

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

Einführung

Die Herstellung oder Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit von Fließgewässern ist eine der verbindlichen Zielvorgaben für alle Mitgliedstaaten der Europäischen Union, die mit der Verabschiedung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Jahr 2000 beschlossen wurde. Sie soll die möglichst ungehinderte Wanderung von Fischen und wirbellosen Kleinlebewesen stromauf und stromab zwischen ihren Nahrungs-, Laich- und Rückzugslebensräumen gewährleisten. Aquatische Organismen wandern zum Teil über große Distanzen, nicht zufällig, sondern entsprechend ihrer biologischen Bedürfnisse, stromauf und stromab, aber auch seitlich als Austausch zwischen den fließenden und stehenden Gewässern in der Flussaue. Für die Vernetzung, Ausbreitung und Wiederansiedlung aquatischer Lebensgemeinschaften hat die lineare und laterale Durchgängigkeit eine außerordentliche Bedeutung. Als Umweltziel ist damit die Erreichung eines „guten ökologischen Zustands“ der Gewässer definiert, der vom Menschen nur gering beeinflusst ist.

Der Autor des folgenden Aufsatzes, Karl-Heinz Jährling, diskutiert den Zustand der Elbe hinsichtlich der ökologischen Durchgängigkeit und die seit der Verabschiedung der WRRL umgesetzten Maßnahmen im Einzugsgebiet der Elbe hinsichtlich ihrer Wirksamkeit für oben genannte Ziele.

Jährling ist ausgewiesener Experte für Gewässerökologie und war Jahrzehnte beim Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt für den gewässerkundlichen Landesdienst im Sachgebiet Ökologie tätig.

Der Aufsatz wurde in der Fachzeitschrift „Artenschutzreport“ Ausgabe 51/ 2024 erstmals und vollständig veröffentlicht. Er kann bei der BRIEFE-Redaktion im PDF-Format angefordert werden.

Hier werden Auszüge abgedruckt, die den Focus auf das „Sauerstoffloch“ in der Tideelbe als Wanderungshindernis und die Auswirkungen von Kleinstwasserkraftanlagen auf die ökologische Durchgängigkeit haben. Beim letzteren ist einmal mehr ein Spannungsfeld zwischen dem Ziel des Ausbaus der erneuerbaren Energien und naturschutzfachlichen Zielen zu bearbeiten.

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

Grundlegendes, Aktuelles und Kritisches zu zentralen Fragen der Durchgängigkeit des Elbeeinzugsgebietes – Problematik gelöst oder „täglich grüßt das Murmeltier“?

von Karl-Heinz Jährling

1. Durchgängigkeit im Elbeeinzugsgebiet – grundlegend

Bereits lange bevor die Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) als europäischer Rechtsrahmen in nationales Recht umgesetzt wurde, war die Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern – durch die EG-WRRL inhaltlich um den Geschiebetransport erweitert – im zentralen Fokus von Gewässerökologen, Naturschützern sowie Freizeit- und Berufsfischern.

Die vorliegende Abhandlung stellt die allgemeine Situation der Durchgängigkeit im Einzugsgebiet der Elbe dar, wobei die bestehende Sachlage in der Fläche nur sehr allgemein angesprochen wird. Inhaltlich werden dahingegen punktuell wichtige und zentrale Themen behandelt. Der Fokus richtet sich explizit auf die für eine Gesamtdurchgängigkeit des Elbeeinzugsgebietes essentiellen Querbauwerksstandorte. Dies sind der Wehrstandort Geesthacht in der Elbe, die Wehrgruppe Quitzöbel und das Wehr Gnevsdorf in der Havel sowie das Stadtwehr Dessau in der Mulde. Denn diese bilden die „Einstiegstore“ der Fischmigration in das Hauptsystem der Elbe sowie in die großen Nebeneinzugsgebiete von Havel und Mulde.

Neben diesen technischen Wanderhindernissen schließen sich Aussagen zum sogenannten Sauerstoffloch bei Hamburg als chemisch-physikalische Barriere an. Darüber hinaus wird auf die Thematik der Kleinst- und Kleinwasserkraftanlagen eingegangen, welche gewässerökologisch betrachtet in der Fläche ein deutliches, aber durchaus lösbares Problem darstellen.

Weiterhin wird einführend ausführlich auf inhaltlich-fachliche Grundlagen bei der Projektumsetzung zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern eingegangen. Dies ist zum einen erforderlich, da die ökologische Durchgängigkeit nach wie vor immer noch auf die Aufwärtswanderung von Fischen sowie auf die reine mechanische Sperrwirkung von Wanderhindernissen begrenzt wird – d. h. damit wird der Begriff der Durchgängigkeit oft falsch oder unvollständig angewendet, obwohl dieser aus fachlich-inhaltlicher Sicht eines nachhaltigen Gewässerschutzes deutlich mehr zu umfassen hat.

Andererseits ist es aber auch unentbehrlich, die generelle Notwendigkeit von Maßnahmen zur „Erzeugung“ der Durchgängigkeit an jedem einzelnen Standort aus Sicht der Gewässergeneese neu zu denken und zu überprüfen. Auch dies wird in der notwendigen Kürze behandelt.

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

Nicht diskutiert werden die verschiedenen Fachbereichsstandards, welche bei der Umsetzung von Projekten zur Durchgängigkeit im Bund – die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes ist erlassgemäß für die Herstellung der Durchgängigkeit an den Bundeswasserstraßen zuständig – und in den Bundesländern angewendet werden.

Festzuhalten ist hierzu lediglich, dass diese Unterlagen als „Handwerkzeug“ und anerkannte fachliche Basis bei der Projektplanung wichtig und erforderlich, in einigen Punkten durchaus aber auch kritikwürdig sind. Als Beispiel sei hier auf das Merkblatt DWA M-509 verwiesen. Hinweise, dass bei unkritischer Anwendung – z. B. bei Fließgewässern der norddeutschen Tiefebene mit übergroßen, anthropogen erweiterten Gewässerprofilen und geringen Gebietsabflussspenden – ungeeignete Maßnahmen umgesetzt werden und sich daraus unbefriedigende oder völlig ungeeignete Ergebnisse ergeben, gibt es schon seit längerer Zeit. Im Übrigen auch ohne die extrem niedrigen Trockenwetterabflüsse der vergangenen Jahre.

...

(Kapitel 2: Durchgängigkeit im Elbeinzugsgebiet – einführend

Kapitel 3: Durchgängigkeit im Elbeinzugsgebiet – realistisch)

4. Durchgängigkeit im Elbeinzugsgebiet – ergänzend

4.1. Das Sauerstoffloch in der Tideelbe

Das so genannte Sauerstoffloch Hamburg ist eine elbtypische, hydrochemisch-physikalische Anomalie der oberen Tideelbe mit dem Schwerpunkt im Hamburger Stadtgebiet, welches sich in starken Sauerstoffdefiziten im Tiefenwasser äußert. Diese geringen Sauerstoffkonzentrationen können aber auch die gesamte Wassersäule umfassen, wie Ergebnisse verschiedener Sauerstofflängsprofile belegten. Besonders stark ausgeprägt zeigte sich das Sauerstoffloch während der wassergütemwirtschaftlichen „Hochlastzeit“ der Elbe vor der deutschen Wiedervereinigung. Neben diesen stofflichen Aspekten existierten und existieren zusätzlich eine Reihe weiterer Ursachen (ARGE Elbe/FGG Elbe 2007). Zu dieser Auffassung gelangt auch der Bewirtschaftungsplan Elbe und dessen Aktualisierungen der Jahre 2015 und 2021 bis in die Gegenwart hinein, auch wenn das Sauerstoffloch in dieser Unterlage mit dem Begriff eines „Sauerstofftals“ umrissen wird.

Unabhängig von dieser Begrifflichkeit dürfte die Wirkung auf die Fischmigration und die direkt betroffenen Lebensräume selbst unbestritten negativ sein (siehe Veranschaulichung in Abbildung 12).

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

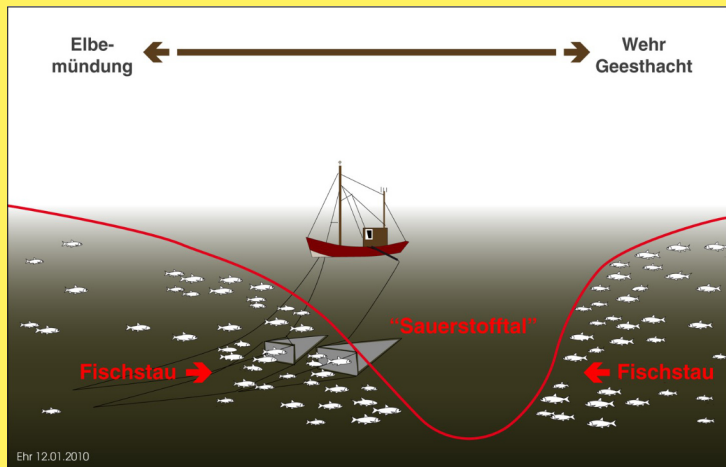


Abb. 12 Graphische Veranschaulichung fischökologischer Wirkungen des Sauerstofflochs, hier speziell der Passierbarkeit von Wanderfischen (Quelle: EHRHORN, WGS Elbe).

Sachstand Sauerstoffloch

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass in der Tideelbe im Hamburger Stadtgebiet im Winterhalbjahr stabile und ausgeglichene Sauerstoffkonzentrationen über die gesamte Wassersäule vorhanden sind. Dagegen treten im Frühjahr und Sommer, d. h. gerade zu den Zeiten anadromer Fischwanderungen¹ extreme Sauerstoffdefizite auf. Besonders deutlich werden die Defizite anhand der Abbildung 13.

Wichtig ist hierbei, dass die Proben des Sauerstofflängsschnitts 1,0 m unter der Wasseroberfläche entnommen wurden. Mit diesem Probenahmedesign zeigt sich eindeutig, dass sich die Defizite nicht nur auf das Tiefenwasser beschränken. Damit dürften nicht nur benthisch wandernde Arten wie der Stör, sondern auch Arten des Pelagials wie Meerforelle und Lachs in ihrer Migration deutlich beeinträchtigt werden. Räumlich konzentrieren sich die Schwerpunkte – beginnend mit dem Hamburger Stromspaltungsgebiet – stromab bis in den Bereich Glückstadt. Von hier bis zur Mündung an der Kugelbake bei Cuxhaven sind wieder ausgeglichene, normale Verhältnisse vorhanden. Betroffen sind besonders die Zeiträume eines geringen Zustromes aus dem Oberwasser. Grundsätzlich weisen alle betrachteten Längsbeprobungen nur sehr geringe Abflüsse gegenüber mittleren Verhältnissen auf (die mittleren Abflüsse am Pegel Neu-Darchau oberhalb des Tide-ein-

¹ Anadrome Fische sind Wanderfische, die im Meer aufwachsen, aber zum Laichen in Süßwasserflüsse zurückkehren

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

flusses und des Rückstaus des Wehres Geesthacht liegen bei mehr als 700 m³/s). Zu erkennen ist beim Vergleich aber, dass schon geringe Oberwasserzuwächse zu höheren Sauerstoff-Eingangskonzentrationen ab unterhalb Geesthacht führen können (17.09.2019). Allerdings ist der Konzentrationseinbruch ab dem Stromspaltungsgebiet ebenfalls schnell vor sich gegangen, wobei sich der Taltiefpunkt etwas weiter stromab verlagert hat.

Verständlich definiert sich das Sauerstoffloch auch in Abbildung 14, da sich dort die stofflichen Belastungen als eine der Hauptursachen der Sauerstoffdefizite im zeitlichen Verlauf seit dem Jahr 1954 darstellen. Auch bei diesen Angaben handelt es sich um verifizierte Werte der O₂-Konzentrationen an der automatischen Messstation Hamburg-Seemannshöft am linken Ufer in 1,0 m Wassertiefe. Hier wurden die Tagesanzahlen des entsprechenden Jahres von 1954 bis 2020 mit kritischen und sehr kritischen Sauerstoffkonzentrationen erfasst. Die roten Balken entsprechen O₂-Konzentrationen < 2,0 mg/l, die Farbe Orange steht für Gehalte < 4,0 mg/l bzw. Gelb für < 6,0 mg/l. Die vorliegende Auswertung lässt sich zusammenfassend wie folgt charakterisieren:

- Tage mit kritischen Sauerstoffkonzentrationen traten in den Jahren 1954 bis in die Mitte der 60er Jahre des 20. Jahrhunderts bereits frühzeitig auf und lassen sich mit der wirtschaftlichen Entwicklung nach dem 2. Weltkrieg korrelieren, wobei die einzelnen Konzentrationsstufen zwischen den Jahren gegenüber anderen Zeiträumen vergleichsweise inkonsistent und unregelmäßig verteilt sind

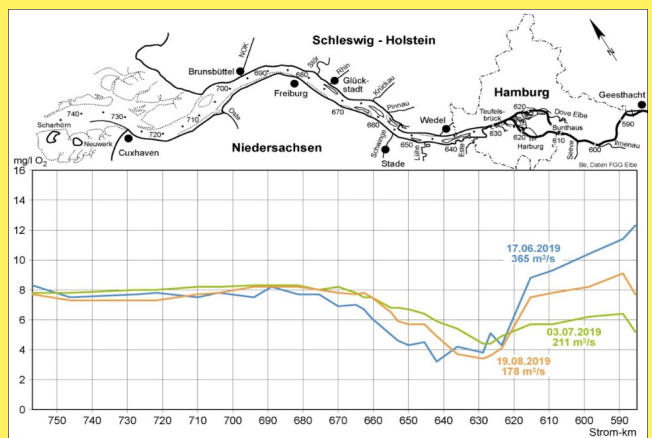


Abb. 13 Sauerstofflängsprofile der Tideelbe zwischen Geesthacht und dem Mündungsästuar, hier Ergebnisse der Beprobungen des Jahres 2019 (Quelle: BERGEMANN, BUKEA)

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

- Beginnend mit Mitte der 60er Jahre kommt es bis zum Jahr 1990 zu einem stetigen Anstieg der Tage mit kritischen und sehr kritischen Sauerstoffverhältnissen. Neben der Summe der betrachteten Konzentrationsgruppen nehmen Tage sehr kritischer Defizite $< 4,0 \text{ mg O}_2/\text{l}$ erheblich und signifikant zu. Dies korreliert mit der zunehmenden Abwasserfracht, d. h. dem Stickstoff- und Phosphor-Export aus dem Oberlauf nach dem Aufbau der industriellen Infrastruktur im Osten Deutschlands ohne ausreichende Abwasserreinigung und fehlende Klärkapazitäten.
- Ab 1990 bis gegen Ende dieses Jahrzehnts kommt es mit schnell sinkender Tendenz zur deutlichen Abnahme der Tage mit kritischen und sehr kritischen Sauerstoffverhältnissen, wobei die besonders starke Verminderung der sehr kritischen Tage $< 2,0 \text{ mg O}_2/\text{l}$ auffällt. Dies ist die Folge des industriellen Zusammenbruchs im Osten Deutschlands aufgrund weitreichender Betriebsstilllegungen. Effekte zunehmenden Kläranlagenbaus in den neuen Bundesländern kommen erst Jahre später und lassen sich eher über abnehmende Nährstofffrachten nachweisen.
- Ende der 1990er Jahre steigt die Zahl der Tage mit kritischen und sehr kritischen Sauerstoffverhältnissen wieder an und pendelt sich auf einem „mittleren“ Niveau ein. Bei sehr kritischen Tagen ($< 4,0$ bzw. $< 2,0 \text{ mg O}_2/\text{l}$) werden allerdings die großen Häufigkeiten der Vorwendezeit nicht wieder erreicht. Der starke, positive „Einbruch“ bezüglich des Auftretens solcher Extremereignisse um die „Wendezeit“ aber leider auch nicht.

Ursachen Sauerstoffloch

Als eine der Hauptursachen des Sauerstoffloches wurde bereits die stoffliche Belastung von Unter- und Tideelbe, insbesondere mit den Pflanzennährstoffen Stickstoff und Phosphor charakterisiert. Dabei sind die direkten und die indirekten Eintragspfade der wassergütwirtschaftlichen Belastungen zu unterscheiden.

Die direkten Primärbelastungen entstammen punktuellen und diffusen Nährstoffeinträgen aus dem gesamten Einzugsgebiet, d. h. aus dem Elbeoberlauf, den Nebengewässereinzugsgebieten sowie aus dem Hamburger Stadtgebiet. Indirekt entstehen darüber hinaus sekundäre Belastungen durch absterbendes und absinkendes, sauerstoffzehrendes Phytoplankton in der Tideelbe unterhalb der Wehrpassage am Standort Geesthacht, nachdem sich dieses im Rückstaubereich des Wehres in der reduzierten Strömung bei großen Aufenthaltszeiten und ausreichendem Nährstoffangebot reichlich entwickeln konnte.

Eine große Rolle für die letztendliche Phytoplanktonbiomasse und dessen mögliche Limitierung spielt hierbei – trotz erheblicher Nährstoffreduzierungen mit dem Kläranlagenbau in den neuen Bundesländern nach 1990 und abnehmender Chlorophyllgehalte als Maß der Algenkonzentration – das mit dem Zusammenbruch der Papier- und Zellstoffindustrie in Sachsen erheblich verbesserte Lichtklima durch das Ausbleiben typischer Braunfärbungen des Elbewassers durch Ligninsulfonsäure aus dem Holzaufschluss.

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

Neben den erläuterten Rahmenbedingungen der Wassergüte existieren aber auch morphologisch-strukturelle Gründe für das Sauerstoffloch. Diese, ebenfalls essentiellen Ursachen begründen sich in wasserbaulichen und infrastrukturellen Eingriffen im Gebiet des Hamburger Hafens und in der Tideelbe. Zum Teil reichen viele dieser Veränderungen historisch weit zurück und summieren sich als Ergebnis in einem großflächigen Verlust biologisch aktiver, durchlichteter und ausreichend mit Sauerstoff versorgter Flachwasserareale (u. a. mündl. Mitt. Gaumert, Bergemann):

- Abriegelung diverser Stromverzweigungen in den vergangenen Jahrhunderten im ehemaligen Hamburger Binnendelta der Elbe, beginnend mit der Gose-Elbe im Jahr 1344 bis hin zur Haseldorfer Binnenelbe 1978.
- Verfüllungen oder Teilverfüllungen von Fleeten (niederdeutsch für Wasserlauf im Allgemeinen) und diverser ehemaligen Häfen und Hafenbecken, z. B. des Segelschiffhafens und des Kohleschiffhafens.
- Fahrrinnenanpassungen der Unter- und Tideelbe bis zum Hamburger Hafen in der Summe der vergangenen Jahrhunderte – spätestens beginnend mit der Gründung der „Elbdeputation“ 1715 bzw. der sogenannten ersten Elbvertiefung zwischen 1818 und 1825 auf 5,4 m unter NN (Normalnull) bzw. 3,5 m unter SKN (Seekartennull). Vorerst abgeschlossen wurden diese Maßnahmen mit der neunten Elbvertiefung zwischen 2019 und 2022 auf 17,8 m unter NN bzw. 15,9 m unter SKN (WIKIPEDIA).
- Teilverfüllung des Mühlenberger Lochs als eines der größten Süßwasserwattgebiete Europas zwischen 2001 und 2003 auf einer Fläche von 170 ha für die Ansiedlung der Airbus-Werke. In das Mühlenberger Loch mündete bis zum Jahr 1962 die Alte Süderelbe, welche nach der Hamburger Sturmflut jedoch abgedämmt und damit verschlossen wurde.

Wirkungen Sauerstoffloch

Bezüglich der gewässerökologischen Wirkungen des Sauerstofflochs ist davon auszugehen, dass sich die negativen Auswirkungen auf alle Gruppen der aquatischen Lebensgemeinschaft erstrecken. Neben den Jungfischbeständen, wie die besonders empfindlichen Jungstint, sind auch bodennah lebenden Kleinorganismen betroffen (Gaumert, Bergemann 2007). Der weiträumige Ausfall von benthischen Makroinvertebraten innerhalb der vernetzten Räuber-Beute-Beziehungen des aquatischen Nahrungsnetzes hat sowohl direkte als auch indirekte Folgen für die Nahrungsgrundlage vieler weiterer Fischarten.

Darüber hinaus sind beim zeitlichen Zusammenfallen kritischer Sauerstoffkonzentrationen mit den Zeiten der Laichwanderungen viele Langdistanzwanderfische wie Aal, Lachs und Meerforelle, aber auch Kurz- und Mitteldistanzwanderer wie die Flunder betroffen. Dies trifft auch auf die Rundmäuler Fluss- und Meerneunauge zu. Durch Einschränkungen der Migration in dieser für die Reproduktion der jeweiligen Art wichtigen Phase im Lebenszyklus von Fischen und Rund-

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

mäulern kann es zu Populationseinbrüchen kommen, insofern sich ein Bestand der entsprechenden Art überhaupt wieder etabliert hat.

Es ist anzunehmen, dass insbesondere die bodennah wandernden Arten betroffen sind. Wie jedoch die Ergebnisse der Proben aus 1,0 m Wassertiefe entsprechend Abbildung 13 zeigen, sind hiervon auch die oberflächennahen Wanderfische betroffen.

Selbstverständlich werden durch eine solche massive, chemisch-physikalische Wanderbarriere alle Bemühungen konterkariert, an technisch-mechanischen Querbauwerken die Durchgängigkeit zu verbessern, indem die Fischdurchgängigkeit im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten wiederhergestellt wird. Dies trifft im Besonderen auf den Oberstrom angrenzenden Wehrstandort Geesthacht zu, wie die Ergebnisse der Erfolgskontrolle – zumindest während der Zeiträume, in denen das Migrationsverhalten nicht durch andere, technisch und kurzfristig nicht beeinflussbare Rahmenbedingungen wie fehlenden Sauerstoff beeinflusst wird, belegen.

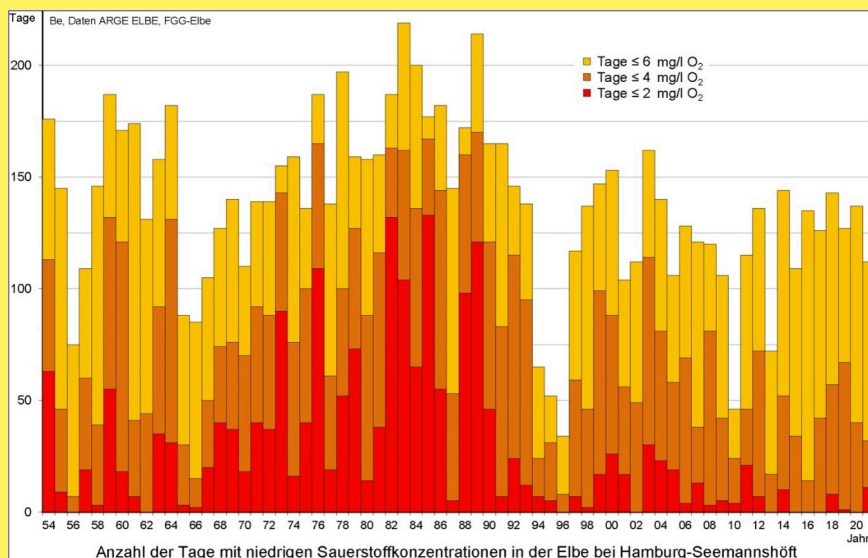


Abb. 14 Anzahl der Tage kritischer und sehr kritischer O₂-Konzentrationen an der Messstation Hamburg-Seemannshöft zwischen 1954 und 2021 (Quelle: BERGEMANN, BUKEA).

Überdies ist in der Nähe des Sauerstoffloches – in besonders kritischen Zeiten und wenn keine sauerstoffreichen Flachwasserbereiche als Fluchtbiotop zur Verfügung stehen – die Gefahr lokaler Fischsterben nicht auszuschließen (Gaumert, Bergemann 2007).

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

Besonders tragisch zeigt sich die Wirkung des fehlenden Sauerstoffs im Migrationskorridor der Elbe an Hand des Totfundes eines europäischen Störs (*Acipenser sturio*) vom 24.06.2021 am Ostufer des Köhlbrands in Hamburg (mündl. Mitt. Schwartz, Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg). Bei diesem Totfund handelte es sich um einen, bereits mehrere Tage vor dem Fund verendeten, laichreifen Milchner mit einer Länge von 150 cm und einem geschätzten Alter von 14 Jahren. Äußere Verletzungen durch Schiffsschrauben o. ä. wie bei acht anderen Störtotfunden (siehe hierzu Punkt 3.1) – waren nicht feststellbar (Abbildung 15). Allerdings wurden nur wenige Tage vor dem Totfund während der Hubschrauberlängsschnittbeobachtung in der Tideelbe zwischen dem Fundort und der Störmündung – nach hohen Zuflusskonzentrationen bis zum Stromspaltungsgebiet, aber dann schnell einsetzender absinkender Tendenz – vergleichsweise niedrige Sauerstoffkonzentrationen gemessen (Abbildung 16).

Noch eindeutiger zeigen die Daten der Messstation Seemannshöft (etwa 7 Kilometer unterhalb des Fundortes) diese missliche Lage. Hier lag das Tagesmittel der Sauerstoffkonzentration im Zeitraum des Fundes vom 17.06. bis 25.06. mit abnehmender Tendenz nur zwischen 3,97 und 2,02 mg/l. In der Folgewoche wurden noch niedrigere Werte von deutlich unter 2 mg/l gemessen. (Quelle: Lechelt, Institut für Hygiene und Umwelt Hamburg, Mail vom 07.07.23).

Damit dürfte sich die Annahme, dass das Tier dem Sauerstoffloch zum Opfer gefallen ist, mit ziemlicher Sicherheit bestätigen. Auf Grund des geschätzten Alters und der bekannten Wiederkehrzeiten laichreifer Störe könnte es sich dabei um ein Exemplar aus dem Erstbesatz in der Mittleren Elbe mit *Acipenser sturio* handeln. Diese Besatzmaßnahme fand am 04.09.2008 in der Nähe des Hafens Lenzen in Brandenburg am Kilometer 484,6 statt.



Abb. 15 Störbesatz 2008 in der Elbe bei Lenzen (Detailbild) und Totfund im Köhlbrand im Gebiet des Hamburger Hafens am 24.06.2021 (Aufn.: K.-H. JÄHRLING, SCHWARTZ).

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

Handlungsoptionen Sauerstoffloch

Beim Gesamtblick auf die o. a. Ursachen der kritischen Verhältnisse des Sauerstoffhaushaltes in der Tideelbe wäre es vermessen annehmen zu wollen, dass an den heutigen Wassertiefen bzw. Fahrrinnenverhältnissen als eine der auslösenden Bedingungen etwas „zurückzudrehen“ wäre. Allerdings sind mit den folgenden Schritten möglicherweise Erfolge zu erzielen, wobei sich entsprechend der verschiedenen Ursachen auch die Handlungsoptionen externen und internen Maßnahmen zuordnen lassen:

- Minimierung der Sekundärverschmutzung in der Tideelbe durch eine drastische Reduzierung der Nährstoffeinträge aus dem oberliegenden Elbeinzugsgebiet durch punktuelle Maßnahmen an Abwassereinleitern sowie durch die Reduzierung diffuser Näreinträge in der Fläche, z. B. bei der Landwirtschaft.
- Maßnahmen zur Begrenzung der Eutrophierungstendenz bzw. des Phytoplanktonwachstums durch ein verbessertes Lichtklima; Verminderung der Wassertrübung zur Stützung des Wachstums höherer Makrophyten sowie durch eine Verbesserung des Temperaturregimes durch die Begrenzung von Kühlwassereinleitungen im Konfliktgebiet.
- Verringerung der mittleren Wassertiefe im gesamten Bereich kritischer Sauerstoffverhältnisse durch eine effektive Vergrößerung der spezifischen Wasseroberfläche. Dies würde – im Zusammenhang mit der Senkung der Wassertemperatur und der Verminderung des spezifischen, mit Sauerstoff zu versorgenden Wasservolumens – zur Verbesserung des physikalischen Sauerstoffaufnahmevermögens der Tideelbe beitragen.
- Maximierung der Flächenausdehnung gewässertypspezifischer Flachwasserzonen, z. B. durch einen Wiederanschluss abgetrennter Nebenelben im Stadtgebiet von Hamburg, eine Anbindung abgeschnittener, tidehochwasserabhängiger Prielsysteme sowie den Rückbau von Deckwerken, wo dies möglich ist. Neben einer Verbesserung des Sauerstoffhaushaltes werden hiermit notwendige Rückzugsbereiche für Extremereignisse geschaffen.

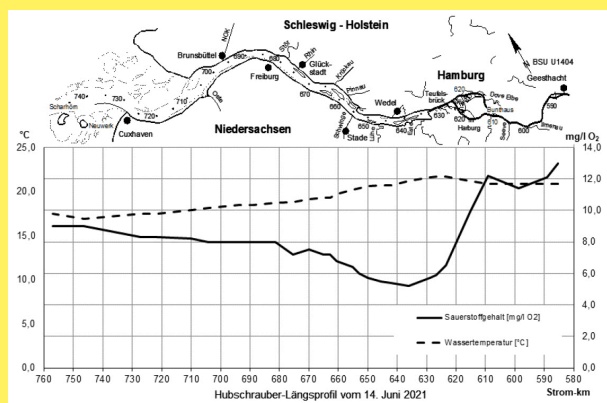


Abb. 16 Untersuchungsergebnisse der Längsprofilbeprobung der Tideelbe, hier Sauerstoffkonzentration und Wassertemperatur vom 14.06.2021 (Quelle: FGG Elbe).

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

4.2 Kleinwasserkraftanlagen – wie weiter?

Einen Sonderfall bzw. einen sehr wesentlichen Aspekt bei der standörtlichen Betrachtung baulicher Querbauwerke in Fließgewässern stellen die Wasserkraftanlagen dar, da bei diesen neben dem Fischaufstieg auch der Fischabstieg bzw. der Fischschutz bezüglich der Wirkung von Fischschädigungen eine erhebliche Rolle spielen. Diese Inhalte sollen bei den nachfolgenden Betrachtungen jedoch nicht weiter vertieft werden.

Nachfolgend liegt der Fokus auf allgemeinen Gedanken bezüglich der so genannten „kleinen Wasserkraft“, d. h. auf den Anlagen mit einer Leistung < 1 MW. Die Aussagen folgen der zunehmenden Tendenz, grundlegend sinnvolle Entwicklungen für einen nachhaltigen Klimaschutz wie die Energiegewinnung aus regenerierbaren Quellen auf Kosten wertvoller Naturräume wie unserer Fließgewässerkulissen und eines ökologisch unverzichtbaren Gewässerschutzes sowie der Biodiversität betreiben zu wollen, ohne die tatsächliche Effizienz der Kleinwasserkraft im Kontext zu anderen erneuerbaren Energien zu hinterfragen.

Vor dem genannten Hintergrund wurde am 04.11.2021 ein „Memorandum...zum politischen Zielkonflikt Klimaschutz versus Biodiversitätsschutz bei der Wasserkraft“ veröffentlicht, in welchem 65 Fachwissenschaftler*innen und 30 wissenschaftliche Institutionen fordern, die Energiewende nicht auf Kosten der Biodiversität vorzunehmen. Darin wird als ein zentrales Ziel bezüglich der kleinen Wasserkraft der Bundespolitik empfohlen, die staatliche Förderung der über 7.800 unwirtschaftlichen, umweltschädlichen und ökologisch nicht sanierbaren Kleinwasserkraftanlagen (< 1 MW) über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) oder Subventionen zu beenden. Weiterhin sind folgende Aussagen zusammenzufassen:

- Zulassungen und Zulassungsverlängerung für Wasserkraftwerke nur nach Einzelfallprüfung unter Beachtung der Mindestwasserführung, der Durchgängigkeit und einer Fischmortalität nach dem Stand der Technik entsprechend nach §§ 33–35 Wasserhaushaltsgesetz (WHG).
- Beendigung der staatlichen und EEG-Umlagen-Förderung für alle Kleinwasserkraftwerke und gewässerabhängige Beendigungen für die mittelgroßen Wasserkraftanlagen mit einer Leistung von 1 bis 10 MW an ausgewählten Flüssen, die u. a. prioritär für die Arterhaltung und Wiederansiedlung seltener Fischarten wie Aal, Lachs, Huchen, Meerforelle, Maifisch, Schnäpel und Stör vorgesehen sind.
- Förderung des Rückbaus ungenutzter Wasserkraftanlagen sowie der Kleinwasserkraftanlagen, welche betreffs der Anforderungen an Mindestwasserführung, Durchgängigkeit und Fischmortalität nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen.
- Kopplung der Gewährung staatlicher Förderungen und der EEG-Umlage bei mittelgroßen und großen Wasserkraftanlagen an den ökologischen Sanierungsgrad, d. h. die Herstellung sicherer Fischauf- und Fischabstiegsanlagen, der Längsdurchgängigkeit für Sedimente und Flussholz sowie der ökologischen Mindestabflüsse.

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

- Überprüfung der Begründungen für Ausnahmetatbestände gemäß EG-WRRL für kleine und mittelgroße Wasserkraftwerke auf Konformität mit EU-Handlungsleitfäden (EU-KOM 2009, 2018) und Urteil C-346/14 des Europäischen Gerichtshofes hinsichtlich des übergeordneten Interesses an der Erzeugung geringer Wasserkraftmengen.

Bekanntermaßen liefen diese, für einen effizienten Gewässerschutz im Sinne ganzheitlicher, schneller und kostengünstiger Veränderungen mehr als berechtigten Forderungen – auch nach Befassung des Bundestages mit einem entsprechenden Vorschlag der Bundesregierung – ins Leere. Dass nicht einmal der Kompromissvorschlag der Bundesregierung, ein Ausschluss von der EEG-Umlage bzw. Förderung einer Kleinwasserkraftanlage erfolgt erst ab < 0,5 MW statt der ursprünglich vorgeschlagenen < 1,0 MW Leistung, das Parlament passierte, dürfte wohl der kaum zu toppenden Lobbyarbeit der entsprechenden Verbände und Interessenvertreter gutzuschreiben sein. Diesbezügliche Unterlagen hält das World Wide Web in ausreichender Fülle bereit, welche aufgrund der teilweise erheblichen Unsachlichkeiten – wie z. B. des Vorwurfs einer vermeintlichen Unwissenschaftlichkeit des o. a. Memorandums – hier nicht zitiert werden sollen.

Auch im Elbegebiet sind Kleinwasserkraftanlagen weit verbreitet, konzentrieren sich beispielsweise in der Norddeutschen Tiefebene häufig auf ehemalige Mühlstandorte und erreichen zum größten Teil aufgrund von Dargebots- und Gefälleverhältnissen nur Bruchteile der angegebenen Grenze von 1 MW. Damit sind zumindest diese Teile der kleinen Wasserkraft in einem hohen Maße unwirtschaftlich. Teilweise ergibt sich eine gewisse Rentabilität nur aus der Förderkulisse, welche aus dem Erneuerbare-Energien-Gesetz erwächst. Sehr augenscheinlich stellt sich diese Unwirtschaftlichkeit beim Vergleich des Anteils der Wasserkraft an allen erneuerbaren Energieformen für ein Bundesland mit ausschließlicher Lage in der norddeutschen Tiefebene anhand der Abbildung 17 dar.

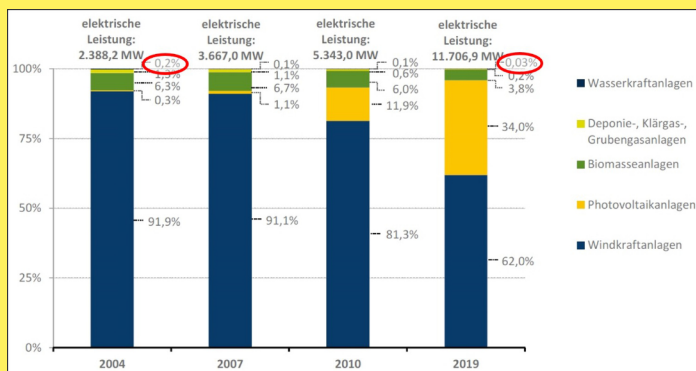


Abb. 17 Entwicklung der Energiegewinnung aus Wasserkraft als Anteil an den erneuerbaren Energien zwischen 2004 und 2019 im Bundesland Brandenburg (Quelle: WFBB).

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

Neben dem ohnehin sehr kleinen Anteil der Wasserkraft an den erneuerbaren Energien – dieser ist in der linearen Ordinate der Abbildung 17 graphisch nicht mehr darstellbar – fällt auf, dass sich innerhalb von 15 Jahren der Anteil der Energiegewinnung durch Wasserkraftanlagen von ehemals 0,2 Prozent im Jahre 2004 auf lediglich noch 0,03 Prozent in 2019 verringert hat. Bei dem weiter wachsenden Anteil von Windkraft- und Photovoltaikanlagen sowie einer unstrittig fehlenden Genehmigungsfähigkeit neuer Klein-Wasserkraftanlagen, dürfte sich dieser Anteil zukünftig unaufhaltsam weiter schmälern.

Zusammenfassend lässt sich zu dieser Thematik eindeutig feststellen, dass bei einer „Tilgung“ der kleinen Wasserkraft aus unseren Gewässernetzen – z. B. durch den Kauf von Wasserrechten und Anlagen sowie einem vollständigen Rückbau solcher – der Gewinn für die Biodiversität, den Gewässer- und den Naturschutz bei verschmerzbareren Verlusten für den Klimaschutz riesengroß wäre!

5. Durchgängigkeit im Elbeeinzugsgebiet – zusammenfassend

Im vorliegenden Aufsatz wurde der aktuelle Stand der Wiederherstellung der Durchgängigkeit im Einzugsgebiet der Elbe dargestellt. Neben einem allgemeinen Überblick in der Fläche wurde dies an den konkreten Querbauwerksstandorten bzw. den Einstiegsbauwerken in der Elbe selbst, in das Havel- und in das Muldegebiet dargestellt. Darüber hinaus wurden mit dem Sauerstoffloch in der Tideelbe bei Hamburg und dem Problem der Effizienz kleiner Wasserkraftanlagen zwei nicht anlagengebundene, überregional wirksame Themen aufgegriffen. Inhaltlich befassten sich die Darstellungen mit der aufwärtsgerichteten Fischdurchgängigkeit innerhalb des Gesamtbegriffes der ökologischen Durchgängigkeit. Der Fischabstieg, andere Biokomponenten sowie der Transport von Feststoffen wurden nicht berücksichtigt.

Als Fazit bleiben betreffs eines optimalen Fischaufstieges diverse offene Fragen – nicht nur für das Einzugsgebiet der Elbe, ihre Nebeneinzugsgebiete sowie die diesbezüglichen Zuflüsse. Auch für andere Flussgebiete lassen sich diese offenen Probleme wie folgt zusammenfassen:

- Wie viele Fischwechselanlagen sind in welcher Lage – möglicherweise an beiden Ufern – und in welchen Bemessungsgrößen für die Fischmigration als Einstieg in sehr große Flusseinzugsgebiete und die großen Nebeneinzugsgebiete erforderlich?
- Welche Rolle spielen hinsichtlich der populationsökologischen „Effektivität“ in den vom Einstiegsort weit entfernten Laichgebieten die passierbaren Abundanzen (Biomasse) und die Möglichkeiten des Massen- und Schwarmaufstiegs?
- Bestehen Optimierungsmöglichkeiten bei der Verwendung durchflussbezogener Ansätze in Form des Abflussverhältnisses bzw. der Aufteilung des Gesamtabflusses zwischen Fluss und Fischwechselanlage gegenüber den üblichen Bemessungsansätzen technischer Rahmenbedingungen von Bemessungsfischgrößen?

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

- Wie sind die Ansprüche der anderen biologischen Komponenten und Fließgewässerlebensgemeinschaften (Makrozoobenthos und Makrophyten) angemessen einzubeziehen?
- Wie kann der Feststoffhaushalt der Fließgewässer in seiner Gesamtheit und in allen Kompartimenten (Schwebstoffe, Geschiebe und Schwimmstoffe) ausreichend berücksichtigt werden?
- Wie sind die Bedeutung von Fischwechsellanlagen und die damit einhergehende Gewässerprofil- und -Sohlfixierung gegenüber einer strukturell notwendigen, eigendynamischen Gewässerentwicklung in Übereinstimmung zu bringen bzw. zu werten?
- Wer ist an großen Strömen und Flüssen – welche in der Regel als Bundeswasserstraßen genutzt werden – für die Festlegung der Größe der zu bauenden Fischwechsellanlage auf Grundlage eines Bemessungsfisches zuständig? Der Bund, welcher erlassgemäß für Bau und Planung zuständig zeichnet, oder die Bundesländer, welche gesetzlich für die Gewässerbewirtschaftung und die Umsetzung der EG-WRRL zuständig sind?
- Wie sind hinsichtlich chemisch-physikalisch wirksamer Wanderbarrieren rechtlich und fachlich ausreichende und befriedigende Lösungen zu realisieren?
- Wie geht es im Gesamtkontext des Problemfeldes „Biodiversität versus Klimaschutz“ weiter mit notwendigen rechtlichen und fördertechnischen Lösungen zur kleinen Wasserkraft?

In der Gesamtbilanz der vorgelegten Sachstände und Ausblicke sowie der im Fazit aufgeworfenen zentralen Fragen erübrigt sich dann wohl die Beantwortung der anfänglichen Frage, ob das Problem nun als gelöst angesehen werden kann oder ob uns täglich ein Déjà-vu erreicht.

Dank

Besonderer Dank gilt meinen beiden ehemali-gen Kollegen Michael Bergemann und Thomas Gaumert – ehemals tätig in der Wassergütestelle Elbe der Flussgebietsgemeinschaft Elbe, (vormals Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Elbe) bzw. in der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg – für die Erfahrungsberichte, Informationen und Daten zum Sauerstoffloch Hamburg.

Desgleichen bedanke ich mich bei Michael Lechelt vom Institut für Hygiene (Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft) der Freien und Hansestadt Hamburg für schnelle und unkomplizierte Bereitstellung von Gütedaten der Messstation Seemannshöft.

Darüber hinaus möchte ich mich bei den Kollegen René Schwartz von der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft der Freien und Hansestadt Hamburg sowie bei Mathias Pitsch von der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz für die Informationen zu Sachständen bezüglich des Standortes Geesthacht bedanken. Meinen Brandenburger Kollegen Rainer Bock und Ralf Köhler vom Landesamt für Umwelt danke ich für die Hinweise und unsere unermüdliche Diskussion zum Thema des Wehres Gnevsdorf und der kleinen Wasserkraft.

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

Literatur/Quellen

- Arge Elbe/FGG Elbe (2007): Ermittlung überregionaler Vorranggewässer im Hinblick auf die Herstellung der Durchgängigkeit für Fische und Rundmäuler im Bereich der FGG Elbe sowie Erarbeitung von Entscheidungshilfen für die Priorisierung von Maßnahmen. – Abschlussbericht.
- Arge Elbe/FGG Elbe (2007): Sauerstoffgehalte der Tideelbe – Entwicklung der kritischen Sauerstoffgehalte im Jahr 2007 und in den Vor-jahren, Erörterung möglicher Ursachen und Handlungsoptionen. – Sachstandsbericht der Wassergütestelle Elbe, Bearbeiter: Gaumert, T. & Bergemann, M., Hamburg.
- BioConsult – Schuchardt & Scholle gbr (2008): Konzeption zur Umsetzung der ökologischen Durchgängigkeit in den Fließgewässern in Sachsen-Anhalt – Ermittlung von Vorranggewässern. – LHW Sachsen-Anhalt, gewässerkundlicher Landesdienst, Sachgebiet Ökologie, Magdeburg.
- Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (BWK) (2006): Methodenstandard für die Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen. – Stuttgart.
- Deutsche Vereinigung für Wasser und Abfall e.V. (DWA) (2014): Merkblatt DWA-M 509, Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. – Hennef.
- DHI WaSY GmbH (2019): Bewertung der Durchgängigkeit von Fließgewässern für Sedimente – Ergebnisse des Praxistests. – Projektbericht des Expertenkreises „Hydromorphologie“ der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).
- Ellmann/Schulze GbR, Institut für Binnenfischerei Potsdam-Sacrow e.V. (2013): Standortbestimmung für eine funktionsfähige Fischaufstiegsanlage im Mündungsbereich der Havel. – LHW Sachsen-Anhalt, gewässerkundlicher Landesdienst, Sachgebiet Ökologie, Magdeburg.
- Energieagentur Brandenburg (WFBB, 2019): Energiestrategie des Landes Brandenburg. – 11. Monitoringbericht, Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg.
- FALLER, M., HUFGARD, H., SCHWEVERS, U., MENZEL, H.-J. & HEINZE, D. (2013): Der Doppelschlitzpass Geesthacht: Ergebnisse der fischbiologischen Aufstiegskontrollen. – Artenschutzreport 31, 59–64.
- Ingenieurgesellschaft Pro. Dr.-Ing. E. Macke mbH (2015): Ausführungsplanung Errichtung Fischaufstiegsanlage/ Umgehungsgerinne Stadtwehr Dessau. – Auftraggeber: Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Geschäftsbereich Grundlagen, Planung und Bau.
- IGF/FlUSS, BgF (2019/2020): Funktionskontrolle der Fischaufstiegsanlage am Stadtwehr Dessau (Mulde). – Abschlussberichte Teil I (Frühjahrsuntersuchung) und Teil ii (Herbstuntersuchung), Auftraggeber: IHW Sachsen-Anhalt, Halle (Saale).
- Jährling, K.-H. (2006): Sanierung des Fischpasses am Durchstichwehr Quitzöbel. – zusammenfassende Stellungnahme des gewässerkundlichen Landesdienstes des IHW zum geplanten Vorhaben, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, unveröffentlichte Stellungnahme, Magdeburg.
- Jährling, K.-H. (2011): Die Notwendigkeit des europäischen Störs als Bemessungsgrundlage bei der Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit an der Havel. – Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, unveröffentlichte Stellungnahme, Magdeburg.
- Jährling, K.-H. (2011): Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit an der Mulde/Stadtwehr Dessau – europäischer Stör als Bemessungsgrundlage. – Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft

ZUM SAUERSTOFFLOCH UND ZU KLEINWASSERKRAFTANLAGEN

Sachsen-Anhalt, unveröffentlichte Stellungnahme, Magdeburg.

- Jährling, K.-H. (2019): Wiederherstellung ökologischer Durchgängigkeiten großer Fließgewässersysteme bei Beachtung der notwendigen Fischpopulationen, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, unveröffentlichte Stellungnahme, Magdeburg.
- Jährling, K.-H. (2019): Auswirkungen der Einschränkung der Fischdurchgängigkeit am Wehr Geesthacht auf Wanderfischansiedlungsprojekte in Sachsen-Anhalt. – Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, unveröffentlichte Stellungnahme, Magdeburg.
- Jährling, K.-H. (2023): Prüfung der Optimierung des Wasserrückhaltes im Kontext zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit. – Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, unveröffentlichte Stellungnahme, Magdeburg.
- IHW Sachsen-Anhalt (2018): allgemeine Grundlagen und fachliche Rahmenbedingungen für einen Planungsauftrag zur Umsetzung bzw. Wiederherstellung einer ökologischen Durchgängigkeit in Fließgewässern in Sachsen-Anhalt. – Interne Stellungnahme/ Arbeitshilfe, Magdeburg.
- Memorandum deutscher Fachwissenschaftler*innen zum politischen Zielkonflikt Klimaschutz versus Biodiversitätsschutz bei der Wasserkraft (2021)
- FGG Elbe (2021): Längsprofil Tideelbe – Bericht Nr. 3/2021.
- LHW Sachsen-Anhalt (2023): Arbeitshilfe – Prüfung der Optimierung des Wasserrückhaltes im Kontext zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit. – Interne Stellungnahme/Arbeitshilfe, Magdeburg.
- Strategie der Länder Brandenburg, Berlin, Sachsen-Anhalt und des Bundes zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit an den Stauanlagen in Havel und Spree (15.05.2020)
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Elbvertiefung>
- https://de.wikipedia.org/wiki/Mühlenberger_Loch