

Rita Keuneke und Ulrich Dumont

Wasserkraft und Wasserrahmenrichtlinie – eine Flussgebietsstrategie

Die Nutzung der erneuerbaren Energiequelle Wasserkraft hat negative Auswirkungen auf die Gewässerökologie, insbesondere auf die Durchgängigkeit der Gewässer. Die Förderung der Stromerzeugung aus diesen Energiequellen wird daher im Widerspruch zu den auf den Gewässerschutz ausgerichteten Zielen der EG-Wasserrahmenrichtlinie gesehen. Mit Hilfe einer Flussgebietsstrategie sollen die beiden Ziele Wasserkraftnutzung und Erhalt der Fischpopulationen in einem Flussgebiet vereinbar werden.

1 Zielsetzung

Ziel einer Untersuchung im Auftrag des Umweltbundesamts [1] war die Erarbeitung einer Vorgehensweise, mit der selbst-erhaltende Fischpopulationen in Gewässergebieten mit Wasserkraftanlagen etabliert werden können. Im Vordergrund der Untersuchung standen die diadromen Arten Lachs und Aal. Projektgebiet war die Weser zwischen Hameln und Bremen und drei Nebengewässer (Bild 1). Untersucht wurden der Ist-Zustand und mögliche Verbesserungen der Durchgängigkeit der Wanderrouen zwischen den Laich- bzw. Aufwuchsgebieten und der Nordsee. Dafür wurde die Fischwanderung in Staufufenketten analysiert und modelliert.

2 Vorgehen

In Bild 2 ist das prinzipielle Vorgehen bei der Erarbeitung einer Flussgebietsstrategie dargestellt.

Nach Festlegung der Zielarten Lachs und Aal wurden deren potenzielle Laich- und Aufwuchsareale aufgrund historischer Quellen, der Fließgewässerzonierung, der Gewässerstruktur, der Dimension und der Substratbeschaffenheit sowie der Gewässergüte der Weser und ihrer Nebengewässer lokalisiert.

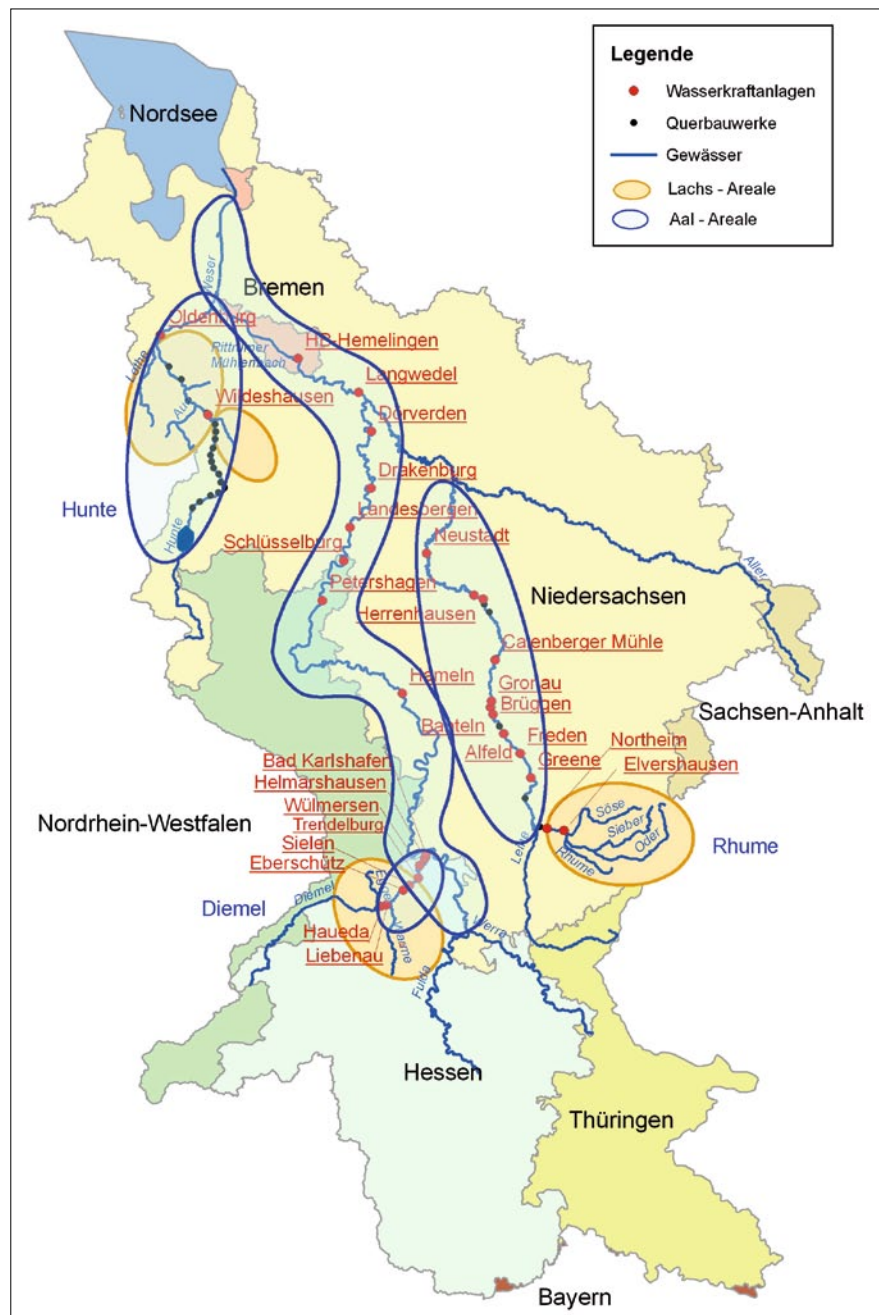


Bild 1: Untersuchungsgebiet mit ausgewählten Entwicklungsgebieten

Die hydrographische Charakteristik des Wesergebietes lässt zunächst zwei grundsätzliche Wanderrouten entlang der Weser und entlang der Aller-Leine erkennen (Bild 1). Aufgrund des Ausbaus der Mittellweser mit Staustufen, die zur Energieerzeugung genutzt werden, ist ein drittes Gebiet unterhalb der ersten Weser-Staustufe für die Anwendung der Flussgebietsstrategie von Interesse. Es ist das Teilgebiet der Hunte, das ohne die Überwindung größerer Staustufen in der Weser für Wanderfischarten erreichbar ist. Im Rahmen des Projektes sollten diese drei Teilgebiete exemplarisch als zu untersuchende Zielgebiete und Wanderrouten betrachtet werden.

Die Aufstiegs- bzw. die Überlebensraten, also der Anteil der Fische, der einen Standort aufwärts bzw. abwärts passieren kann, kumulieren sich entlang einer Staustufe, da sich diese Raten von Standort zu Standort multiplizieren. Hierzu ein Beispiel: Ist die Aufstiegsrate an zwei aufeinander folgenden Standorten 80 und 70 %, überwinden von 100 Fischen nur 80 % den ersten Standort. Von diesen 80 Fischen passieren 70 % den zweiten Standort, also $80 \cdot 0,7 = 56$. Die Erreichbarkeitsrate des Areal oberhalb des zweiten Standorts beträgt also 56 %.

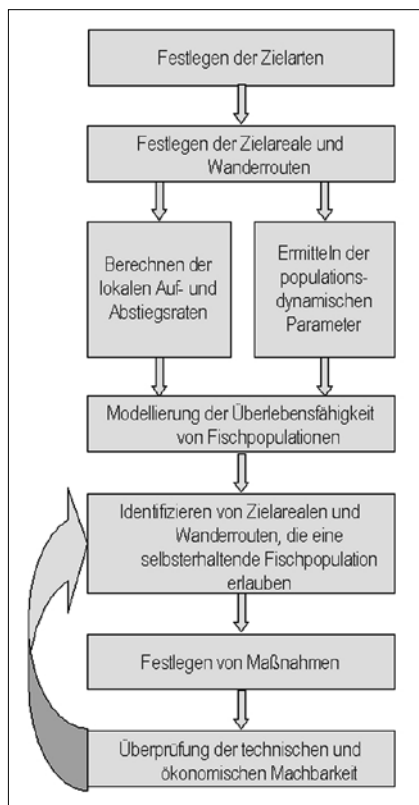


Bild 2: Ablaufschema Flussgebietsstrategie

Dieses Prinzip gilt aufwärts wie abwärts. Zur Berechnung der Arealerreichbarkeits- und Gesamtüberlebensraten für die einzelnen Wanderrouten wurden die Schädigungsraten für alle Standorte einzeln ermittelt. In **Bild 3** ist die Erreichbarkeitsrate für die Abwanderung von Lachsmolts aus dem Leineareal (Rhume) dargestellt. In der Rhume starten 100 %. Bei der Passage jeder Wasserkraftanlage auf der Wanderroute zum Meer gibt es Verluste, so dass nur ca 21 % der Lachse die Nordsee lebend erreichen.

Während für den Aal nur die Wanderrouten in den Binnengewässern auf- und abwärts betrachtet wurden, konnte für den Lachs ein Modell für den gesamten Lebenszyklus inklusive Reproduktion aufgestellt werden. Das Modell berücksichtigt die Verluste an den Querbauwerken und Wasserkraftwerken bei der Auf- und Abwanderung sowie populationsbiologische Parameter der Reproduktionsphase und des Aufenthalts im Meer. **Bild 4** zeigt die Eingangsparameter des Berechnungsmodells.

Die populationsdynamischen Parameter und Ursachen für die Mortalität des Atlantischen Lachses und des Europäischen Aals wurden im Rahmen einer Literaturstudie [3] zusammengetragen, evaluiert und deren Übertragbarkeit auf das Wesersystem geprüft. Diese Kenndaten können grundsätzlich auch für andere Fließgewässer genutzt werden. Sie müssen

jedoch ggf. an die lokalen Bedingungen angepasst werden.

Auf der Basis dieser Ergebnisse wurden für jeden Standort die für die Erreichung der biologischen Ziele erforderlichen Maßnahmen für den Auf- und Abstieg unter Berücksichtigung aller bekannten Randbedingungen entwickelt. Als Ergebnis liegen skizzenhafte Vorplanungen, teils in mehreren Varianten, mit Kosten- und Ertragsschätzungen für die Wasserkraftanlagen vor.

3 Ergebnisse

Die Empfehlungen zur Entwicklung der Durchgängigkeit in der Weser und ihren Nebengewässern basieren auf folgenden Ergebnissen von biologischen Untersuchungen, die im Rahmen des Gesamtprojektes durchgeführt wurden:

- Für den Lachs wurden die Eizahl, die Überlebensraten vom Ei bis zum Smolt, vom Smolt bis zum Rückkehrer sowie das Verhältnis von Laichfischen zu Rückkehrern ermittelt (**Tabelle 1**). Daraus wurden für das Wesersystem plausible Werte für den Ist-Zustand und für den Zustand bei Selbsterhalt der Populationen für die entsprechenden Lebensstadien abgeleitet [3].
- Die Fänge von Aalfischern wurden ausgewertet. Es ergab sich eine Mortali-

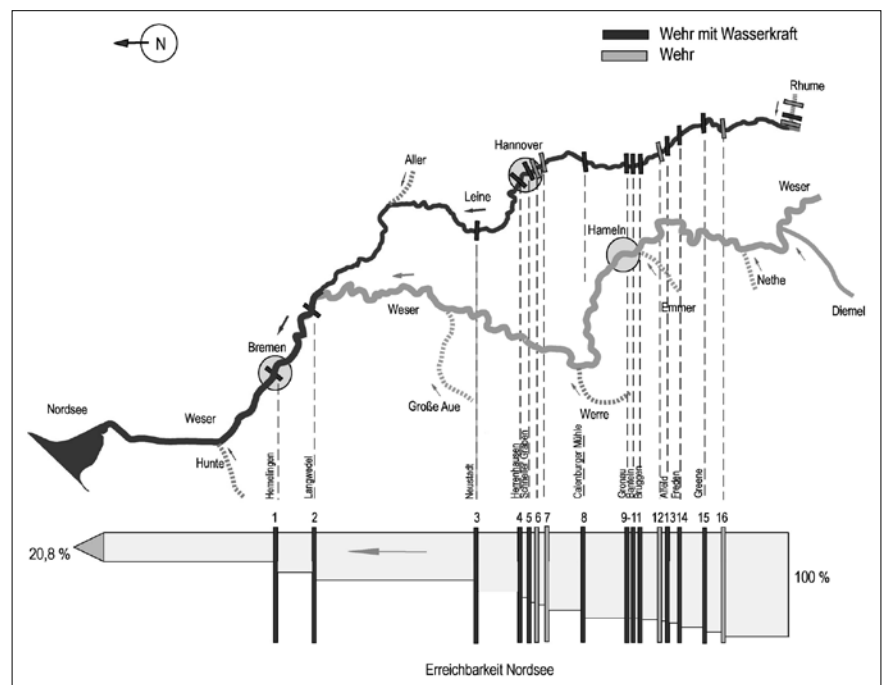


Bild 3: Erreichbarkeitsrate der Nordsee aus dem Leine-Areal Rhume von abwandernden Lachsmolts im Ist-Zustand

tätsrate zwischen 14 und 30% pro Wasserkraftstandort. Da die Schokker nicht direkt unterhalb der Turbine gefangen haben, entsprechen die ermittelten Schädigungsdaten nicht unmittelbar der turbinenbedingten Mortalitätsrate [4].

- Für die Bestimmung der Mortalitätsrate in Turbinen wurden verschiedene Berechnungsmodelle verglichen und auf ihre Anwendbarkeit auf das Wesergebiet hin untersucht [5].

Auf Grundlage dieser Voruntersuchungen konnten für jeden Standort an den Wanderrouten die Mortalitätsraten bei der Turbinen-Passage abgeschätzt werden. Für die Salmoniden liegen diese im Mittel bei ca. 8% für jedes Wasserkraftwerk, für den Aal zwischen 18 und 44%. Mit Hilfe dieser Werte konnten die Standort-Überlebensraten im Ist-Zustand berechnet werden. Im gleichen Arbeitsschritt wurden die Aufstiegsraten der jeweiligen Standorte ermittelt.

Ist-Zustand

Die populationsdynamische Betrachtung für den Lachs im Ist-Zustand zeigte deutlich, dass große Anstrengungen unternommen werden müssen, um die Lachsareale im Einzugsgebiet der Weser zu entwickeln. Die Laich- und Aufwuchsareale der Lachse liegen in den Oberläufen und Nebengewässern, so dass eine große Zahl an Wanderhindernissen von den Lachsen überwunden werden muss. Aber selbst wenn es keine Querbauwerke gäbe, wären die Lachspopulationen unter den heutigen Umweltbedingungen nicht in der Lage, sich selbst zu erhalten. Das verdeutlicht **Bild 5**. Ursache hierfür sind die großen Verluste während der Reproduktions- und während der marinen Phase.

Neben der Herstellung der Durchgängigkeit sind daher auch Maßnahmen zur Habitatverbesserung, zur Eindämmung von Prädation, zum Fischereimanagement

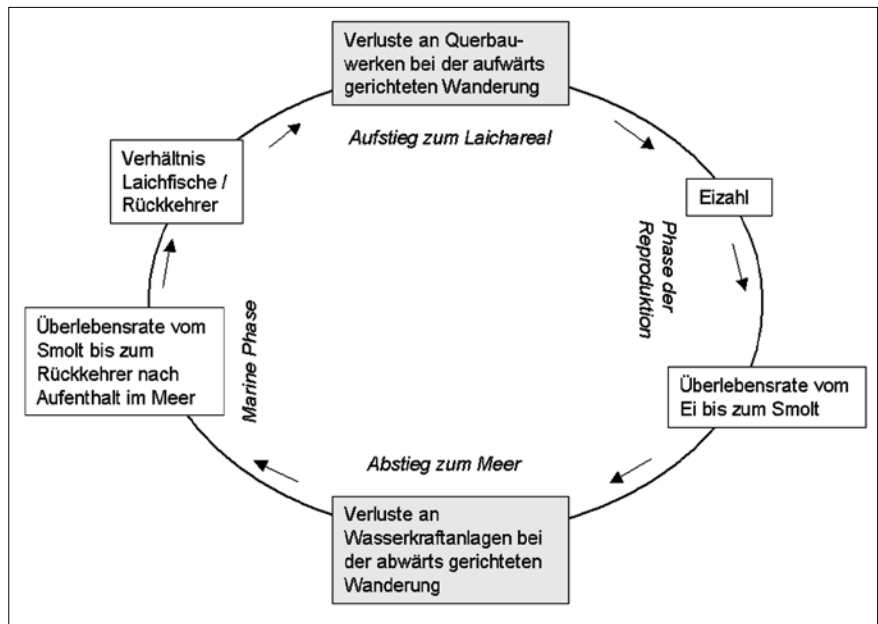


Bild 4: Parameter des Berechnungsmodells zur Abbildung des Lebenszyklus des Atlantischen Lachses (weiß: populationsdynamische Parameter, gelb: Verluste an Querbauwerken und Wasserkraftanlagen)

und zum Schutz der Fische im marinen Bereich zu ergreifen.

In der Aalverordnung [2] wird eine Gesamtüberlebensrate von mindestens 40% gefordert. Dieser Wert wird heute in den betrachteten Wanderrouten nicht eingehalten. Erst unter Einbeziehung des gesamten Wesereinzugsgebiets einschließlich der Küstenregion wird die 40%-Marke überschritten.

Planzustand

Mit den Modellen wurde der Planzustand untersucht. Dabei wurde angenommen, dass folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

- Bau von funktionsfähigen Fischaufstiegsanlagen an allen Stauanlagen
- Rückbau (z. B. als gewässerbreite Raugerinne) von nicht genutzten bzw. nicht nutzbaren Querbauwerken

- Installation von 10-mm-Rechen an den Wasserkraftanlagen der Nebengewässer.
- Verbesserung der Habitatqualität in den Laicharealen, Senkung der natürlichen Mortalität und Schutz der Fische im marinen Bereich.

Für den Fischabstieg an den Wasserkraftanlagen der Weser wurden verschiedene Varianten (z. B. 10-mm-Rechen oder Betriebsmanagement) untersucht.

Variantenuntersuchungen für Lachse

Die Ergebnisse der Variantenuntersuchungen für Lachse zeigen:

- Die Hunte, also das Gewässer, das am nächsten zum Meer liegt, ist für den Lachs mit relativ wenig Aufwand entwickelbar.
- In den Leine-Arealen kann sich eine Lachs-Population erst dann selbst er-

Tab. 1: Zusammenfassung der Überlebensraten des Lachses aus der Literatur und Einschätzung für das Wesersystem (aus [3])

Stadium	Spanne der Überlebensraten			Ist-Zustand Wesersystem	Selbsterhalt Population
	1. Quartil	Median	3. Quartil		
abs. Fruchtbarkeit [Eier/Weibchen]	5 030	6 864	10 530	1. Quartil	1. Quartil
rel. Fruchtbarkeit [Eier/kg]	1 600	1 862	2 190	840 bis 1 260	
Ei bis Smolt [%]	0,81	1,24	1,60	1. Quartil	3. Quartil
Smolt bis Rückkehrer [%] (natürliche Reprod.)	1,17	2,75	5,80	–	Median
Smolt bis Rückkehrer [%] (Besatz)	0,51	0,96	2,55	1. Quartil	–
Laicher bzw. Rückkehrer	0,5*	0,75	0,9*	Minimum	Maximum

* hier werden statt der Quartile Minimum und Maximum verwendet

halten, wenn alle Standorte umgebaut und die Umweltbedingungen verbessert worden sind. Bis dahin ist es sinnvoll, weiterhin mit Besatz zu arbeiten und den Standort Langwedel in der Weser unterhalb der Leinemündung mit Fischschutzeinrichtungen auszustatten.

- Die Entwicklung der Lachsareale, die weit von der Mündung entfernt liegen (Diemel), scheint aus heutiger Sicht nur sinnvoll in Zusammenhang mit einer ökologischen Sanierung der Weserkraftwerke.
- Wegen der erheblichen Defizite bei allen populationsbiologischen Einflussfaktoren und wegen des hohen Aufwands zur Umrüstung der Wasserkraftanlagen in den Nebengewässern wird die Wiederansiedlung von Lachspopulationen lange dauern. Daher eröffnet sich erst langfristig die Perspektive, auch die weit oberhalb gelegenen Einzugsgebiete für anadrome Arten zu entwickeln.

Variantenuntersuchungen für Aale

Die Variantenuntersuchungen für Aale zeigen folgende Ergebnisse:

- Die nach EG-Aalverordnung geforderte Gesamtüberlebensrate der Aale von 40% kann im Wesergebiet selbst dann erreicht werden, wenn nur die Wasserkraftanlagen in den Nebengewässern mit Fischschutzeinrichtungen ausgestattet werden.
- Die Umrüstung der großen Wasserkraftanlagen an der Weser könnte zusätzliche Aale schützen.

Die Folgen von Fischerei, Prädation und die natürliche Mortalität konnten in der Studie für Aale nicht berücksichtigt werden.

Maßnahmenvorschläge

Zur Kompensation der Schädigungen aus Wasserkraftanlagen und zur Unterstützung der Populationsentwicklung des Aals können folgende Maßnahmen an den Wasserkraftwerken vorgesehen werden:

- Reduzierung der Mortalität bei Turbinen-Passagen durch deren Modifikation (z. B. Verbesserung der Schaufeln bei ohnehin anstehenden Umbauten).
- Einbau von Bypassen.
- fischfreundliches Turbinenmanagement mit Frühwarnsystem, ggf. kombiniert mit dem Trap-&-Truck-Verfahren.
- Fortführung des Besatzes.

Für die Maßnahmen an den Wasserkraftstandorten bzw. den Wanderrouten wur-

den Kosten überschlägig ermittelt. Dabei wurden sowohl Bauvorhaben zur Herstellung der Durchgängigkeit als auch Management-Methoden einbezogen sowie die Veränderung der Energieerzeugung und die möglichen Mehreinnahmen durch das EEG. Die Kosten für die Herstellung der Durchgängigkeit an den Nebengewässern liegen zwischen 50 000 und 3,5 Mio. € pro Standort, an der Weser zwischen 1 und 14 Mio. €. Die wirt-

schaftliche Abwägung sowie die technische Prüfung der festgelegten Maßnahmen waren nicht Gegenstand dieses Projektes.

Das Vorhaben hat gezeigt, dass alle Einflussfaktoren auf den gesamten Lebenszyklus untersucht werden müssen und dass vielfältige Verbesserungsmaßnahmen erforderlich sind, um selbst reproduzierende Populationen zu erhalten. Das gilt insbesondere für den Lachs.

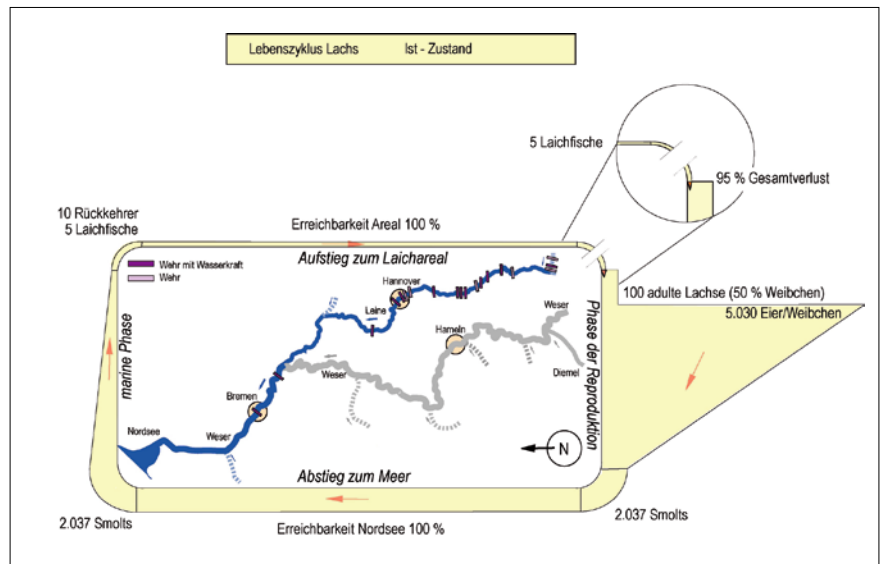


Bild 5: Lebenszyklus des Lachses, berechnet mit aktuellen populationsbiologischen Parameterwerten sowie ohne Verluste an Querbauwerken und Wasserkraftanlagen auf der Wanderroute

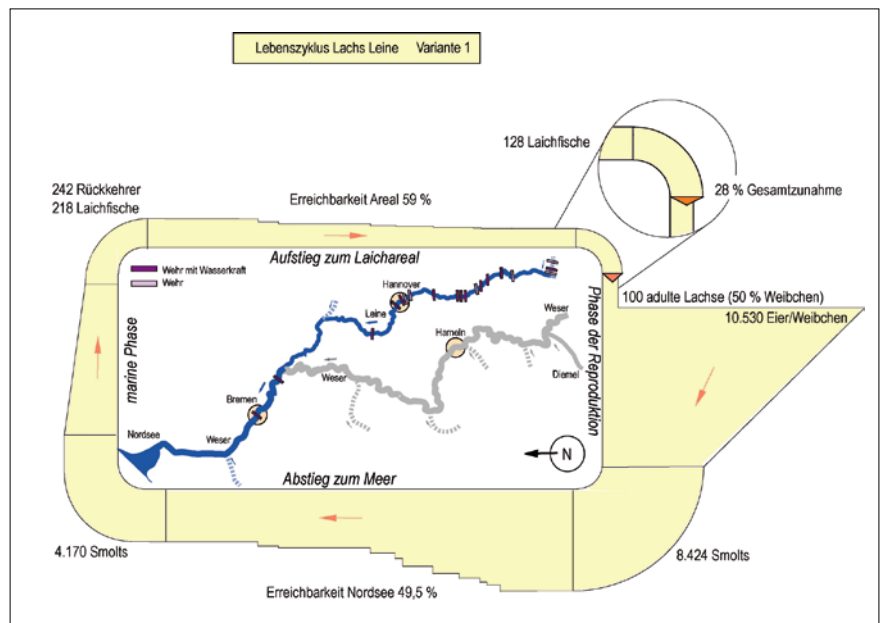


Bild 6: Lebenszyklus des Lachses, berechnet mit optimalen populationsbiologischen Parameterwerten (3. Quartil) und Verlusten an Querbauwerken und Wasserkraftanlagen im Planzustand für die Wanderroute Leine-Aller-Weser-Nordsee

4 Ausblick

Grundsätzlich ist es möglich, die diadromen Fischpopulationen und die Wasserkraft in einem Flussgebiet wie der Weser parallel zu entwickeln. Die Ergebnisse und die Maßnahmenvorschläge dieser Studie lassen sich auf andere, ähnliche Flussgebiete übertragen. Dabei ist die Einbeziehung aller Akteure (Behörden, Betreiber, Fischer etc.) für die Akzeptanz von Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit von großer Bedeutung.

Viele Aussagen sind aber mit Unsicherheiten behaftet. Daher werden weitere Untersuchungen insbesondere an großen Wasserkraftanlagen ($MQ > 100 \text{ m}^3/\text{s}$) für erforderlich gehalten, um die quantitativen Angaben zum Verhalten der Fische und zur Effektivität der Schutzmaßnahmen abzusichern sowie die Kenntnisse über die technische Umsetzbarkeit zu verbessern.

Autoren

Dipl.-Ing. Rita Keuneke
Dipl.-Ing. Ulrich Dumont

Ingenieurbüro Floecksmühle
Bachstraße 62-64, 52066 Aachen
ib@floecksmuehle.com

Literatur

- [1] Keuneke, R.; Dumont, U.: Erarbeitung und Praxiserprobung eines Maßnahmenplans zur ökologisch verträglichen Wasserkraftnutzung. In: UBA-Texte (2011), Nr. 72/2011.
- [2] Verordnung (EG) Nr. 1100/2007 des Rates vom 18. September 2007 mit Maßnahmen zur Wiederauffüllung des Bestands des Europäischen Aals (Aalverordnung). In: ABL. der EU, 2007, L 248, S. 17-23.
- [3] Thiel, R.; Magath, V.: Populationsdynamik der diadromen Fischarten: Atlantischer Lachs, Meerforelle, Meerneunauge, Flussneunauge und Europäischer Aal. In: UBA-Texte (2011), Nr. 76/2011.
- [4] Schwevers, U.; Adam, B.; Engler, O.: Befunde zur Aalabwanderung 2008/09 – Erarbeitung und Praxiserprobung eines Maßnahmenplans zur ökologisch verträglichen Wasserkraftnutzung an der Mittelweser. In: UBA-Texte (2011), Nr. 75/2011.
- [5] Keuneke, R.; Dumont, U.: Vergleich von Prognosemodellen zur Berechnung der Turbinen bedingten Fischmortalität. In: WasserWirtschaft 100 (2010), Heft 9, S. 39-42.

Rita Keuneke and Ulrich Dumont

Hydro-Power and EU Water Framework Directive – A River Area Strategy

The utilisation of hydro power as a sustainable energy source implies negative effects on river ecology, especially on river connectivity. Power generation based on these energy sources is therefore regarded as being not consistent with the aims of the EU Water Framework Directive. Applying a river area strategy can combine the aims of power generation and sustaining the fish population within an river basin.

Рита Койнеке и Ульрих Думонт

Гидроэнергия и «Рамочная Директива по воде» – стратегия речного бассейна

Использование такого возобновляемого источника энергии как гидроэнергия имеет отрицательное воздействие на экологию водных ресурсов, в частности, на проходимость рыбами рек и водоемов. Поэтому поддержка производства электроэнергии из этих энергетических источников находится в противоречии с направленными на охрану водных ресурсов целями, указанными в «Рамочной Директиве по воде» ЕС. Стратегия речного бассейна позволяет объединить и согласовать обе цели, а именно использование гидроэнергии и сохранение популяций рыб.

ANZEIGE

Der Leineverband – Körperschaft des öffentlichen Rechts – sucht zum nächstmöglichen Zeitpunkt, möglichst ab dem 01.04.2013,

eine(n) Dipl.-Ing. (FH)

des Bauingenieurwesens mit Schwerpunkt Wasserwirtschaft oder einem vergleichbaren Abschluss als **Verbandsingenieurin/Verbandsingenieur**.

Vorausgesetzt werden vertiefte wasserwirtschaftliche, hydraulische und auch hydrologische Kenntnisse und Erfahrungen im Bereich der Gewässerentwicklung. Von Vorteil sind Kenntnisse im Verwaltungsrecht.

Die Stelle ist nach TVÖD Entgeltgruppe 11 zu besetzen. Bei Vorliegen der beamtenrechtlichen Voraussetzungen ist auch eine Anstellung als Beamtin/Beamter möglich.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnissen und Nachweisen über berufliche Tätigkeit(en) werden bis zum 20.02.2013 erbeten an den

Leineverband, Wallstraße 36, 37154 Northeim oder per Mail an nieke@leineverband.de

Nähere Informationen finden Sie unter **www.leineverband.de**.

Hans-Jürgen Laduch
(Geschäftsführer)

