Lösungen für den Fischabstieg am Columbia River (USA) : Prüfung im Hinblick auf grosse mitteleuropäische Flusskraftwerke

Autor(en): **Ulrich, Jochen / Mendez, Ricardo / Kriewitz, Carl Robert**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **107 (2015)**

Heft 3

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-941850

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Lösungen für den Fischabstieg am Columbia River (USA)

Prüfung im Hinblick auf grosse mitteleuropäische Flusskraftwerke

Jochen Ulrich, Ricardo Mendez, Carl Robert Kriewitz

Zusammenfassung

Der Columbia River und seine Zuflüsse im Nord-Westen der USA besitzen eine lange Geschichte der menschlichen Nutzung für industrielle Zwecke, als Transportweg, für die Bewässerung und nicht zuletzt für die Produktion elektrischer Energie in Wasserkraftwerken. Man erkannte frühzeitig, dass die Summe der anthropogenen Einflüsse negative Auswirkungen z.B. auf die lokale Fischfauna haben kann. Aus diesem Grund werden bereits seit Mitte des letzten Jahrhunderts mit hohem finanziellen Aufwand umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsprogramme auf dem Gebiet der ökologischen Gewässersanierung durchgeführt. Es ist nicht übertrieben, den Columbia River und seine Flusskraftwerke als eine der bedeutendsten Quellen der Fischgängigkeitsforschung weltweit zu bezeichnen. Um von diesem Wissensschatz zu profitieren und den Austausch mit Fachkollegen zu fördern, bereiste eine interdisziplinäre Gruppe von Fachleuten und Forschern aus der Schweiz und Deutschland im Sommer 2013 Kraftwerksanlagen am Columbia und Snake River, die über erfolgreiche Fischschutzmassnahmen verfügen. Die gewonnenen Erkenntnisse und ihre Übertragbarkeit auf die Situation an den grossen Flusskraftwerken der Mittellandflüsse und des Hochrheins werden in diesem Artikel vorgestellt.

Bericht des Verbands Aare-Rheinwerke über die Erfahrungen eines Forschungsaufenthalts im Nordwesten der USA.

1. Einleitung

Der Verband Aare-Rheinwerke (VAR) hat im Jahr 2011 ein dreijähriges Forschungsprojekt mit dem Titel «Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mitteleuropäischen Flusskraftwerken» in Auftrag gegeben. Auftragnehmer ist die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich (VAW) sowie die eawag, das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs. Um für das Projekt sowohl auf Behörden- als auch Verbandsebene eine entsprechende Akzeptanz zu schaffen sowie Transparenz für die Öffentlichkeit herzustellen, wurde eine Begleitgruppe mit Verbands- und Behördenvertretern aus der Schweiz und Deutschland einberufen, die das Forschungsprojekt während der gesamten Projektdauer fachlich begleiten.

Das Forschungsprojekt verfolgt schwerpunktmässig nachstehende Fragestellungen:

1. Literaturstudium VAW (technische Lösungen für den Fischabstieg) und eawag (biologische Grundlagen und dahingehende Beurteilung der Lösungen).
2. Besichtigung und Überprüfung der umgesetzten Lösungen für Fischabstieg an grossen Anlagen.
3. Modellversuche zur Hydraulik von mechanischen Verhaltensbarrieren (Louver, Bar-Racks).
4. Ethohydraulische Modellversuche zur Erforschung des Verhaltens potamodromer Fischarten an Verhaltensbarrieren wie Louvern und Bar-Racks.

Zur Bearbeitung der Fragestellung 2 hatte die Projektgruppe im Laufe des Forschugsprojekts die Möglichkeit, unter fachkundiger Begleitung Anlagen in den USA zu besichtigen. Im Jahr 2012 besichtigten Vertreter der Projektgruppe Anlagen am Connecticut River an der Ostküste der USA mit dem Fokus auf Verhaltensbarrieren. Im Jahr 2013 reiste eine Expertengruppe in den Nordwesten der USA an den Columbia River, um die dort umgesetzten Massnahmen zum Fischschutz und Fischabstieg zu beurteilen. Über Letzteres wird nachstehend berichtet.

Die Expertengruppe setzte sich aus Vertretern von Kraftwerksunternehmen (Axpo, Energiedienst und EWZ), Forschungsinstituten (VAW und eawag), Behörden (Bundesamt für Umwelt, Bern sowie Ministerium Ländlicher Raum, Baden Württemberg) und Verbänden (Aquaviva-Rheinaubund) zusammen und deckte somit verschiedene Interessenlagen und Fachgebiete ab.

Bild 1. Expertengruppe aus der Schweiz und Deutschland am Rocky Reach Dam, Columbia River, USA; mit Carl Robert Kriewitz, Jochen Ulrich, Ricardo Mendez (Foto: VAR).

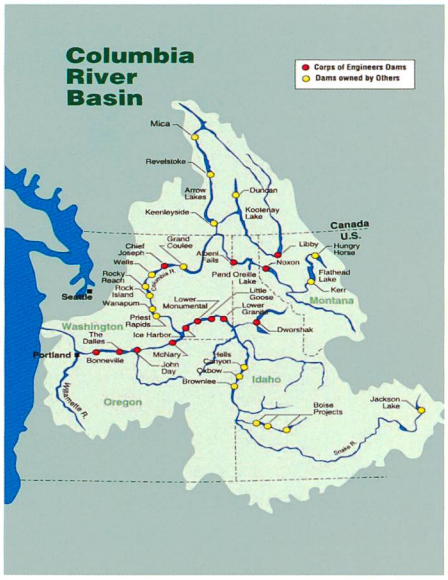

Bild 2. Einzugsgebiet des Columbia und Snake River und Kraftwerksstandorte (Quelle: US Corps of Engineers).

2. Kraftwerke und Rahmenbedingungen am Columbia River

2.1 Naturräumliche Verhältnisse

Der Columbia River ist der zweitgrösste Fluss in den USA. Er hat eine Länge von rund 2000 km und ein Einzugsgebiet von 670 807 km^2 im Nordwesten der USA und Südwesten von Kanada (Bild 2).

Der durchschnittliche mittlere Abfluss (MQ) liegt am letzten Kraftwerk vor der Einmündung in den Pazifik bei 7500 m^3/s und übersteigt damit die Dimensionen des Rheins um ein Mehrfaches. Am Hochrhein bei Rheinfelden liegt der mittlere Abfluss bei gut 1000 m^3/s. Der grösste Nebenfluss des Columbia River ist der Snake River mit einem mittleren Abfluss von 1611 m^3/s. Das grösste jemals aufgezeichnete Hochwasser des Columbia River liegt bei 35 000 m^3/s.

Weite Teile des Einzugsgebiets des Columbia River liegen in semiariden Gebieten ohne Bewaldung. Aus diesen Gründen gibt es am Columbia River eine wesentlich geringere Treibgut-, Laub- und Geschiebefracht als in Mitteleuropa. *(Bild 3).*

Als kulturelle Besonderheit der Region ist zu nennen, dass der Fluss durch ausgedehnte indianische Stammesgebiete führt und die Berücksichtigung der kulturellen Identität der Indianer eine grosse Rolle spielt. Hierzu gehört insbesondere auch der Erhalt der Fischpopulationen.

2.2 Fischerei

Der Columbia River beheimatet neben den mindestens 27 potamodromen Fischarten auch viele anadrome Wanderfischarten wie Lachs, Forelle und Stör sowie die Rundmaul-Art Meerneunauge. Die potamodromen Fischarten spielen bei der Betrachtung der Durchgängigkeit der Kraftwerke am Columbia River keine Rolle. Folgende Fischarten sind für die Massnahmen zur Durchgängigkeit von besonderer Bedeutung: Königslachs (Engl: *Chinook Salmon*) *(Bild 4)*, Silberlachs (*Coho Salmon*), Rotlachs (*Sockeye Salmon*), Regenbogenforelle (*Steelhead*). Ausserdem steht zunehmend auch die Verbesserung der Durchgängigkeit für Pazifische Meerneunaugen (*Pacific Lamprey*) im Fokus. Neben den Lachsen und Forellen profitiert auch der Maifisch (*American Shad*) von den Massnahmen zur Durchgängigkeit. Allerdings ist diese Fischart nicht heimisch und spielt daher bei den Aktivitäten keine Rolle, wenngleich er die häufigste Fischart in den Fischpassanlagen darstellt. Zum Weissen Stör (*White sturgeon*), der ebenfalls am Columbia River heimisch ist, werden derzeit keine gezielten Massnahmen für die Durchgängigkeit umgesetzt.

2.3 Kraftwerke am Columbia River

Im Rahmen des Forschungsaufenthalts wurden sechs Anlagen am Columbia River sowie eine Anlage am Snake River besichtigt (siehe Bild 1). Beim Bau dieser Anlagen spielte nicht die Energieproduktion, sondern die Schiffbarmachung eine wesentliche Rolle. Daher sind die Anlagen mit grossen Schleusen ausgerüstet und die hydroelektrische Wassernutzung ist nicht maximal ausgebaut. Dennoch haben diese Anlagen, verglichen mit den Anlagen an Hochrhein und Aare, eine andere Dimension. Die Leistung der besichtigten Anlagen am Columbia River liegt zwischen 1.08 und 2.3 Gigawatt (GW) und damit um ein Zehn- bis Zwanzigfaches über der Leistung der Rheinkraftwerke *(Bild 5)*. Die Leistung einzelner Turbinen liegt zwischen 43 und 155 MW. Verantwortlich hierfür sind nicht nur der höhere Abfluss des Columbia River, sondern auch deutlich höhere Fallhöhen von 18 bis 68 m bei ansonsten ähnlicher Kraftwerkstechnik.

Die Kraftwerke befinden sich überwiegend in öffentlichem Eigentum. Für die Umsetzung der Massnahmen zur Durchgängigkeit stehen in der Regel Bundesmittel zur Verfügung.

2.4 Forschung und Entwicklung/ Förderprogramme

Im Jahr 1991 wurde das «Fish Mitigation Project» begonnen, das die Auswirkungen der Schiffbarmachung und der Wasserkraftnutzung hinsichtlich Durchgängigkeit

Bild 3. Der Columbia River, hier in der Nähe vom Wanapum Dam, Washington, USA fliesst in weiten Teilen durch semiarides Gebiet (Foto: VAR).

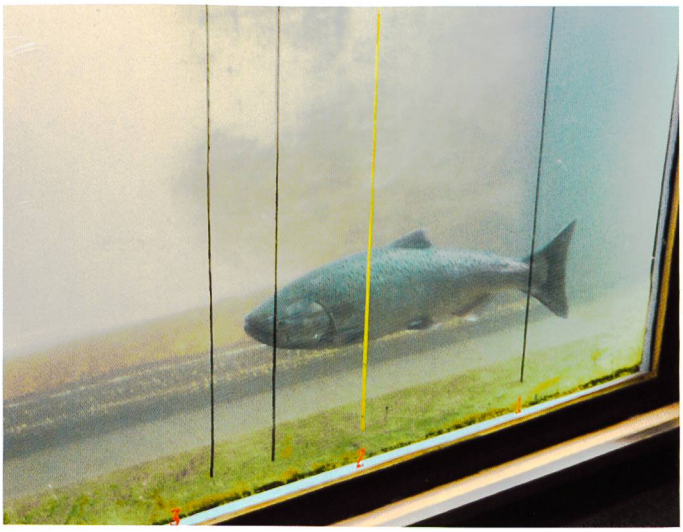

Bild 4. Königslachs (Chinook Salmon) beim Fischaufstieg im Zählfenster. Da die Fettflosse abgetrennt ist, handelt es sich um einen ursprünglich besetzten Fisch (Foto: VAR).

mindern soll In den vergangenen Jahren wurden an den Anlagen des US Corps of Engineers jährlich rund 85 Mio US$ für Forschung und Entwicklung ausgegeben. Bis zum Ende des Programms in 2018 werden insgesamt 2.1 Mrd US$ veranschlagt. 80% der Kosten für die Durchgängigkeit werden durch öffentliche Mittel aufgebracht (*Langesley* 2013).

3. Fischabstieg am Columbia River

3.1 Zielsetzung/Herangehensweise beim Fischabstieg

Am Columbia River werden die Bemühungen um den Fischschutz- und Fischabstieg ganzheitlich für die gesamte Staustufe betrachtet. Alle potenziellen Wanderwege der Fische werden in die Überlegungen einbezogen. Dabei spielt nicht nur der technische Fischschutz, sondern auch die gezielte Betrachtung des grossräumigen Wanderverhaltens, des Verhaltens unmittelbar vor der Anlage sowie der Massnahmen gegen Prädatoren eine Rolle. Am Columbia River gilt die Zielsetzung von 95% Schutzrate (an staatlichen Anlagen 96%) für abwandernde Smolts (Junglachse) pro Anlage. In der Schweiz fehlt zu diesen Schutzraten die Erfahrung und es gibt hierzu keine Regelungen. Das heisst, dass es einzelne Wanderwege geben kann, die geringere Überlebensraten und andere die höheren Überlebensraten aufweisen. Die Betrachtungsweise kann beispielhaft in *Bild 6* nachvollzogen werden. Die gesamte Überlebensrate an einer Staustufe berechnet sich nach folgender Formel:

Gesamte Schutzrate an der Staustufe = (x% Turbinenpassage * x% Überlebensrate Turbine) + (x% Bypass-Passage * x% Überlebensrate Bypass) + (x% Wehr-Passage * x% Überlebensrate Wehr) + …

3.2 Monitoring

Die Wanderbewegungen der anadromen Fischarten werden über ein umfangreiches Monitoring festgehalten. Dafür werden nahezu alle derzeit verfügbaren technischen Möglichkeiten genutzt.

Seit Beginn der Untersuchungen Ende der 80er-Jahre wurden beispielsweise insgesamt 35 Mio. Lachs-Smolts mit sogenannten Pit-Tags markiert. Davon in den letzten 10 Jahren jährlich durchschnittlich rund 2.5 Millionen. (*Ploskey* 2013)

An verschiedenen Anlagen konnte über akustische Telemetrie nachgewiesen werden, dass die Fische vor der Anlage durchaus aktive Suchbewegungen durch-

Bild 5. John Day Dam, Leistung: 2.1 Gigawatt, Fallhöhe: 34 m, Länge Staustrecke: 123 km (Foto: VAR).

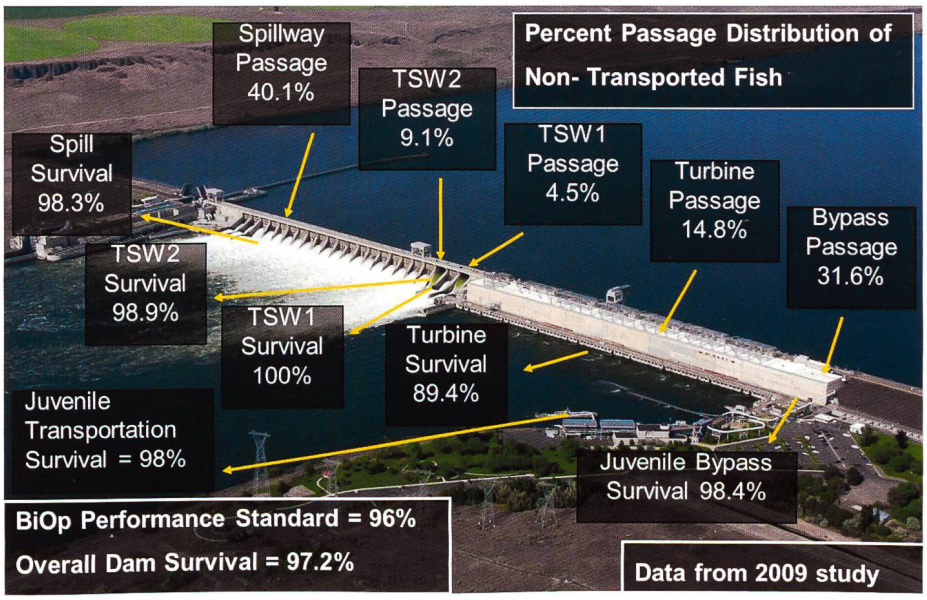

Bild 6. Aufteilung der Fische auf die einzelnen Abwanderwege und Überlebensrate bei den einzelnen Wanderwegen am Beispiel Königslachs (Chinook Salmon) am McNary-Dam (Hockersmith 2013).

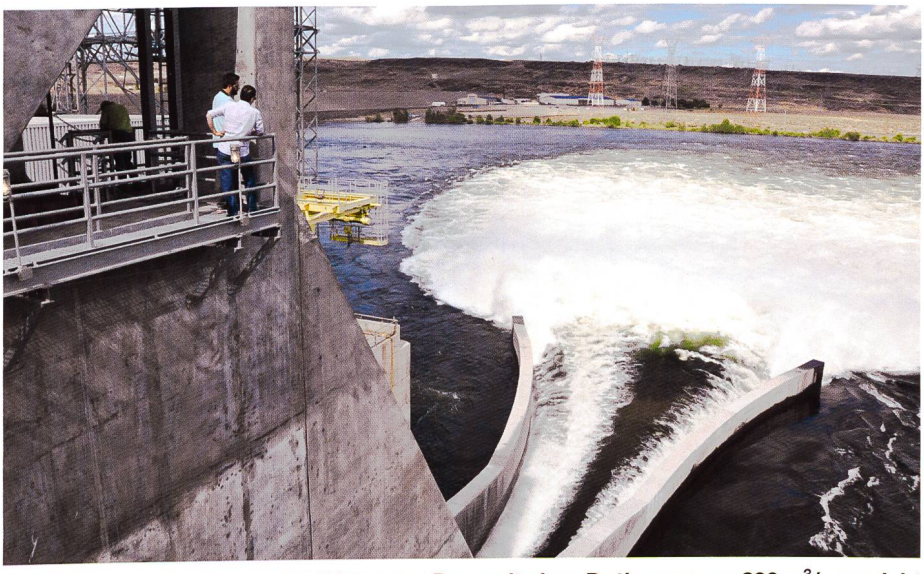

Bild 7. Bypasseinrichtung am Wanapum Dam mit einer Dotierung von 600 m³/s erreicht ca. 80% Leitwirkung und ca. 98% Überlebensrate für Smolts. (Foto: VAR).

führen und ein Teil der abwandernden Fische beispielsweise die Turbinenpassage vermeiden und oberflächennahe Bypässe aufsuchen. (*Ploskey* 2013)

Am Wanapum Dam wurde mit akustischer Telemetrie festgestellt, dass ein Grossteil der Fische an einer bestimmten Stelle zwischen Kraftwerk und Wehr «ankommt». Dieses Wissen hat man sich zunutzen gemacht, um genau an dieser Stelle einen Bypass zu installieren, über den nun rund 80% Prozent der Fische bei einem Bypassabfluss von ca. 10% des Turbinenabflusses abgeleitet werden können. (*Dotson* 2013) *(Bild 7)*.

3.3 Beschreibung der einzelnen Fischschutz- und Bypass-Systeme

3.3.1 Überblick

Bild 8 gibt einen Überblick über die einzelnen Fischschutzsysteme, die am Columbia River umgesetzt wurden. Der Einsatz der Fischschutzsysteme beschränkt sich allerdings nur auf den Zeitraum der Fischabwanderung zwischen April und Ende August während der Lachs- und Steelhead-Abwanderung. Ausserhalb dieser Zeit werden die Abstiegsanlagen ausser Betrieb genommen.

3.3.2 Abstieg durch die Turbine

Am Columbia River werden in der Regel vertikal angeordnete Kaplan-Turbinen eingesetzt. Am Rocky Reach Dam werden mit den modernen Kaplan-Turbinen bei abwandernden Lachs-Smolts und Fallhöhen von über 30 m Überlebensraten von 95% erreicht. Diese sogenannten Minimum Gap Runner (MGR) werden bereits am Bonneville Dam, Rocky Reach Dam und Wanapum Dam eingesetzt. Die MGR haben die besondere Eigenschaft, dass sie in die bestehenden Anlagen eingebaut werden können und nach Auskunft der Betreiber vergleichbare, wenn nicht sogar höhere, Turbinenwirkungsgrade aufweisen. Zurückzuführen ist diese Synergie vor allem auf die Verringerung von Spaltmassen und die Optimierung der Laufradgeometrie, die zur Verringerung der Druckgradienten führt. Die Forschung auf diesem Gebiet ist zudem noch nicht abgeschlossen. Es werden fortgesetzte, umfangreiche Anstrengungen unternommen, um die Überlebensraten weiter zu steigern. Dies beinhaltet den Einsatz von numerischen Modellen, die Auswertung von «Sensor-Fish»-Daten, die eine Vielzahl von Parametern bei der Turbinenpassage aufzeichnen und Feld-Untersuchungen mit markierten Fischen.

3.3.3 Oberflächennahe Öffnungen

An einzelnen Standorten dienen bestehende (Treibgut- oder Eisabfuhr) oder eigens eingerichtete oberflächennahe Öffnungen im Bereich des Turbineneinlaufs als Fischabstiegsweg. Untersuchungen zu den Bewegungen der Fische vor dem Turbineneinlauf am John Day Dam belegen

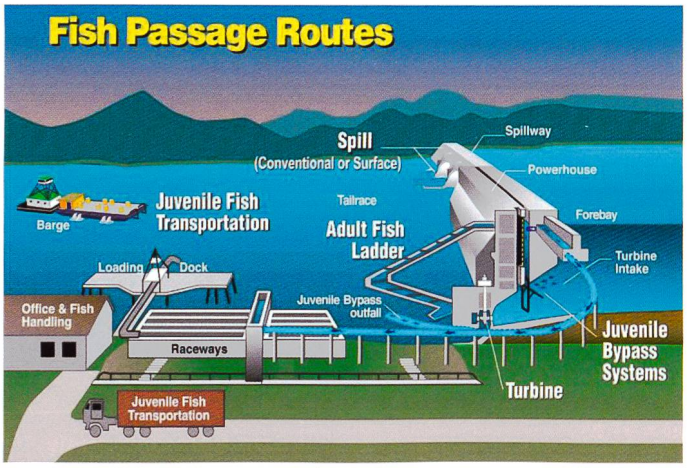

Bild 8. Potenzielle Abstiegswege an einer Wasserkraftanlage (Quelle: US Corps of Engineers, Walla Walla District).

Bild 9. Modell mit dem Vergleich einer herkömmlichen Kaplan Turbine (rot) mit einem Minimum Gap Runner (MGR, grün) (Foto: VAR).

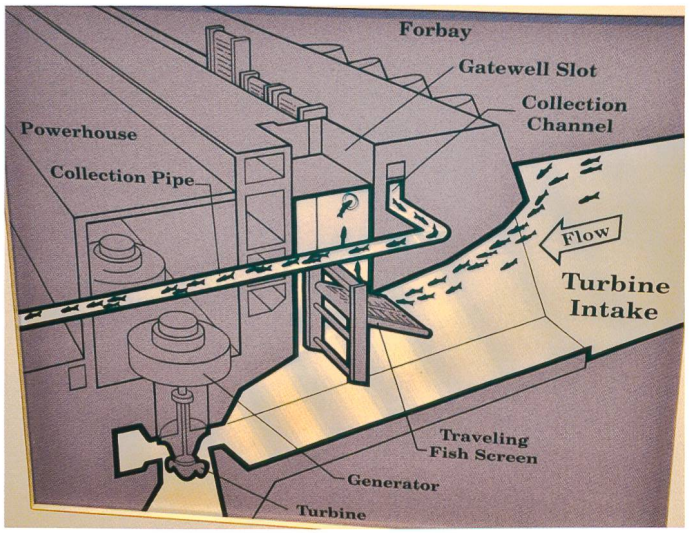

Bild 10. Schematische Darstellung der Teilabschirmungen im Turbinenzulauf mit umlaufenden Rechen (Travelling Screen) (Foto: VAR).

Bild 11. Element mit umlaufendem Rechen (Travelling Screen) an der Oberfläche am Bonneville Dam (Foto: VAR).

beispielsweise, dass rund 2/3 der Fische, welche die Anlage im Bereich der Turbinen passieren möchten, die oberflächennahen Bypässe aufsuchen, statt den Rechen zu passieren (*Ploskey* 2013).

3.3.4 Teilabschirmungen des Turbinenzulaufs

Bei den Teilabschirmungen im Turbinenzulauf macht man sich die Tatsache zunutze, dass die Mehrzahl der Smolts oberflächennah abwandern (*Bild 10* und *Bild 11*). Durch eine Teilabschirmung mit umlaufenden Rechen (Engl: *Travelling Screens*) können somit sehr hohe Leitwirkungen erreicht werden.

Zur Installation der Feinrechenelemente werden die Dammbalken-Nischen genutzt. Die Fische werden dann in der Dammbalkennische nach oben und über Öffnungen an der Oberfläche in ein Bypass-System geleitet.

Diese Systeme sind technisch sehr anspruchsvoll und störanfällig. Aufgrund der geringen Maschenweite des Nylon-Netzes von 1.5 mm werden die Elemente mit Treibgut verlegt. Durch das umlaufende System wird das Netz auf der Rückseite von der Strömung wieder frei gespült. Am Bonneville Dam sind nach Aussagen der Betreiber alleine sechs Mitarbeiter ganzjährig mit Betrieb und Unterhalt der Travelling Screens beschäftigt. Beim Einsatz der Systeme kommt es zudem zu empfindlichen Energieverlusten, deren Höhe allerdings von den Betriebsleuten vor Ort nicht beziffert werden konnte.

An einigen besichtigten Standorten werden die Travelling Screens inzwischen wieder abgebaut, da die erforderlichen Schutzraten durch andere, in der Regel günstigere Massnahmen erreicht werden.

3.3.5 Wehrabstieg

Während der Abwanderungszeit der Lachs-Smolts, die am Columbia River zwischen April und Ende August stattfindet, spielt der Abstieg über das Wehr an den meisten Kraftwerksstandorten eine wichtige Rolle.

Folgende Arten der Wehrpassage werden unterschieden:

- Klassische Wehrpassage, in der Regel bei gehobenem Schütz.
- Oberflächennahe Wehrpassage mit speziellen Wehrkörpern, die entweder dauerhaft oder temporär (Temporary Spillway Weir) eingebaut werden *(Bild 12)*. Bei letzteren stellt das sogenannte Removable Spillway Weir, ein im Hochwasserfall auf die Flusssohle absenkbarer Wehrkörper, eine Sonderform dar.
- Speziell gestaltete Bypässe zur Wehrpassage wie am Wanapum Dam oder am Rocky Reach Dam.

Ursprünglich wurden an vielen Standorten die Wehrfelder während den Monaten der Abwanderungszeit der Lachs-Smolts geöffnet und mit bis zu 40% des Gesamtabflusses dotiert, sodass ein grosser Teil des Fischabstiegs über das Wehr lief. Dieses System wird heute noch an vielen Standorten eingesetzt, z.B. Bonneville Dam oder The Dalles Dam. Diese Art des Fischabstiegs ist als selektiv zu betrachten, da der Abstiegskorridor bei den meist vorhandenen Segmentwehren in der Tiefe liegt. Lachs-Smolts, die eher oberflächennah abwandern, führen daher oft längere Suchbewegungen durch, die eine Verzögerung beim Fischabstieg bewirken.

Geschichtlich ist diese Fischabstiegsmassnahme auf Verträge mit den örtlichen Indianerstämmen zurückzuführen, welche sich für den Erhalt der Lachspopulationen einsetzen. Beim Wehrabstieg treten aber verschiedene Probleme auf, die in den vergangenen Jahren genauer untersucht wurden.

- Gasblasenkrankheit der Fische. Diese resultiert aus einer erhöhten Gassättigung. Sie kann insbesondere dadurch behoben werden, dass beim Wehrüberfall Einbauten gemacht werden, welche die Gassättigung mildern. Beispiele sind sogenannte Flip Lips, obengenannte Bypässe wie am Wanapum Dam oder eigens gestaltete Wehrkörper wie «Removable Spillway Weir», oder «Temporary Spillway Weir» über welche die Gassättigung gegenüber normalem Wehrabfluss reduziert werden kann.
- Direkte Schädigungen der Fische beim Wehrüberfall einerseits durch starke, abrupte Druckänderungen am Auslaufquerschnitt der Segmentwehre und andererseits durch mechanische Einwirkungen im Tosbecken.
- Prädatoren im Unterwasser. Diese Gefahr ist aufgrund der Desorientierung der Fische nach der Wehrpassage sehr relevant und an manchen Standorten für einen Teil der Mortalität verantwortlich.

Der Wehrabfluss während der Hauptwanderzeit verursacht immense wirtschaftliche Einbussen. Daher werden zunehmend Lösungen umgesetzt, mit denen bei geringeren Bypassabflüssen ähnliche oder grössere Leitwirkungen für den Fischabstieg erreicht werden können. Als Beispiele hierfür dienen die obengenannte Massnahme am Wanapum Dam *(Bild 7)* oder das Bypass-System am Rocky Reach Dam *(Bild 13)* und eine erst

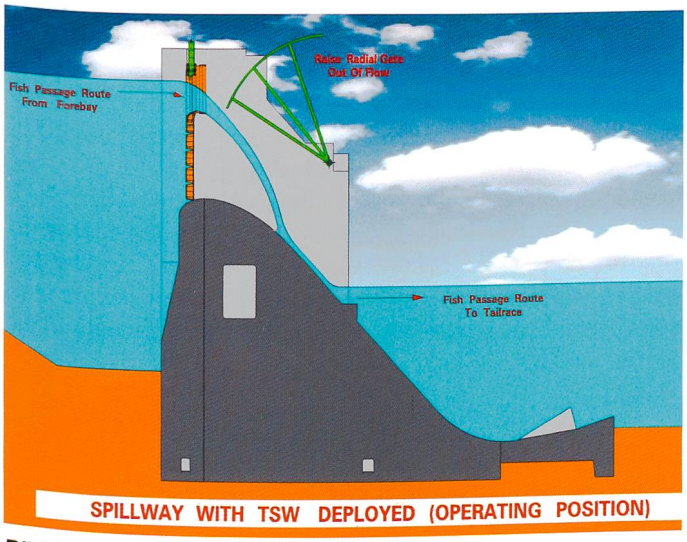

Bild 12. Temporärer Wehrkörper zur oberflächennahen Wehrpassage (Temporary Spillway Weir) (Quelle: Hockersmith 2013).

Bild 13. Bypasseinrichtung am Rocky Reach Dam mit 85% Leitwirkung und nahezu 100% Überlebensrate. (Foto: VAR).

Bild 14. Leitwand (links) für den Fischabstieg, um Prädation zu verringern (Foto: VAR).

im vergangenen Jahr eingerichtete Passage am Priest Rapids Dam.

3.4 Massnahmen gegen Prädatoren

Infolge von Desorientierung der Fische nach der Kraftwerkspassage oder Rückführung der Fische in seichten Bereichen kommt es am Columbia River zu erheblichen Verlusten durch Prädatoren. Hierdurch können die Überlebensraten massgeblich beeinflusst werden.

Zur Eindämmung der Prädation werden an den Rückführungen aus dem Bypasskanal Wasserfontänen, Netzüberspannungen oder Vergrämungsanlagen installiert, sodass Möwen und andere Raubvögel die Fische an diesen Stellen nicht erbeuten können. Im Bereich der Wehrpassage am The Dalles Dam wurde eine unterwasserseitige Leitmauer errichtet, um die Fische in tiefere Gewässerbereiche mit geringerer Prädation zu leiten. Damit konnte die Mortalität bei der Wehrpassage deutlich verringert werden. Die Kosten für diese Massnahme alleine lagen bei 50 Mio. US Dollar *(Bild 14)*.

3.5 Trap, Truck/Trap and Ship

Um zu verhindern, dass die Wanderfische bei der weiteren Wanderung flussabwärts an anderen Kraftwerken geschädigt werden, werden Teile der Fische, die das Kraftwerk über die Bypass-System passieren, gesammelt, in Schiffe oder Lastwagen verladen und unterhalb der letzten Staustufe (Bonneville Dam) wieder zurück gesetzt.

4. Zusammenfassung und Übertragbarkeit

Die Verhältnisse am Columbia-River sind nicht mit denen an Aare und Hochrhein vergleichbar. Insbesondere die geringere Treibgut- und Geschiebefracht ermöglicht den Einsatz von empfindlichen Fischschutzsystemen, welche an der Aare und am Hochrhein nicht einsetzbar sind. Der Einsatz von umlaufenden Rechen vor dem Turbineneinlauf ist neben den wirtschaftlichen Auswirkungen auch technisch nicht realisierbar.

Der Fokus der Aktivitäten in den USA liegt ausschliesslich auf anadromen Wanderfischen (Lachs, Forelle, Meerneunauge). Potamodrome Arten spielen keine Rolle. Dies erleichtert die gezielte Umsetzung von Massnahmen. In der Schweiz sind aktuell in Rhein und Aare über 30 verschiedene Fischarten zu berücksichtigen.

Die Massnahmen beruhen zum grossen Teil auf langjährigen verhaltensbiologischen Untersuchungen zu den Populationen und zum Wanderverhalten der Fische. Um Fehlinvestitionen zu vermeiden, ist es, wie die Beispiele aus den USA zeigen, zwingend erforderlich, das Wanderverhalten der Fische vor den Anlagen zu erforschen. Hierzu liegen derzeit aber in Europa für anadrome Fischarten wenige, für die potamodromen Arten nahezu keine Grundlagen zur Verhaltensbiologie vor.

Kaplanturbinen zeigen insgesamt gesehen sehr geringe Verletzungsraten. Dies gilt insbesondere für Kaplan-Rohrturbinen, wie sie hierzulande in modernen Anlagen teilweise eingesetzt werden. Mit modernen Kaplan-Turbinen können am Columbia-River sehr hohe Überlebensraten erreicht werden. Aufgrund der geringen Verletzungsraten ist der Abstieg durch die Turbinen ein realistischer Abwanderweg.

Der Trend am Columbia River geht neben der modernen Turbinentechnik dahin, dass mithilfe der Erkenntnisse aus langjährigen Monitoringmassnahmen zunehmend versucht wird, intelligente oberflächennahe Bypasssysteme umzusetzen, um hohe Wasserverluste zu vermeiden.

Literatur

Dotson, Curt (2013), Grant County Public Utility District: The Development Process of Designing a Fish Passage at a Hydraulic Dam on the Columbia River, Präsentation vom 21.06.2013

Hockersmith (2013), Mc Nary Lock and Dam, Swiss-Hydro-Tour,-Präsentation vom 19. Juni 2013.

Langeslay, Mike (2013), US Army Corps of Engineers: Columbia River Salmon and den Columbia River Fish Mitigation Project, Präsentation vom 17. Juni 2013.

Ploskey, Gene (2013), Pacific Northwest Nationals Laboratory: Juvenile Salmon Fisch Passage Studies at Lower Columbia River Dams, Präsentation vom 2. Juli 2013.

Reese, Lynn (2013), US Army Corps of Engineers: Downstream Fish Passage History and Technologies, Präsentation vom 19 Juni 2013.

Anschrift der Verfasser
Jochen Ulrich
Energiedienst Holding AG
Basler Str. 44, CH-5080 Laufenburg
jochen.ulrich@energiedienst.de
Ricardo Mendez
Axpo Power AG | Hydroenergie
Parkstrasse 23, CH-5401 Baden
ricardo.mendez@axpo.com
Dr. *Carl Robert Kriewitz*
BKW Energie AG (ehem. ETH Zürich, VAW)
Viktoriaplatz 2, CH-3013 Bern
robert.kriewitz@bkw.ch