

„Woher kommen die faulen Aale auf dem Strom?“ Wasserkraft und Fischereikonflikte im 19. und 20. Jahrhundert

Einleitung

„Für die Fische ist es ebenso natürlich, den Strom hinaufzugehen, um ihren Laich abzulegen, wie für die Vögel, den Gipfel eines Baumes aufzusuchen, um dort zu nisten.“¹

Mit diesen Worten fasste Spencer Baird, Fischereiexperte aus den Vereinigten Staaten, 1880 eines der zentralen Grundbedürfnisse aquatischer Lebewesen zusammen. Die „natürlichen“ Wanderungen, die Baird metaphorisch rahmt, betreffen nicht nur Wanderfische wie Lachse und Forellen, die die kiesige Gewässersohle

der sauerstoffreichen Berggewässer aufsuchen, um ihre Kinderstuben einzurichten, oder Aale, die in der Laichzeit in entgegengesetzter Richtung zum Meer wandern.² Auch Kleintiere oder als Standfische klassifizierte Fischarten wie Barben oder Huchen sind zum Schutz vor Raubfischen oder zur Nahrungssuche darauf angewiesen, im Wasserlauf auf- und abzuschwimmen.³ Ist es auf der einen Seite das essentielle Erfordernis für die natürlichen Lebens- und Reproduktionszyklen aquatischer Lebensgemeinschaften, barrierefrei im Gewässer umherzuziehen, so steht dem auf der anderen Seite die Wasserkraftverwertung im Weg, deren Ziel es ist, für den effektiven Antrieb der Wasserräder und Turbinen Wasser aufzustauen und die Durchgängigkeit somit zu unterbrechen. Da die Anfänge der Wasserkraft- sowie der Fischereiwirtschaft in vielen Flussgebieten weit zurückreichen, führten die Interaktionen zwischen Menschen, Fischen und Maschinen bzw. wasserbaulichen Strukturen zu einer Vielzahl von Auseinandersetzungen ganz eigener Art. Die Wechselwirkungen zwischen Wasserkraft und Fischerei stehen im Zentrum der folgenden Untersuchung, mit einem zeitlichen Schwerpunkt zwischen den 1880er und 1930er Jahren.⁴ Dieser Zeitraum ist für dieses Spannungsfeld besonders relevant, da sich die Fischereikonflikte mit der Verbreitung schnellläufiger Wasserturbinen, die Fischereivertreter auch als „Höllens-“ und „Fischfangmaschinen“ bezeichneten, verschärften.

Der erste Teil des Aufsatzes verschafft einen generellen Überblick über die Nutzungskonkurrenzen, die der Wasserkraftbetrieb in diversen Flussgebieten provozierte. Im Anschluss werden die Konfliktebenen in der Auseinandersetzung zwischen Wasserkraftbetreibern und Fischereipächtern präzisiert. Diese allgemeine Einführung ist notwendig, da sich mit dem Thema – mit Ausnahme weniger Fallstudien zur Geschichte der Lachswanderung an nordamerikanischen Strömen – bis heute weder technik- noch umweltgeschichtliche Forschungen systematisch auseinandergesetzt haben.⁵ Im zweiten Teil des Aufsatzes werden die beiden zentralen „technological fixes“ vorgestellt: technikvermittelte Lösungsansätze, die Fischereipächter, Wasserbauer, Turbinenbetreiber und Fachleute für Wasser- und Fischereirecht in diesen Jahrzehnten zur Entschärfung der Fischereikonflikte ins Spiel brachten.⁶ Dazu gehörte die Anlage von Fischwegen sowie von Schutzsystemen wie den Fischschutzgittern vor den Turbinenschächten. Allerdings flammten die Diskussionen um diese

“Where do all the rotten eels in the river come from?”

Hydropower and fishery disputes in the 19th and 20th century

In most European river basins, fishermen and the operators of water-powered mills have argued for centuries over usage rights to protect their respective commercial interests. With the introduction of hydropower in the late 19th century as a means of generating electricity, tension between the two factions intensified even further in many places. The increasing number and height of river weirs were blocking the path of eel, salmon and trout to their natural spawning grounds; in some areas the rapid action of hydropower turbines eventually sounded the “death knell” for local fish stocks. Based on the example of river basins on the right bank of the Rhine in the Lippe and Ruhr region, this article traces not only the conflict area around 1900 between turbine operators and fishermen following the rise of turbines and hydropower as a means of generating electricity. The analysis also focuses from a technical history perspective on “technological fixes” and the fishery laws designed to resolve the fundamental conflict. For instance, hydraulic engineering and fishery law experts discussed and implemented new technical solutions for many waterways, like the addition of safe passageways for fish or “fish ladders” and protective grates in front of the turbine shafts of hydropower plants.

„technological fixes“ immer wieder auf, weil sie schlecht funktionierten, oder nicht intendierte neue Reibungspunkte in die Fischereikonflikte hineinbrachten. Der regionale Schwerpunkt der Analyse liegt dabei auf den rechtsrheinischen Flussgebieten der Lippe und Ruhr, an denen das Verhältnis zwischen Gewerbetreibenden, die lokale Gewässer zur Energiegewinnung nutzten, und der Fischereiwirtschaft frühzeitig konfliktrichtig war. Punktuell werden aber immer wieder Querbezüge zu anderen Gewässerlandschaften hergestellt, in denen Wasserkraftbetreiber und Fischer in den Jahrzehnten um 1900 um die Nutzungsrechte bzw. Gewässerhoheiten rangelten.

Die Kleinwasserkrafttechnik und ihr „Sündenregister“

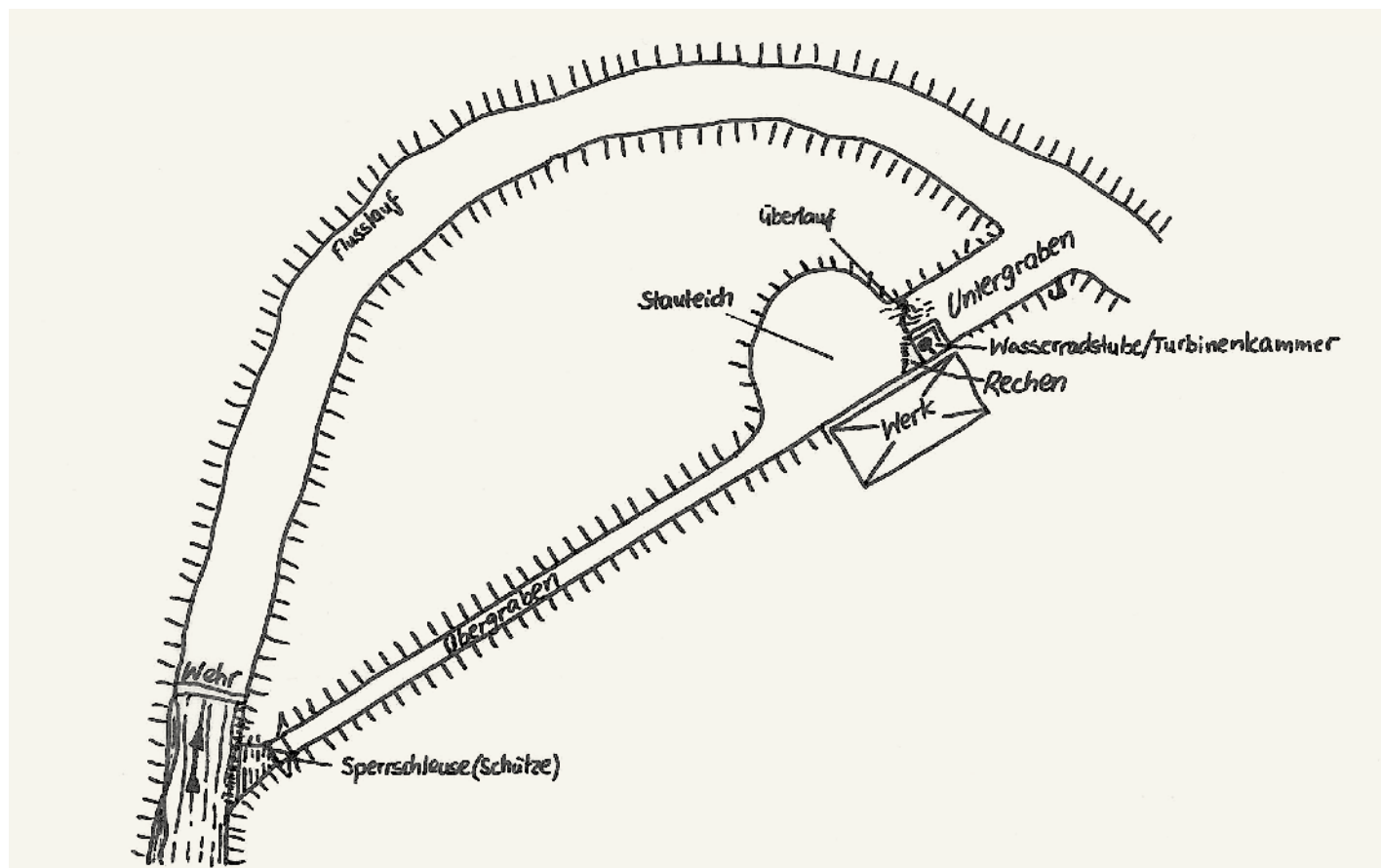
Wollte der Gewerbetreibende an einem Bachlauf die Fließkraft energiewirtschaftlich verwerten, so war es schon zum Ausgang des Mittelalters kaum mehr üblich, das Wasserrad einfach ins Bachbett zu hängen. Die saisonal sehr unterschiedlichen Abflussverhältnisse – von geringem Zufluss im regenarmen Sommer bis hin zu reißenden Hochwassern im Herbst und Frühjahr – beeinflussten die Betriebsführung und machten für einen reibungslosen und fortwährenden Wasserkraftbetrieb umfangreiche wasserbauliche Eingriffe erforderlich. Dafür hatten sich Betreiber kleiner Mahl- und Sägemühlen, Hammerwerke und später auch Elektrizitätswerke frühzeitig darum bemüht, die naturalen Dynamiken der Flüsse und Bäche einzuebnen und ihren energiewirtschaftlichen

Bedürfnissen unterzuordnen. Sie überformten die Gewässerstrukturen mit einem weit verzweigten energietechnischen Netzwerk, zu dem Wehre, Stauteiche sowie Zuleitungs- und Abflussgräben gehörten.

Je nach lokaler Bautradition bzw. vorherrschenden Steigungs- und Strömungsverhältnissen waren Wasserkraftanlagen verschieden ausgelegt. In den mitteleuropäischen Gebirgslandschaften folgte ihr Grundaufbau aber einer überregional verbreiteten Abfolge einzelner Infrastrukturelemente. Oberhalb der Produktionsstätte staute zunächst ein Wehr, das quer durch den natürlichen Hauptfluss gelegt war, einen Teil des Flusswassers ab. Der vom Wehr abzweigende Obergraben leitete das Wasser schließlich einem der Kraftanlage vorgelagerten Wasserreservoir zu. Dieser Stauteich war ab einer gewissen Fallhöhe obligatorisch und vor allem dann verbreitet, wenn überschlächlige Wasserräder betrieben wurden. In Stau- oder Mühlteich sammelte sich das zugeführte Wasser während der Betriebspausen, sodass es der Anlagenbetreiber zu Zeiten des Produktionsbetriebs durch die Wasserkraftmaschine schleusen konnte. Hinzu kamen mehrere Einbauten (Grundwerk), die leitende und regulierende Funktion besaßen: Sperrschleusen oder Schütze, eine schiebeartige Vorrichtung, sollten den Wasserstand im Obergraben entsprechend der Wasserführung einstellen und für einen gleichmäßigen Wasserzufluss sorgen. Wie zu zeigen sein wird, sollten diese Vorrichtungen aber auch verhindern, dass die Fische in die Turbinenanlage gelangten.⁷

Die hier skizzierten technischen Elemente der raumgreifenden Wasserleit- und Speicherinfrastruktur dienten in erster Linie der

Abb. 1: Skizze einer Kleinwasserkraftanlage mit ihren zugehörigen Baukomponenten. Im Hauptfluss staute ein Wehr einen Teil des Flusswassers ab und führte es über den Obergraben in Richtung Stauteich, aus dem das Wasser nach Bedarf durch die Kraftanlage geschleust und schließlich über den Untergraben ins Hauptbett zurückgeführt wurde. (Zumbrägel 2018, S. 41)



Regulierung der Wasserzufuhr. Sie ermöglichten es, die natürliche Ressource Wasser zu erschließen und mit maximalem Ertrag nutzbar zu machen. Allerdings verliefen die technischen Eingriffe, die das Ziel verfolgten, die Gewässerlandschaften beherrschbar zu machen, selten nur in eine Richtung, sie waren auch selten in all ihren Auswirkungen vorhersagbar und planbar. Die künstlichen Zuleitungsgräben modifizierten Wasserspiegel und Uferlandschaften. Wehre und Stauteiche unterbrachen nicht nur die Sedimentführung, sie transformierten einst tobende Gebirgsbäche in eine Folge besänftigter Stillgewässerbereiche, in denen die Wasserturbulenzen auf ein Minimum herabgesetzt waren.⁸ Trotz dieser Einhegungs- und Zähmungsversuche behielt jeder Bachlauf seine natürliche Dynamik bei, die sich den vom Menschen aufgezwungenen Bedingungen auf anderem Wege entzog, sodass anderswo neue Probleme auftreten konnten.⁹ Manch ein Fluss grub sich unterhalb der Kraftanlage ein neues Bachbett und überschwemmte umliegende Wiesen oder unterspülte beim flussabwärts gelegenen Mühlenbesitzer die wasserseitigen Fundamente. Im Umfeld der Stauteiche versumpften Felder und der Grundwasserspiegel stieg. Dies schürte Ressentiments der Anrainer und Bauern, die den Wasserrückstau der Mühlenteiche für Überschwemmungen und Ernteauffälle verantwortlich machten.¹⁰

Die Errichtung und der Betrieb einer Wasserkraftanlage beeinflusste weitere Formen der Gewässerbewirtschaftung. Überhaupt stellte die energietechnische Verbauung der Hauptgewässer ein grundlegendes Problem für das Speditions- und Transportwesen dar: Trift-, Floß- und Schifffahrts-Unternehmer klagten an, dass die Querbauwerke den Transport ihrer Waren beeinträchtigten, die Zuleitungsgräben aus dem Hauptbett zu viel Wasser abführten und die Wasserbauten die Treidelwege am Ufer behinderten.¹¹ Wie zu zeigen sein wird, ging die Aufstauung des Wassers aber auch mit Konsequenzen für Flora und Fauna einher, was wiederum die Praktiken der Binnenfischer beeinträchtigte: Die Verringerung der Fließkraft durch die Stauwehre führte zu einem allgemeinen Temperaturanstieg des Wassers. Der Sauerstoffgehalt im Wasser sank, Arten, die auf das ursprüngliche Flussbiotop angewiesen waren, verschwanden und Fischbestände nahmen bei ihrer Wanderung zuweilen großen Schaden, was zu Fangausfällen führte.

Wasserkraftanlagen waren demnach schon aufgrund ihrer technischen Anforderungen klassische Auslöser für Konflikte um die Gewässernutzung. Je nach regionalen Gewerbetraditionen und standörtlichen Voraussetzungen kollidierten die Nutzungsinteressen in unterschiedlichen Konstellationen miteinander. Dabei blieb allerdings kaum ein Fluss oder Bach von diesen Verteilungskonflikten unberührt. In der Regel trug die energiewirtschaftliche Erschließung eines Flussgebiets vielschichtige Spannungen in die Wasserwirtschaft einer Region hinein. Der bayerische Wasserkraftexperte Fritz Kammerer sprach deshalb vom „Sündenregister“ der Wasserkraft, da die energietechnischen Eingriffe nahezu überall Nutzungskonkurrenzen und Gewässerkonflikte hervorriefen.¹²

Leitplanken der Fischereikonflikte

Setzt man sich in historischer Perspektive vertiefend mit den Konflikten zwischen Fischerei und Wasserkraftverwertung auseinander, so sind – mit Überschneidungen und Interferenzen – zwei grundsätzliche Problemkreise zu ermitteln, die zu einer Vielzahl von Auseinandersetzungen ganz eigener Art führten:

Diese betrafen zum einen die Blockade des Fischaufstiegs durch die Wehre und Stauteiche und zum anderen die schädigende Wirkung der schnellläufigen Wasserturbinen, die zur „Mördergrube für Massen“ von Fischen wurden.¹³

Wehre und Stauteiche: Der Fischaufstieg

Der Schwund von wirtschaftlich genutzten Fischbeständen wurde an deutschen Binnengewässern in Mittelalter und Früher Neuzeit im regionalen Rahmen immer wieder registriert, wenn gleich die Ursachen weit auseinanderliegen konnten. In den Alpenregionen waren die zu Triftstraßen begradigten Gebirgsbäche, nachdem die Baumstämme zu Tal befördert wurden, mit großer Wahrscheinlichkeit ebenso fischfrei, wie die Bäche im Spreewald und Havelgebiet, an denen die Fischer seit dem Mittelalter ausgeklügelte Fangmethoden wie die Wehrfischerei – später das Fischen mit Dynamit oder Elektrizität – betrieben.¹⁴ Viele Fischarten halten sich bevorzugt in der Nähe von Wehren auf: nicht nur weil sie nach Durchgangsöffnungen suchen, sondern auch weil an den Wehren, die oft kleinen Wasserfällen gleichen, der Sauerstoffeintrag ins Gewässer besonders hoch ist. Aus Steinen, Holz oder Weidengeflecht schütteten Fischer eigens für den Fischfang Stauwerke auf, die mit Fangzäunen besetzt waren, um die umherschwimmenden Lebewesen systematisch abzufischen.¹⁵ Damit wurden bereits im Mittelalter erste Ausbreitungshindernisse für obligate Wanderfischarten geschaffen. Es wundert somit nicht, dass Zeitgenossen frühzeitig drohende Überfischungen lokaler Gewässer wahrnahmen oder zumindest postulierten und herrschaftliche Vorschriften erließen, die den Fischfang für bestimmte Arten regulierten. Um die lokalen Fischpopulationen zu schützen, wurden Mindestmaße für Fische und Netze festgelegt, Fangverbote für Jungfische und trüchtige Laichtiere ausgesprochen und verschiedene Fangmethoden und Geräte verboten.¹⁶

Wenn die Wasserkraft in den vor- und frühindustriellen Fischereikonflikten eine Rolle spielte, dann zum einen wenn Gewerbetreibende Substanzen und Abwässer einleiteten, welche die Gewässerqualität und damit die Reproduktion der Fische gefährdeten: beispielsweise die schwefel- und eisenoxidhaltigen Abfallprodukte wassergetriebener Gerbereien, Drahtrollen und Hammerwerke oder wenn Sägemühlen mit der Fließkraft ihre Sägespäne entsorgten, die „an den stillen Stellen der Flüsse zu Boden [sanken], ebenda, wo die Fische meist ihren Laich absetz[t]en“ und so Nährböden für Pilze bildeten, die den Fischlaich befielen.¹⁷ Zum anderen kamen Konflikte auf, wenn Stauteiche und Stauwehre den natürlichen Lebens- und Reproduktionszyklen der Fische im Wege standen.

Konfliktgegenstand im Spannungsfeld zwischen Fischerei- und Energiewirtschaft waren über Jahrhunderte vor allem diese wasserbaulichen Strukturen, die sich mit dem Ausbau der Wasserkraft seit der Frühen Neuzeit an immer mehr Flussläufen emporhoben. Vertreter der Fischereiwirtschaft versetzte es in „große Aufregung“, wenn Mühlenbesitzer in ihren Stauteichen systematisch Fischfang betrieben und damit die eigentlichen „Fischereiberechtigten des Hauptstromes“, in der Regel waren dies Fischerei-Genossenschaften oder einzelne Berufsfischer, um die ergiebigsten Fangstellen brachten.¹⁸ Ebenso beriefen sich auch die Wasserkraftbetreiber auf althergebrachte Rechte, um in ihren wasserbaulichen Anlagen fischen zu dürfen, doch schien die Reichweite dieser altüberkommenen Rechtslage nicht klar zu

sein. Davon zeugen die vielen Streitigkeiten und Auseinandersetzungen, aber auch unterschiedlichen Ausgänge von Gerichtsverfahren. Wasserkraftbetreiber vertraten den Standpunkt, dass Zuleitungsgräben und Stauteiche den Fischen als „Zufluchtsstätten“ günstige Reproduktions- und Lebensbedingungen lieferten und damit als „fischereierhaltende Einrichtungen“ dienten, insbesondere wenn das natürliche Bachbett zur trockenen Sommerzeit wenig Wasser führte.¹⁹ In den Augen des lokalen Fischereipächters waren die Besitzer der Wasserkraftanlagen in seinem Fischereibezirk aber eher die eigentlichen „Feinde geregelter Fischereiwirtschaft“, die ganze Jungfischbestände dezimierten, wenn sie aus ihren Gräben und Stauteichen zur Reinigung das Wasser abließen.²⁰ Erfolgte die Trockenlegung dieser wasserbaulichen Strukturen zur Laichzeit und ohne vorherige Absprache mit dem Fischereiberechtigten, so konnten für den Mühlenbetreiber empfindliche Geldstrafen anfallen.²¹ Dieser beklagte wiederum, dass Fischer aus dem Hauptbett zu viel Wasser ableiteten, um Teiche zu befüllen, in denen sie Fischzucht betrieben. Sowie so seien die Ansprüche der Binnenfischerei kaum haltbar, da der Gewerbebezweig „gegenüber der Industrie nicht mehr als ein ins Gewicht fallender Faktor der Gesamtwirtschaft gewertet werden“ kann, argumentierten Vertreter der Wasserkraftverbände zu Anfang des 20. Jahrhunderts.²²

Bei weitem die meisten Klagen richteten sich allerdings gegen die zahlreichen Stauwehre, die vor allem den für die Fischereiwirtschaft bedeutsamen Fischarten, den Forellen, Lachsen und Maifischen, die Wege zu den Laichplätzen in den Quellgebieten versperrten.²³ Dieser Kernkonflikt zieht sich mit der aktuellen Debatte um die ‚ökologische Gewässerdurchgängigkeit‘ bis in die Gegenwart. Durchschnittlich alle zwei Kilometer unterbrechen die in früherer Zeit erbauten Wehre und Schleusen heute noch die deutschen Fließgewässer und hindern die Lebensgemeinschaften an ihren instinktleitenden Wanderungen.²⁴

Ist die aktuelle Kontroverse um die Gewässerdurchgängigkeit von ökologischen Motiven bestimmt, so waren es bis in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts vorrangig wirtschaftliche Beweggründe, die Vertreter der Fischereiwirtschaft veranlassten, die Aktivitäten der Wasserkraftbetreiber zu kritisieren. Ein einschlägiges Beispiel im Bereich der Wasserkraftgeschichte, bei dem die wirtschaftliche Bedeutung der Binnenfischerei intensiv mitverhandelt wurde, war die Errichtung des Laufwasserkraftwerks Laufenburg am Hochrhein vor dem Ersten Weltkrieg. Der Bau des Kraftwerks löste eine überregionale Protestwelle aus und wurde von Seiten des Heimatschutzes, der Rheinfischer und Teilen der örtlichen Bevölkerung scharf attackiert. Im Zentrum der Kritik standen weniger die mit dem Kraftwerksbau verbundenen ökologischen Konsequenzen, etwa Eingriffe in die gewässertypischen Lebensgemeinschaften. Die Widerstände waren viel eher patriotisch-ästhetisch und ökonomisch motiviert. Heimatschützer beklagten die Flutung der Laufenburger Stromschnellen infolge des Wasserstaus und den damit verbundenen Verlust landschaftlicher Werte. Anwohner und Rheinfischer erhoben den Vorwurf, das Kraftwerk würde an einer der ertragreichsten Fischfangstellen am Rhein den Lachsfang beeinträchtigen, der noch immer eine zentrale Einnahmequelle der Stadt Laufenburg war.²⁵ Der wiederkehrende Verweis auf den Erhalt lokaler Fischpopulationen implizierte indirekt zwar auch Prinzipien der Nachhaltigkeit, allerdings mit einem deutlich stärkeren Akzent auf der Ökonomie als der Ökologie. Fischereiberechtigte sahen sich in Laufenburg und andernorts in ihrer Existenz bedroht. Ihnen ging es vor allem um das Fortbestehen eines ergiebigen Fisch-

fangs, der für die Nahrungsmittelversorgung in ländlichen Regionen bis weit ins 20. Jahrhundert eine wichtige Ressource blieb.²⁶ Staatliche Regulierungsversuche, um die vielfältigen Auswirkungen der Stauanlagen erscheinen uns heute als neuzeitlicher Trend, und sicherlich sind die umfassenden Interventionen seit dem Industriezeitalter – die weiter unten ausführlich vorgestellt werden – ein guter Grund für diese Annahme. An Flussläufen, an denen sowohl die Wasserkraft als auch die Fischerei eine lange Tradition besaßen, setzten erste Eingriffe des Staates weit früher ein. So auch in den frühneuzeitlichen Gewerbegebieten im Bergischen Land und Sauerland, die die rechtsrheinischen Mittelgebirgsflüsse durchströmten und an denen sich im Laufe der Frühen Neuzeit immer mehr wassergetriebene Drahtrollen, Schleifereien und Hammerwerke ansiedelten. In den Flusssystemen der Ruhr provozierte der energietechnische Ausbau mit immer mehr Stauwehren – in der südwestfälischen Mundart „Schlächte“ genannt – frühzeitig Streitigkeiten mit den Fischern und Teilen der lokalen Bevölkerung. Im Einzugsgebiet der Lenne gehen die ersten schriftlich fixierten Bestimmungen auf den Beginn des 16. Jahrhunderts zurück, als der Herzog von Kleve (Johann III.) zum Schutz der örtlichen Fischbestände die „Süderländische Fluß- und Schlächteordnung“ verordnete.

Was war geschehen? Abgesandte des Lüdenscheider Hochgerichts berichteten dem clevischen Herrscher im Nachgang einer Ortsbegehung 1523, dass „die Errichtung stets neuer Schlächte und Erhöhung der alten“ die Fischerei an den märkischen Flüssen Ennepe, Volme, Verse und Rahmede „arg eingeschränkt“ hätte.²⁷ Daraufhin beklagten sich zahlreiche Einwohner der anliegenden Dörfer beim zuständigen Landesherrn über den Rückgang der Fischbestände und forderten den Rückbau der Wehranlagen. Mit ihrer Eingabe an den Herzog konnten sie sich zunächst kaum Gehör verschaffen. Als Territorialherr war der clevische Herzog auch Inhaber des Mühlen- und Wasserregals und damit selbst Profiteur der Wasserkraftwirtschaft. Er profitierte vom regen Gewerbeleben über die Einnahme des Wasserzinses, den die Betreiber wassergetriebener Drahtrollen, Schleifkotten und Hammerwerke regelmäßig an den Fiskus zahlten.²⁸ Erst als sich in den Folgejahren an einigen Stauwehren im Raum Lüdenscheid Sabotageakte häuften, intervenierte der clevische Herzog mit dem Erlass der „Süderländischen Fluß- und Schlächteordnung“ (1525). Der Landesherr schaltete sich erst als Schlichter ein, als er die öffentliche Ordnung bedroht sah. Diese Verordnung untersagte die Anlage neuer Schlächte und schrieb den Gewerbetreibenden vor, die bereits bestehenden und sukzessive erhöhten Stauanlagen auf ihre ursprüngliche Höhe zurückzubauen.²⁹

Vermutlich haben diese frühen juristischen Regulierungsversuche nicht grundsätzlich und dauerhaft zur Befriedung der lokalen Fischereikonflikte beigetragen. Im Laufe der Frühen Neuzeit schränkten die Gewerbetreibenden ihre energiewirtschaftlichen Aktivitäten nämlich keineswegs ein. Ganz im Gegenteil, erst nach dem Erlass der Verordnung folgte die eigentliche Hochphase der regionalen Wasserkraftwirtschaft.³⁰ Dennoch blieb diese frühzeitige Maßnahme nicht folgenlos. Die Fluß- und Schlächteordnung wurde in späteren Gewerbe- und Fischereigesetzen rezipiert und in den Kerngedanken weitergedacht. So auch in dem praktischen Ratgeber zur „Anleitung zur Anwendung der Wasserbau-Gesetze auf die Fabriken-Gebäude und Ströme der Grafschaft Mark“, den Johann Heinrich van den Berken, ein Experte für Wasserrechtsfragen, um 1800 veröffentlichte und der die Fischschutzbestimmungen des 16. Jahrhunderts erneuerte.³¹

Turbinisierung und Fischabstieg

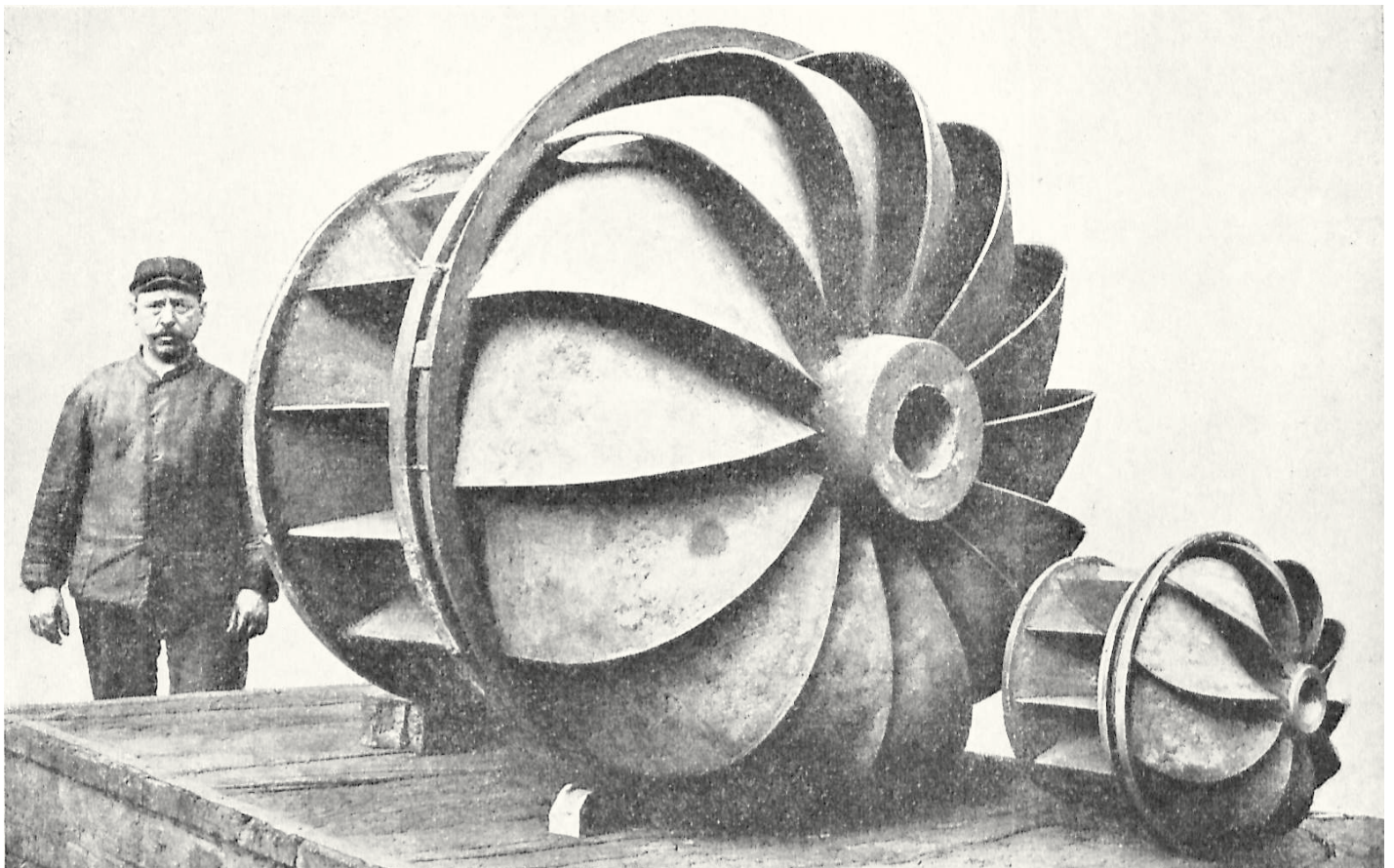
Die Wasserkraftmaschinen spielten in der Auseinandersetzung zwischen Wasserkraft- und Fischereiwirtschaft über Jahrhunderte eine Nebenrolle. Dies änderte sich im Laufe des 19. Jahrhunderts, in dem die Antriebstechnik mehr und mehr ins Zentrum der Fischereikonflikte rückte. Der Oberfischmeister Gerland Grantz erklärte dies in einem Vortrag zum Schutz der Aale, den er 1891 auf der Generalversammlung des Fischereivereins für die Provinz Westfalen hielt, mit den Worten: „Bei gewöhnlichen Betrieben, bei ober- und unterschlächtigen Mühlrädern ist es nicht nöthig, besondere Vorkehrungen zum Schutz des Aals zu treffen. Nun aber kommen immer mehr Turbinen auf, und da ist es doch angezeigt, ganz besonders gute Schutzvorrichtungen aufzustellen [...]. Ein Wasserrad ist dem Aal nicht schädlich, er fließt drüber hinunter; der Aal aber, der in die Turbine gelangt, ist verloren, er wird in Stücke geschnitten.“³²

Maschinenwissenschaftler hatten es sich in diesem Jahrhundert zur Aufgabe gemacht, zwar nicht das Rad neu zu erfinden, aber immerhin das Wasserrad in seinen Konstruktionsprinzipien von Grund auf neu zu konzipieren.³³ Am vorläufigen Ende eines jahrzehntelangen Entwicklungsprozesses stand mit der Francisturbine einer von mehreren Turbinentypen, der am Ende des 19. Jahrhunderts vor allem dort zum Einsatz kam, wo hohe Maschinenleistungen und Umdrehungszahlen gefragt waren; so etwa in größeren Textil- und Papierfabriken oder Elektrizitätswerken,

die wasserreiche Ströme wie die Unterläufe von Ruhr und Wupper besiedelten.³⁴ Die konstruktiv-technischen Eigenschaften der Francisturbine hatten für die aquatischen Lebensgemeinschaften allerdings gravierende Folgewirkungen: Das Turbinenmodell war kompakt konstruiert und besonders schnellläufig. Während die langsam rotierenden und geräumigen Wasserräder den Fischen „neben und unter den Mühlrädern genügend Raum zum Durchschlüpfen“ boten, war der in das Turbinengehäuse geratene Fisch bei fünfzig oder mehr Umdrehungen pro Minute „seiner Haut und meistens auch seines Lebens nicht mehr sicher“.³⁵ Die wesentlichen Impulse zur Konstruktion schnellläufiger Wasserturbinen gingen in den Jahrzehnten um 1900 von der sich ausweitenden Großindustrie und der Elektrotechnik aus, die für den Betrieb der elektrischen Generatoren auf hohe Tourenzahlen der Antriebsmaschinen angewiesen waren.

Aus Sicht der Fischereiexperten dürfte der schleichende Übergang vom Wasserrad- zum Turbinenantrieb, der sich in den Jahrzehnten der Elektrifizierung der Wasserkraft um 1900 mit zeitlichen und räumlichen Unterschieden vollzog, einer der bis dahin einschneidenden Veränderungsprozesse gewesen sein. Mit der Verbreitung schnellläufiger Wasserturbinen veränderten sich die Interaktionen zwischen Vertretern der Wasserkraft- und der Fischereiwirtschaft massiv. Im Zentrum der Fischereikonflikte stand bald weniger die Blockade der Fischwanderung stromaufwärts durch die Stauteiche und Wehre – wiewohl diese Konfliktebene noch lange fort dauerte. An Relevanz gewann die Fra-

Abb. 2: Laufräder verschiedener Größe nach dem Modell Francis. Die Abbildung entstammt einem Firmenkatalog der Turbinenbaufirma Briegleb, Hansen & Co. Turbinen dieser Bauart erreichten hohe Umdrehungszahlen und ließen den Fischen zwischen Leit- und Laufrad wenig Platz für den unbeschädigten Durchgang durch die kompakt gebaute Antriebstechnik. (Anonymus 1904b, S. 100-101)



ge, wie Fische die hydraulischen „Vernichtungs-“, „Höllens-“ oder „Fischfangmaschinen“ der Turbinenwerke bei ihren Wanderungen flussabwärts unbeschadet durchqueren könnten.³⁶

Dass sich die Schwerpunkte in der Kontroverse zwischen Turbinenbetreibern und Fischern im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts verlagerten, deutet sich in zeitgenössischen Quellen auf mehreren Ebenen an. Nicht nur auf den Generalversammlungen des Westdeutschen Fischerei-Verbandes avancierte die „Turbinenfrage“ um 1900 zum allgemeinen Politikum und rangierte neben Themen wie „Fischzucht“ und „Gewässer-Verunreinigungen“ auf der Tagesordnung; auch bei Treffen der Kleinwasserkraftverbände, etwa der Jahresversammlung des „Verbandes deutscher Müller“, diskutierten Turbinenbetreiber die Auswirkungen ihrer Anlagen auf die aquatische Fauna.³⁷ Wasserbau- und Fischereixperten überfluteten den Buchmarkt mit zahlreichen Ratgebern, die sich mit dem Problem der turbinenbedingten Fischschäden auseinandersetzten. Auf die Agenda rückte das Thema auch in den Sprachrohren verschiedener Gewässernutzer. In den 1870er und 1880er Jahren hatten sich Fischerei- und Wasserkraft-Vertreter in den Publikationsorganen der Kleinwasserkraft- und Fischereiverbände noch hauptsächlich mit der Frage des Fischaufstiegs und der Blockade durch Wehre und Schleusen auseinandergesetzt. Knapp zwei Jahrzehnte später schien die Frage dringlicher, wie „der jammervollen Tödtung [sic] und Verwundung lebender Wesen vorzubeugen“ sei, wenn diese Turbinenanlagen passierten.³⁸ Auf unterschiedlichen Ebenen verdichteten sich Hinweise, dass die Vertreter der Fischereiwirtschaft die voranschreitende ‚Turbinisierung‘ der Wasserkraft als eine krisenhafte Entwicklung ersten Ranges wahrnahmen.

Fischereipächter, Fischereibiologen und Anrainer an den Bächen und Flüssen meldeten sich in diesen Jahren mit Erfahrungsberichten zu Wort, die in teils tragischen Ausführungen bezeugen sollten, dass die Wasserturbinen – die „allergefährlichsten Zerstörer [der] Fischbrut“ – an einigen Wasserläufen ganze Fischbestände dezimiert hätten.³⁹ Als ein Herr Heyking, ein Anwohner des Flusses Netze im damaligen Westpreußen, immer mehr tote Aale im Umfeld einer Turbinenanlage registrierte, führte er Versuche durch, um dem Fischsterben auf den Grund zu gehen. Er ließ 100 Rotaugen und Aale durch eine Turbinenanlage schwimmen und fing sie unterhalb der Turbinenschächte wieder ein. Von diesen waren „nur zwei [Rotaugen] vollständig unverletzt, alle anderen hatten einen mehr oder weniger großen Schuppenverlust.“ Nach drei Tagen im Fischkasten erlagen fünfzig weitere Fische ihren Verletzungen.⁴⁰ An der wasserreichen Weser bei Hameln, wo Müller und Papierfabrikanten seit den 1880er Jahren einige größere Wasserkraftwerke errichtet hatten, drohten die Turbinenanlagen sogar „den gesamten Aalbestand in wenigen Jahren zu vernichten“, beobachteten Anrainer des Flusses, sodass sie „die einzelnen Stücke der von den Turbinen zerschnittenen Aale“ massenweise aus dem Flussbett sammeln mussten.⁴¹ Es ist kein Zufall, dass die Berichte über turbinenbedingte Fischschäden in den meisten Fällen den Aal betrafen. Der schlängelnde Fisch sucht zum Laichen das Meer auf und muss auf seinem Weg stromabwärts in der Regel zahlreiche Turbinenwerke überwinden. Selbst die Schutzgitter, die manch einer Wasserkraftanlage vorgeschaltet waren, hinderten die schmalen Fische selten daran, der Lockströmung des Kraftwerks folgend in den Turbinenschacht zu gelangen, was sie selten überlebten. In manchen Turbinenkammern sollen sich auf diese Weise „eine große Menge“ Aalkadaver angesammelt haben, die sogar den Wasserkraftbetrieb zum Stillstand bringen konnten.⁴² An der Lippe

beispielsweise standen Anfang der 1890er Jahre immer wieder Turbinenanlagen „still“, weil sie zur Laichzeit im Frühjahr „mit Aalstücken angefüllt“ waren.⁴³

In Hinblick auf die Aussagekraft und Repräsentativität sind allerdings viele der zeitgenössischen Bestandsaufnahmen verendeter Fischbestände schwierig zu beurteilen. Unbestritten bedeutete die vermehrte Anwendung der Wasserturbinen wenig Gutes für die Lebens- und Reproduktionszyklen lokaler Fischpopulationen. Es bleibt aber fraglich, ob der Einsatz dieser als „Höllensmaschinen“ deklarierten Antriebe an jedem Wasserlauf derart fatale Konsequenzen mit sich brachte. Manchem Alarmruf lag beispielsweise ein besonderes Eigeninteresse bestimmter Akteure zugrunde. Dem Wasserbauer konnten dramatische Schilдерungen vom Fischrückgang im Umfeld der Turbinenanlagen helfen, um auf seine konstruktiven Entwürfe für Fischwanderwege aufmerksam zu machen. Auch Fischereivertreter versuchten mit teils drastischen Darstellungen, Öffentlichkeit und Politik in ihrem Sinne zu beeinflussen. Auf Fischerei-Ausstellungen um 1900 war es beispielsweise üblich, Aquarien aufzustellen, in denen sich Aale mit „sichtlichen Verletzungen“ tummelten. Sie hatten allein dem Zweck, die Ausstellungsbesucher auf die schädigende Wirkung der Wasserturbinen aufmerksam zu machen und damit Öffentlichkeitsarbeit im Sinne der Fischereiwirtschaft zu betreiben.⁴⁴

In ihrer Programmatik übergangen viele Zustandsbeschreibungen auch andere Einflussfaktoren und ließen damit den Gesamtzusammenhang der Fischereikonflikte außer Acht. Beispielsweise kann das massenhafte „Fischsterben“, für das Fischereivertreter vor allem den Turbineneinsatz verantwortlich machten, nicht isoliert von anderen Eingriffen betrachtet werden, die die mitteleuropäischen Flusslandschaften mit Beginn der Industrialisierung massiv umgestalteten.⁴⁵ Uferbefestigungen, Begradigungen, Kanalisierungen, die Beseitigung von Hindernissen und Untiefen sowie strombauliche Maßnahmen wie die Befreiung der Gewässersohle von größeren Steinen, Felsbrocken und Pflanzen wirkten sich nachteilig auf die ökologischen Konstellationen am Fließgewässer aus. Dies beschrieb der Umwelthistoriker Mark Cioc beispielsweise in seiner Flussbiografie zum Rhein, wo die Flusskorrekturen mit dem Verlust der Biodiversität und der Verdrängung des Lachses eng verflochten waren.⁴⁶

Es waren nicht nur wasserbauliche Maßnahmen, die den Rückgang empfindlicher Fischarten offensichtlich werden ließen. Der Start der chemischen Schädlingsbekämpfung und der vermehrte synthetische Düngereinsatz ab Mitte des 19. Jahrhunderts hatten in Kombination mit den Abwässern aus immer mehr privaten Haushalten und industriellen Großbetrieben deutliche Auswirkungen auf den Fischbestand. Besonders betroffen waren Flussläufe, die Industrieregionen wie das Ruhrgebiet durchströmten. Viele Wasseradern waren hier um 1900 weitgehend dem industriellen Fortschritt „preisgegeben“. ⁴⁷ Nährstoffeinträge und Belastungen durch Schwermetalle und andere Schadstoffe beeinträchtigten an den Unterläufen der Ruhr, Wupper und der „Köttelbecke“ Emscher das ökologische Gleichgewicht. Auf einer Versammlung des Westdeutschen Fischerei-Verbandes im Jahr 1910 beklagten die Fischereivertreter Bonne und von Sybel die desaströsen Folgen des Schmutzeintrages, die der Fischereiwirtschaft immer stärker zusetzen.⁴⁸ August Thienemann, Pionier der Gewässerökologie, ermittelte in einem Bericht zur Fischsituation in der Region, dass an vielen Wasserläufen infolge der industriellen Belastungen „keine Tiere der Reinwasserfauna“ mehr vorhanden seien.⁴⁹ Gerade an der Ruhr trat zur Jahrhundertwen-

de die „Frage der Gefährdung des Fischbestandes durch die zunehmende Verunreinigung“ immer stärker in den Vordergrund.⁵⁰ Wenn nun Ruhrfischer den Fabrikanten Johann Wilhelm Scheidt, der bei Mülheim eine Turbinenanlage betrieb, – ohne die Einwirkungen der Industrieabwässer zu erwähnen – des „Fischfrevels“ bezichtigten, weil im Umfeld seiner Anlage „centnerweise Fischkadaver“ reglos im Flussbett herumtrieben, so zeichneten sie ein zweifelhaft einseitiges, voreingenommenes und unvollständiges Bild der wasserwirtschaftlichen Gesamtsituation.⁵¹

Ein kaum lösbares Kernproblem blieb es, dass dem Fischereiberechtigten am Wasserlauf ein Schaden entstanden sein musste, der mit einem ganz bestimmten Verursacher in eine kausale Beziehung gesetzt werden konnte. Im Industriezeitalter wurden diese Ursache-Wirkungs-Beziehungen an industriell genutzten Flüssen und Bächen allerdings zunehmend undurchsichtiger.⁵² Die Aktivitäten der Turbinenbetreiber waren neben den Schäden, die Städte, Bergbau und seine Folgeindustrien in den Gewässerlandschaften hinterließen, ein Baustein des komplexen wasserwirtschaftlichen Gesamtgefüges, das einen Rückgang vieler Fischarten in bis dahin nicht gekannten Ausmaßen zur Folge hatte, auf den oft nur noch partiell eine Erholung der Populationen folgte. Turbinenbetreiber schoben den Fischrückgang den industriellen Verschmutzern zu, diese wiederum versuchten den Wasserkraftbetrieb zur Rechenschaft zu ziehen. Leittragende blieben die Fischereiberechtigten, die sich nicht nur an der Ruhr, sondern auch in anderen Flussgebieten wie der Werra oder an der Lippe darum bemühten, den Folgen der Industrialisierung mit umfangreichen Eingriffen entgegenzuwirken.⁵³ Maßnahmen wie die Einrichtung von Schonzeiten, die Errichtung von Fischzuchtanstalten und daran anschließend der künstliche Fischbesatz verfolgten das Ziel, ausgefischte Gewässer wieder zu beleben. Bereits zu Anfang des 20. Jahrhunderts stammte der Großteil der Fischarten, die das Einzugsgebiet der Ruhr besiedelten, nicht aus eigener Reproduktion, sondern wurde vom Ruhrverband jährlich in den Fluss eingesetzt – daran hat sich bis heute wenig geändert.⁵⁴

„Technological Fixes“? Mechanismen der Konfliktregulierung

In dem Maße, in dem sich die Kontroverse zwischen Wasserkraft- und Fischereiwirtschaft zuspitzte, unterbreiteten Fischereipächter, Wasserbauer, Turbinenbetreiber und Fachleute für Wasser- und Fischereirecht stetig neue Lösungsvorschläge zur Regulierung dieses Grundkonflikts. Dabei begegnete man den Problemen auf rechtlicher und technischer Ebene. Der vor allem im angelsächsischen Sprachraum gebräuchliche Begriff des „technological fix“ bezeichnet die technikgläubige Vorstellung, gesellschaftliche, ökonomische und ökologische Probleme ließen sich durch technologische Mittel lösen. Dieser Einschätzung folgten auch die zwischen den 1870er Jahren und dem Ersten Weltkrieg erlassenen Fischereigesetze, die für verschiedene Flussgebiete die Errichtung von Fischschutzsystemen vorschrieben. Zum einen sollten die Betreiber der Wasserkraftanlagen vor ihren Anlagen und Stauwehren Fischwege installieren, die die Gewässerdurchgängigkeit wiederherstellten. Turbinenanwender waren zudem angehalten, vor ihren Turbinenschächten Schutzgitter anzubringen, die den Fischen bzw. Aalen, die diese Maßnahme vorrangig betrafen, die gefährliche Turbinenpassage versperrten.

Mancherorts konnten diese gesetzlich fixierten Techniklösungen zur Schlichtung der Fischereikonflikte beitragen. Andernorts sorgten diese „technological fixes“ aber auch für nicht intendier-

te neue Reibungspunkte in den Fischereikonflikten. Die Diskussion um diese technischen Maßnahmen flammte immer wieder auf, weil sie schlecht funktionierten, oder weil sie die Aktivitäten der Wasserkraftbetreiber stark beeinträchtigten. Gerade in kleinbetrieblichen Strukturen war die bauliche Realisierung der Fischschutzsysteme mit vergleichsweise hohem Aufwand verbunden. Die Investitionskosten für Fischwege und Schutzgitter konnten die meist knapp bemessene Kapitaldecke des einfachen Wasserkraftbetreibers schnell übersteigen. Ihre Einrichtung ging in der Regel noch mit hydraulischen Einschränkungen einher, die den Wasserkraftbetrieb schnell unwirtschaftlich machten: Die geforderten Mindestwassermengen, die die Fischpässe benötigten, entzogen den Turbinen einen Teil ihrer Antriebskraft und bedeuteten für den effektiven Wasserkraftbetrieb eine „wesentliche Erschwernis“.⁵⁵ Schutzgitter erhöhten den Wartungsaufwand an der Kraftanlage und verursachten ungewollten Wasserstau, wenn sich Laub, Äste oder Eis vor dem Gitter ansammelten. Fischereixperten führten es auf diese Nachteile zurück, dass Wasserkraftbetreiber „große Neigung[en]“ zeigten, „sich diesen Vorschriften zu entziehen“, insbesondere dann, wenn die Aufsichtsbehörden Verstöße nicht streng genug ahndeten.⁵⁶ Die Schutzbestimmungen des preußischen Fischereigesetzes waren nämlich nur so gut, wie sie von den Behörden auch angewendet und kontrolliert wurden: wie es Quellen belegen, in vielen Flussgebieten nicht sehr konsequent.⁵⁷ Im Folgenden werden die beiden zentralen „technological fixes“ vorgestellt, die in diesen Jahren zur Entschärfung der Fischereikonflikte diskutiert wurden – nicht immer mit dem intendierten Erfolg.

Fischwege

Einen wichtigen gesetzlichen Einschnitt markierte das preußische Fischereigesetz vom 30. Mai 1874, das die Installation von Fischwanderhilfen an neu angelegten Wehren und Wasserkraftanlagen „obligatorisch“ machte.⁵⁸ Nach Inkrafttreten des Gesetzes setzte eine intensive Beschäftigung mit dem Thema der Fischwege-Technik ein, was sich in der Fachwelt in einem regen Publikationsoutput an technischen Schriften zeigte. Gleichzeitig setzten entlang der Bäche und Flüsse verstärkte bauliche Aktivitäten ein. Nach dem Erlass des Gesetzes avancierte manch ein Fluss zum Experimentierfeld für die Konstruktion von Fischauf- und -abstiegshilfen. Kenntnisse über das Wanderverhalten aquatischer Lebewesen waren zum Übergang ins letzte Drittel des 19. Jahrhunderts bekannt und wurden in den Standardwerken zum Wasserbau und der Fischereiwirtschaft ausführlich beschrieben – weit bevor sich Gewässer- und Fischereioökologie als eigenständige Wissenschaften entwickelten und als Teildisziplinen der Biologie etablierten.⁵⁹ Es fehlte allerdings an Erfahrungswerten für die Konstruktion effektiver Fischwege, deren hydraulische und gewässermorphologische Eigenschaften von den natürlichen Lebensräumen erheblich abwichen.

Kurz nach dem Inkrafttreten des preußischen Fischereigesetzes bemerkte der Wasserbauer J. Schlichting in der „Deutschen Bauzeitung“, dass ihm ein „Spezialwerk über Fischleitern nicht bekannt“ sei.⁶⁰ Aber schon kurz darauf veröffentlichten Wasserbau- und Fischereixperten zahlreiche Fachartikel und Handbücher, die sich der Konstruktion von Fischwegen widmeten. Zum Übergang ins 20. Jahrhundert beschäftigten sich auch namhafte Hydrotekten, das waren technikwissenschaftlich ausgebildete Wasserbauingenieure, mit diesem Thema. 1912 erweiter-



Abb. 3: Ausschnitt der „Fluss- und Fischerei-Karte der Provinz Westfalen“ zum Flussgebiet der Lippe, von der kgl. Meliorations-Bauinspektion in Münster 1889 veröffentlicht. Die Karte gibt neben den Wehren auch die Standorte der Fischwege und Aalleitern an, die Wasserkraftbetreiber entlang der Hauptströme betrieben. Es ist anzunehmen, dass die an kleinen Zuflüssen installierten Fischwege nicht systematisch erfasst wurden. Zumindest verweisen technische Schriften dieser Jahre immer wieder auf Konstruktionen abseits der Hauptflüsse, die die Fischerei-Karten nicht verzeichneten. (Kgl. Meliorations-Bauinspektion, Münster (Bearb.): Fluss- und Fischerei-Karte der Provinz Westfalen. Landesarchiv NRW – Abteilung Westfalen – LAV NRW W, W 051/Kartensammlung A, Nr. 15371)

te etwa der Oberbaurat Paul Gerhardt aus Berlin in Kooperation mit dem Karlsruher Wasserbauer Theodor Rehbock das einschlägige „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“ um einen letzten, dreizehnten Band, der sich dem Thema der „Wehre und Fischwege“ verschrieb. Das Buch fasste den technischen Status quo zusammen, den ihre Kollegen des Faches in den drei Jahrzehnten zuvor erarbeitet hatten.⁶¹ In Einzelfällen erreichte das Thema sogar die populärwissenschaftliche Presse, wenn Magazine und Tageszeitungen über die Fischwege als innovative Techniklösung berichteten.⁶² Vieles spricht dafür, dass sich auf den Feldern der Fischerei und des Wasserbaus innerhalb weniger Jahrzehnte wichtiges Fachwissen zum Thema der Fischwege akkumulierte. Zwar fehlt es an zeitgenössischen Statistiken, über die sich die quantitative Verteilung der Fischwege im Zeitverlauf exakt rekonstruieren lässt. Neben den technischen Schriften vermitteln vor allem die Fluss- und Fischerei-Karten, die preußische Regierungsstellen Ende der 1880er Jahre für verschiedene Provinzen veröffentlichten, einen Eindruck, wo sich Wasserkraftbetreiber diese Technik aneigneten. Die Fischerei-Karten fassten die fischbiologischen Eigenschaften einzelner Gewässer zusammen, sie inventarisierten aber auch die Fischschutztechniken, die an einzelnen Wasserläufen zum Erhalt der Fischbestände initiiert wur-

den. Sie enthalten Informationen über die Wanderbewegungen der in einem Flussgebiet verbreiteten Fischarten sowie über die Standorte der Fischerei-Vereine, Fischbrutanstalten, Laichschonreviere und eben auch die Lage der Fischwege und Aalleitern. Wie es der Kartenausschnitt auf Abbildung 3 exemplarisch anzeigt, waren an der Lippe in den 1890er Jahren bereits einige Fischwege in Betrieb.⁶³ Bei der Mehrheit der Fischwege handelte es sich um Aufstiegs-hilfen, die anadromen Fischen wie Lachs und Forelle die Wanderung in die Laichgebiete garantierten; vereinzelt waren zusätzliche Hilfsvorrichtungen wie Alleitern installiert, die auch den stromabwärts schwimmenden Lebewesen die Überquerung oder Umgehung der Wasserkraftwerke ermöglichten.⁶⁴ Wenn man der Entwicklung dieser Technik zwischen der Mitte des 19. und den Anfängen des 20. Jahrhunderts nachgeht, wird eine zentrale Entwicklungstendenz deutlich, die zahlreiche kleinere Optimierungen und Modifikationen begleiteten: Der Entwicklungspfad dieser Technik führte in der langen Sicht vom Vorrang standardisierter und kosteneffizienter Bauweisen hin zu Anlagekonzepten, die zunehmend den individuellen standörtlichen Gewässer-verhältnissen Rechnung trugen und dabei die Eigenschaften der vorherrschenden Fischarten berücksichtigten.

Gerade in den frühen Jahren dieser Technik lebte die Diskussion um die Fischwege auch deshalb immer wieder auf, weil viele dieser Bauwerke schlecht oder gar nicht funktionierten. Die Gesetzesgrundlage machte zunächst keine eindeutigen Vorgaben, wie die Technik an den Wehren anzulegen war. Dies verleitete Wasserkraftbetreiber dazu, Fischwege kostengünstig zu errichten, platzsparend am Wehr anzulegen und dafür zu sorgen, dass sie mit wenig Wasser auskamen. Somit fanden zunächst die sogenannten „Fischtreppen“ oder „jumping-systems“ Verbreitung – wie auf Abbildung 4 zu erkennen –, in denen die Fische einzelne Becken auf engem Raum kaskadenartig springend überwinden sollten.⁶⁵ Die gängigen Ausführungsformen wurden entweder mittig in die massiven Wehrpfeiler eingebaut oder mit zwei Schwimmern verbunden an der Rückseite des Wehres aufgehängt, was weniger Aufwand und Kosten verursachte als Fischwanderwege, die am Ufer in die Gesteinsformation gesprengt wurden. Doch ermöglichten die Sprungsysteme längst nicht allen Lebewesen den Aufstieg in höhere Gewässerbereiche. Wenn überhaupt dienten sie den Lachsen und Forellen als Wanderhilfe, wenngleich das „Überspringen der Querwände“ auf Dauer sogar für sprunghafte Fische mit einem zu hohen Energieaufwand verbunden war.⁶⁶ Die logische Konsequenz war, dass diese steilen Fischleitern „von den Fischen wenig benutzt [wurden].“⁶⁷ Das hatten die „Erfahrungen [...] gelehrt“, die Erbauer im täglichen Umgang mit diesen nach rationalen Kriterien entwickelten Schutzsystemen unabhängig voneinander an mehreren Flussläufen gesammelt hatten. Diese frühen Fischwege wurden somit in einer Atmosphäre entwickelt, in der die Technikanwender die Fische allein als lästiges Problem ansahen. Den Bedürfnissen der Lebewesen schenken diese Konstruktionen zunächst wenig Beachtung.

1885 klagte Bauingenieur Hermann Keller an: Fachleute des Fischwege-Baus hätten sich zu lange „verleiten lassen“, die Anlagekosten niedrig zu halten. In letzter Konsequenz seien diese „billigen“ Fischwege aber „die teuersten, weil sie überhaupt nicht oder doch nicht im vollen Maße von den aufsteigenden Fischen benutzt werden.“⁶⁸ Erst der Funktionsausfall der bestehenden Fischwege hätte es erforderlich gemacht, ganze Flussregionen künstlich mit Jungfischen zu besetzen, was ein wesentlich größerer Kostenfaktor sei.⁶⁹ Es hatte unterschiedliche Gründe, dass die Fischwege im Laufe der Jahre effektiver wurden, d. h. von den Fischen angenommen wurden. Die Erfahrungen mit der großen Anzahl „mißglückter Fischwege“ hatte einige Konstrukteure animiert, Ursachenforschung zu betreiben und nach Anleitungen und konstruktiven Vorbildern Ausschau zu halten. Seit den 1870er Jahren sind Ingenieursreisen deutscher Wasserbauer nachgewiesen, die Konstruktionsformen entlang der Wasserläufe in Frankreich, England oder den Vereinigten Staaten studierten, wo die systematische Auseinandersetzung mit dem Thema rund drei Jahrzehnte früher eingesetzt hatte.⁷⁰ Es rückten aber auch immer stärker die Wechselwirkungen zwischen Technikeinsatz und den individuellen standörtlichen und gewässerökologischen Verhältnissen ins Zentrum der Debatte. Die Überlegungen für den Einbau eines Fischweges sollten nicht nur ökonomisch-rationelle Vorsätze anleiten. Fischdurchlässe dürften auch nie „nach einer Schablone“ errichtet werden, waren sich Konstrukteure zunehmend sicher, sondern müssten immer der „außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Verhältnisse in der Natur“ Rechnung tragen.⁷¹ Dazu gehörten auch die „Eigentümlichkeit[en] der Fische“, deren Verhaltensweisen und physiologischen Veranlagungen die Erbauer der Fischwege bereits „am

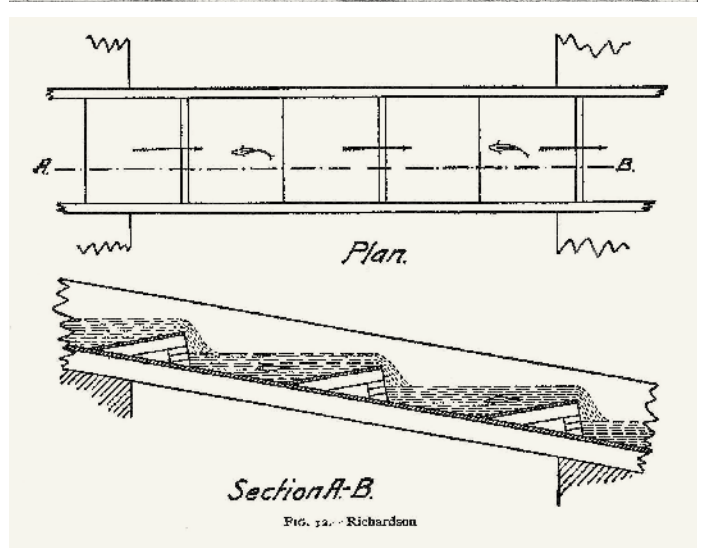
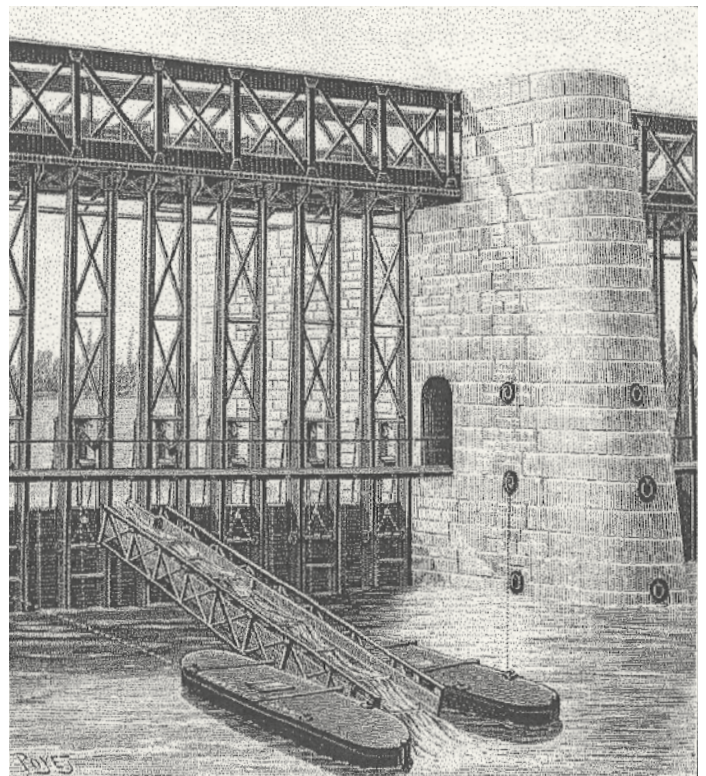


Abb. 4a-b: Beim Sprungsystem (jumping-system) sind die Sprossen zwischen den Kammern durchgezogen, welche die Fische springend überwinden. Diese Fischwege waren aus Kosten- und Platzgründen kompakt konstruiert. Zudem führten sie wenig Wasser, um zu verhindern, dass den Wasserkraftbetreibern andernorts das Betriebswasser fehlte. (oben: Anonymus 1891; unten: Bayer 1908, S. 1048)

meisten beschäftigte“, hielt Baurat Gerhardt um 1900 fest.⁷² Ihr Ziel war es, über das Studium des Fischverhaltens zu relevantem Wissen zu gelangen, was sie auf ihre wasserbaulichen Pläne übertragen konnten.

Die Erkenntnisse, die Wasserbau- und Fischereiexperten in diesen Jahren in fischereibiologischen Untersuchungen gewinnen konnten, schlugen sich bald in den technischen Entwürfen nieder. An immer mehr Querbauwerken wurden die Sprungsysteme im Laufe der Jahre durch Schwimmsysteme oder „running-systems“ ersetzt. Die Einführung dieser Fischwege ging auf die Beobachtung zurück, dass Fische den schwimmenden

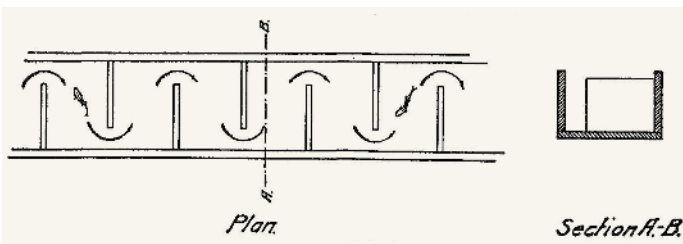
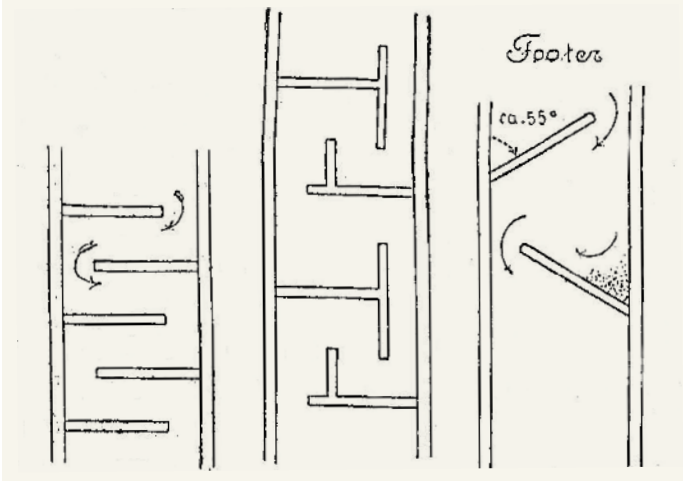
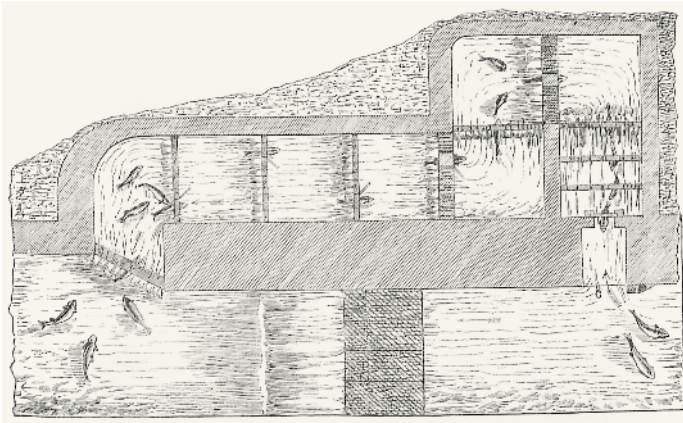


Abb. 5a-c: Bei den Schwimmsystemen (running system) waren die Sprossen der Fischleiter am Ende offen, um den Fischen den Aufstieg schwimmend zu ermöglichen. Allein an der Stellung der Sprossen wurde in diesen Jahren viel experimentiert. (oben: Borne 1886, S. 315; Mitte: Bayer 1908: 1048; unten: Löschner 1908, S. 104)

vor dem springenden Aufstieg bevorzugten. Als die Entwicklung der Fischwege noch in den Kinderschuhen steckte, hätten sich die Erbauer nämlich von der enormen Sprungleistung der Lachse „verleiten“ lassen, Anlagen zu entwerfen, die Fische zum Springen veranlassten, konstatierte der Fischereixperte Walter Schmassmann. Jüngere Untersuchungen hätten hingegen ergeben, dass Fische lieber „durch in den Querwänden angebrachte Oeffnungen (Schlupflöcher) hindurch schwimmen.“⁷³ In den Jahren um 1900 konzentrierten sich die technischen Beschreibungen zu Fischwanderhilfen nur noch selten auf die Sprung- und stärker auf die Schwimmsysteme. Bei diesen waren die einzelnen Quersprossen am Ende abwechselnd mit Durchlauföffnungen versehen, die den Fischen einen serpentinartigen Weg vorgaben. (Abb. 5)

In der Fachdiskussion um die sachgemäße Konstruktion der Schwimmsysteme wurden viele Detailfragen intensiv mitverhan-

delt, die sich aber nun individuell und standortbezogen beantworten ließen. Technikern ging es nicht nur darum, die hydraulischen Eigenschaften zu verstehen, die in den Fischwegen vorherrschten. Durch die Platzierung der Ein- und Ausstiegsbereiche⁷⁴, die Anordnung der Sprossen oder Änderungen des Neigungswinkels sowie der Baumaterialien versuchten sie die hydraulischen Bedingungen so zu beeinflussen, dass sie die Gewässerverhältnisse in den natürlichen Lebensräumen der Fische bestmöglich imitierten. Sorgen beispielsweise schräg stehende Quersprossen für strudelartige Wasserbewegungen, die den Fischen viel Kraft raubten, so wurden in späteren Modellen zusätzliche Längssprossen eingebracht, die die Querwände im rechten Winkel schnitten (siehe Abb. 5 mittig). Das reduzierte nicht nur die Geschwindigkeit des Wassers, der Durchfluss wurde auch gleichmäßiger und zudem entstanden in den Bauwerken Ruhenischen mit verminderter Strömung, die Fische für die Erholung nutzten. War es lange die „ausgesprochene Regel“, die Einmündung in den Fischweg an der tiefsten Stelle des Flussbetts vor der Wehrmitte anzulegen, so setzte sich später die Einsicht durch, dass diese Platzierung des Eingangs „nicht in jedem Falle zweckmäßig“ sei.⁷⁵ Dafür sprachen vielleicht wirtschaftliche Überlegungen, nicht aber die Verhaltensweisen der Fische, da das „Getöse des Wassers“ in der Mitte des Wehres den Fischen das Auffinden der Einlauföffnung erschwerte.⁷⁶ Deshalb ging man bald dazu über, die Konstruktionen an der Uferseite des Kraftwerks anzubringen, wo die Fische den Eingang des Fischweges kaum verpassen konnten, wenn sie von der Leitströmung des Turbinenschachts angelockt wurden. Am Ufer waren die in der Regel aus Holz konstruierten Fischwege auch besser vor Eisgang und Hochwasser geschützt, die an den zentral im Flussbett gelegenen Konstruktionen immer wieder Schäden verursachten.⁷⁷

Im Laufe der Jahrzehnte verschoben sich die Zielsetzungen zur Anlage der Fischwanderwege, womit sich auch die Baupläne veränderten. Bestimmten zunächst rationelle und technikimmanente Erwägungen die Handlungen der konzipierenden und konstruierenden Ingenieure, so schenken diese bald auch den individuellen Verhältnissen am jeweiligen Wasserlauf größere Beachtung. Wie auch bei anderen wasserbaulichen Projekten – z. B. dem Kanal-, Talsperren- oder Schleusenbau – standen externe Einflüsse etwa die Fließkraft oder die morphologischen Eigenschaften des Gewässers mit der Funktionalität des Bauwerks in enger Wechselwirkung.⁷⁸ Bei der Anlage dieser Technik kam allerdings noch eine zweite dynamische und nicht immer berechenbare Variable hinzu: Ein effektiver Fischweg musste darüber hinaus – und in erster Linie – den Verhaltensweisen der Lebewesen vor Ort Rechnung tragen, die die Bauwerke schließlich durchqueren sollten. Die individuellen Veranlagungen der Fische hielten die Konstrukteure und Techniker des Faches fortlaufend dazu an, technische Modifikationen zu entwickeln.

In ihren Bauplänen materialisierten aber nicht nur die Erfahrungen im Umgang mit den vorherrschenden biophysischen Bedingungen wie Geländeformationen, Abflussregime und Fischverhalten; auch sozio-kulturelle Einflussfaktoren im Umfeld einer Wasserkraftanlage steuerten die Gestaltung der Fischwege mit. An Wehr- und Wasserkraftanlagen bei Hattingen, Horst sowie an der in Abbildung 6 dargestellten Papierfabrik Mülheim Broich wurden zu Anfang des 20. Jahrhunderts einige Fischwege errichtet. Mit der Realisierung dieser „technological fixes“ waren die Fischereikonflikte allerdings noch nicht gelöst, sie verlagerten sich vielmehr. Am Fischweg vor der Papierfabrik kam es immer wieder zu Fischräubereien (und das inmitten des Schonreviers).⁷⁹ „Unbe-

Vergermeisterei Mülheim
Gemeinde Broich.

Fischereiberechtigung der Rheinisch-West-
fälischen Ruhrfischereigenossenschaft (Schonrevier)

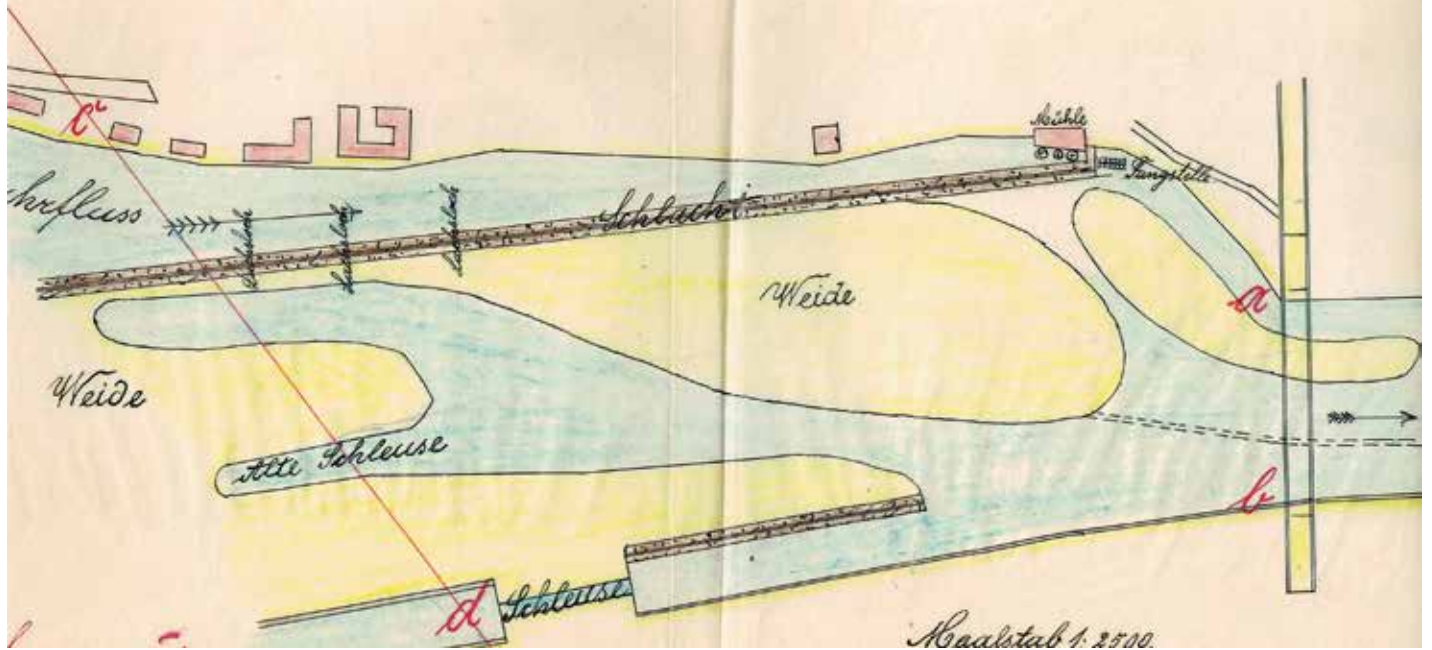


Abb. 6: Planskizze der Broicher Papierfabrik an der Ruhr. Oben rechts, kurz hinter der „Mühle“ war zur Überbrückung der „Schlacht“ ein Fischweg errichtet, den Fischdiebe inmitten den Schonreviers (c-d & a-b) nutzten, um systematisch Fischfang zu betreiben. Daraufhin wurde der Fischweg mit Drahtnetzen und Eisenstäben abgedeckt. (Akten der Rheinisch-Westfälische Ruhrfischerei-Genossenschaft III B „Fischpässe“)

refene“ nutzten dieses Nadelöhr der Fischwanderung, um in den Fischwegen systematisch Forellen und Maifische abzufangen. Die Genossenschaft, die an dem Ruhrabschnitt fischereiberechtigt war, reagierte darauf mit technischen Modifikationen. Sie deckte den Fischweg mit Drahtnetzen und „Flacheisen“ ab, die das Abfischen aus dem Fischweg unterbinden sollten.

Sicherlich etablierten sich mit zunehmenden Erfahrungswerten gewisse technische Standards und allgemeine Konstruktionsregeln. Im Allgemeinen entzog sich diese Technik aber weitgehend den Standardisierungs- und Normierungstendenzen, die in anderen Technikfeldern – allen voran der Turbinenbranche – bereits weit verbreitet waren. Kaum ein Fischwanderweg glich um 1900 dem anderen, vielerorts brachten die Konstrukteure vor Ort eigene technische Lösungen hervor. Ein hoher Grad der konstruktiv-technischen Ausdifferenzierung war in der Geschichte dieser Anlagentechnik eine Grundvoraussetzung, um den hydrologischen, sozio-kulturellen und fischereibiologischen Voraussetzungen am jeweiligen Gewässer zu entsprechen. Diese individuellen Anpassungsleistungen waren eine wichtige Triebfeder für die Vielfalt unterschiedlicher Technikvarianten, die in der technischen Literatur beschrieben und an den Wasserläufen betrieben wurden.

Turbinenschutzgitter

Um die Beschädigung der Fische durch die Turbinenanlagen zu verhindern, diskutierten Vertreter der Wasserkraft- und Fischereiwirtschaft eine zweite technikvermittelte Strategie: die Anlage von Turbinenschutzgittern. Wasserkraftbetreiber sollten vor der Kraftstation Schutzgitter mit senkrechten Eisenstäben anbringen, die den Fischen den Eingang in die tödliche Turbinenkammer versperrten (siehe Abb. 7). Dabei handelte es sich um keine grundsätzlich neue Techniklösung, sondern um eine bauliche Maßnahme, die unter Wasserrad- und Turbinenbetreibern seit Langem bekannt war. Schon im 18. und 19. Jahrhundert hatten Besitzer wassergetriebener Mahl- und Sägemühlen vor ihren hydraulischen Antriebsmaschinen Schutzgitter, sogenannte Rechen, installiert, die im Wasserlauf mitgeführte Äste oder Treibhölzer abfingen, die die Antriebsmaschinen verstopfen oder beschädigen konnten. Allerdings war es dem jeweiligen Betreiber einer Wasserkraftanlage selbst überlassen, in welchem Abstand er die Rechenstäbe anordnete. Üblicherweise betrug die Distanz zwischen einzelnen Gitterstäben über fünfzig Millimeter. Auf diese Weise konnte das Eindringen von Geröll, Holz und Eis unterbunden werden; gleichzeitig war ein effektiver Wasserkraft-

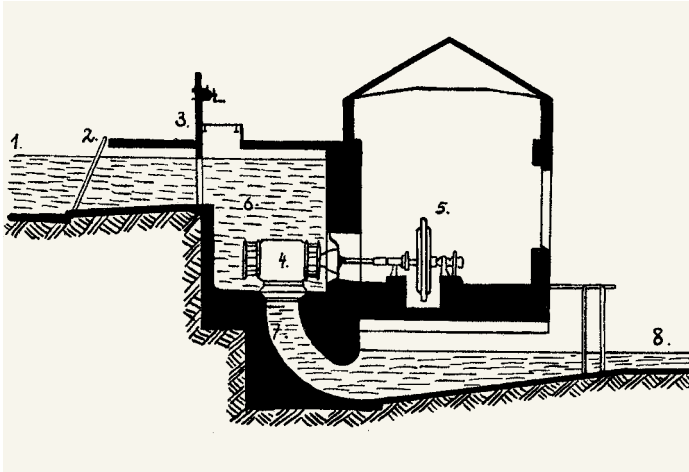


Abb. 7: Schema der technischen Bestandteile einer Wasserkraftanlage, die von einer Zwillingturbine nach dem Typ Francis angetrieben wurde. Vor dem Eingang in die Turbinenkammer (6.) waren Fischschutzrechen (2.) angebracht. (eigene Zeichnung; Vorlage Holl 1911, S. 13)

betrieb gewährleistet. Waren die Einzelstäbe allerdings zu dicht aneinandergereiht, konnte dies schnell einen ungewollten Rückstau an Betriebswasser verursachen, der die Leistung der Antriebsmaschine empfindlich herabsetze.⁸⁰

Änderungen brachten in dieser Hinsicht die Fischereigesetze, die in den Jahrzehnten um 1900 zur Verbesserung der fischereiwirtschaftlichen Situation in verschiedenen Regionen und Flussgebieten erlassen wurden. Schon der Nachtrag zum preußischen Fischereigesetz vom 30. März 1880 bevollmächtigte die Behörden und Ministerialämter für Landwirtschaft, „bei jeder nach dem Inkrafttreten dieses Gesetzes erfolgenden Turbinenanlage dem Eigentümer [einer Turbinenanlage] jederzeit die Herstellung und Unterhaltung von Vorrichtungen (Gittern usw.), welche Eindringen der Fische in die Turbinen verhindern, auf seine Kosten aufzuerlegen.“⁸¹ Dieser Paragraph fand sich auch in der Neuauflage des preußischen Fischereigesetzes vom 11. Mai 1916 (§ 101) wieder, jedoch mit zwei für die energiewirtschaftlichen Praktiken der Turbinenbetreiber entscheidenden Nachteilen: Zur Einrichtung von Schutzgittern waren nun nicht mehr nur Wasserkraftwerke verpflichtet, die nach dem Jahr 1880 den Betrieb aufgenommen hatten. Nach der neuen Gesetzgebung waren nun „alle bestehenden Turbinenanlagen“ angehalten, diese Techniklösung umzusetzen. Im Weiteren schrieben die Ausführungsanweisungen zu dem Gesetz für den wirksamen Schutz der schmalen Aale eine „lichte Rechenweite“ – diese bemaß den Abstand zwischen den einzelnen Gitterstäben – von zwanzig Millimetern vor.⁸² Nur dort, wo die Verwertung der Wasserkraft seit Langem ein dominanter Wirtschaftsfaktor war, so auch an manchen Zuflüssen am Oberlauf der Ruhr, existierten in Einzelfällen Sondergenehmigungen, die es den Betreibern der Turbinenanlagen gestatteten, die „Weite des Rechens“ außerhalb der Laichzeiten der Aale im Frühjahr „beliebig“ zu erweitern.⁸³ Das Gegenteil war der Fall, wenn die Fischerei an einem Gewässer wirtschaftlich prosperierte und dominierte, dann musste auch die Energienutzung gegenüber der Fischerei zurücktreten: An den intensiv befischten Flüssen und Bächen Sachsens waren beispielsweise „seit geraumer Zeit“ – weit vor dem Erlass des preußischen Fischereigesetzes 1874 – Schutzgitter mit fünfzehn bis zwanzig Millimetern Rechenweite vorgeschrieben.⁸⁴ Am nordamerikanischen Fraser und

Columbia River, wo der Lachsfang bis weit ins 20. Jahrhundert von wirtschaftlicher Bedeutung war, mussten Wasserkraftbetreiber zur Laichzeit die Wehre öffnen und vorübergehend den Betrieb einstellen, um den Fischen die ungehinderte Wanderung zu ermöglichen.⁸⁵

Feierten Fischer die Durchsetzung der Rechenweite von zwanzig Millimetern als „höchst erfreuliche[n] Erfolg“, so erhoben Vertreter der Wasserkraftwirtschaft „lebhaften Widerspruch“.⁸⁶ Sie äußerten sich verärgert über die rigiden Bestimmungen, die „für die Ausnutzung der Wasserkraft außerordentlich hinderlich“ sein konnten, insbesondere dort wo „die Gewässer viel Schlamm, Schlammes, Laub und Wasserschlingenpflanzen führ[t]en“.⁸⁷ Die enge Rechenbreite erhöhte nicht nur den Reinigungsaufwand vor angeschwemmtem Laubwerk und Gras, sondern auch die Gefahr vor Wasseraufstau vor dem Rechen, was die Leistungsfähigkeit der Wasserturbine beeinträchtigte. Nach Meinung der Wasserkraftbefürworter konnten diese Schutzvorrichtungen sogar „mehr Schaden als Nutzen stiften“, nämlich wenn die Lebewesen von der Leitströmung der Turbinen gegen die engmaschigen Schutzgitter gepresst wurden.⁸⁸

Vereinzelte meldeten sich aber auch Befürworter der Wasserkraftwirtschaft zu Wort, die einen pragmatischen Umgang mit den rechtlich fixierten Technikvorgaben nahelegten. Auch als Reaktion auf die enge Rechenweite entwickelten auf den Vertrieb von Wasserkrafttechnik spezialisierte Maschinenfabriken die ersten „selbsttätigen“ oder „fahrbaren“ Rechenreiniger. Rechen mussten dann nicht mehr per Hand mit der Harke gesäubert werden. Mithilfe einer Handkurbel ließ sich mechanisch ein Putzwagen in Bewegung setzen, der den Rechen in vertikaler Richtung abfuhr und die aufgesammelten Zweige, Steine und Blätter anschließend in einen Entsorgungsbehälter entleerte.⁸⁹ Der Turbinenbetreiber konnte die Nachteile des Schutzgitters für den Wasserkraftbetrieb aber auch verringern, wenn er den Rechen in einer gewissen Distanz zur Wasserkraftmaschine anbrachte. Anstelle von kantigen Eisenstäben war der Einbau von Rundeisen empfohlen, die das einströmende Wasser leichter passieren konnte. Zudem sollte der Turbinenbetreiber das Schutzgitter nicht „rechtwinkling zum Stromlauf“ aufstellen, sondern schräg ausrichten, was nicht nur die Rechenreinigung erleichterte, sondern auch verhinderte, dass die Fische „mit Gewalt an die Vergitterung gedrückt werden“.⁹⁰

In den 1920er und 1930er Jahren wurde auf Seiten der Wasserkraftwirtschaft mehrfach kritisiert, dass der festgeschriebene Mindestabstand von 20 Millimetern nicht mehr zeitgemäß sei. Dabei beriefen sich Turbinenbauer und Wasserkraftbetreiber auf wissenschaftlich orientierte „Fangversuche“ an Turbinenanlagen, die die Zahl der durch Turbinen beschädigten Fische ermittelt hatten. Diese Turbinenversuche sollten die Schädigungsraten quantifizieren und gleichzeitig unter Beweis stellen, dass die jüngsten Entwicklungen in der Turbinenbranche mit geringeren biologischen Auswirkungen einhergingen.⁹¹ Bei den „neuzeitliche[n] Niederdruckturbinen“ könnte man auf die Schutzrechen beispielsweise komplett verzichten, forderte der Turbinenexperte R. Toepel, da Fische bei der Turbinenpassage „fast ausnahmslos weder äußere noch innere Beschädigungen erfahren“.⁹² Seine Ausführungen bezogen sich auf die einer Schiffsschraube ähnelnden Kaplan turbine, die die Francisturbine im Laufe der 1920er Jahre vor allem dort verdrängte, wo niedrige Fallhöhen und starker Wasserdurchfluss vorherrschten.⁹³

In Kooperation mit dem Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband führten die Oberfischmeister Dr. Lowartz

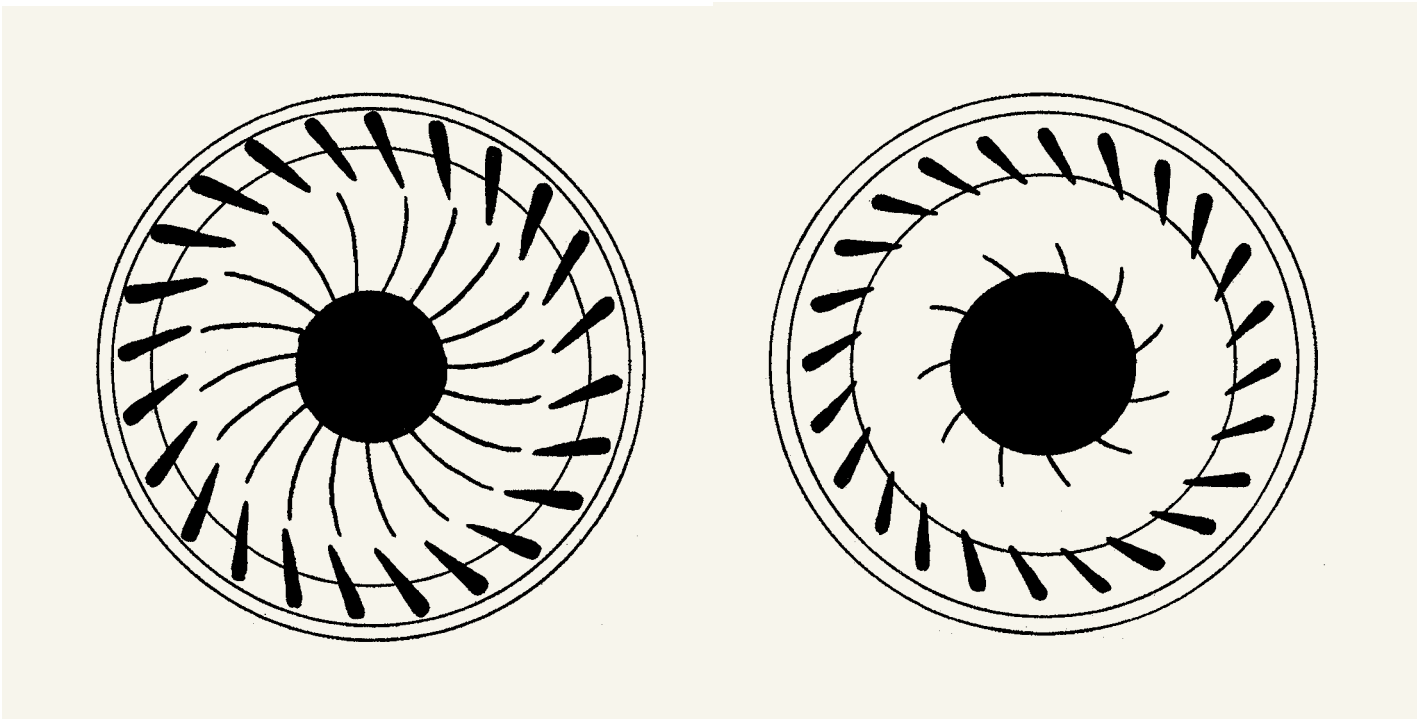


Abb. 8a-b: Mit dem Vergleich von Querschnitten älterer (links) und jüngerer (rechts) Turbinen veranschaulichten Turbinenexperten in diesen Jahren, dass „neuzeitliche“ Modelle den Fischen zwischen Lauf- und Leitrad mehr Zwischenräume zum Durchschlüpfen boten. (Lundbeck 1927, S. 445, 447)

und Dr. Schiemenz Mitte der 1920er Jahre an verschiedenen Turbinenanlagen an der Werra und Weser Fischfangversuche durch, die diese geringen Beschädigungsraten „neuzeitlicher“ Turbinenmodelle beweisen sollten. „Trotz eifrigen Suchens im Unterwasser wurden verletzte Fische oder Stücke der durchgejagten Fische [...] nicht gefunden.“⁹⁴ Dies führten die Wasserkraftexperten darauf zurück, dass Turbinen nach dem Typ Kaplan „geräumiger“ waren und weniger Laufradschaufeln besaßen als die älteren Ausführungsformen der Francisturbine (siehe Abb. 8), sodass die Fische durch die rotierende Maschine „unbeschädigt hindurchrutschten“.⁹⁵ Zu ähnlichen Ergebnissen kamen in diesem Jahrzehnt auch Turbinenversuche an schwedischen und schweizerischen Turbinenanlagen. In seiner Untersuchung hatte der schweizerische Fischereisachverständige Walter Schmassmann in diesen Jahren die Mortalitätsrate verschiedener Fischarten beim Durchgang durch Francisturbinen älterer und jüngerer Bauarten verglichen. Er kam zu dem Ergebnis, dass die Gefahren für Fische bei moderneren Modellen „weit geringer [seien] als sie von fischereilicher Seite vielfach angenommen [wurden]“.⁹⁶ Die positiven Resultate moderner Wasserturbinen bestätigten auch Turbinenanwender entlang der Wasserläufe. Nachdem der Fabrikant Eugen Reclam in seiner Holzschleiferei an der Saale die alte Francisturbine gegen eine moderne Kaplanmaschine mit „geräumigeren neuzeitlichen Turbinenkanäle[n]“ ausgetauscht hatte, wurden die Fische beim Durchgang durch die Wasserturbine nur noch selten „eingeklemmt“ und „zerschnitten“.⁹⁷

Die Ergebnisse dieser Quantifizierungsversuche dienten Vertretern der Wasserkraftwirtschaft, ihre Positionen wissenschaftlich zu legitimieren, um letztlich auf eine Lockerung der rigiden Gesetzesvorgaben hinzuwirken – und dies mancherorts durchaus

mit Erfolg.⁹⁸ Bei der Neukonzessionierung von Wasserkraftanlagen, die von geräumigeren Kaplanmaschinen angetrieben wurden, gingen die Behörden in den 1920er Jahren dazu über, Abstände zwischen den Einzelstäben der Schutzgitter von dreißig oder sechzig Millimetern zuzulassen.⁹⁹ Generell kann die Repräsentativität dieser Quantifizierungsversuche aber durchaus angezweifelt werden. Sämtliche der hier bekannten Untersuchungen wurden in Kooperation mit oder sogar im Auftrag der Wasserkraftlobby, d. h. dem Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband, durchgeführt.¹⁰⁰ Außerdem hatten die Kaplanmaschinen ein vergleichsweise begrenztes Einsatzgebiet. Sie kamen an wasserreichen Flachlandströmen mit geringem Gefälle zum Einsatz. Abseits dieser Fallhöhen- und Strömungsverhältnisse dürften die Standortverhältnisse dem Betreiber einer Turbinenanlage wenig Anlass gegeben haben, seinen Maschinenpark auf Antrieb zu modernisieren und mit einer fischfreundlichen Wasserturbine auszustatten, wenn doch die bereits installierte „alte“ Francisturbine an die wasserbaulichen Strukturen angepasst war und die erzeugte Antriebskraft der Organisation der Betriebsabläufe entsprach. Dass die Klagewellen der Fischereivertreter in den 1920er und 1930er Jahre dennoch abebbten, ist in erster Linie auf den generellen Bedeutungsverlust der Binnenfischerei zurückzuführen und dass sich die „technological fixes“ der Fischereiwirtschaft im Laufe der Jahrzehnte verlagerten. Als zwischen den 1930er und 1950er Jahren die großen Ruhrwehre bei Kettwig, am Baldeneysee und in Duisburg in Betrieb gingen, verzichtete man von vornherein auf die Installation von Fischwegen. Wasserbauer und Fischereisachverständige vertraten inzwischen die Ansicht, der Fischbestand der Ruhr ließe sich eher durch jährlichen Einsatz von Jungfischen vergrößern als durch Schutzsysteme wie Fischwege und Schutzgitter vor den Turbinen.¹⁰¹

Resümee und Ausblick

Die energiewirtschaftlichen Aktivitäten der Wasserkraftbetreiber riefen in zahlreichen Flussgebieten Nutzungskonkurrenzen und Konflikte um die Verteilung der Ressource Wasser hervor. Ein grundsätzlicher Dissens bestand über die Jahrhunderte zwischen der Wasserkraft- und der Fischereiwirtschaft. Fischer klagten darüber, dass die Besitzer wassergetriebener Mühlen in den Stauteichen systematisch Fische abfangen würden, ihre Stauwehre den im Gewässer aufsteigenden Fischen die Wege zu den Laichplätzen in den Quellgebieten versperrten und die Antriebsmaschinen die in entgegengesetzter Richtung schwimmenden Lebewesen zerstückelten. Wurde der letztgenannte Konfliktpunkt in den vor- und frühindustriellen Quellen selten problematisiert, wohl auch, weil die Wasserräder den Lebewesen „genügend Raum zum Durchschlüpfen“ boten, so verschärfte sich dieser Konflikt mit der Turbinisierung und Elektrifizierung um 1900. Mit der Verbreitung engräumiger und schnellläufiger Francisturbinen mehrten sich die Beschwerden, die Wasserkraftmaschinen würden ganze Fischbestände dezimieren. Allerdings sind Wahrnehmungen der Zeitgenossen, die in diesen Jahren über Fischfrevel und massenhaftes Fischsterben im Umfeld der Turbinenanlagen berichteten, immer standpunktabhängig und kontextbezogen zu beurteilen. Manchem Alarmruf lag ein besonderes Eigeninteresse bestimmter Akteure zugrunde, um Öffentlichkeit und Politik in ihrem Sinne zu beeinflussen.

Die Fischereigesetze, die zwischen den 1870er Jahren und dem Ersten Weltkrieg in Kraft traten, wollten mit gesetzlich fixierten Techniklösungen zur Schlichtung der Fischereikonflikte beitragen. Sie ordneten „technological fixes“ an, die wiederum die Interaktionen zwischen Menschen, Fischen und Maschinen veränderten und neue Probleme aufwarfen: Fischwege konnten die Gewässerdurchgängigkeit wiederherstellen, sie benötigten aber ebenso wie die Wasserkraftmaschinen Betriebswasser, was die Leistungsfähigkeit der Wasserkraftmaschinen reduzierte. Vor ihren Turbinenschächten sollten die Turbinenanwender Schutzgitter anbringen, die den Fischen den gefährlichen Durchgang durch die Wasserturbine versperrten. Diese Techniken waren allerdings wartungsaufwendig und konnten zu ungewolltem Wasserstau führen. Diskussionen flammten um diese technischen Maßnahmen immer wieder auf, weil sie schlecht funktionierten, oder weil sie den Wasserkraftbetrieb stark beeinträchtigten.

Setzt man sich in historischer Perspektive mit den Konflikten zwischen Fischerei und Wasserkraftverwertung auseinander, so zeichnen sich Techniklösungen und Kontroversen ab, die auch die aktuellen Diskussionen um den Ausbau der Wasserkräfte bestimmen: Auch heute steht die Energieform Wasserkraft im Spannungsfeld unterschiedlicher Sichtweisen. Einerseits kann diese erneuerbare Energiequelle einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Klimaschutzziele leisten. Andererseits wird sie hinsichtlich ihrer negativen Folgen für die Tier- und Pflanzenwelt am Fließgewässer kritisch beurteilt. Die Europäischen Wasserrahmenrichtlinien fordern den „naturnahen“ Zustand europäischer Gewässer bis zum Jahr 2027.¹⁰² Damit rücken wieder die Wehre und Wasserkraftwerke in die Kritik, die nicht nur Lebewesen an ihren instinktgeleiteten Wanderungen hindern. Sie stören auch Geschiebehalt, Sedimentationsbedingungen und ebenen die Dynamik des Abflusses ein, die für die Erhaltung und Wiederherstellung der artenreichen und gewässertypischen Lebensgemeinschaften eine wichtige Voraussetzung ist. Befürworten Umweltschützerinnen und Umweltschützer also den Bau eines

Wasserkraftwerks als eine Form des klimaschonenden Energieeinsatzes, so findet dasselbe Bauwerk auf Seiten des Naturschutzes seine ärgsten Widersacher.

Eine zukünftige Wasserkraftwirtschaft muss demnach auf zwei verschiedene Motive ausgerichtet sein, die sich gleichwohl überlagern: Klima- und Umweltschutzziele sind mit den Interessen des Naturschutzes in Einklang zu bringen. Werden diese Zielsetzungen vor der Folie der historischen Bedingtheit der Konflikte zwischen Wasserkraft- und Fischereiwirtschaft betrachtet, so erscheinen die teils hochtrabenden bis emotionalen Debatten unserer Tage im Reden über die Chancen und Risiken des Wasserkraftausbaus lediglich als aktuelle Formen altbekannter Muster. Aus geschichtswissenschaftlicher Perspektive zeigt sich deutlicher als in aktuellen Konzepten, dass die gesellschaftlichen Aushandlungsprozesse um die Nutzung und Verteilung der Ressource Wasser einem historischen Wandel unterliegen und damit auch grundsätzlich wandelbar bleiben.

Anmerkungen

- 1 Baird 1880, S. 4.
- 2 Vgl. Haidvogel 2010, S. 122.
- 3 Vgl. Keller 1885, S. 261; Eberts 1906, S. 267.
- 4 Der Aufsatz basiert auf der Monografie: Zumbrägel 2018a. Er ist um umfassende Quellenbestände erweitert, die in der Monografie nicht berücksichtigt wurden. Dazu gehören vor allem die Bestände zum westfälischen Fischereiwesen im Landesarchiv NRW/Abteilung Westfalen (Münster) sowie die historischen Dokumente, die in den Vereinsarchiven lokaler Fischereigenossenschaften verwahrt werden (z. B. der Rheinisch-Westfälischen Ruhrfischereigenossenschaften oder der Fischereigenossenschaft Lippe). – Zitat der Überschrift nach: Baar 1903, S. 166.
- 5 Zu den Konflikten zwischen Wasserkraft und Lachsfischerei an nordamerikanischen Strömen aus umwelthistorischer Perspektive: White 1995; Taylor 1999; McCully 1996; Evenden 2004.
- 6 Der Begriff wurde ursprünglich in einem euphorisch-technikgläubigen Sinne verwendet: Technik als Lösung oder gar Allheilmittel, mit dem sich nicht nur technische, sondern auch politische, soziale und kulturelle Problemlagen bewältigen ließen. In den letzten Jahren wurde der Begriff jedoch immer stärker mit negativer Konnotation genutzt und es wurden die Probleme betont, die aus verstärktem Technikeinsatz resultierten; vgl. Rosner 2014.
- 7 Vgl. zu diesem Abschnitt: Zumbrägel 2018a, Kap. 1.2.
- 8 Zu den Umweltfolgen energietechnischer Eingriffe an alpinen Gewässern vgl. Landry 2015.
- 9 In den letzten Jahren betonten Studien an der Schnittstelle Technik- und Umweltgeschichte verstärkt die aktive Rolle der Umwelt in Technisierungsprozessen: Pritchard 2014, S. 245.
- 10 Zu den Differenzen zwischen Energienutzung und Landwirtschaft: Gudermann 1997, S. 153-178; zeitgenössisch: Von Schwerz 1836, S. 32 f.
- 11 Zu den Konflikten mit Flößerei und Trift siehe: Schoder 2017, S. 110-114; Zumbrägel 2014, S. 348 f.; zu den Streitigkeiten zwischen Wasserkraft und Schifffahrt: Langdon 2000; Bernhardt 2016, S. 367.
- 12 Kammerer 1926, S. 113.
- 13 Walter 1910, S. 247.
- 14 Zur Fischerei mit Elektrizität, die erst nach 1900 Verbreitung fand: Anonymus 1929a.
- 15 Vgl. Küster 2005, S. 122; Bestehorn 1913.
- 16 Vgl. Hoffmann 1996; Hoffmann/Sonnlechner 2011; Plogmann 2009, S. 99 f.; Oelwein 2010.
- 17 Vgl. zu den frühindustriellen Auswirkungen der Gerbereien und eisenverarbeitenden Gewerben auf die Fischbestände: Schmartz 1837; zu den Sägespänen: Taylor 1999, S. 56-58; König 1899, S. 229-230; Gilhaus 1995, S. 70.
- 18 Vgl. Vereinsnachrichten 1907, S. 19; Anonymus 1912a; Anonymus 1910b.

- 19 Anonymus 1904a; Streeb 1908, hier S. 11 f.; Anonymus 1910a, Sp. 178-179; Anonymus: Ausübung der Fischerei im eigenen Mühlgraben, in: Die Wasserkraft 1911, Sp. 107.
- 20 Anonymus, Die Fischerei-Gerechsamte bezüglich der Mühlgräben, in: Die Talsperre 6 (1907), S. 117-119.
- 21 So verordneten es verschiedene Polizeigesetze der 1880er und 1890er Jahre; vgl. Protokoll der 7. General-Versammlung, abgehalten zu Kassel am 15. Nov. 1884, in: Mittheilungen an die Mitglieder des Vereins zur Beförderung der Fischzucht 2 (1885), S. 32 [Landesarchiv NRW/Westfalen, Kreis Brilon Landratsamt, Nr. 1093]; Verbotwidriges Abschlagen des Mühlgrabens ohne Anzeige. Polizei-V-O. vom 8. November 1890 [Landesarchiv NRW/Westfalen, Kreis Brilon Landratsamt, Nr. 1093]; Anonymus 1886, S. 193 f.
- 22 Frage eines Mühlenbesitzers aus Brandenburg, in: Die Mühle 31 (1894), Sp. 780: „Oberhalb meiner Wassermühle hat ein Anlieger an einem Nebenbach, der jedoch beträchtlich Wasser bringt, Fischteiche angelegt und leitet das Wasser ohne meine Erlaubnis theils direkt, theils mit Hilfe eines Staues in dieselben. [...] Ist evtl. ein gerichtliches Vorgehen ratsam?“; Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband e. V. 1928, S. 12 f.
- 23 Vgl. Weigl 1912.
- 24 Vgl. den Gewässerreport, den der Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) am 16. Mai 2018 veröffentlichte: https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/fluesse/fluesse_bund_gewaesserreport_2018.pdf (abgerufen am 23. Mai 2018).
- 25 Vgl. Linse 1988, S. 13.
- 26 Zur Bedeutung der Fischereiwirtschaft im 20. Jahrhundert: Brüggemeier/Toyka-Seid 1995: 148 f.; Anonymus 1915a. In „weiten Teilen des Sauerlandes“ trugen die lokalen Fischbestände noch in den 1930er Jahren „einen nicht unerheblichen Bruchteil zur menschlichen Nahrung“ bei; vgl. Schenck 1931, S. 76.
- 27 Zur Fluß- und Schlächtenordnung des Herzogs Johannes des II. von Cleve vom 31.7.1525: Flebbe 1967, S. 213-214; Kreft 2002, S. 163.
- 28 Vgl. Bleidick 2008, Sp. 813 f.; Petersen/Reitemeier 2017, S. 279 f.
- 29 Vgl. Schmidt 1929, S. 73; Flebbe 1967, S. 203 f.
- 30 Vgl. Zumbrägel 2018a, Kap. 6; Anonymus 1798, S. 185-187.
- 31 Vgl. van den Berken 1799, S. 76.
- 32 Protokoll über die Generalversammlung des Fischerei-Vereins für die Provinz Westfalen, am 27. Mai 1891, in: Landesarchiv NRW/Westfalen; Oberpräsidium Münster; 1817, Bd. 1 – Fischereiverein für die Provinz Westfalen (1886-1894), Bl. 243; Baar 1903, S. 166.
- 33 Vgl. Braun 1979.
- 34 Vgl. Hilbrink 1920/21, S. 316; Laufen 1972.
- 35 Gerhardt 1904, S. 68 f.; Lundbeck 1927, S. 438 f. Die Drehzahlen der Wasserräder waren je nach Konstruktionsform (ober- oder unterschlächtig) unterschiedlich, überstiegen aber selten 15 Umläufe pro Minute; vgl. von Hanffstengel 1920, S. 84; Quantz 1907, S. 100.
- 36 Reclam 1914, S. 408; Oberfischmeister Schmidt 1891, S. 8.
- 37 Vgl. Bericht über die am 12. September 1890 zu Bremen abgehaltene VI. General-Versammlung des Westdeutschen Fischerei-Verbandes, München 1891; Verband deutscher Müller 1892, Sp. 745 f.
- 38 Schmidt 1895, S. 358.
- 39 Anonymer Bericht, in: Circulare des Deutschen Fischerei-Vereins 1891, S. 152; Eberts 1906; Baar 1903, S. 166.
- 40 Heyking 1898, S. 372-373.
- 41 Hoech 1889, S. 17.
- 42 Anonymus 1900, S. 842; Reclam 1914, S. 409.
- 43 Protokoll über die Generalversammlung des Fischerei-Vereins für die Provinz Westfalen, am 27. Mai 1891, in: Landesarchiv NRW/Westfalen; Oberpräsidium Münster; 1817, Bd. 1 – Fischereiverein für die Provinz Westfalen (1886-1894), Bl. 243.
- 44 Ausstellungs-Bericht über die Fischerei-Ausstellung in Kassel im November 1884, in: Mittheilungen an die Mitglieder des Vereins zur Förderung der Fischzucht im Reg. Bez. Kassel II (1885), H. 2, S. 56-58; Anonymus 1889, S. 9.
- 45 Jurisch 1890, S. 103; Wundsch 1915, S. 151-386; Akten der Rheinisch-Westfälische Ruhrfischerei-Genossenschaft 27-37, 818-1061, Bl. 958-968.
- 46 Vgl. Cioc 2002, Kap. 6.
- 47 König 1887, S. 7. – Zu den Auswirkungen der Gewässerverschmutzungen auf den Fischbestand siehe auch: Gilhaus 1995, S. 59-122.
- 48 Vgl. Bonne 1913, S. 166; Jahresbericht des Fischerei-Vereins für Westfalen und Lippe für das Jahr 1900/1901 [Bericht über den trockenen Sommer 1901 mit Auswirkungen auf die Fischbestände], S. 1.
- 49 Thienemann 1914, S. 294; Dr. Weihe, Begründung des Gesetzentwurfes betr. die Ausübung der Adjacentenfischerei in der Provinz Westfalen, in: Landesarchiv NRW/Westfalen; Haus Busch – Akten, Nr. 417: „Die Flüsse und Bäche der Provinz Westfalen zeichneten sich früher durch großen Fischreichtum aus, während zur Zeit wohl in keiner Provinz eine so große Armuth an Flußfischen herrscht, wie in der unserigen Provinz. Die Zahl der Berufsfischer ist auf ein Minimum gesunken [...]“.
- 50 Lehmann 1930, S. 70.
- 51 Rheinisch-Westfälische Ruhrfischerei-Genossenschaft. Akten betreffend Schädigung der Fische durch Verunreinigung der Ruhr und Turbinenanlagen (Bezüglich der Turbinen im Schonrevier Mülheim vergleiche die Akte hierüber), ab 1881 [Sammlung Archivreise Ruhrfischereigenossenschaft, Nr. XIII, A, 13, Bl. 35].
- 52 Vgl. Uekötter 2015, S. 541.
- 53 Vgl. Imhoff 1929, S. 224; Schenck 1931, S. 75-76.
- 54 Siehe dazu die jährlichen Mittheilungen in den „Jahresberichten des Fischerei-Vereins für Westfalen und Lippe“ zwischen 1900 und 1912.
- 55 Anonymus 1912b.
- 56 Anonymus 1900, S. 842.
- 57 In einigen Quellen deutet sich an, dass an vielen Flüssen Kontrollinstanzen fehlten, die die Umsetzung der gesetzlich verankerten Fischschutzmaßnahmen überprüften: Eberts 1906, S. 265; Anonymus 1901, S. 300.
- 58 Schlichting 1876, S. 19. Fischereigesetz 1878, S. 41-42 [§ 35]: „Wer nach Erlaß dieses Gesetzes in einem der Herrschaft desselben unterworfenen natürlichen Gewässer Wehre, Schleusen, Dämme oder andere Wasserwerke an Stellen, wo bisher der Zug der Wanderfische unbehindert war, anlegt, ist verpflichtet, auf seine Kosten Fischpässe auszuführen und zu unterhalten.“ In England waren Wasserkraftbetreiber seit den 1840er Jahren und in Frankreich seit 1862 zur Anlage von Fischwegen verpflichtet.
- 59 Vgl. Katopodis/Williams 2012, S. 8-18.
- 60 Schlichting 1876, S. 19. Kurz vor dem Gesetz veröffentlichte der Regierungs-Assessors Fastenau einen der ersten Fachbeiträge zum Thema der Fischwege: Fastenau 1872, S. 124 f. Die „Deutsche Bauzeitung“ war Mitte der 1870er Jahre eines der frühen Publikationsorgane, das sich mit dem Thema Fischwege systematisch befasste; vgl. Anonymus 1875, S. 502.
- 61 Vgl. Gerhardt 1912.
- 62 Vgl. Anonymus 1891, S. 132 f.
- 63 Vgl. Kgl. Meliorations-Bauinspektion, Münster (Bearb.): Fluss- und Fischerei-Karte der Provinz Westfalen, in: Landesarchiv NRW/Westfalen | KSA 15371 [Altsignatur: Bw 535]. – Die Fischerei-Karte der Provinz Westfalen ist auf dem Internet-Portal „Westfälische Geschichte“ online einsehbar: <http://www.westfaelische-geschichte.de/kar382> (abgerufen am 15. August 2018). Fischerei- und Fischwasser-Karten zu anderen preußischen Provinzen: Eckstein 1901.
- 64 Vgl. Gerhardt 1896; Bericht des königlichen Oberfischmeisters Dallmer 1882.
- 65 Vgl. Bayer 1908, S. 1048 f.
- 66 Baird 1880, S. 5. Der Nährwert der Lachse, die indigene Gruppen am nordamerikanischen Columbia River zu fangen wussten, nahm zu den Quellgebieten hin ab, weil die Fische bei ihrer Laichwanderung stromaufwärts Fett verbrannten, das sich Menschen, je weiter flussaufwärts sie fischten, in immer geringeren Quantitäten einverleiben konnten. Diesen Zusammenhang stellt der amerikanische Umwelthistoriker Richard White in seiner Umweltgeschichte des Columbia River her; vgl. White 1995.
- 67 Anonymus 1891, S. 133.
- 68 Keller 1885, S. 277.
- 69 Darauf machte Prof. Dr. Nitsche in einem Vortrag „Der Flußaal und seine wirtschaftliche Bedeutung“ aufmerksam, den er 1886 vor der „Oeconomischen Gesellschaft im Königreich Sachsen“ hielt. Vgl. Landesarchiv NRW/Westfalen, Landesarchiv NRW/Westfalen, Kreis Brilon Landratsamt, Nr. 1093.
- 70 Vgl. Fisch/Lindemann 1873; Brüssow 1882; Duge/Henking/Wilhelms 1902.
- 71 Repassi 1914, S. 94; Aigner 1912, S. 286.
- 72 Gerhardt 1904, S. 10.
- 73 Schmassmann 1928, S. 338.
- 74 Vgl. Pollak 1912, S. 287 f.
- 75 Keller 1885, S. 21.
- 76 Schmidt 1895, S. 357; Gerhardt 1904, S. 22 f.
- 77 Vgl. Koch 1905, S. 344.
- 78 Vgl. Zumbrägel 2018a, S. 47-50.
- 79 Auszug aus dem Protokoll der Generalversammlung der Fischereigenossenschaft, vom 31. Mai 1907, in: Akten der Rheinisch-Westfälische Ruhrfischerei-Genossenschaft III B „Fischpässe“, Bl. 60 und 86.
- 80 Vgl. Hoech 1889, S. 17; zum Wartungsaufwand der Rechen: Zumbrägel 2018b, S. 174 f.
- 81 Das Preußische Fischereigesetz wurde am 30. Mai 1874 erlassen, die Novelle des Fischereigesetzes vom 30. März 1880 hielt in Artikel V die Bestimmungen über Schutzvorrichtungen bei Turbinen fest; vgl. Höing 1919, S. 34 f. Siehe auch Heyn 1919, S. 126.

- 82 Das preußischen Fischereigesetz vom 11. Mai 1916 verpflichtete jeden Turbinenbetreiber zur Anlage eines Fischschutzgitters. Die Ausführungsanweisungen zum Fischereigesetz vom 16. März 1918 legten einen Abstand zwischen den Rechenstäben von 20 Millimetern fest: „Die Stäbe müssen mindestens in einem Abstände von 75 cm durch Querriegel verbunden sein, und ihr Abstand voneinander darf nicht über 2 cm betragen.“. Vgl. Anonymus 1916, S. 33 [§ 101]; Görcke 1918, S. 152 f.
- 83 Heyn 1891, S. 164.
- 84 Borne 1886, S. 309.
- 85 Vgl. Hunter 1980, S. 146.
- 86 Hoech 1889, S. 18; Gerhardt 1893, S. 428 f.
- 87 Schmidt 1895, S. 358.
- 88 Blum 1928, S. 373.
- 89 Vgl. Anonymus 1915b; Baudisch 1928, Sp. 777-779. Mit Abbildung eines solchen Rechenreinigers: Zumbrägel 2018b, S. 175.
- 90 Walter 1914, S. 210.
- 91 Vgl. Lundbeck 1927.
- 92 Toepel 1929, Sp. 1256.
- 93 Vgl. Zumbrägel 2018a, Kap. 2.
- 94 Anonymus 1929b, S. 102.
- 95 Reclam 1914, S. 408.
- 96 Toepel 1929, Sp. 1256; Schmassmann 1924.
- 97 Reclam 1914, S. 408.
- 98 Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband e. V. 1928, S. 15.
- 99 Vgl. Holzer 1931, S. 203
- 100 Vgl. Anonymus 1929b, S. 103; Reindl 1928, S. 373: „Auch in Deutschland wurden nicht zuletzt auf Veranlassung und unter Mitwirkung des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes eingehende Versuche über den Durchgang der Fische in die Wege geleitet.“
- 101 Vgl. Schreiber 1957, S. 58; Schenck 1931, S. 75 f.
- 102 Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2015, S. 108.
- 1916 Das neue preußische Fischereigesetz. Nach den übereinstimmenden Beschlüssen beider Häuser des Landtages, 1. Aufl. Neudamm 1916
- 1929a Fischfang mit Elektrizität, in: Volksstimme, Nr. 124 vom 31. Mai 1929
- 1929b Wasserkraftanlagen. Versuche über den zulässigen Abstand der Stäbe von Turbinenrechen, in: Wasserkraft und Wasserwirtschaft 24 (1929), H. 8, S. 102-103
- BAAR, Friedrich:
1903 Ein Beitrag zur Schädigung der Aale durch Turbinen und Mühlräder, in: Fischerei-Zeitung 6 (1903), S. 166-167
- BAIRD, Spencer:
1880 Ueber Anlegung von Fischpässen, in: Bayerische Fischerei-Zeitung 5 (1880), S. 4-6
- BAUDISCH, Hermann:
1928 Selbsttätige Rechenreinigung, in: Die Mühle 55 (1928), Sp. 777-779
- BAYER, H.:
1908 Fishways, in: Bulletin of the Bureau of Fisheries 28 (1908), S. 1041-1058
- BERNHARDT, Christoph:
2016 Im Spiegel des Wassers. Eine transnationale Umweltgeschichte des Oberrheins (1800-2000), 1. Aufl. Köln 2016
- BESTEHORN, Friedrich:
1913 Die geschichtliche Entwicklung des märkischen Fischereiwesens, in: Archiv für Fischereigeschichte 1 (1913), S. 1-199
- BLEIDICK, Dietmar:
2008 Art. „Mühle“, in: Enzyklopädie der Neuzeit 8 (2008), Sp. 811-816
- BLUM, G.:
1928 Wasserkraftanlagen. Über die Entbehrlichkeit von Fischrechen, in: Wasserkraft und Wasserwirtschaft 23 (1928), S. 372-373
- BONNE, Georg:
1913 Die Verunreinigung unserer deutschen Gewässer und ihre Verhütung, in: Zweite Gemeinsame Tagung für Denkmalpflege und Heimatschutz. Dresden, 25. und 26. September 1913, Karlsruhe 1913, S. 163-197
- BRAUN, Hans-Joachim:
1979 Technische Neuerungen um die Mitte des 19. Jahrhunderts. Das Beispiel der Wasserturbinen, in: Technikgeschichte 46 (1979), S. 285-302
- BRÜGGEMEIER, Franz-Josef / TOYKA-SEID, Michael (Hrsg.):
1995 Industrie-Natur. Lesebuch zur Geschichte der Umwelt im 19. Jahrhundert, 1. Aufl. Frankfurt 1995
- BRÜSSOW:
1882 Bericht betreffend eine Reise nach England zwecks Besichtigung von Fischwegen, Schwerin 1881, in: Circulare des deutschen Fischerei-Vereins 1882, S. 39
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT:
2015 Die Wasserrahmenrichtlinie. Deutschlands Gewässer 2015, 1. Aufl. Bonn 2015, online unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/final_broschüre_wasserrahmenrichtlinie_bf_112116.pdf (abgerufen am 23. August 2018)
- CIOC, Mark:
2002 The Rhine. An Eco-Biography. 1815-2000, 1. Aufl. Seattle 2002
- DALLMER:
1882 Ueber die Errichtung von Aalbrutleitern, in: Deutscher Fischerei-Verein, Berlin 1882, S. 6-14
- DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFTVERBAND E. V. (Hrsg.):
1928 Geschäftsbericht des DWV für das Jahr 1928, in: Mitteilungen des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V., Nr. 10 (1928)
- DUGE, F./HENKING, H./WILHELMS, O.:
1902 Bericht über die internationale Fischerei-Ausstellung in St. Petersburg, Berlin 1902
- EBERTS:
1906 Ein neuer Fischpaß, in: Österreichische Fischereizeitung 3 (1906), S. 265-267
- ECKSTEIN, C.:
1901 Fischereikarte für die Provinz Brandenburg, in: Mitteilungen des Fischerei-Vereins für die Provinz Brandenburg 2 (1901), S. 174-197
- EVENDEN, Matthew:
2004 Fish versus Power. An Environmental History of the Fraser River, 1. Aufl. Cambridge 2004
- FASTENAU:
1872 Ueber die Anlegung von Fischwegen mit besonderer Rücksicht auf Lachse, in: Circulare des deutschen Fischerei-Vereins 5 (1872), S. 124-125

Bibliografie

AIGNER, Theodor:

- 1912 Fischwege in Stauanlagen, in: Österreichische Fischereizeitung 9 (1912), S. 281-287

ANONYMUS:

- 1798 Ueber Thierfang und Jagd, mit Rücksicht auf die Grafschaft Mark und deren Geschichte, in: Magazin für Westfalen 2 (1798), S. 164-222
- 1875 Anfrage betr. die Konstruktion von Fischleitern, in: Deutsche Bauzeitung 9 (1875), S. 502
- 1878 Das Fischereigesetz für den Preußischen Staat vom 30. Mai 1874, Berlin 1878
- 1886 Wassernutzungsrecht des Müllers gegenüber den Fischerei-Interessen, in: Wochenblatt für Fischerei-, Vogel-, Geflügel- und Hundezucht, Nr. 24, 17. September 1886, S. 193-194
- 1889 Kurzer Führer durch die Fischerei-Ausstellung, 1. Aufl. Kassel 1889
- 1891 Bewegliche Fischleitern an den Wehren der Wasserläufe, in: Das neue Universum 12 (1891), S. 132-133
- 1900 Aale in den Turbinen, in: Fischerei-Zeitung 3 (1900), S. 842
- 1901 Wahrnehmung der Interessen der Fischerei bei Stau- und Turbinenanlagen in der Provinz Hannover, in: Fischerei-Zeitung 4 (1901), S. 300
- 1904a Fischereiberechtigung in Mühlgräben, in: Jahresbericht des Fischerei-Vereins für Westfalen und Lippe für das Jahr 1904/1905, S. 6-8
- 1904b Neuere Konstruktionen von Wasserturbinen der Maschinenfabrik Briegleb, Hansen & Co., in: Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 1 (1904), S. 97-102
- 1907 Vereinsnachrichten. 23. Generalversammlung des Westdeutschen Fischerei-Verbandes, in: Die Talsperre 6 (1907), S. 19
- 1910a Die Fischerei in Mühlgräben, in: Die Wasserkraft 3 (1910), Sp. 178-179
- 1910b Fischereirecht in Mühlgräben, in: Die Talsperre 8 (1910), S. 298-299
- 1911 Ausübung der Fischerei im eigenen Mühlgraben, in: Die Wasserkraft 4 (1911), Sp. 107
- 1912a Fischereiberechtigung, in: Die Wasserkraft 5 (1912), Sp. 162
- 1912b Schädigung der Fischerei durch die Industrie, in: Österreichische Fischereizeitung 9 (1912), S. 95
- 1915a Wasserkraftbesitzer und Teichnutzung, in: Der Mühlen- und Speicherbau 9 (1915), S. 161
- 1915b Turbinenrechenreiner, in: Die Mühle 52 (1915), Sp. 92, 113 u. 128

- FISCH, O./LINDEMANN, M.:
1873 Bericht der Herren Dr. O. Finsch und Dr. M. Lindemann in Bremen an seine Excellenz den Herrn Minister für landw. Angelegenheiten über ihre, während einer Reise in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika gemachten Erfahrungen auf dem Gebiete der Fischerei, in: Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften (1873), S. 78-91
- FLEBBE, Hermann:
1967 Schlächte- und Fischereiordnung Nr. 228, in: Flebbe, Hermann (Hrsg.): Von den Anfängen bis 1609 (Quellen und Urkunden zur Geschichte der Stadt Altena (Westf.), Bd. 1), 1. Aufl. Altena 1967, S. 213-214
- GERHARDT, Paul:
1896 Zur Bauart der Aalpässe, in: Zentralblatt der Bauverwaltung 16 (1896), S. 208-210
1904 Fischwege und Fischteiche, 1. Aufl. Leipzig 1904
1912 Die Fischwege. Zweiter Abschnitt. IV. Kapitel, in: Rehbock, Theodor u.a. (Hrsg.): Handbuch der Ingenieurwissenschaften in fünf Teilen. Dritter Teil: Der Wasserbau. III. Teil des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften. Zweiter Band: Stauwerke. Erste Abteilung: Wehre und Fischwege, 1. Aufl. Leipzig 1912, S. 454-499
- GILHAUS, Ulrike:
1995 „Schmerzensinder der Industrie“. Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und sozialer Protest im Industriezeitalter in Westfalen 1845-1914, Paderborn 1995
- GÖRCKE:
1918 Das preußische Fischereigesetz vom 11. Mai 1916 nebst der Fischerei-Ordnung vom 29. März 1917 und den sonstigen fischereigesetzlichen Vorschriften für Preußen. Zum praktischen Gebrauch, 1. Aufl. Berlin 1918
- GUDERMANN, Rita:
2003 „Wasserschätze“ und „Wasser-Diebereien“. Konflikte zwischen Müllern und Bauern im Prozess der Agrarmodernisierung im 19. Jahrhundert, in: Archiv für Sozialgeschichte 43 (2003), S. 19-38
- HAIDVOGEL, Gertrud:
2010 Verschwundene Fische und trockene Auen. Wie Regulierung und Kraftwerksbau das Ökosystem Donau im Machland verändert haben, in: Schmid, Martin/Winiwater, Verena (Hrsg.): Umwelt Donau. Eine andere Geschichte, St. Pölten 2010, S. 119-136
- HEYKING:
1898 Turbinen und Aale, in: Fischerei-Zeitung (Allgemeine Fischereizeitung; der Sudetendeutsche Fischer) 1 (1898), S. 372-373
- HEYN, J.:
1891 Betreffend Rechenfrage bei Turbinen, in: Circulare des Deutschen Fischerei-Vereins 3 (1891), S. 164
1919 Turbinengerinne-Rechen, in: Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 16 (1919), S. 126-128
- HILBRINK, A.:
1920 Die Bedeutung der Wasserkraft für die Entstehung und Entwicklung der bergisch-märkischen Eisenindustrie, in: Heimatblätter Dortmund 2 (1920/21), S. 314-317
- HOECH, Theodor:
1889 Einrichtungen an Wassertriebwerken zum Schutze der Fische, in: Circulare des Deutschen Fischerei-Vereins 1889, S. 16-20
- HOFFMANN, Richard C./SONNLECHER, Christoph:
2011 Vom Archivobjekt zum Umweltschutz: Maximilians Patent über das Fischereiwesen von 1506, in: Studien zur Wiener Geschichte 62-63 (2011), S. 79-133
- HOFFMANN, Richard C.:
1996 Economic Development and Aquatic Ecosystems in Medieval Europe, in: The American Historical Review 101 (1996), S. 631-669
- HÖING, Alfred:
1919 Das preussische Fischereigesetz von 1916 in seiner Bedeutung für die Industrie, 1. Aufl. Greifswald 1919
- HOLZER, Wolfgang:
1931 Das elektrische Fischrechen, in: Wasserkraft und Wasserwirtschaft 26 (1931), S. 203-205
- HUNTER, Louis C.:
1980 Waterpower in the Century of the Steam Engine, in: Hunter, Louis C. (Hrsg.): A History of Industrial Power in the United States, 1780-1930, Bd. 1, Charlottesville 1980
- IMHOFF, Karl:
1929 Die Wasserwirtschaft im rheinisch-westfälischen Industriegebiet, in: Wirtschaftsjahrbuch für das niederrheinisch-westfälische Industriegebiet 1929, S. 222-227
- JURISCH, Konrad W.:
1890 Die Verunreinigung der Gewässer. Eine Denkschrift im Auftrage der Flusscommission des Vereins zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands, Berlin 1890
- KAMMERER, Fritz:
1926 Technisches und Wirtschaftliches von Kleinwasserkraften, in: Zeitschrift des Bayerischen Revisions-Vereins 30 (1926), S. 104-107 u. 113-115
- KATOPODIS, Christos/WILLIAMS, John G.:
2012 The Development of Fish Passage Research in a Historical Context, in: Ecological Engineering 48 (2012), S. 8-18
- KELLER, Hermann:
1885 Die Anlage der Fischwege, in: Zentralblatt der Bauverwaltung 5 (1885), S. 259-278
- KOCH, Ludwig:
1905 Anlage von Fischwegen, in: Österreichische Fischereizeitung 2 (1905), S. 344-345
- KÖNIG, Joseph:
1899 Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen sowie die Reinigung von Trink- und Schmutzwasser, Bd. 2, Berlin 1899
- KREFT, Thomas:
2002 Das mittelalterliche Eisengewerbe im Herzogtum Berg und in der südlichen Grafschaft Mark, Aachen 2002
- KÜSTER, Hansjörg:
2005 Das ist Ökologie. Die biologischen Grundlagen unserer Existenz, München 2005
- LANDRY, Marc:
2015 Environmental Consequences of the Peace. The Great War, Dammed Lakes, and Hydraulic History in the Eastern Alps, in: Environmental History 20 (2015), S. S. 422-448
- LANGDON, John:
2000 Inland Water Transport in Medieval England – The View from the Mills. A Response to Jones, in: Journal of Historical Geography 26 (2000), S. 75-82
- LAUFEN, Richard:
1972 Das Wasserkraftwerk Kräwinklerbrücke an der Wupper. Entstehung und erste Betriebserfahrungen, in: Technikgeschichte 39 (1972), S. 159-166
- LEHMANN, Conrad:
1930 Die fischereiliche Nutzung der Ruhr, in: Spetzler, Oskar/Strobel, Hans (Hrsg.): Der Hengsteysee im neugestalteten Ruhrtal als Erholungsstätte und Kraftquelle, 1. Aufl. Essen 1930, S. 66-70
- LINSE, Ulrich:
1988 „Der Raub des Rheingoldes“. Das Wasserkraftwerk Laufenburg, in: Ders. u. a. (Hrsg.), Von der Bittschrift zur Platzbesetzung. Konflikte um technische Großprojekte. Laufenburg, Walchensee, Whyll, Wackersdorf, Berlin/Bonn 1988, S. 11-63
- LÖSCHNER, Hans:
1908 Über die Anlage von Fischwegen, in: Österreichische Fischereizeitung 5 (1908), S. 103-158
- LUNDBECK, J.:
1927 Untersuchungen über die Beschädigung von Fischen, besonders Aalen, in den Turbinen des Kraftwerks Friedland (Ostpr.), in: Zeitschrift für Fischerei 25 (1927), S. 438-465
- MARQUARDT, Bernd:
2003 Umwelt und Recht in Mitteleuropa. Von den grossen Rodungen des Hochmittelalters bis ins 21. Jahrhundert, Zürich/Basel 2003
- MCCULLY, Patrick:
1996 Silenced Rivers. The Ecology and Politics of Large Dams, London u. a. 1996
- OELWEIN, Cornelia:
2010 Fischerei, publiziert am 03.11.2010; in: Historisches Lexikon Bayerns, online unter: <http://www.historisches-lexikon-bayerns.de/Lexikon/Fischerei> (abgerufen am 20. August 2018)
- PEITCHARD, Sara B.:
2014 Toward an Environmental History of Technology, in: Isenberg, Andrew C. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Environmental History, Oxford 2014, S. 227-258
- PETERSEN, Nils/REITEMEIER, Arnd:
2017 Die Mühle und der Fluss. Juristische Wechselwirkungen, in: Huber-Rebenich, Gerlinde/Rohr, Christian/Stolz, Michael (Hg.): Wasser in der mittelalterlichen Kultur, Berlin 2017, S. 276-290
- PLOGMANN, Heidemarie:
2009 Alles kleine Fische ...!? Die Rolle der Fische in Wirtschaft, Ernährung und Kultur der letzten 2000 Jahre, in: Siedlungsforschung 27 (2009), S. 93-112
- POLLAK, J.:
1912 Wo sind die Fischwege anzulegen?, in: Österreichische Fischereizeitung 9 (1912), S. 287-288
- QUANTZ, Ludwig:
1907 Wasserkraftmaschinen. Ein Leitfaden zur Einführung im Bau und Berechnung moderner Wasserkraft-Maschinen und -Anlagen, Berlin u. a. 1907

- RECLAM:
1914 Turbinenrechen, in: Fischerei-Zeitung 17 (1914), S. 405-409
- REINDL, Carl:
1928 Wasserkraftanlagen. Über die Entbehrlichkeit von Fischrechen, in: Wasserkraft und Wasserwirtschaft 23 (1928), S. 373
- REPASSI, Nikolaus v.:
1914 Fischdurchlässe, in: Österreichische Fischereizeitung 11 (1914), S. 93-97
- ROSNER, Lisa:
2004 The Technological Fix. How People Use Technology to Create and Solve Problems, New York 2014
- SCHENK, Ulrich:
1931 Die Wasserwirtschaft im Niederschlagsgebiet der Ruhr. Eine volkswirtschaftliche Untersuchung, 1. Aufl. Emsdetten 1931
- SCHLICHTING, J.:
1876 Konstruktion von Fischleitern, in: Deutsche Bauzeitung 10 (1876), S. 19
- SCHMARTZ:
1837 Die Fischerei in der Lenne bei Altena, in: Altenaer Wochenblatt, 29. Juli 1837
- SCHMASSMANN, Walter:
1924 Ueber den Aufstieg der Fische durch die Fischpässe an Stauwehren. Untersuchungen der schweiz-bad. Kommission für die Fischerei im Oberrhein, in: Schweizerische Fischerei-Zeitung 32 (1924), S. 222-229
1928 Messungen über den Formwiderstand der Fische bei verschiedenen Wassergeschwindigkeiten und seine Berücksichtigung beim Bau der Fischpässe, in: Schweizerische Fischerei-Zeitung 36 (1928), S. 337-346, S. 370-376
- SCHMIDT, Ferdinand:
1929 Die sauerländische Fluß- und Schlächte-Ordnung von 1525, in: Süderland 7 (1929), S. 72-78
- SCHMIDT, Wilhelm:
1895 Die Berücksichtigung des Fischereiwesens beim Ausbau der Flußläufe, in: Centralblatt der Bauverwaltung 15 (1895), S. 357-359
- SCHODER, Angelika:
2017 Der Bau des Speicherkraftwerks Wienerbruck – Die Transformation einer Landschaft aus der Sicht der Ingenieure, in: Lorenzetti, Luigi/Valsangiacomo, Nelly (Hrsg.): Mémoire industrielle et phénomènes de patrimonialisation dans les Alpes (19e-20e siècles) – Erinnerung an die Industrialisierung und an die Inbesitznahme der Industrie im Gebiet der Alpen (19.-20. Jahrhundert), 2. Aufl. Zürich 2017, S. 110-114
- SCHREIBER, Günther:
1957 Ruhrfischerei. Einst und jetzt, in: Mülheimer Jahrbuch 12 (1957), S. 55-59
- STREEB, E.:
1908 Gründung eines Verbandes bayerischer Wasserkraftbesitzer, in: Die Weisse Kohle 1 (1908), S. 10-12
- TAYLOR, Joseph E.:
1999 Making Salmon. An Environmental History of the Northwest Fisheries Crisis, 1. Aufl. Seattle 1999
- THIENEMANN, August:
1914 Die Schädigung der Fischerei in der Urftalsperre durch die Verunreinigung der Urft und des Olefbaches, in: Zeitschrift für Fischerei 14 (1914), S. 282-295
- TOEPEL, R.:
1929 Feinrechen der Turbinenanlagen und Fischereischutz, in: Die Mühle 66 (1929), Sp. 1256
- UEKÖTTER, Frank:
2015 Bergbau und Umwelt im 19. und 20. Jahrhundert, in: Berger, Stefan/Seidel, Hans-Christoph/Tenfelde, Klaus (Hrsg.): Rohstoffgewinnung im Strukturwandel. Der deutsche Bergbau im 20. Jahrhundert, (Geschichte des deutschen Bergbaus, Bd. 4), Münster 2015, S. 539-563
- VAN DEN BERKEN, Johann H.:
1799 Anleitung zur Anwendung der Wasserbau-Gesetze auf die Fabriken-Gebäude und Ströme der Grafschaft Mark, in: Magazin für Westphalen 3 (1799), S. 63-125
- VERBAND DEUTSCHER MÜLLER:
1892 Anlage von Aalpäsen, in: Die Mühle 47 (1892), Sp. 745-756
- VON DEM BORNE, Max:
1886 Handbuch der Fischzucht und Fischerei, Berlin 1886
- VON HANFFSTENGEL, Georg:
1920 Technisches Denken und Schaffen. Eine gemeinverständliche Einführung in die Technik, Berlin 1920
- VON SCHWERZ, Johann Nepomuk:
1836 Beschreibung der Landwirthschaft in Westfalen und Rheinpreussen, Teil I., Stuttgart 1836, S. 32 f.
- WALTER, Emil:
1910 Der Flußaal. Eine biologische und fischereiwirtschaftliche Monographie, Neudamm 1910
- 1914 Welche Turbinenschutzgitter sind die zweckmäßigsten und billigsten?, in: Fischerei-Zeitung 17 (1914), S. 210
- WEIGL, A.:
1912 Stauanlagen und deren Beziehung zur Bewirtschaftung nicht geschlossener Gewässer, in: Oesterreichische Fischerei-Zeitung 1912, S. 403-406
- WHITE, Richard:
1995 The Organic Machine. The Remaking of the Columbia River, New York 1995
- WUNDSCH, H. H.:
1912 Fischerei und Industrie im Gebiet der Sieg und ihrer wichtigsten Zuflüsse, in: Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften 16 (1915), S. 151-386
- ZUMBRÄGEL, Christian:
2014 Die vorindustriellen Holzströme Wiens: Ein sozionaturales großtechnisches System?, in: Technikgeschichte 81 (2014), S. 335-362
2018a „Viele Wenige machen ein Viel“ - Eine Technik- und Umweltgeschichte der Kleinwasserkraft (1880-1930), 1. Aufl. Paderborn 2018
2018b Von Mühlenärzten, Turbinenwärtern und Eiswachen: Instandhaltungen am Technikensemble Wasserkraftanlage um 1900, in: Krebs, Stefan/Schabacher, Gabriele/Weber, Heike (Hrsg.): Kulturen des Reparierens. Dinge – Wissen – Praktiken, Bielefeld 2018, S. 165-196

Anschrift des Verfassers

Dr. Christian Zumbrägel
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikzukünfte
Douglasstraße 24
76133 Karlsruhe