*. Von <https://www.stmwi.bayern.de/energie-rohstoffe/daten-fakten/> abgerufen

**UBA. (2015).** *Die Wasserrahmenrichtlinie – Deutschlands Gewässer 2015*. Dessau: Umweltbundesamt.

**UBA. (2015).** *Empfehlung zum Schutz von Badenden vor Cyanobakterien-Toxinen*. Dessau: Umweltbundesamt.

**UBA. (2019).** *Nutzung von Flüssen: Wasserkraft*. Von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/nutzung-belastungen/nutzung-von-fluessen-wasserkraft#wasserkraft-und-klimawandel> abgerufen

**ube, & chromgruen. (2017).** *Schlussbericht: Ökologisch begründetes Restwasser*. Bayerisches Landesamt für Umwelt.

**Vannote, R., Minshall, G., Cummins, K., Sedell, J. & Cushing, C. (1980).** The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, S. 130–137.

**Waldmann, J. (6. August 2015).** Undamming Rivers: A Chance For New Clean Energy Source. *YaleEnvironment*360.

**Wasserkraft Großweil, G. (28. April 2015).** *Steckbrief Schachtkraftwerk Großweil an der Loisach*. Von TUM: [https://www.tum.de/fileadmin/user\\_upload/Steckbrief\\_SKW\\_Grossweil\\_20150428.pdf](https://www.tum.de/fileadmin/user_upload/Steckbrief_SKW_Grossweil_20150428.pdf) abgerufen

**Wasserkraft Schneizreuth GmbH & Co. KG. (2020).** *Fakten und Chancen – Bürgerbeteiligung*. Von <https://www.wk-schneizreuth.de/fakten-chancen/> abgerufen

**WWA München. (2020).** *www.wwa-m.bayern.de*. Von [https://web.archive.org/web/20140106161515/http://www.wwa-m.bayern.de/fluesse\\_seen/massnahmen/mittl\\_isar/index.htm](https://web.archive.org/web/20140106161515/http://www.wwa-m.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/mittl_isar/index.htm) abgerufen

**WWF. (2011).** *Freiheit für das wilde Wasser – Die WWF-Alpenflusstudie*. Berlin: WWF Deutschland.

**WWF. (2018).** *Living Planet Report 2018: Aiming higher. Executive summary*.



Mehr WWF-Wissen  
in unserer App.



Jetzt herunterladen!

Unterstützen Sie den WWF  
IBAN: DE06 5502 0500 0222 2222 22



## WWF ist die beste Umwelt- und Naturschutzorganisation im Transparenzranking

4,4 ★★★★★

Spiegel Online und Phineo 11/2016  
[wwf.de/wirkungstransparenz](http://wwf.de/wirkungstransparenz)



BEST /2020  
BRANDS

Beste Nachhaltigkeitsorganisation



### Unser Ziel

Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Einklang miteinander leben.

### WWF Deutschland

Reinhardtstraße 18 | 10117 Berlin  
Tel.: +49 30 311 777-700  
[info@wwf.de](mailto:info@wwf.de) | [wwf.de](http://wwf.de)