



**Zusatzbericht zur
Retentionspotenzialstudie am Inn**

**Mögliche Auswirkungen einer Vorabsenkung
von Staustufen auf Feststofftransport,
Ökologie und Grundwasser**



wasser





**Zusatzbericht zur
Retentionspotenzialstudie am Inn**

**Mögliche Auswirkungen einer Vorabsenkung
von Staustufen auf Feststofftransport,
Ökologie und Grundwasser**

Impressum

Zusatzbericht zur Retentionspotenzialstudie am Inn – Mögliche Auswirkungen einer Vorabsenkung von Staustufen auf Feststofftransport, Ökologie und Grundwasser

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel.: 0821 9071-0

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de/

Konzept/Text:

LfU

Redaktion:

LfU

Bildnachweis:

LfU: Abb. 1, 5

TU München, Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft: Abb. 4

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald, Universität Kassel: Abb. 2, 3

Stand:

Oktober 2022

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung, Vorgehensweise	4
2	Hintergrund Innstudie	4
3	Vorhandene Untersuchungen	7
4	Auswertung und Ergebnisse	13
4.1	Auswirkungen auf den Feststofftransport	13
4.2	Auswirkungen auf die Ökologie	15
4.2.1	Auswirkungen in Auen	15
4.2.2	Auswirkungen auf Fische	17
4.2.3	Auswirkungen auf Großmuscheln	20
4.2.4	Auswirkungen auf Amphibien	21
4.2.5	Auswirkungen auf Vögel	21
4.2.6	Auswirkungen auf das Makrozoobenthos	23
4.3	Auswirkungen auf die Grundwassersituation	23
4.4	Weiterer Untersuchungsbedarf	24
4.4.1	Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf den Feststofftransport	24
4.4.2	Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen in Auen	25
4.4.3	Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf Fische	25
4.4.4	Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf Großmuscheln	26
4.4.5	Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf Amphibien	26
4.4.6	Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf Vögel	26
4.4.7	Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf das Makrozoobenthos	26
5	Zusammenfassung und Ausblick	26
6	Quellen	30

1 Zielsetzung, Vorgehensweise

Der Inn ist wie viele andere große Fließgewässer in Deutschland und Österreich mit Staustufen ausgebaut. Im Rahmen der Innstudie [1] wurde unter anderem die Möglichkeit einer positiven Beeinflussung von Hochwasserwellen durch eine angepasste Betriebsweise der Staustufen am außeralpinen Inn untersucht. Es wurde nachgewiesen, dass durch eine gezielte Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall mit Vorabsenkung und Wiederaufstau auf das bescheidsgemäße Hochwasserstauziel vor allem bei den häufigeren Hochwasserereignissen (HQ₁₀ bis HQ₃₀) ein deutliches Potenzial zur Abmilderung des Wellenscheitels besteht.

Eine gezielte Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall stellt im Kontext verschiedener möglicher wirksamer Maßnahmen zum Hochwasserschutz keinen oder nur einen geringfügigen baulichen Eingriff in das Gesamtsystem dar, weil eine bestehende Struktur genutzt wird und keine umfangreichen Baumaßnahmen erforderlich sind. Die vor dem Durchgang der Hochwasserwelle notwendigen Vorabsenkungen an den einzelnen Staustufen, die der Schaffung von größerem bewirtschaftbarem Rückhaltevolumen in den Stauräumen dienen, können jedoch Auswirkungen auf andere Bereiche, wie Feststofftransportprozesse und Ökologie, haben.

Im vorliegenden Bericht wird aufbauend und in Ergänzung zur Innstudie der derzeitige Kenntnisstand zu Auswirkungen von Vorabsenkungen auf Feststofftransport, Ökologie und Grundwasser aufgezeigt. Dazu wurden bereits vorhandene Erkenntnisse und Erfahrungen im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung der Staustufen(-kette) insbesondere am außeralpinen Inn zusammengetragen. Einbezogen wurden hierbei die Wasserwirtschaftsämter Rosenheim (WWA RO), Traunstein (WWA TS) und Degendorf (WWA DEG), die Regierungen von Ober- und Niederbayern, das Land Oberösterreich sowie der Staustufenbetreiber VERBUND. Die Informationen sind durch die jeweils zuständigen Fachreferate des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) aufbereitet und bewertet worden.

Auf dieser Basis wird ein Vorschlag für das weitere Vorgehen zur Umsetzung einer gezielten Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall erarbeitet und der dabei erforderliche weitere Untersuchungsbedarf aufgezeigt.

2 Hintergrund Innstudie

Wesentliches Ziel innerhalb der Säule I des Bayerischen Gewässer-Aktionsprogramms 2030 ist es, durch verschiedene Maßnahmen aus den vier Bereichen „Nachsorge“, „Vermeidung“, „Schutz“ und „Vorsorge“ den Hochwasserschutz in Bayern zu verbessern und eine Verringerung des Hochwasserrisikos zu erreichen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf dem Rückhalt von Hochwasser. Hierzu wurden unter anderem auch am Inn Untersuchungen im Rahmen der „Retentionspotenzialstudie am Inn“ („Innstudie“) durchgeführt, deren Gegenstand die Potenziale verschiedener größerer natürlicher und technischer Rückhaltemaßnahmen am außeralpinen Inn und an der unteren Salzach waren.

Die Innstudie ist ein gemeinsames Vorhaben des Freistaates Bayern mit Österreich. Die wesentlichen Themenfelder, welche im Rahmen der Studie untersucht wurden, sind:

- Standortsuche und Wirkungsanalysen für den Hochwasserrückhalt (Flutpolder bzw. Deichrückverlegung an Inn und Salzach)
- Gezielte Staustufenbewirtschaftung bzw. Staustufenmanagement im Hochwasserfall
- Feststofftransport

Die Studie ist in sechs Teilprojekte (TP) unterteilt, die Bearbeitung der einzelnen Teilprojekte erfolgte durch die TU München in Zusammenarbeit mit der TU Wien und der Universität Kassel:

- TP A „Stochastische Niederschlag-Abflussmodellierung“ (TU Wien)
- TP B „Wellenstatistik mittels Copula-Verfahren“ (TU München)
- TP C „Staufufenmanagement zur Hochwasserrückhaltung“ (Universität Kassel)
- TP D „Wirkungsanalyse potenzieller Rückhalteräume“ (TU München)
- TP E „Feststoffe am Inn und der Salzach“ (TU München)
- TP F „Laborversuch zu Transportvorgängen in Stauräumen“ (TU München)

Das Untersuchungsgebiet (Abb. 1) umfasst den rund 210 km langen Inn unterhalb der Staustufe Oberaudorf bis zur Mündung in die Donau bei Passau sowie den 60 km langen Unterlauf der Salzach zwischen Saalachmündung bei Salzburg und der Mündung in den Inn. Im Untersuchungsgebiet befinden sich am Inn insgesamt 15 Staustufen von der Staustufe Nußdorf bis zur Staustufe Passau-Ingling.

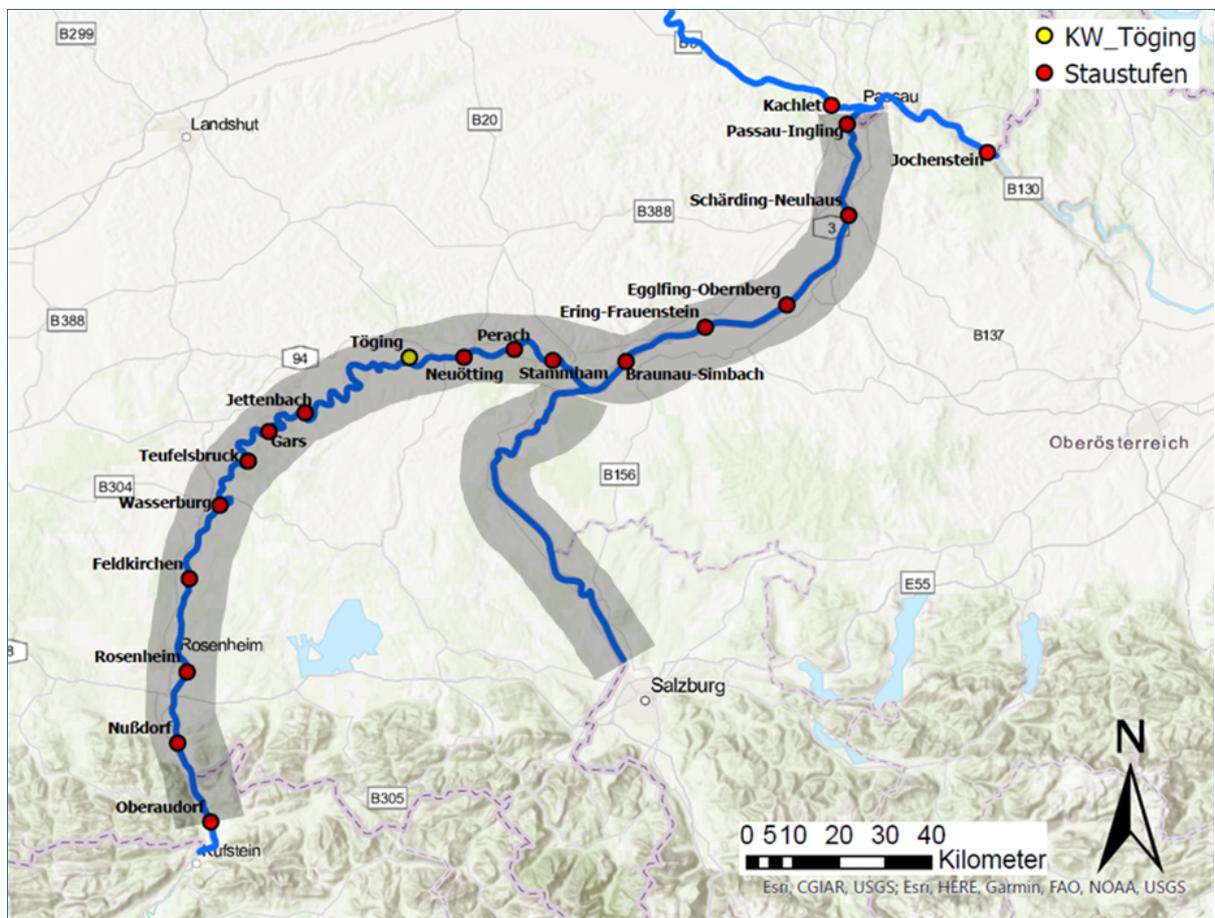


Abb. 1: Untersuchungsgebiet (grau) mit Lage der Staustufen (rot) und des Kraftwerks Töging am Innkanal (gelb).

Im Rahmen des Teilprojektes C wurde das Potenzial der Staustufen am außeralpinen Inn auf eine Hochwasserrückhaltung und Scheitelminderung anhand einer 1-D-Modellierung untersucht, wobei neben der bescheidsgemäßen Steuerung insbesondere eine Steuerungsvariante mit Vorabsenkung des Wasserstandes an den Staustufen und anschließendem zielgerichteten Aufstau beim Scheiteldurchgang des Hochwasserereignisses betrachtet wurde.

Als Vorabsenkung wird die Schaffung von zusätzlichem Rückhalteraum in einem Stauraum im Vorfeld eines Hochwasserereignisses bezeichnet. Hierzu wird der Wasserstand in der Stauhaltung durch Öffnen des jeweiligen Wehres vor dem Hochwasserereignis verringert und ein Teil des Wassers aus dem Stauraum abgelassen, wodurch temporär ein höherer Abfluss abgegeben wird. Das verringerte Stauziel wird solange gehalten, bis das Hochwasserereignis an der jeweiligen Staustufe die höchsten Abflüsse erreicht. Während des Scheiteldurchgangs der Hochwasserwelle wird das abgesenkte Stauziel wieder auf das bescheidsgemäße Stauziel hochgefahren. So wird ein Teil der Hochwasserwelle im Stauraum gespeichert, wodurch sich letztendlich eine Reduzierung des Hochwasserscheitels der weiterfließenden Welle ergibt. Abb. 2 zeigt beispielhaft den in Simulationen der Universität Kassel angesetzten Absenkvorgang an der Staustufe Ering-Frauenstein mit einem 2,0 m niedrigeren Absenkeziel für die beiden Hochwasserereignisse 2005 und 2013. In Orange ist der Oberwasserstand dargestellt, in Blau der Abfluss am Pegel Braunau-Simbach.

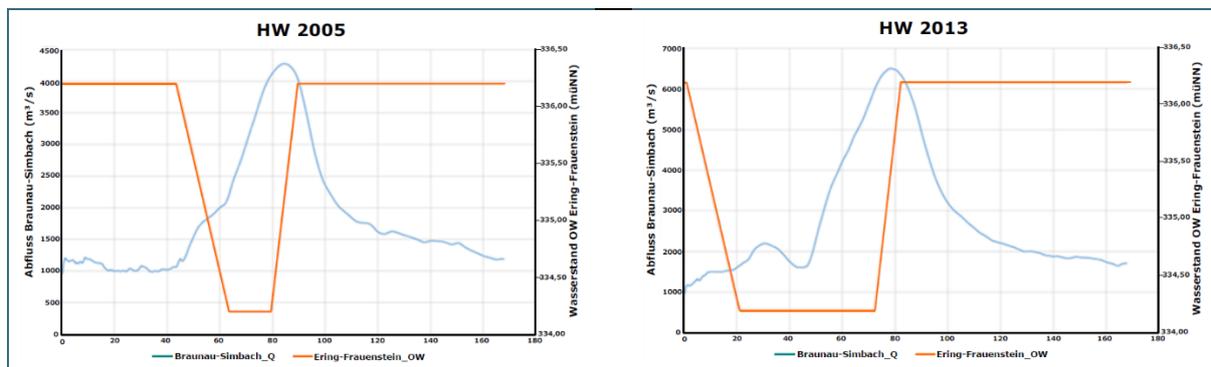


Abb. 2: Simulierte Absenkvorgänge für die Hochwasserereignisse 2005 (links) und 2013 (rechts) an der Staustufe Ering-Frauenstein.

Der gesamte Vorgang inkl. Ab- und Aufstauprozess kann mehrere Tage dauern, abhängig vom einzustellenden Absenkeziel, dem gewählten Beginn der Vorabsenkung und den Gradienten für Ab- und Aufstau. Die Simulationen im Rahmen der Innstudie wurden mit plausibel gewählten Randbedingungen durchgeführt. Der Beginn der Vorabsenkung wurde dabei relativ früh angesetzt. Unter Berücksichtigung anderer wichtiger Aspekte, die von einer hochwasserangepassten Staustufenbewirtschaftung beeinflusst werden, sind insbesondere Beginn der Vorabsenkung und das einzustellende Absenkeziel im Einzelfall jedoch noch genauer zu untersuchen. So könnte z. B. die Vorabsenkung beim Hochwasserereignis 2013 deutlich später durchgeführt werden. Auch die Häufigkeit des Einsatzes einer Vorabsenkung ist unter Abwägung des Nutzens beim Hochwasserschutz und eventueller Beeinträchtigung anderer Gewässerfunktionen und deren Bewertung noch festzulegen.

Die Untersuchungen der Universität Kassel im Rahmen der Innstudie wurden an drei historischen Ereignissen (Hochwasser 2002, 2005 und 2013) sowie zwölf synthetischen Ereignissen mit unterschiedlichen Jährlichkeiten aus der Niederschlag-Abfluss-Modellierung der TU Wien (TP A) durchgeführt.

Dabei wurde gezeigt, dass ein größeres theoretisches Potenzial zur Scheitelminderung von Hochwasserwellen durch eine gezielte Staustufenbewirtschaftung vor allem bei kleineren Hochwasserereignissen vorhanden ist. Dies ist am Inn deshalb von Interesse, da dort in einigen Bereichen bereits bei Hochwasserereignissen deutlich unter HQ_{100} Siedlungsgebiete (z. B. Passau oder Schärching) von Überschwemmungen betroffen sind. Eine hochwasserangepasste Betriebsweise von ausgewählten Staustufen bewirkt 5 % bis 9 % Scheitelminderung am Pegel Passau Ingling bei einem HQ_{10} bis HQ_{30} bzw. rd. 4 % bei HQ_{50} mit den in der Innstudie verwendeten Absenkezielen. Mit zunehmender Jährlichkeit des Ereignisses verringert sich die prozentuale Abminderung (1 % bis 2,5 % bei HQ_{100} und darüber). Auch die absolute Scheitelabminderung, die zwischen $\Delta Q = 100$ bis $380 \text{ m}^3/\text{s}$ liegt, nimmt mit steigendem Maximalabfluss tendenziell ab.

Es konnte zudem gezeigt werden, dass eine robuste messwertbasierte Steuerung (d. h. ohne Nutzung von Hochwasservorhersagen beim Wiederaufstau, sondern rein auf Basis von Pegelmesswerten) für die hierfür betrachteten acht untersten Staustufen (drei oberhalb der Salzachmündung sowie fünf zwischen Salzachmündung und Mündung des Inn in die Donau) möglich ist. Durch Vorabsenkungen kann an diesen acht Staustufen mit den gewählten Ansätzen ein zusätzliches Rückhaltevolumen von insgesamt 12 bis 20 Mio. m³ generiert werden. Eine gezielte Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall könnte somit aus hydraulisch/hydrologischer Sicht zum Hochwasserrückhalt und zur Verringerung der Hochwassergefahr für die Anwohner beitragen. Beispielsweise betragen die in der Innstudie ermittelten Wasserstandsreduzierungen am Pegel Schärding knapp 20 cm bei Ereignissen über HQ₁₀₀ und maximal 35 bis 45 cm bei HQ₁₀ sowie am Pegel Passau/Donau 8 bis 13 cm über HQ₁₀₀ und maximal 20 bis 23 cm bei HQ₁₀.

Die Auswirkungen der Stauraumbewirtschaftung mit Vorabsenkung im Hochwasserfall auf den Feststofftransport und die Ökologie wurden im Rahmen dieses Teilprojektes nicht näher untersucht.

Das Teilprojekt E befasste sich mit den Feststoffen an Inn und Salzach, wobei auf Basis eines 2-D-Feststofftransportmodells u. a. ein Längsprofil des Feststofftransports erstellt wurde und Untersuchungen durchgeführt wurden zu den Auswirkungen von Staustufen auf den Feststofftransport sowie zum Einfluss von Spülungen an Staustufen, d. h. der gezielt durch Staulegung während eines größeren Hochwasserereignisses herbeigeführten Mobilisierung von Sedimenten. Auswirkungen von Vorabsenkungen an den Staustufen mit dem Ziel einer Scheitelminderung, die durch die Staulegung im anlaufenden Teil der Hochwasserwelle auch eine Art Spülwirkung haben, wurden am Beispiel der Staustufe Ering-Frauenstein mit der im Teilprojekt C angesetzten Vorabsenkung von 2,0 m untersucht. Hierbei zeigte sich, dass die damit einhergehende verstärkte Sedimentmobilisierung hauptsächlich im Hauptgerinne des Inn stattfindet.

Genauere Informationen zur Innstudie, den einzelnen Teilprojekten sowie den Ergebnissen können dem Synthesebericht der TU München [1] sowie den ausführlichen Endberichten der sechs Teilprojekte entnommen werden.

3 Vorhandene Untersuchungen

Um eine belastbare Vorabschätzung der möglichen Auswirkungen einer Vorabsenkung von Staustufen am Inn treffen zu können, wurden die hierzu vorhandenen Informationen zusammengeführt und geprüft. Im Folgenden wird kurz auf die erhaltenen Berichte eingegangen und deren Inhalt grob zusammengefasst. Zusätzlich aufgezeigt werden ergänzende Auswertungen, welche auf den im Rahmen der Innstudie erfolgten Simulationen mit Vorabsenkung am Beispiel der Staustufen Ering-Frauenstein und Schärding-Neuhaus basieren und die durch Wasserstandsreduktion betroffenen Bereiche in Graphiken zeigen. Weitere Quellen, die zur Bewertung der Auswirkungen von Vorabsenkungen auf Ökologie und Feststofftransport herangezogen wurden, sind in Kapitel 6 aufgeführt.

Untersuchungen zu einem naturschutzfachlich optimierten Wehrbetrieb für die Kraftwerke Ering-Frauenstein und Eggfing-Obernberg (jeweils im Entwurf):

Die beiden Berichte wurden im Zusammenhang mit der Neubewilligung der Wasserkraftnutzung des jeweiligen Kraftwerkes erstellt. Die beiden Berichte zielen darauf ab, zu prüfen, ob und wie weit ein naturschutzfachlich optimierter Wehrbetrieb durch variable abgesenkte Stauziele zu einer nachhaltigen Verbesserung bzw. Stabilisierung der naturschutzfachlichen Situation im jeweiligen Stauraum führen kann. Eine Absenkung um bis zu 2,0 m unter das derzeitige Stauziel wird grundsätzlich für mög-

lich gehalten und in ihren Auswirkungen auf die Wasserspiegellagen in der Stauhaltung näher untersucht. Weitere mögliche Auswirkungen z. B. auf den Sedimentaustrag in flussabwärts gelegene Stauräume, Fragen des Hochwasserschutzes oder Nutzungsinteressen Dritter wurden nicht betrachtet.

Die verfolgten temporären Absenkungen haben unterschiedliche Ansätze und Ziele. Eine Absenkung in bestimmten Zeiträumen könnte bei Niedrig- und Mittelwasserverhältnissen vorübergehend neue Lebensräume zur Verfügung stellen. Eine Absenkung im Hochwasserfall könnte in den Verlandungsprozess vor allem der ausgedehnten Vorlandbereiche mit Inseln, offenen Sedimentbänken und Sekundärgerinnen eingreifen und zur dauerhaften Stabilisierung des Lebensraummosaiks im Stauraum führen.

Die Auswirkungen dieser Maßnahmen in den Stauhaltungen wurden jeweils für drei charakteristische Abflüsse (Niedrigwasserabfluss NQ, Mittelwasserabfluss MQ und mittlerer Hochwasserabfluss MHQ) auf der Grundlage einer Wasserspiegelmodellierung und eines aktuellen digitalen Geländemodells des gesamten Stauraums untersucht. Die Ergebnisse für die verschiedenen Absenkungsvarianten wurden für besonders prägnante Artengruppen anhand naturschutzfachlicher Bestandsdaten in ihrer Bedeutung für die Stauraumentwicklung diskutiert.

Bei einer temporären Absenkung bei MQ um 0,5 m zeigte sich, dass in den Stauhaltungen bereits größere Bereiche betroffen sind. So würden in Ering-Frauenstein bzw. Eggfing-Obernberg z. B. jeweils rd. 24 ha Flachwasserzonen um die Staurauminseln sowie rd. 28 bzw. 16 ha Auengewässer trockenfallen. *(Zum Vergleich: Eine Vorabsenkung erfolgt im Gegensatz zu der untersuchten temporären Absenkung in der Regel bei höheren Abflüssen und nur bei anlaufender Hochwasserwelle.)* Die gutachterliche Bewertung einer temporären Absenkung bis 0,5 m bei MQ legt zwar teilweise positive Wirkungen für Vegetation, Flora und Vögel sowie manche Großmuscheln nahe, verweist aber auf ungünstige Wirkungen für die Fischfauna des Gebiets. Als Fazit wird angegeben, dass bei gleichrangiger Gewichtung der Erhaltungsziele somit keine Empfehlung für die untersuchten Maßnahmen ausgesprochen werden kann.

Bei der untersuchten Absenkung bei MHQ geht es um die Möglichkeit, morphologisch wirksame Erosionsprozesse auch in den ausgedehnten Vorlandbereichen in Gang zu setzen. Untersucht wurde eine Variante mit 2,0 m Absenkung. Eine derartige Absenkung über ein gesamtes Hochwasserereignis entspricht einer in Kapitel 2 angesprochenen Spülung (Mobilisierung von Sedimenten durch Staulegung während eines größeren Hochwasserereignisses).

Für Eggfing-Obernberg wurde eine Bilanz betroffener Lebensräume erstellt, die rd. 65 ha Flachwasserzonen um die Staurauminseln sowie rd. 10 ha Auengewässer ausweist. Einige Flächen bei den wehrnahen Inseln fallen auch hier trocken. Bei den ausgedehnten Vorlandbereichen zeigt sich die Betroffenheit vor allem darin, dass größere Flächen bei einer über den gesamten Zeitraum des Hochwassers andauernden Absenkung nicht mehr durch das Hochwasserereignis überflutet werden. *(Zum Vergleich: Bei einer Vorabsenkung würden diese Bereiche erst im späteren Verlauf der Hochwasserwelle überströmt, wenn das Stauziel beim Scheiteldurchgang wieder angehoben wird.)*

Die erwartete Initiierung morphodynamischer erosiver Prozesse wird sich nach den Berechnungen auf den Bereich der kraftwerksnahen Inseln beschränken, in den etwas entfernteren ausgedehnten Vorlandbereichen würde es aufgrund der Absenkung zu einer deutlich reduzierten Überflutungsdynamik kommen. Als Fazit wird angegeben, dass auch diese Maßnahme letztlich nicht empfohlen werden kann.

Landesgesetzblätter des Landes Oberösterreich zum Gebiet „Unterer Inn“:

Zur Verfügung gestellt wurde das Landesgesetzblatt für Oberösterreich Nr. 148/2002, in welchem das Gebiet „Unterer Inn“ als Naturschutzgebiet festgestellt wird, sowie das Landesgesetzblatt Nr. 74/2018, welches die Verordnung enthält, mit der das Gebiet „Unterer Inn“ als Europaschutzgebiet festgelegt wurde. Letztgenanntes enthält u. a. eine Auflistung der (Zug-)Vogelarten gemäß „Vogelschutz-Richtlinie“ sowie der natürlichen Lebensräume und Tierarten gemäß „Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Richtlinie“, welche unter den Schutzzweck des Gebietes fallen.

Untersuchungen zu den Wehrbetriebsordnungen (WBO) für die Staustufen im Donauabschnitt Passau bis Wallsee-Mitterkirchen:

Dieser Bericht wurde vom Land Oberösterreich informationshalber zur Verfügung gestellt. Der Bericht wurde in Folge des Hochwasserereignisses 2013 in Auftrag gegeben, um zu überprüfen, welchen Einfluss festgestellte Abweichungen von der WBO während des Hochwassers hatten. Zusätzlich wurde auch das Optimierungspotenzial der WBO durch Vorabsenkung im Hinblick auf eine Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall untersucht. Betrachtet wurden hierbei die beiden Stauhaltungen Aschach und Jochenstein. Für das Hochwasserereignis 2013 ($Q_{\max} = 10.010 \text{ m}^3/\text{s}$, ca. HQ₃₀₀) bleibt lediglich an der Stauhaltung Aschach ein sehr geringes theoretisches Potenzial von weniger als 1 % zur Reduzierung des Spitzenabflusses. Bei einer Verkleinerung der Ganglinie des Hochwasserereignisses 2013 mit dem Faktor 0,9 bzw. 0,8 nimmt das theoretische Potenzial in beiden Stauhaltungen kontinuierlich zu. So zeigen sich bei Reduzierung der Ganglinie des Hochwassers 2013 mit dem Faktor 0,9 ($Q_{\max} = 9.090 \text{ m}^3/\text{s}$, ca. HQ₁₀₀) theoretische Potenziale von 1,7 % bis 2,2 % (Aschach) bzw. 0,6 % (Jochenstein), mit dem Faktor 0,8 ($Q_{\max} = 8.080 \text{ m}^3/\text{s}$, ca. HQ₅₀) von 2,4 % bis 3,1 % (Aschach) bzw. 1,2 % (Jochenstein). Für den Stauraum Aschach wurde darüber hinaus das Hochwasserereignis 2002 ($Q_{\max} = 7.400 \text{ m}^3/\text{s}$, ca. HQ₃₀) untersucht. Hier besteht ein theoretisches Potenzial zur Reduzierung des Scheitelabflusses von 3,7 %. Die Ergebnisse zeigen somit die gleiche Tendenz wie bei der Innstudie, dass die Potenziale mit abnehmender Größe/Jährlichkeit des Hochwassers ansteigen. Bei den ermittelten Potenzialen handelt es sich um rein theoretische Möglichkeiten zur Reduzierung des Spitzenabflusses, ohne Berücksichtigung von möglichen einschränkenden Faktoren wie z. B. Auswirkungen auf die Ökologie oder Feststofftransportprozesse, die nicht im Fokus dieser Untersuchung standen. Aus der Massenbilanzierung lässt sich aber erkennen, dass an der Stauhaltung Aschach beim Hochwasser 2013 mit Absenkung nach WBO von rd. 6 m unter Stauziel etwa 5 Mio. m³ Material aus dem Stauraum ausgetragen wurden.

Darstellung der Auswirkungen einer Vorabsenkung auf die Wasserspiegellagen für die Hochwasserereignisse 2005 und 2013 auf Basis der 1-D-Modellierungen der Innstudie (Stauhaltungen Ering-Frauenstein und Schärding-Neuhaus):

Um die Auswirkungen einer hochwasserangepassten Staustufenbewirtschaftung genauer abschätzen zu können, wurde die Universität Kassel beauftragt, ergänzend zur Innstudie zusätzliche Darstellungen der Wasserspiegellagen bei den im Teilprojekt C simulierten Vorabsenkungen an den Staustufen Ering-Frauenstein sowie Schärding-Neuhaus für die Hochwasserereignisse 2005 und 2013 zu erstellen. Auswirkungen einer möglichen Vorabsenkung auf die Sedimentmobilisierung am Beispiel der Staustufe Ering-Frauenstein wurden auch im Teilprojekt E untersucht; die Staustufe Schärding-Neuhaus wurde hier noch zusätzlich gewählt, da sie aus österreichischer Sicht ökologisch besonders relevant ist.

Abb. 2 (s. Kapitel 2) zeigt den in den Simulationen angesetzten Absenkvorgang für die beiden Hochwasserereignisse 2005 und 2013 an der Staustufe Ering-Frauenstein. Hier ist zu erkennen, dass die Vorabsenkung beim Hochwasserereignis 2005 erst mit anlaufender Hochwasserwelle bei einem Abfluss von rund 1.070 m³/s beginnt, also deutlich über MQ. Bei Erreichen des Absenkziels von 2,0 m

beträgt der Abfluss bereits rund 2.200 m³/s (Zeitpunkt t = 63 h); sechs Stunden später liegt der Abfluss bei rund 3.000 m³/s. Bei dem Hochwasserereignis 2013 beginnt die Vorabsenkung bereits deutlich vor der anlaufenden Hochwasserwelle bei einem Abfluss von ca. 1.150 m³/s. Das Absenkziel von 2,0 m wird bei einem Abfluss von rund 1.640 m³/s (Zeitpunkt t = 21 h) erreicht. Sechs Stunden nach Erreichen des Absenkziels liegt der Abfluss bei ca. 2.000 m³/s.

In entsprechenden Diagrammen (Abb. 3) sind die dabei aufgetretenen Wasserspiegellagen in den Stauhaltungen Ering-Frauenstein und Schärding-Neuhaus mit der jeweils im Teilprojekt C der Innstudie gewählten Vorabsenkung von 2,0 m (Ering-Frauenstein) bzw. 2,5 m (Schärding-Neuhaus) zum Zeitpunkt „Ende des Abstaus“, d. h. Erreichen des Absenkziels (blau), für den Betrieb nach WBO (schwarz, ebenfalls zum selben Zeitpunkt) sowie mit Vorabsenkung zum Zeitpunkt „sechs Stunden nach Ende des Abstaus“ (orange) dargestellt.

Als mögliche Referenz wurde hier die Wasserspiegellage bei MNQ gewählt und dargestellt (grün). Der Vergleich zwischen vorabgesenktem Wasserspiegel und Wasserspiegel bei MNQ gibt Aufschluss darüber, wie weit sich eine Vorabsenkung gegenüber einem auch ohne Vorabsenkung auftretenden mittleren Niedrigwasserabfluss im jeweiligen Stauraum flussaufwärts auswirkt. Somit könnte vor allem der Abschnitt zwischen Wehr und dem Schnittpunkt der blauen mit der grünen Linie als Bereich angesehen werden, in dem ökologisch relevante Auswirkungen auftreten können. Die orange Linie (sechs Stunden nach Erreichen des Absenkziels) zeigt an, dass mit höheren Abflüssen und damit höheren, weniger vom Stau am Wehr beeinflussten Wasserspiegellagen der von der Absenkung betroffene Bereich kleiner wird.

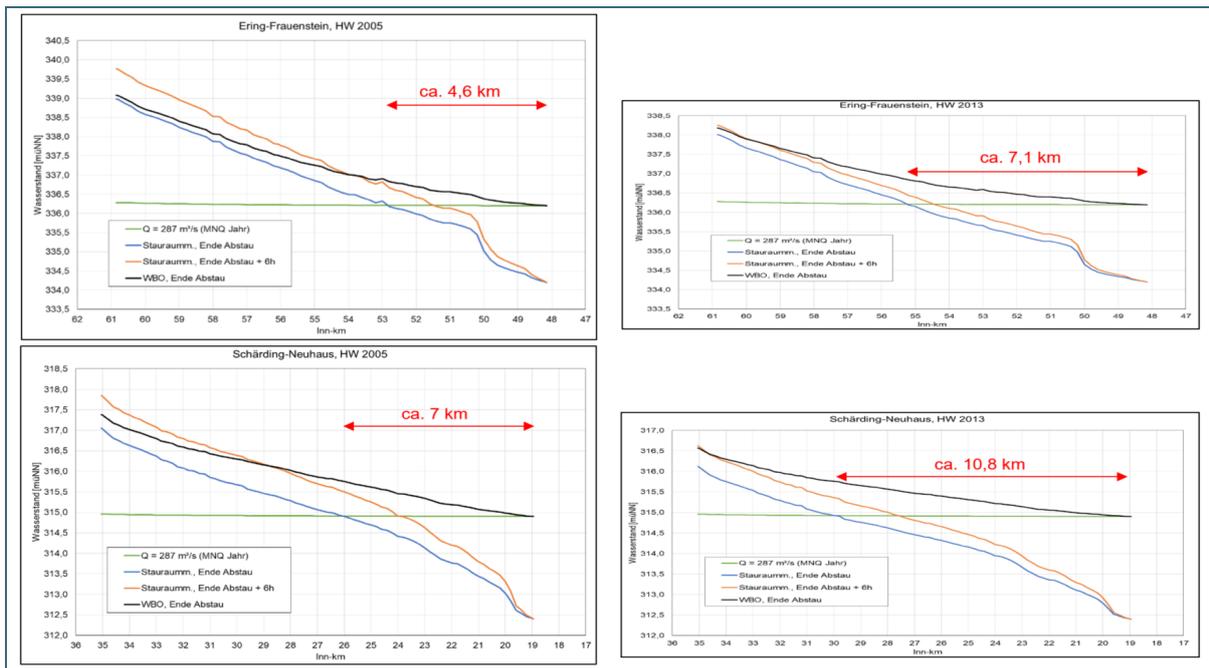


Abb. 3: Darstellung der Wasserspiegellagen für die Hochwasserereignisse 2005 (links) und 2013 (rechts) in den Stauhaltungen Ering-Frauenstein (oben) und Schärding-Neuhaus (unten).

Darstellung der infolge einer Vorabsenkung trockenfallenden Gebiete und der Auswirkungen auf die Wasserspiegellagen auf Basis der 2-D-Modellierungen der Innstudie (Stauraum Ering-Frauenstein):

Auch die TU München hat ergänzend zur Innstudie eine zusätzliche Auswertung der Simulationen im Teilprojekt E mit dem 2-D-Feststofftransportmodell für den Stauraum Ering-Frauenstein durchgeführt, um die Auswirkung einer Vorabsenkung auf die Wasserspiegellagen quantifizieren und trockenfallende Gebiete identifizieren zu können. Die Ergebnisse für das Hochwasserereignis 2005 sind in Abb. 4 enthalten.

Dargestellt sind die benetzten Flächen bei MQ („initial“) und beim Hochwasserereignis 2005 mit Vorabsenkung sowie bei Betrieb nach WBO jeweils zum Zeitpunkt $t = 63$ h (nach Beendigung des Absenkvorganges, vgl. Abb. 2 links). Insbesondere ist die Darstellung unten links von Interesse. Hier wurde die Differenz der Wasserflächen bei MQ und bei einem Betrieb mit Vorabsenkung zum Zeitpunkt des Erreichens des Absenkziels gebildet. Die gelb eingefärbten Gebiete kennzeichnen jene Bereiche, welche aufgrund einer Vorabsenkung mit den angesetzten 2,0 m gegenüber einem Zustand bei MQ trockenfallen würden. Im Vergleich mit den Darstellungen der Universität Kassel (Abb. 3) entspricht die „initiale“ Darstellung in Abb. 4 (oben links) der grünen Linie eines Referenzzustandes (hier jedoch für MQ und nicht wie in Abb. 3 für MNQ). Die Darstellung in Abb. 4 oben rechts (Vorabsenkung zum Zeitpunkt $t = 63$ h) entspricht der blauen Linie in Abb. 3; die Darstellung in Abb. 4 unten rechts (WBO zum Zeitpunkt $t = 63$ h) entspricht folglich der schwarzen Linie. Anders als bei den Auswertungen der Universität Kassel wurde hier MQ als möglicher Referenzzustand gewählt, da Niedrigwasserverhältnisse in Größenordnung MNQ am Inn in der Regel nur im abflussärmeren Winterhalbjahr auftreten. Welcher Referenzzustand letztlich maßgebend ist, muss im Einzelfall je nach betroffenen Schutzgebieten bzw. betroffenen Arten entschieden werden.

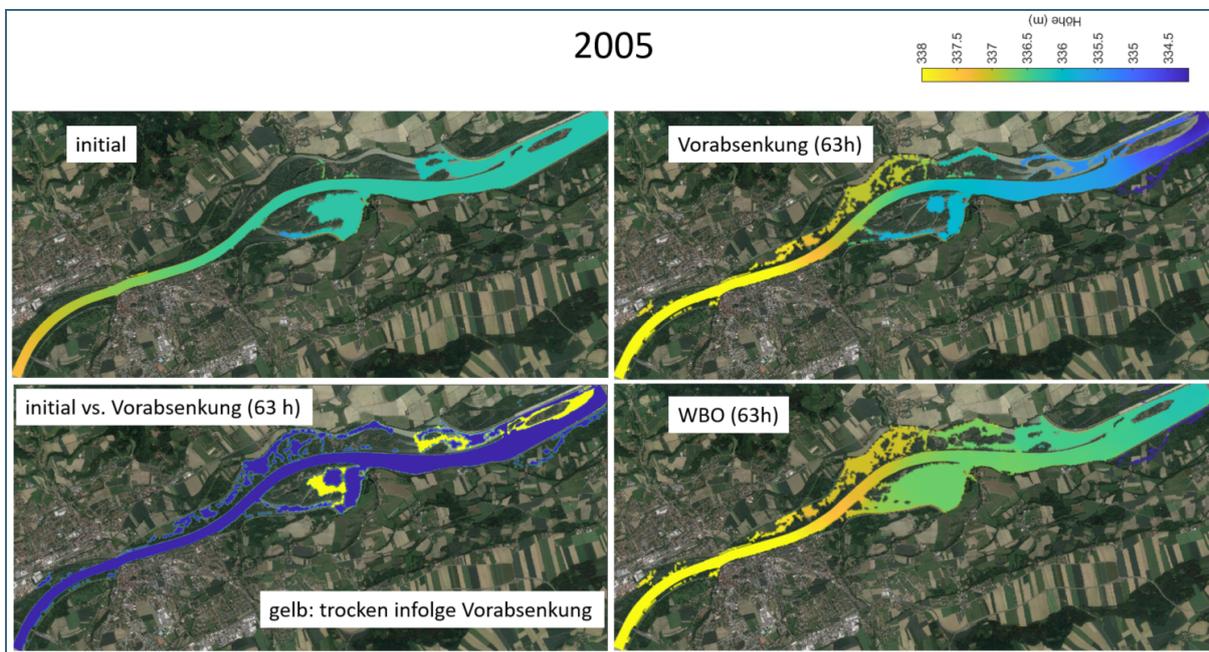


Abb. 4: Ergebnisse der zusätzlichen Auswertung der Simulationen mit dem Feststofftransportmodell der TU München für das Hochwasserereignis 2005 im Stauraum Ering-Frauenstein.

Der modellierte Stauraum ist Teil des großräumigen 2-D-Feststofftransportmodell des gesamten bayrischen Inns. Der Detaillierungsgrad ist daher geringer als bei lokalen kleinräumigen Modellen. Dies ist der Grund, warum z. B. in der Abbildung oben links die Auenbereiche linksseitig des Inn im Modell bei MQ trocken bleiben. Dieser Bereich ist bei niedrigen Abflüssen maßgeblich geprägt durch kleinere

seitliche Zuflüsse (z. B. Prienbach), welche im großräumigen Modell der TU München nicht modelliert wurden. Gleichwohl können die berechneten Wasserspiegellagen zur groben Abschätzung der Auswirkungsbereiche einer Vorabsenkung herangezogen werden.

Vom LfU wurden die Ergebnisse der TU München weiter ausgewertet und die Differenzen zwischen der Wasserspiegellage bei Vorabsenkung zum Zeitpunkt „Ende des Abbaus“ ($t = 63 \text{ h}$) und der Wasserspiegellage bei MQ ermittelt (Abb. 5).

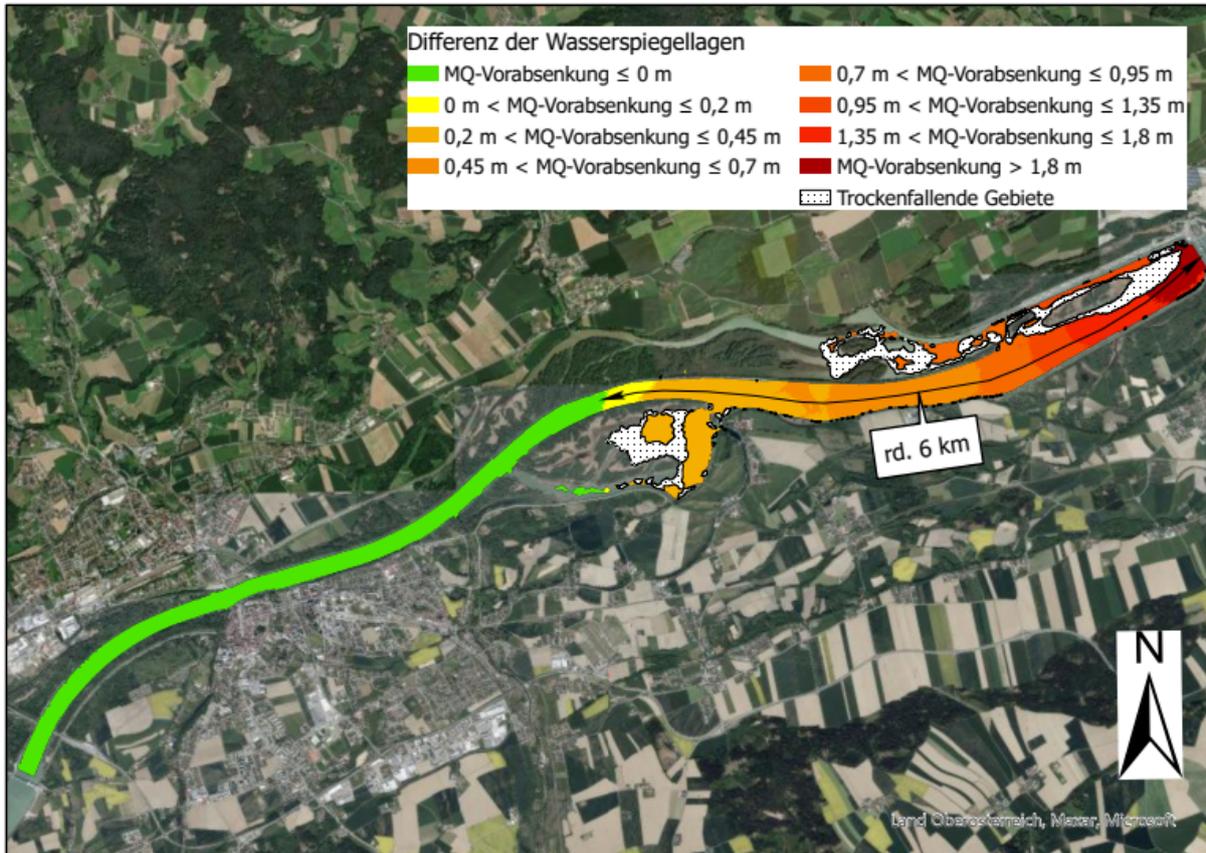


Abb. 5: Darstellung der Ausdehnung einer Vorabsenkung von 2,0 m im Stauraum Ering-Frauenstein für das Hochwasserereignis 2005 auf Basis der Simulationen mit dem 2-D-Feststofftransportmodell der TU München.

Grün eingefärbt sind die Flächen, bei denen die Wasserspiegellage im Referenzszenario mit MQ niedriger ist als jene mit Vorabsenkung am Ende des Abstauvorgangs ($t = 63 \text{ h}$, Abfluss rd. $2.200 \text{ m}^3/\text{s}$); rot, orange bis gelb abgestuft sind die Flächen, bei denen eine Vorabsenkung mit den angesetzten 2,0 m zu niedrigeren Wasserspiegellagen als bei MQ führt. Die in der Innstudie angesetzte Vorabsenkung wirkt sich demnach ca. 6 km in den Stauraum hinein aus. Die dabei trockenfallenden Bereiche sind weiß punktiert dargestellt.

Zum Vergleich lässt sich aus den im oben genannten Untersuchungsbericht zu Ering-Frauenstein enthaltenen Darstellungen der Wasserspiegellagen bei MQ und MHQ entnehmen, dass bei einem Abfluss von rd. $2.760 \text{ m}^3/\text{s}$ (MHQ) der entsprechende Einflussbereich mit gut 4 km weiter abnimmt. Die rechtsseitig gelegene Hagenauer Bucht wäre dann evtl. nicht mehr betroffen.

4 Auswertung und Ergebnisse

Die folgenden Unterkapitel basieren auf den Angaben der bayerischen Behörden, des Landes Oberösterreich sowie des Kraftwerksbetreibers VERBUND und eigenen Erkenntnissen. Eine Bewertung möglicher Auswirkungen von Vorabsenkungen erfolgte jeweils durch das zuständige Fachreferat am Bayerischen Landesamt für Umwelt.

4.1 Auswirkungen auf den Feststofftransport

Für die Beurteilung der Auswirkungen von Vorabsenkungen auf den Feststofftransport wurden insbesondere Informationen des Betreibers VERBUND, des Landes Oberösterreich sowie des WWA RO ausgewertet. Weiterhin flossen Erkenntnisse aus dem Bericht „Untersuchungen zu den Wehrbetriebsordnungen für die Staustufen im Donauabschnitt Passau bis Wallsee-Mitterkirchen“ (Land Oberösterreich) sowie insbesondere auch die Erkenntnisse aus der Arbeitsgruppe (AG) „Stauraummanagement Inn“ (Mitglieder: österreichische und bayerische Behörden, Wasserkraftbetreiber am Inn, Ingenieurbüros) mit ein. Die nachfolgenden Ausführungen ergänzen somit die Untersuchungsergebnisse der Innstudie.

Zur Erfassung des Umfangs der Stauraumverlandung werden die Stauräume am Inn regelmäßig vermessen. An den Staustufen Oberaudorf/Ebbs, Nußdorf, Rosenheim und Feldkirchen werden jährlich Fächerecholotpeilungen durchgeführt, bei allen anderen Staustufen in der Regel alle vier Jahre. Zusätzlich finden Sonderpeilungen nach größeren Hochwasserereignissen statt. Somit steht eine umfangreiche Datenbasis zur Verfügung.

Mögliche Probleme, die bei einer Vorabsenkung an den Staustufen am bayerischen Inn hinsichtlich Feststoff- bzw. Sedimenttransport auftreten können, bestehen generell in einer verstärkten und häufigeren Mobilisierung von Feinsedimenten.

Die Feststofffracht des Inn besteht ab der Staustufe Oberaudorf/Ebbs ausschließlich aus Feinsedimenten. Kiese des Inn werden bei Kirchbichl und Langkampfen regelmäßig und im Stauraum Oberaudorf/Ebbs aus Gründen des Hochwasserschutzes bei Bedarf gebaggert und damit entnommen. Ebenso werden die Kiese der Alz und der Salzach vor deren jeweiliger Mündung in den Inn gebaggert. An vielen kleineren Seitenbächen befinden sich Kiesfallen, die ebenfalls regelmäßig geräumt werden. Die Schwebstoffeinträge aus dem alpinen Einzugsgebiet des Inn sind generell sehr groß und betragen an den Tiroler Schwebstoffpegeln Ried, Innsbruck und Rattenberg im Mittel ca. 2,5 Mio. t/a. Bei Hochwasserereignissen werden durch die Staulegung gemäß WBO der oberhalb der bayerisch-österreichischen Grenzstrecke liegenden Kraftwerke Kirchbichl und Langkampfen zusätzliche Volumina mobilisiert. Die Wiederablagerung in den weiter unterhalb liegenden Stauräumen ist räumlich wie zeitlich schwer prognostizierbar und kann lokal zu einer Verschärfung der Hochwassergefahr führen. So wurden nach dem Hochwasserereignis vom Juni 2019 Sedimentausträge von ca. 800.000 m³ aus dem Stauraum Langkampfen, ca. 1 Mio. m³ aus dem Stauraum Oberaudorf/Ebbs, ca. 300.000 m³ aus dem Stauraum Nußdorf und ca. 250.000 m³ aus dem Stauraum Rosenheim ermittelt, während sich in den Stauräumen Feldkirchen ca. 145.000 m³ und Wasserburg ca. 330.000 m³ abgelagert haben.

Stauzielabsenkungen zur Reduzierung der Hochwasserspiegellagen im jeweiligen Stauraum sind an einigen Staustufen am Inn zielführend und deshalb gemäß WBO dort vorgesehen (betrifft im Untersuchungsgebiet sieben der 15 Staustufen). Nähere Informationen zu den Auswirkungen liegen z. B. für die oberhalb des Untersuchungsgebietes liegende Staustufe Oberaudorf/Ebbs vor. Dort ist durch bescheidsgemäße Absenkungen am Staukippegel ein Austrag zwischen 300.000 m³ und 1.000.000 m³ während eines Hochwasserereignisses möglich. In den Unterlagen des WWA RO sind für die Staustufe Oberaudorf/Ebbs im Zeitraum 2007-2016 insgesamt 33 Stauzielabsenkungen tabellarisch dokumentiert, davon sind sieben Absenkungen mit der Bemerkung „Spülung“ versehen. Seit 2017 erfolgt

die Dokumentation lediglich in grafischer Form als Wasserstandsganglinien. Im Schnitt sind drei Absenkungen pro Jahr für die Staustufen Oberaudorf/Ebbs, Nußdorf und Feldkirchen (für beide seit 2020) grafisch dokumentiert. Es handelt sich hierbei um Absenkungen nach der WBO.

Erfahrungen aus bescheidsgemäßen Stauzielabsenkungen sind auch an der oberösterreichischen Donau in Form negativer Auswirkungen von Feinsedimentablagerungen bekannt, die jedoch nicht unmittelbar der Wehrsteuerung an einer bestimmten Staustufe zugeordnet werden können.

Für den Inn wurde die AG „Stauraummanagement Inn“ im Jahr 2020 erneut ins Leben gerufen, da frühere AG-Ergebnisse (2008-2010) mit dem Ziel einer Ausgleichssohle (vergleichmäßiges Sohlniveau) nicht von Dauer waren und es zu erneuten Problemen im Stauraum Oberaudorf/Ebbs sowie Feldkirchen und Wasserburg gekommen ist. Im Stauraum Oberaudorf/Ebbs werden kiesige Ablagerungen im oberen Abschnitt des Staubereiches derzeit und in den nächsten Jahren beseitigt. Die Wiederherstellung des Planzustands ist Voraussetzung für ein künftiges Stauraummanagement.

Aufgabe und Ziel der AG „Stauraummanagement Inn“ ist die Fragestellung: „Ist bei aktueller Betriebsweise mit der Erreichung eines Gleichgewichtszustandes in Bezug auf Eintrag und Austrag in und aus den Stauräumen zu rechnen bzw. welche Modifikationen sind nötig?“ Somit ist die Vergleichmäßigung des Transports der sandigen Feinteile im bayerischen Inn durch ein betriebliches Stauraummanagement und Optimierung des Transports durch alle Stauräume von Oberaudorf/Ebbs bis einschließlich Wasserburg das wesentliche Ziel. Entscheidend hierfür ist die Staustufe Oberaudorf/Ebbs, da diese als Oberlieger der bayerisch-österreichischen Grenzstrecke des Inn über das größte Stauraumvolumen verfügt. Untersucht wird, inwiefern es Spülmöglichkeiten zur Vergleichmäßigung des Sedimentaustrags in die Staustufenkette gibt.

Aus den Arbeiten der AG liegen Sedimentbilanzen aus Langzeitsimulationen über 20 Jahre mit einem 1-D-Feststofftransportmodell vom Kraftwerk (KW) Langkampfen bis Wasserburg mit unterschiedlichen Absenkvorschriften für die Staustufe Oberaudorf/Ebbs vor. Durch Simulationen hat sich für die Staustufe Oberaudorf/Ebbs gezeigt, dass eine stetige Sedimentmobilisierung (Vergleichmäßigung) durch Änderung der Betriebsweise im Bereich von mittleren Wasserführungen möglich ist. Damit könnte der Effekt der Akkumulation und dann stoßweisen Weitergabe extremer Mengen mit negativer Wirkung auf die folgenden Staustufen vermindert werden. Eine Umstellung von der Kipppegel-Steuerung Wildbichler Brücke auf eine W-Q-Beziehung ist am Wehr Oberaudorf/Ebbs in Vorbereitung, wodurch ein verbesserter Sedimenttransport durch optimierte Reaktionen im Stauraum erwartet wird.

Eine zusätzliche gezielte Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall mit Vorabsenkungen sollte aufgrund der verstärkten Sedimentmobilisierung genauer untersucht werden. Insbesondere stellt sich die Frage, welche quantifizierbare Auswirkung dadurch für die Staustufenkette zu erwarten ist und wie neben der positiven Wirkung der Scheitelreduktion die damit möglicherweise verbundenen Effekte aus der verstärkten Sedimentmobilisierung zu bewerten sind. Eine Ablagerung der zusätzlich mobilisierten Sedimente an zuvor unkritischen Bereichen kann lokal zu einer Verschärfung der Hochwassergefahr führen. Andererseits könnte eine Vorabsenkung im Vergleich zu einer Stauräumspülung auch Vorteile aufweisen. Während es bei Letzterem mit Staulegung über den gesamten Zeitraum des Hochwasserereignisses zum Beispiel an einigen Staustufen am unteren Inn in den vom Wehr entfernten ausgedehnten Vorlandbereichen aufgrund der Absenkung zu einer deutlich reduzierten Überflutungsdynamik kommen kann, ist dies bei einer Vorabsenkung nur während der ansteigenden Hochwasserwelle der Fall. Nach Durchgang des Hochwasserscheitels (und möglicherweise der Abflussanteile, welche die größten Feinsedimentfrachten mitführen) würde die Überflutung unbeeinflusst ablaufen.

Bei einer Vorabsenkung mit dem Ziel einer Reduzierung des Hochwasserscheitels müssen letztlich die Belange des Hochwasserschutzes und die allgemein angestrebte Vergleichmäßigung des Feststofftransports Hand in Hand gehen. Hierzu ist es erforderlich, die Auswirkungen auf den Feststofftransport modelltechnisch genauer zu untersuchen. Dabei wäre auch zu prüfen, ob nicht gerade durch eine gezielte Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall mit Vorabsenkung der durch die Staustufen beeinträchtigte natürliche Feststofftransport des Inn verbessert werden kann.

4.2 Auswirkungen auf die Ökologie

4.2.1 Auswirkungen in Auen

Für die Betrachtungen der Auswirkungen auf die Auen liegen wenige Daten vor, die zum Teil auch eher allgemein gehalten sind. In den eingeholten Informationen bzw. zur Verfügung gestellten Unterlagen werden Auen als Lebensräume von Tier und Pflanzenarten sowie als Funktionsräume angeführt, etwa zum Feststoffhaushalt.

Die Auswirkungen auf die Auen werden deshalb hier unter dem Blickwinkel der Ökosystemleistungen aufbereitet und behandelt. Zur Operationalisierung wird die Klassifikation von Podschun et al. (2018) verwendet und wie folgt umgesetzt:

- Die Wasserkraftnutzung auf der betrachteten Fließstrecke wird, ebenso wie die Schifffahrt, zu den Versorgungsleistungen gezählt.
- Der Erfüllungsgrad der Ökosystemleistungen wird in vier Stufen (nicht vorhanden - vorhanden - bedeutsam - sehr bedeutsam) eingeteilt.
- Die Erfüllungsgrade werden aus den eingeholten Informationen im Sinne einer Expertenabschätzung bewertet.
- Zusätzlich werden einbezogen:
 - Schutzgebietsverordnungen
 - topografische Karten und Luftbilder mit den Zusatzinformationen „Freizeit in Bayern“ des BayernAtlas (© Bayerische Vermessungsverwaltung 2021)
- Grundlegend für die Beurteilung der Intensität der Auswirkungen war die Bewertung der Auswirkungen auf das Grundwasser (Kapitel 4.3).

Angesichts der zentralen Bedeutung der Stauhaltungsdämme für die Funktionserfüllung werden drei Fälle räumlich unterschieden:

- A. primäre, durch die Flussdynamik entstandene Auen ohne Stauhaltungsdämme
- B. primäre Auen außerhalb von Stauhaltungsdämmen
- C. Sekundärauen innerhalb von Stauhaltungsdämmen

Anmerkung zu Fall C: Die Sekundärauen sind unter den mit der Wasserkraftnutzung einhergehenden Veränderungen von Feststoffführung, hydrologischer und hydromorphologischer Dynamik entstanden.

Aus Vorabsenkungen im Rahmen einer gezielten Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall ergeben sich überwiegend keine Auswirkungen auf den Erfüllungsgrad der Ökosystemleistungen. Von den über 100 einzelnen Fallgestaltungen zeigen sich bei rund zehn Prozent Veränderungen durch Vorabsenkungen. Veränderungen sind zu erwarten bei der Versorgungsleistung „Bereitstellung von Wildtieren und Fischen“, acht von elf Regulationsleistungen sowie vier von 14 kulturellen Leistungen. Basisfunktionen wären wahrscheinlich nicht erheblich betroffen.

Bei beiden Typen von Primärauen sind infolge von Vorabsenkungen keine Veränderungen der Versorgungsleistungen zu erwarten. In den Sekundärauen könnte eine Vorabsenkung eine Verschlechterung der Lebensbedingungen für Fische bewirken (Kapitel 4.2.2), so dass in diesem Fall von einer Verringerung der Ökosystemleistung ausgegangen werden kann.

Die Regulationsleistungen wären im Fall von Primärauen außerhalb von Stauhaltungsdämmen nicht betroffen (Abkoppelung). Primärauen ohne Stauhaltungsdämme, in denen es zu weiträumigen Wasserstandsänderungen kommen würde, würden aufgrund des steigenden Stoffumsatzes eine Verringerung der Retentionsleistungen von organischem Kohlenstoff, Stickstoff und Treibhausgasen sowie der Bereitstellung von Gewässerhabitaten erfahren. Aufgrund der sinkenden Wasserstände wäre die Leistung als Vorfluter höher, weil das Gefälle größer wäre. In Sekundärauen zwischen Stauhaltungsdämmen könnte es ebenfalls zur Verringerung der Habitatbereitstellung sowie zur Verringerung des Niedrigwasserausgleichspotenzials kommen. Dem Ziel der Vorabsenkungen entsprechend würde die Regulationsleistung für Hochwasser gegenläufig steigen. Dem zusätzlichen Materialaustrag im Zuge der Vorabsenkungen entsprechend würde auch die Geschieberegulation (kurzfristig) leistungsfähiger.

Unter den kulturellen Ökosystemleistungen würden die Möglichkeit zur Bildung bzw. der Wissenszuwachs infolge wissenschaftlicher Forschung in den Primärauen ohne Stauhaltungsdämme steigen, da dort Veränderungen zu erwarten sind, die untersucht werden könnten. Demgegenüber stehen Verringerungen des Angebots zum Baden und zur Angelfischerei, sofern die Dichte und Tiefe von Auengewässern abnehmen sollten. (Anmerkung: Die Bedeutung des Badens wird in sommerkalten Alpenflüssen wie dem Inn als gering eingeschätzt.) Veränderungen in Primärauen außerhalb von Stauhaltungsdämmen sind infolge der Abkoppelung nicht zu erwarten. In den Sekundärauen zwischen Stauhaltungsdämmen würde das Angebot zur Angelfischerei sowie zur Naturbeobachtung sinken, wenn Gewässerfläche und -volumen abnehmen sollten.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass Vorabsenkungen Auswirkungen sowohl auf den Nährstoffhaushalt inkl. des Rückhalts von Treibhausgasen als auch auf die Nutzung von Gewässerflächen haben würden. Angesichts der beschränkten Dauer und dem seltenen Auftreten möglicher Vorabsenkungen (vgl. Kapitel 2) ist hier jedoch von eher unerheblichen Auswirkungen auszugehen. So entspricht etwa eine im Mittel alle 10 Jahre angenommene Vorabsenkung über 24 h einem prozentualen Zeitanteil von 0,03 %. Diese Einschätzung möglicher Auswirkungen gilt nicht für die Habitatbereitstellung und die daraus folgenden menschlichen Nutzungen (Wildtiere/Vögel/Fische sowie deren Beobachtung). Hier können auch bei der oben angenommenen kurzen Dauer ggf. erhebliche Auswirkungen auftreten.

Insbesondere bei der Beurteilung der Auswirkungen auf die Habitatbereitstellung und die kulturellen Ökosystemleistungen ist allerdings zu beachten, dass die Vorabsenkungen im Vorfeld von Hochwasserereignissen erfolgen würden. Deren Auswirkungen auf diese Ökosystemleistungen sind größer einzuschätzen als die Auswirkungen möglicher Vorabsenkungen. Für die Bewertung ist zudem der zeitliche Nachlauf der Maßnahmen zu berücksichtigen: Bei Vorabsenkungen kurzer Dauer wird dieser, soweit sie nicht zum Totalausfall von Funktionen, etwa durch Sterben der Brut, führen, auch eher kurz sein. Hingegen ist, bedingt durch die erheblich höhere Intensität, ein Hochwasserereignis selbst bei jährlicher Wiederkehr dynamisierend, da es auf eine Reihe von Faktoren und Zuständen einwirkt.

Aufgrund der in den letzten Jahrhunderten und mit wechselnder, tendenziell aber zunehmender Intensität erfolgenden Eingriffe in die hydrologischen und hydromorphologischen Abläufe im Inn-Einzugsgebiet sind die Auen am unteren Inn mittlerweile in einem naturfernen Zustand. Dies geht einher mit einer gesunkenen Resilienz gegenüber Veränderungen.

Verbesserungen des Auenzustands sind vor allem durch eine Annäherung des hydrologischen Regimes an eine naturnahe Dynamik des Abflusses (Saisonalität, Intensität, Dauer) wie auch des Feststoffhaushaltes (Körnung, Korngrößenverteilung, organische Anteile) erreichbar. Hierzu gehören auch periodische Niedrigabfluss- bzw. -wasserstandsphasen. Dem natürlichen hydrologischen Regime angepasste zeitweise Absenkungen von Wasserstand und Abfluss könnten ggf. dazu dienen, mehr Naturnähe herzustellen, um so die Ökosystemleistungen insgesamt anzuheben. Dies ist jedoch nicht Ziel von im Hinblick auf die Verringerung von Hochwasserwellen ausgelösten kurzzeitigen und selten auftretenden Vorabsenkungen.

Die zu erwartenden Verringerungen der regulativen und kulturellen Ökosystemleistungen sind auf sinkende Wasserstände bzw. Bodenwassergehalte zurückzuführen und wären somit nur durch einen Verzicht auf Vorabsenkungen zu vermeiden. Dies gilt insbesondere für die direkt auf die Verringerung des Wasservolumens zurückzuführenden Leistungen (z. B. Habitatbereitstellung oder Naturbeobachtung). Für die kulturellen Ökosystemleistungen könnten Alternativangebote geschaffen werden; dies gilt auch für die Versorgungsleistung „Wildtiere/Vögel/Fische“. Keine Alternativen bestehen für die Auswirkungen auf die Retention von organischem Kohlenstoff, Stickstoff und Treibhausgasen der Primärauen ohne Stauhaltungsdämme, da diese unmittelbar an die Bodenwassergehalte gebunden sind.

Für die Bewertung der Auswirkungen von Vorabsenkungen auf die Primär- und Sekundärauen kann neben möglichen Alternativen die Bedeutung der Ökosystemleistungen, d. h. die Nachfrage, herangezogen werden. Hierbei ist zu beachten, dass eine Reihe von Ökosystemleistungen nicht monetär betrachtet werden kann. Mit dem River Ecosystem Services Index (RESI) und der bis Ende 2022 für den Donauroaum zu erarbeitenden Weiterentwicklung IDES¹ stehen hier Methodiken zur Verfügung.

4.2.2 Auswirkungen auf Fische

Die folgende Bewertung der Auswirkungen von Vorabsenkungen auf Fische basiert zum Teil auf den Informationen des Kraftwerksbetreibers VERBUND und aus dem Bericht zum naturschutzfachlich optimierten Wehrbetrieb Eggfing/Obernberg. Darüber hinaus wurden die Standarddatenbögen und Managementpläne der FFH-Gebiete des bayerischen Inn sowie weitere Berichte und Gutachten berücksichtigt, welche dem Quellenverzeichnis (Kapitel 6) entnommen werden können.

Fischökologische Situation

Das Abflussregime des bayerischen Inn ist durch Schmelzwasserabflüsse im Frühjahr und Sommer sowie schnell ansteigende und ausgeprägte Hochwasser geprägt, die im Regelfall nur kurze Vorwarnzeiten aufweisen.

Von der österreichischen Grenze bis zur Mündung in die Donau ist der Inn in neun Flusswasserkörper (FWK) untergliedert. Von diesen befinden sich gemäß fischökologischer Zustandsbewertung nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) fünf in der Zielverfehlung, weisen also ein/en mäßigen/s oder schlechteren/s ökologischen/s Zustand/Potenzial auf (4 x mäßig, 1 x unbefriedigend). Vier FWK zeigen bereits ein/en guten/s ökologischen/s Zustand/Potenzial.

Des Weiteren befinden sich fünf wasserabhängige FFH-Gebiete entlang des bayerischen Inn:

- FFH 8238-371: „Innauwald bei Neubauern und Pionierübungsplatz Nußdorf“
- FFH 7939-301: „Innauen und Leitenwälder“
- FFH 7742-371: „Inn und Untere Alz“

¹ <https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/ides>

- FFH 7744-371: „Salzach und Unterer Inn“
- FFH 7447-371: „Donau von Kachlet bis Jochenstein mit Inn- und Ilzmündung“

Insgesamt sind im Inn mit den ausschließlich in Anhang V der FFH-Richtlinie angeführten Arten Äsche und Barbe 16 FFH-Anhangs-Fischarten anzutreffen (die teilweise auch auf den Standarddatenbögen geführt werden, z. B. Huchen und Koppe), für welche mehrheitlich kein günstiger Erhaltungszustand vorliegt (Tab. 1).

Tab. 1: FFH-Schutzgebiete und Schutzgüter Fische zwischen Staustufe Nußdorf und Donau. p = präsent, X = gestrichen, ? = unklar, wahrscheinlich präsent. Gesamtbeurteilung: A = hervorragend, B = gut, C = mittel/schlecht.

Anhang	Art	8238-371 ^a	7939-301 ^b	7742-371 ^c	7744-371 ^d	7447-371 ^e
II	Bitterling			p	C	C
II & IV	Donau-Kaulbarsch				C	A
II	Donau-Neunauge	?	p	p	B	C
II & IV	Frauennerfling				C	C
II	Groppe	p	p	p	C	C
II & IV	Huchen	?	p	p	C	C
II & IV	Rapfen		p		C	B
II	Schlammpeitzger				C	
II & IV	Schrätzer				C	A
II	Streber					C
II	Strömer		p		C	X
II	Donau-Weißflossengründling		p	p	B	C
II & IV	Zingel					A
II	Steingressling				A	
Quelle:		WRRL	WRRL	WRRL	SDB-Update	SDB-Update

a = Innauwald bei Neubauern und Pionierübungsplatz Nußdorf
 c = Inn und Untere Alz
 e = Donau von Kachlet bis Jochenstein mit Inn- und Ilzmündung

b = Innauen und Leitenwälder
 d = Salzach und Unterer Inn

Als weitere naturschutzfachlich bedeutsame und WRRL-bewertungsrelevante Leitarten der Äschenregion kommen u. a. Nase und Hasel vor.

Lebensraumangebot / hydromorphologische Maßnahmen

Das flusstypspezifische Lebensraumangebot im bayerischen Inn ist durch Stauhaltungen und Begrädnungen sowie der dadurch unterbundenen dynamischen Prozesse qualitativ wie quantitativ stark limitiert. Aus diesem Grund ist es in den Fokus der Maßnahmen zur Förderung der Fischpopulationen von Seiten der Wasserwirtschaftsverwaltung und des Kraftwerksbetreibers VERBUND gerückt.

So wurden und werden an vielen Staustufen (im gesamten Gewässerbereich zwischen aufeinanderfolgenden Stauanlagen) umfangreiche hydromorphologische Maßnahmen umgesetzt, um das fischökologisch relevante Lebensraumangebot zu erhöhen. Dieses besteht vorwiegend aus Nebengewässern in unterschiedlicher Ausprägung, wie seicht durchflossene Nebenarme, angebundene Altwässer, Flachwasserbereiche oder Mündungsbereiche wichtiger Zubringer, sowie aus flachen kiesigen Uferzonen innerhalb des Hauptstroms. An diese vorhandenen Habitate knüpfen zahlreiche Renaturierungsmaßnahmen an, welche auf die Anbindung, Redynamisierung und Neuschaffung von zusätzlichen Altwässern, flachen und strukturierten Uferzonen, Kiesbänken und Insel-Nebenarm-Systemen abzielen. Mehrere technische Fischaufstiegsanlagen (FAA) und naturnahe Umgehungsgewässer mit Ersatzha-

bitatfunktion sind an den Kraftwerksstandorten bereits umgesetzt bzw. befinden sich in Planung. Solche Habitate und fischökologisch wirksamen Strukturen stellen häufig limitierende Schlüssellebensräume und damit populationsökologische Flaschenhälse insbesondere für die kritischen Juvenilstadien der rheophilen Fischarten dar. Daher liegt der Fokus der Maßnahmen am Inn auf diesen Habitaten und Strukturen.

Einschätzung zu fischökologischen Auswirkungen durch Vorabsenkungen

Die vorhandenen und renaturierten Habitate bzw. fischökologisch wirksamen Strukturen sind in ihrer Anbindung an den Hauptstrom auf das Stauziel ausgelegt und wären dadurch unmittelbar von einer raschen und starken Stauzielabsenkung betroffen. Diese könnte die mit Wasser benetzte Fläche großer Flachwasserbereiche, angebundener Nebengewässer sowie von FAA und Umgehungsgewässern schnell und weiträumig reduzieren. Dadurch würde es zu „Fischfalleneffekten“ und zum raschen Trockenfallen wichtiger Lebensräume kommen.

Davon wären in erster Linie die dort typischerweise vorkommenden juvenilen und subadulten Altersstadien vieler Fischarten betroffen. Innerhalb technischer FAA wären auch adulte Fische gefährdet. Mit ggf. hohen Mortalitätsraten aufgrund folgender direkter und indirekter Effekte müsste gerechnet werden:

- Strandung/Trockenfallen
- physiologischer Stress
- unmittelbarer Lebensraumverlust
- Fraßdruck

Ein weiterer zu erwartender Effekt ist die zusätzliche Mobilisierung von Feinsedimenten, ggf. sogar eine stoßartige Mobilisierung größerer Mengen Feinsediment durch das „Kollabieren“ von Anlandungsbereichen und die mögliche nachfolgende Überlagerung von flach überströmten Kieshabitaten an stromab gelegenen Staustufenbereichen. Einerseits ist hierdurch mit dem Funktionsverlust dieser essentiellen Laich- und Jungfischhabitate der rheophilen Arten zu rechnen. Andererseits sind auch direkte Auswirkungen auf Juvenilstadien verschiedener indifferenter und limnophiler Arten zu erwarten, welche die flachen Anlandungsbereiche besiedeln (z. B. Neunaugenquerder). Das betrifft besonders die großflächigen Flachwasserbereiche der unteren Inn-Staustufen ab der Salzachmündung.

Darüber hinaus sind die Staustufen am unteren Inn als Teil des FFH-Gebiets 7744-371 aktuell Gegenstand von besonders umfassenden und großräumigen Renaturierungsmaßnahmen zur Förderung der Fischfauna, welche zahlreiche FFH-Schutzgüter umfassen (Tab. 1). Diese Renaturierungsbereiche und die Umgehungsgewässer bzw. FAA wären aufgrund ihrer Lage im Nahbereich der Wehre voraussichtlich unmittelbar durch die Effekte einer Vorabsenkung betroffen. Durch die dadurch möglicherweise zu erwartenden hohen Mortalitäten der sich dort aufhaltenden Jungfischbestände würden die positiven Effekte dieser Renaturierungsmaßnahmen konterkariert werden.

Ein Gutachten der oberösterreichischen Amtssachverständigen für Natur- und Landschaftsschutz zu bescheidsgemäßen Stauzielabsenkungen von 0,3 bis 0,4 m am Donaukraftwerk Ottensheim-Wilhering oberhalb von Linz stellt dort „massive bis völlige Verluste der (...) Bestände an Jungfischen“ der vorkommenden Fischarten fest (Strauß-Wachsenegger, 2018). Durch das Trockenfallen großer Flachwasserbereiche (12 ha) ergibt sich dort eine deutliche Beeinträchtigung der betroffenen Fischpopulation und insbesondere der in Anhang II der FFH-Richtlinie gelisteten Schutzgüter Rapfen, Frauenerfiling, Donau-Weißflossengründling und Schrätzer. Um eine dadurch bedingte Zielverfehlung für den Erhaltungszustand der betroffenen Schutzgüter nach FFH-Richtlinie zu vermeiden, fordert die Amtssachverständige in ihrem Gutachten eine Anpassung der Wehrbetriebsordnung.

Am Inn sind als bauliche Maßnahme zur Entschärfung der fisch- und gewässerökologischen Problematik aktuell an der Staustufe Nußdorf (bescheidsgemäßes Absenkziel von 1,5 m bei Hochwasser) ein unterstromiges Drosselbauwerk und die Anlage eines oberstromigen Furtbereiches für die „Vogelinsel“ bei Fischbach am Inn geplant, welche das Trockenfallen der lagunenartigen Flachwasserbereiche verzögern sollen. Zur Wirksamkeit bzw. Umsetzbarkeit solcher Maßnahmen an den verschiedenen Habitattypen der Inn-Staustufen liegen aktuell aber noch keine Erfahrungen oder nähere Untersuchungen vor.

Abschließende Einschätzung

Sofern das hochalpin geprägte Abflussregime des Inn rasche und starke Stauzielabsenkungen erfordert, wäre ggf. mit hohen Fisch-Mortalitäten in den Flachwasserbereichen innerhalb des Hauptflusses als auch in den Nebengewässern zu rechnen. Daher werden die negativen Auswirkungen von Stauzielabsenkungen auf die wasserwirtschaftlichen und naturschutzfachlichen Zielsetzungen gemäß WRRL und FFH-Richtlinie hinsichtlich der Fischökologie als potenziell erheblich eingeschätzt. Dies begründet sich insbesondere in den betroffenen fischökologischen Schlüsselhabitaten und kritischen Altersstadien relevanter Zielarten und Schutzgüter.

4.2.3 Auswirkungen auf Großmuscheln

Für die Einschätzung der Betroffenheit von Großmuscheln durch Vorabsenkungen an Staustufen wurden die eingeholten Informationen aus Oberösterreich, von den Regierungen Niederbayern und Oberbayern, vom WWA TS sowie vom Kraftwerksbetreiber VERBUND ausgewertet. Darüber hinaus wurde die Artenschutzkartierung herangezogen, um bekannte Vorkommen von Großmuscheln im Bereich der Staustufen zu ermitteln.

Von Vorabsenkungen können vor allem die streng geschützte Bachmuschel (*Unio crassus*) sowie die besonders geschützte Malermuschel (*Unio pictorum*), die Große Teichmuschel (*Anodonta cygnea*) und die Gemeine Teichmuschel (*Anodonta anatina*) betroffen sein. Es sind derzeit Vorkommen von Großmuscheln im Bereich der Staustufen bekannt; systematische Kartierungen an den Staustufen fehlen jedoch. Aus Berichten zum naturschutzfachlich optimierten Wehrbetrieb der Innkraftwerke Ering-Frauenstein und Eggfling-Obernberg gehen Vorkommen von Malermuschel und Teichmuschel hervor.

Durch Trockenfallen von Flachwasserbereichen und Altwässern kann sich die Mortalität von Großmuscheln erhöhen. Muscheln können allerdings ein kurzzeitiges Trockenfallen überdauern, indem sie die Schalen schließen und sich ins Sediment eingraben. Wie lange die Großmuscheln dieses Trockenfallen überleben können, ist unklar; geschätzt werden ein paar Tage. Die Mortalität hängt darüber hinaus von der Muschelart, der Dauer des Trockenfallens, der Substratbeschaffenheit und der Witterung ab.

Ein Eintrag von Feinsediment in geringem Rahmen dürfte für adulte Großmuscheln unproblematisch sein, da diese sich wieder ausgraben können, sofern die Überlagerung nicht zu groß ist. Größere Mengen an Feinsediment können sich jedoch vor allem auf Jungmuschelhabitate negativ auswirken. Als Beispiele für mögliche konkrete Gefährdungen von Muscheln wurden in den eingeholten Informationen die Staustufen Nußdorf, Feldkirchen, Wasserburg, Teufelsbruck, Gars, Stammham und Schärding-Neuhaus genannt.

Die Auswirkungen von Vorabsenkungen sind für Großmuscheln relevant. Sie hängen jedoch im Wesentlichen vom Zeitpunkt, der Dauer und der Höhe der jeweiligen Absenkung ab. Maßnahmen zur Reduktion der Auswirkungen sind daher schwer abzuschätzen. Als wenig mobile Arten sind sie an den Staustufen und Altarmen direkt betroffen und haben kaum Ausweichmöglichkeiten, können aber durch arteigene Strategien ein Trockenfallen und einen Feinsedimenteintrag für eine gewisse Zeit tolerieren.

4.2.4 Auswirkungen auf Amphibien

Neben den eingeholten Informationen der Regierungen von Nieder- und Oberbayern, vom WWA TS sowie vom Kraftwerksbetreiber VERBUND wurde auch die Artenschutzkartierung des LfU und einzelne FFH-Managementpläne ausgewertet.

Betroffene Amphibienarten im Bereich der Inn- und Salzachauen sind die streng geschützten Arten Kammolch, Gelbbauchunke, Springfrosch, Laubfrosch und Kleiner Wasserfrosch sowie die besonders geschützten Arten Bergmolch, Teichmolch, Erdkröte, Grasfrosch, Teichfrosch und Seefrosch. Kammolch und Gelbbauchunke sind als Zielarten für die FFH-Gebiete Salzach und Unterer Inn (7744-371), Inn und Untere Alz (7742-371), Innauen und Leitenwälder (7939-301) und Innauwald bei Neubeuern und Pionierübungsplatz Nußdorf (8238-371) angegeben.

Das Trockenfallen von Laichgewässern oder von deren Flachwasserbereichen ist vor allem für den Laich und die Larven der Amphibien sehr problematisch, auch wenn es nur kurzzeitig der Fall ist. Adulte Tiere haben damit in der Regel keine großen Probleme. Absenkungen können sich daher vor allem in der Zeit der Reproduktion auf Amphibien negativ auswirken.

Ob und wie stark Amphibien-Laichgewässer durch eine Vorabsenkung betroffen sein können, kann aus den vorliegenden Unterlagen und Daten nicht ermittelt werden. Zum einen fehlen flächendeckende Kartierungen der Amphibien in dem betroffenen Gebiet, zum anderen liegen auch keine detaillierten Simulationsergebnisse von den zu erwartenden Wasserstandsänderungen vor. Grundsätzlich ist jedoch anzumerken, dass größere Fließgewässer von den meisten Amphibienarten gemieden werden. Stillgewässer in den Flussauen, auch zeitweilige, werden von Amphibien bevorzugt und haben für diese daher meist eine hohe Bedeutung.

Die Auswirkungen einer Vorabsenkung können für Amphibien sehr relevant sein. Sie hängen vor allem vom Zeitpunkt und der Höhe der Absenkung ab.

4.2.5 Auswirkungen auf Vögel

Um die Auswirkungen der geplanten Vorabsenkungen auf die Vogelwelt zu beurteilen, wurden die eingeholten Informationen der Regierungen Ober- und Niederbayern, des Landes Oberösterreich, des Kraftwerksbetreibers VERBUND sowie die Studien zum naturschutzfachlich optimierten Wehrbetrieb für die Kraftwerke Ering-Frauenstein und Eggfing-Obernberg ausgewertet.

Der gesamte Inn und hier insbesondere der Untere Inn ist ein bedeutendes Brut-, Rast-, Mauser- und Überwinterungsgewässer für eine Vielzahl von z. T. sehr seltenen Vogelarten. Zwei Abschnitte des Flusses sind als Vogelschutzgebiete (Special Protection Area, SPA) ausgewiesen und werden als besonders sensible, wertvolle Bereiche eingestuft:

- das SPA „Vogelfreistätte Innstausee bei Attel und Freiham“ nahe Wasserburg mit einer Fließstrecke von rund sieben Kilometern und
- das sehr große SPA „Salzach und Inn“ zwischen der Salzachmündung und Eggfing mit einer Fließstrecke von rund 40 Kilometern.

Die Stauseen am Unteren Inn sind darüber hinaus eines der neun Ramsargebiete in Bayern mit dem zentralen Schutzziel „Sicherung der Funktionen der Gewässer für rastende und brütende Wasservögel“.

Das letztgenannte Vogelschutzgebiet am Unteren Inn, das fast deckungsgleich mit dem Ramsargebiet ist, beherbergt eine Vielzahl an Brutvögeln, die im Anhang I der EU-Vogelschutzrichtlinie gelistet und entsprechend als besonders gefährdet bzw. schutzwürdig einzustufen sind. Die Hauptvorkommen dieser Arten finden sich in den beiden Stauräumen Ering-Frauenstein und Eggfing-Obernberg. Generell

von Hochwasserereignissen betroffen sind vor allem Arten, die ihre Nester am Boden nahe der Wasserkante oder nur wenige Zentimeter darüber in der Vegetation anlegen. Am Unteren Inn trifft dies auf folgende Arten des Anhang I der EU-Vogelschutzrichtlinie zu: Zwergdommel (*Ixobrychus minutus*), Purpurreiher (*Ardea purpurea*), Rohrweihe (*Circus aeruginosus*), Schwarzkopfmöwe (*Larus melanocephalus*), Flusseeeschwalbe (*Sterna hirundo*) und Blaukehlchen (*Luscinia svecica*). Hinzu kommen einige weitere seltene Möwen- und Entenarten, die ebenfalls im Gebiet brüten, gleichermaßen betroffen sein können und als Zugvögel ebenfalls unter das Schutzregime der Vogelschutzrichtlinie fallen. Als besonders sensibler Zeitraum ist die Brutzeit einzustufen. Da deren Dauer und Zeitraum artspezifisch sind, muss ein großes Zeitfenster vom 01.04. bis 31.07. angegeben werden, um alle relevanten Arten zu berücksichtigen.

Die potenziellen Auswirkungen von Vorabsenkungen im Vorfeld eines Hochwasserereignisses auf die Vogelwelt sind grundsätzlich von Höhe und Zeitpunkt der jeweiligen Absenkung sowie der Größe des darauffolgenden Hochwassers abhängig.

Der Untere Inn ist mit seinen großflächigen Sandbänken und Seichtwasserzonen weiterhin ein europaweit bedeutendes binnenländisches Durchzugs- und Rastgebiet für Limikolen (Watvögel), die auf diesen Flächen rasten und nach Nahrung suchen. An den Stauseen befindet sich im Frühsommer und Sommer einer der wenigen binnenländischen Mauserplätze des Großen Brachvogels. Finden die geplanten Vorabsenkungen zu den Hauptdurchzugszeiten der Limikolen (v. a. April/Mai bzw. August/September) statt, sind kurzfristig verfügbare günstige Rastbedingungen für diese Arten durch freiwerdende Sandbänke und neu entstehende Seichtwasserbereiche zu erwarten.

Die Auswirkungen auf die zuvor genannten am Boden bzw. bodennah oder in Röhrichten brütenden Arten der Stauseen sind von der Höhe der Vorabsenkungen und der Größe des darauffolgenden Hochwassers abhängig. Wenn bei einem Hochwasserereignis durch die Vorabsenkung der ursprüngliche Wasserspiegel gehalten werden kann, ist die Vorabsenkung als positiv zu bewerten, da so die Nester der potenziell betroffenen Arten nicht durch die Hochwasserfluten zerstört werden würden. Denn bei vielen Möwen, Seeschwalben, Reiher, und Enten kann bereits ein geringer Anstieg des Wasserspiegels von beispielsweise 20 cm zum Verlust der Brut führen.

Kommt es durch die Vorabsenkungen zu einem großflächigen Trockenfallen von Seichtwasserzonen und Inseln, kann dies auch negative Konsequenzen haben, beispielsweise für diverse Entenarten oder Haubentaucher (*Podiceps cristatus*), die sich schwimmend zu ihren Nestern bewegen und bei einem Trockenfallen der Nester ihre Brut aufgeben würden. Außerdem könnte für die Nester durch das Entstehen von Landverbindungen eine erhöhte Gefahr durch Bodenprädatoren geschaffen werden. Letztere sollte jedoch aufgrund der recht kurzen Dauer der Vorabsenkungen von einigen Stunden bis wenigen Tagen nicht überbewertet werden.

Zusammenfassend kann in den Vorabsenkungen grundsätzlich ein positives Potenzial für Durchzügler unter den Watvögeln und auch für bestimmte Brutvögel gesehen werden, sofern beim nachfolgenden Hochwasser der ursprüngliche Wasserspiegel gehalten werden kann. Sollte dies bei größeren Hochwasserereignissen nicht möglich sein, ist durch die Absenkungen auch kein Nachteil zu sehen, da die Nester wenig später ohnehin durch die Fluten zerstört werden würden. In einem solchen Fall sollte ein großes Hochwasser vielmehr als Chance für Dynamik, Erosion und Eintrag von organischem Detritus gesehen werden. Für die Wasservogelgemeinschaften sind selbst Extremhochwasser nur ökologische Kurzzeiteffekte, deren negative Folgen in der Regel schon im nächsten Jahr nicht mehr wahrnehmbar sind.

4.2.6 Auswirkungen auf das Makrozoobenthos

Das folgende Unterkapitel stellt eine allgemeine Einschätzung dar, bei der die eingeholten Informationen der Regierungen, WWA sowie von VERBUND bzgl. der Auswirkungen auf das Makrozoobenthos berücksichtigt wurden.

Makrozoobenthos-Gemeinschaften in großen Flüssen des Alpenvorlandes sind an Abflussverhältnisse mit sommerlichem Abflussmaximum durch Schneeschmelze, inklusive starker Trübung durch Feinsediment, und häufig winterlichen Niedrigwasserperioden angepasst. Eine Absenkung des Wasserspiegels durch eine Stauzielabsenkung kann zu Austrocknungsphasen in Flachwasserzonen führen und somit die Lebensräume der in diesen Bereichen vorkommenden Artgemeinschaften reduzieren. Dies betrifft besonders beruhigte, flache Uferbereiche, die von limnophilen Arten besiedelt werden. Bei sich langsam einstellenden ungünstigen Abflussbedingungen können einige mobile Arten durch entsprechende kleinräumige Ortswechsel ausweichen oder sich in geschützte Bereiche zurückziehen, sofern diese vorhanden sind (bei Austrocknung z. B. ins Interstitial oder in Restwasserpools, bei Hochwasser z. B. in ufernahe Bereiche). Makrozoobenthos-Populationen dieser Gewässer weisen somit eine gewisse Resilienz gegenüber extremen Abflussregimes auf, so dass diese zwar durch temporär extreme Abflussbedingungen geschädigt und reduziert werden können, in der Regel aber als ganze Population nicht verloren gehen. Für den Erfolg der Überdauerung von ungünstigen oder fehlenden Abflussbedingungen spielen die Intensität und die Dauer dieser Phasen, die Strukturbeschaffenheit des Flussbetts (Vorhandensein von Refugien) und auch die Witterungsverhältnisse (z. B. stellt extreme Hitze einen zusätzlichen Stressfaktor für die Organismen bei Trockenheit dar) eine entscheidende Rolle. Eine durch Stauzielabsenkung generierte erhöhte Remobilisierung von Feinsedimenten und deren Einträge in flussab gelegene Habitate können den Lebensraum von steinbesiedelnden oder in kiesigen Lückensystemen (Interstitial) lebenden Arten durch Ablagerung und Kolmation der Sohle reduzieren und somit negativ beeinflussen. Der Inn ist bereits seit vielen Jahren durch eine intensive Wasserkraftnutzung als Staukette und dem damit verbundenen anthropogen veränderten Feststofftransport (vorwiegend Feinsedimentfrachten) stark überprägt. Daher kann angenommen werden, dass die vorgestellten Absenkungsvarianten, wenn diese in einem angemessenen Umfang hinsichtlich Dauer und Häufigkeit durchgeführt werden, langfristig zu keiner darüberhinausgehenden relevanten Verschlechterung der Makrozoobenthos-Gemeinschaften führen. Inwieweit sich die geplanten Stauzielabsenkungen im Detail auf die Makrozoobenthos-Gemeinschaften auswirken, kann pauschal nicht eingeschätzt werden, hierfür müsste eine staustufenbezogene Bewertung erfolgen (siehe Kapitel 4.4.7). Auswirkungen auf die Bewirtschaftungsziele der WRRL (Verschlechterungsverbot/Verbesserungsgebot) sind aufgrund der anzunehmenden geringen Häufigkeit der nur im Vorfeld von Hochwasserereignissen geplanten Stauraumabsenkungen nicht zu erwarten. Für die ebenfalls bei der Bewertung des ökologischen Zustands zu berücksichtigende Qualitätskomponente Makrophyten und Phyto-benthos ist ebenfalls nicht von einer Beeinträchtigung des ökologischen Zustands gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie auszugehen. Beeinträchtigungen von Populationen bestimmter Flachwasserbereiche besiedelnder Arten können auch hier nicht ausgeschlossen werden. Diese wären unter naturschutzfachlichen Aspekten zu prüfen und zu bewerten.

4.3 Auswirkungen auf die Grundwassersituation

Eine Vorabsenkung an Staustufen erfolgt in der Regel im staugeregelten Bereich des Oberflächengewässers, in dem, bedingt durch Dichtwände/Stauhaltungsdämme sowie durch Kolmation der Gewässersohle aufgrund von Ablagerungen von Feinsedimenten, eine sehr begrenzte bis deutlich verringerte Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser gegeben ist. Eine zudem enge zeitliche Begrenzung der Maßnahmen einer Vorabsenkung an Staustufen und das seltene Auftreten im Vorfeld eines Hochwasserereignisses lassen keine bedeutenden Auswirkungen auf die Grundwasserhältnisse erwarten.

4.4 Weiterer Untersuchungsbedarf

4.4.1 Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf den Feststofftransport

Die Wiederablagerung von Sedimenten, die durch bescheidsgemäße Stauraumabsenkungen, zusätzliche Stauraumspülungen und auch die hier betrachteten Vorabsenkungen mobilisiert werden, ist für unterstrom liegende Stauräume räumlich wie zeitlich schwer prognostizierbar und kann lokal zu Verschärfungen der Hochwassergefahr führen.

Die Auswirkungen einer Vorabsenkung auf den Feststofftransport und auf dessen von der AG „Stauraummanagement Inn“ angestrebten Vergleichmäßigung müssen bei einer geplanten Umsetzung einer gezielten Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall untersucht werden. Diesbezügliche Fragestellungen sind:

- Welche Veränderung der Erosions- und Sedimentationsprozesse, insbesondere der Sedimentanlandungen (Bilanzierung über die gesamte Kraftwerkskette) ist bei einer gezielten Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall mit Vorabsenkung zu erwarten?
- Kann durch eine gezielte Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall mit Vorabsenkung der durch die Staustufen beeinträchtigte Feststofftransport des Inn verbessert bzw. vergleichmäßig werden?
- Wie sind Vorabsenkungen mit Wiederaufstau beim Durchgang des Hochwasserscheitels im Vergleich zu Stauraumspülungen mit Staulegung während des gesamten Hochwasserereignisses zu bewerten (vor allem im Hinblick auf die geringere Reduzierung der Überflutungsdynamik in wehrfernen ausgedehnten Vorlandbereichen aufgrund der weiterhin gewährleisteten unbeeinflussten Verhältnisse im abfallenden Ast der Hochwasserwelle, der eventuell auch weniger mit Feststoffen belastet ist)?
- Wie rasch landen Stauräume wieder auf, wenn Vorabsenkung betrieben wird?
- Wird längerfristig mit geringeren Austragsmengen bei Vorabsenkungen zu rechnen sein, falls der Bereich mit deutlichem Austrag nicht mehr vollständig auflandet, bevor statistisch betrachtet die nächste Vorabsenkung erfolgt?

Für großräumige numerische Untersuchungen der Feststofftransportprozesse am Inn wurden bisher zwei Modelle aufgebaut und eingesetzt:

- Für den Einsatz in der AG „Stauraummanagement Inn“ wird ein 1-D-Modell (Programm HEC-RAS) für die Inn-Strecke KW Langkampfen bis KW Wasserburg verwendet.
- Das im Rahmen der Innstudie von der TU München aufgestellte 2-D-Modell bildet die Innstrecke mit 15 Staustufen von unterhalb des KW Oberaudorf bis Passau ab. Das verwendete Programm Telemac/Sisyphé wurde vom Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft gegenüber der Ursprungsversion umfangreich erweitert. Diese Erweiterungen wurden in Eigeninitiative des Lehrstuhls bereits vor Beginn des Innprojekts erstellt. Nach Aussagen der TU München wurde dieses Modell für eine großräumige, konzeptionelle Untersuchung erstellt. Detailaussagen zu einzelnen Staustufen sind demnach aufgrund der verwendeten Datenlage, die lediglich eine grobe räumliche Auflösung besitzt, nur begrenzt zu treffen. Für eine detaillierte Ermittlung der Auswirkungen einer Vorabsenkung auf Feststoffmobilisierung und -ablagerung wäre daher eine Überarbeitung des Modells notwendig.

Die beiden genannten Modelle sind für den oben jeweils beschriebenen Untersuchungsbereich vorhanden, sind aber nicht frei verfügbar und müssten zudem ggf. ergänzt werden. Um großräumige, längerfristige Feststofftransportänderungen durch Vorabsenkungen erkennen zu können, sollte die gesamte Innstrecke ab der obersten Staustufe, bei der eine Vorabsenkung geplant ist, bis zur Mündung in die Donau modelltechnisch über einen mehrere Jahre umfassenden Zeitraum untersucht werden. Wenn die gesamte bisherige Untersuchungsstrecke der Innstudie abzubilden wäre, ist aufgrund der langen Simulationsdauer und der Handhabbarkeit der Modelle auch eine Zweiteilung der Innstrecke vom KW Oberaudorf/Ebbs bis zur Mündung in die Donau vorstellbar, bei der verschiedene Modelle zum Einsatz kommen. Der obere Abschnitt vom KW Oberaudorf/Ebbs bis Jettenbach/Töging könnte mit einem 1-D-Modell zutreffend abgebildet werden, für den unteren Abschnitt muss zwingend ein 2-D-Modell eingesetzt werden. Dabei wäre ein Übergangsbereich vorzusehen, der von beiden Modellen abgebildet wird, etwa der Innabschnitt zwischen den Staustufen Gars und Neuötting.

4.4.2 Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen in Auen

Für die Unterersetzung möglicher Auswirkungen auf die Ökosystemleistungen „Wildtiere/Vögel/Fische“ und „Habitatbereitstellung“ können Ergebnisse der Beurteilungen zu Makrozoobenthos, Muscheln, Fischen und Vögeln sowie damit verbunden der naturschutzfachlichen Bewertungen dieser Schutzgüter (Kapitel 4.2) herangezogen werden. Darüber hinaus sind Auswirkungen auf die Habitatbereitstellung für die Flora bzw. Vegetation zu überprüfen. Hierbei können zur wasserlebenden Flora die Bewertungsergebnisse nach der WRRL herangezogen werden, so dass Daten über die amphibische und terrestrische Flora und Vegetation und potenzielle Auswirkungen auf deren Standortbedingungen erforderlich wären. Beurteilungsmaßstäbe ergäben sich hier ebenfalls aus den naturschutzfachlichen Vorgaben, daneben aus der WRRL.

Eine über die Abschätzungen in Kapitel 4.2.1 hinausgehende fundierte Beurteilung der Auswirkungen auf die Ökosystemleistungen der Inn-Auen wäre durch Verwendung des RESI mit vorhandenen Daten/Unterlagen möglich. Insbesondere für die Indices zur Retention von Kohlenstoff und Stickstoff wären dann Modellierungen und für die anderen Indices mit erwarteten Auswirkungen GIS-Analysen erforderlich.

Als zusätzliche Entscheidungsgrundlage über mögliche Maßnahmen am unteren Inn wäre es günstig, aktualisierte Leitbilder zu den verschiedenen Gewässer- und Auentypen (Erosions- vs. Akkumulationsstrecken, Einfluss von Nebengewässern, Lauftyp etc.) zu erarbeiten. Das Vorhandensein des in den bisherigen Leitbildern gezeigten (potenziell) natürlichen Zustands liegt am Inn teilweise Jahrhunderte zurück.

4.4.3 Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf Fische

Mit den Erhebungen im Rahmen des Bayerischen Fischmonitorings (WRRL/FFH-RL) und den laufenden fischökologischen Erfolgskontrollen umgesetzter Renaturierungsmaßnahmen durch technische Umweltbüros und die TU München existiert eine Datenbasis zur bestehenden fischökologischen Situation am Inn. Für eine fachlich belastbare Beurteilung konkreter fischökologischer Auswirkungen durch Vorabsenkungen am Inn sind aber darüberhinausgehende, spezifizierte gewässerökologische bzw. naturschutzfachliche Untersuchungen an den einzelnen Stauräumen notwendig. Dabei sollten insbesondere die FFH-Verträglichkeit für die vorkommenden FFH-Schutzgüter (hier: Fische und Rundmäuler) und die Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungszielen gemäß WRRL bzw. § 27 Abs. 2 WHG (Verschlechterungsverbot/Verbesserungsgebot) im Fokus stehen. Die Untersuchungen müssten räumlich, zeitlich und methodisch präzise auf die bestehende Fragestellung im Zusammenhang mit den Vorabsenkungen abgestimmt werden. So sollten diese beispielsweise eine Kartierung der betroffenen Habitate und der vorkommenden Fischzönose sowie eine Modellierung der im Zuge einer Vorabsenkung verringerten benetzten Fläche umfassen.

4.4.4 Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf Großmuscheln

Die Datengrundlage zu Großmuscheln ist unzureichend. Systematische Kartierungen und Studien zur Auswirkung von Vorabsenkungen fehlen. Für eine genaue Beurteilung der Auswirkungen einer Vorabsenkung sind daher staustufenbezogene Studien erforderlich.

4.4.5 Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf Amphibien

Es liegen keine ausreichenden Daten zum Amphibienbestand in den Inn- und Salzachauen vor. Entsprechende Kartierungen sind daher erforderlich. Für eine genaue Beurteilung sind außerdem staustufenbezogene Studien bzgl. der zu erwartenden Wasserstandsänderungen und FFH-Verträglichkeitsprüfungen für die betroffenen FFH-Gebiete erforderlich.

4.4.6 Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf Vögel

Um die möglichen Auswirkungen der Vorabsenkungen auf die Vogelwelt der Stauseen seriös beurteilen zu können, muss zuerst geklärt werden, in welchen Abschnitten der Stauseen sich durch die Absenkungen überhaupt etwas ändert, ob gewisse Bereiche gänzlich trockenfallen würden und ob beim folgenden Hochwasserereignis der ursprüngliche Wasserspiegel gehalten werden kann oder ob die Wasserspiegellagen wesentlich höher sein werden. Hierfür sind genaue Modellierungen und staustufenbezogene Studien erforderlich. Des Weiteren wird eine Verträglichkeitsprüfung für die betroffenen Schutzgüter erforderlich sein.

4.4.7 Weiterer Untersuchungsbedarf zu Auswirkungen auf das Makrozoobenthos

Für eine detaillierte Abschätzung und Bewertung der Auswirkungen von Vorabsenkungen auf die Makrozoobenthos-Gemeinschaften sind staustufenbezogene Untersuchungen erforderlich. Detaillierte Daten zur Besiedlung, zum Abfluss und Ausmaß der zu erwartenden zusätzlichen Sedimentmobilisierung sowie Ablagerung und genauere Abschätzungen zur Dauer, Intensität und Häufigkeit der Austrocknungsphasen in betroffenen Flachwasserzonen sollten dabei in die Bewertung einfließen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Universität Kassel hat im Rahmen der Innstudie das am bayerischen Inn durch eine gezielte Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall generierbare Potenzial für eine Scheitelminderung ermittelt. Auf Basis realistischer Parameter und operationell verfügbarer Messdaten zeigte sich aus rein hydrologisch/hydraulischer Sicht ein deutliches nutzbares Potenzial vor allem bei Hochwasserereignissen im Bereich eines HQ₁₀ bis HQ₃₀ mit bis rd. 9 % am Pegel Passau Ingling, das sich mit zunehmender Jährlichkeit des Ereignisses verringert (1 % bis 2,5 % bei HQ₁₀₀ und darüber). Das letztlich umsetzbare Potenzial kann bei Berücksichtigung lokal vorhandener einschränkender Faktoren (z. B. aufgrund morphologischer oder ökologischer Aspekte), die nur einen geringeren als den in der Studie angesetzten Abstau zulassen, niedriger ausfallen.

Im vorliegenden Bericht wird der derzeitige Kenntnisstand zu Auswirkungen von Vorabsenkungen auf Feststofftransport, Ökologie und Grundwasser aufgezeigt. Er ergänzt damit die im Rahmen der Innstudie erhaltenen Untersuchungsergebnisse. Fachliche Einschätzungen sowie vorliegende Erkenntnisse und Studien zu möglichen Auswirkungen auf Feststofftransport und Ökologie wurden von den Wasserwirtschaftsämtern RO, TS und DEG, den Regierungen von Ober- und Niederbayern, dem Land Oberösterreich sowie dem Staustufenbetreiber VERBUND eingeholt. Zusätzlich wurden die Ergebnisse der Innstudie von der Universität Kassel und der TU München weiter ausgewertet, um anhand der Wasserspiegellagen die Reichweite der betroffenen Abschnitte abzuschätzen, welche bei Betrieb

mit Vorabsenkung gegenüber einem Referenzzustand bei MNQ bzw. MQ trockenfallen. Die sich daraus ergebende Bewertung möglicher Auswirkungen einer Vorabsenkung erfolgte schließlich durch die fachlich zuständigen Referate des LfU.

Die Auswertung der bisherigen Erkenntnisse und vorliegenden Unterlagen zeigt, dass eine gezielte Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall mit Vorabsenkung an den Staustufen Auswirkungen auf alle betrachteten ökologischen Aspekte haben kann. In Bezug auf den Feststofftransport wird deutlich, dass es durch eine Vorabsenkung zu einer zusätzlichen Mobilisierung von Ablagerungssedimenten und somit zu einem erhöhten Feststofftransport kommt. Dabei ist insbesondere die Wiederablagerung dieser mobilisierten Sedimente eingehend zu untersuchen, da Ort und Zeitpunkt der Ablagerung nur sehr schwer vorhersehbar sind und die Ablagerungen zu einer lokalen Verschärfung der Hochwassergefahr führen können. Als wesentliches Ziel im Bereich des Feststofftransportes wird generell seine Vergleichmäßigung unter Berücksichtigung der Belange des Hochwasserschutzes genannt. Es wäre in diesem Zusammenhang zu prüfen, ob nicht gerade Vorabsenkungen (mit Wiederaufstau beim Durchgang des Wellenscheitels) eine positive Beeinflussung des durch die Staustufen gestörten Feststofftransportes bewirken könnten. Die bei einer Stauraumpülung mit Staulegung über das gesamte Hochwasserereignis auftretenden negativen Auswirkungen (z. B. deutlich reduzierte Überflutungsdynamik in vom Wehr entfernteren ausgedehnten Vorlandbereichen) könnten dabei geringer ausfallen.

Der Einfluss von Vorabsenkungen auf die verschiedenen betrachteten ökologischen Aspekte wird unterschiedlich bewertet. Während die Auswirkungen auf die Auen als eher gering eingeschätzt werden, können die Auswirkungen auf einzelne Artengruppen, insbesondere auf Fische von Bedeutung sein und müssen im Einzelfall detailliert geprüft werden. Auch wenn somit einschränkende Faktoren zwischen Hochwasserschutz und ökologischen Belangen bzw. Belangen des Feststofftransportes vorhanden sind, konnten im Zuge der Erstellung des vorliegenden Berichtes keine Kriterien identifiziert werden, welche eine hochwasserangepasste Staustufenbewirtschaftung mit Vorabsenkung von vornherein ausschließen würden.

Für Fische wurden am Inn bereits vielerorts Maßnahmen zur Erhöhung des Angebots an fischökologisch relevantem Lebensraum in einzelnen Stauräumen geschaffen (Nebengewässer, Umgehungsge- wässer, Fischaufstiegsanlagen etc.). Die Anbindung dieser Maßnahmen an das Hauptgewässer orientiert sich für gewöhnlich an den Stauzielen gemäß WBO. Durch Vorabsenkungen im Rahmen einer hochwasserangepassten Staustufenbewirtschaftung könnte die Anbindung dieser Maßnahmen aufgehoben werden, wodurch es zu Fischfalleneffekten sowie Trockenfallen wichtiger Lebensräume käme. Als Folge wären hohe Mortalitätsraten zu erwarten, besonders bei den juvenilen und subadulten Altersstadien. Insbesondere mit Hinblick auf die im Untersuchungsgebiet vorhandenen FFH-Gebiete und die dort anzutreffenden geschützten Fischarten sind Vorabsenkungen unter diesen Gesichtspunkten eingehend zu untersuchen. Ein weiterer nachteiliger Einfluss auf Fischpopulationen ist durch die zunehmende Mobilisierung von Sediment und die anschließende Wiederablagerung unterstrom zu erwarten. Dies kann zur Überdeckung von flach überströmten Kieshabitaten führen, was wiederum den Funktionsverlust dieser wichtigen Laich- und Jungfischhabitats rheophiler Arten zur Folge hat.

Die Auswirkungen von Vorabsenkungen auf Fische, Großmuscheln, Amphibien und Vögel sind besonders abhängig von Zeitpunkt, Dauer und Höhe der jeweiligen Vorabsenkung. Insbesondere zum Zeitpunkt der Brut bzw. des Laichens sind Vorabsenkungen als kritisch anzusehen. Für Großmuscheln sind Vorabsenkungen weniger bedenklich, sofern die Dauer der Vorabsenkung zeitlich auf wenige Tage begrenzt bleibt, da sie ihre Schalen schließen und sich ins Sediment eingraben können. Auch die adulten Stadien von Amphibien haben in der Regel kein Problem mit dem (vorübergehenden) Trockenfallen von Flachwasserbereichen. Vögel könnten unter Umständen sogar von einer Vorabsenkung profitieren.

Auch in Bezug auf das Makrozoobenthos sind die Auswirkungen von Vorabsenkungen abhängig von Intensität und Dauer, weiterhin spielen die Strukturbeschaffenheit des Flussbettes (und somit das Vorhandensein von Refugien) und die Witterungsverhältnisse – extreme Hitze stellt z. B. einen zusätzlichen Stressfaktor dar – eine wichtige Rolle. Eine gewisse Resilienz ist vorhanden, da mobile Arten sich in geschützte Bereiche zurückziehen können. Aufgrund der bereits starken anthropogenen Überprägung des Inn wird keine relevante zusätzliche Verschlechterung der Makrozoobenthos-Gemeinschaften durch Vorabsenkungen erwartet.

Die Datengrundlage zur Abschätzung der Auswirkungen von Vorabsenkungen auf Feststofftransport und Ökologie ist jedoch unzureichend. Zur genaueren Untersuchung der Auswirkungen auf den Feststofftransport sollten großräumige, mehrere Jahre umfassende Simulationen mittels 1-D- bzw. 2-D-Feststofftransportmodellen durchgeführt werden. Die Ergebnisse hieraus können zum Aufstellen von Sedimentbilanzen für die einzelnen Staustufen sowie über die gesamte Kraftwerkskette hinweg genutzt werden. Zur genaueren Untersuchung der Auswirkungen von Vorabsenkungen auf die Ökologie sind systematische und vor allem staustufenbezogene Kartierungen, Bewertungen und Auswirkungsprognosen notwendig, außerdem sollte eine genaue Modellierung der Wasserstandsänderungen infolge unterschiedlicher Vorabsenkungsszenarien und daraus resultierend die Identifikation von trockenfallenden Gebieten für jeden Stauraum erfolgen. Weiterhin sind FFH-Verträglichkeitsprüfungen durchzuführen. Zu berücksichtigen ist bei einer endgültigen Bewertung jedoch auch, dass die Vorabsenkungen, welche zum Zweck des Hochwasserschutzes durchgeführt werden, in aller Regel einem Hochwasserereignis vorweggehen. Das Hochwasserereignis selbst kann dabei Auswirkungen haben, welche mögliche Auswirkungen der Vorabsenkung noch deutlich übersteigen. Dies gilt so jedoch nicht eins zu eins für die Fische, bei welchen durch das einem Hochwasser vorausgehende Trockenfallen wichtiger Lebensräume die beschriebenen negativen Auswirkungen erwartet werden.

Eine Auswirkung von Vorabsenkungen auf das Grundwasser wird aufgrund der zeitlich begrenzten Dauer sowie der durch Dichtwände/Stauhaltungsdämme sowie Kolmation begrenzten Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser nicht erwartet.

Im Zuge der geplanten Umsetzung einer gezielten Staustufenbewirtschaftung im Hochwasserfall am Inn sollten folgende weitere Schritte durchgeführt werden:

1. Auswahl von zwei bis drei Staustufen, an denen eine pilothafte Umsetzung erfolgen könnte, und Ermittlung ggf. weiterer bei einer Umsetzung zu betrachtender Aspekte (z. B. Standsicherheit der Stauhaltungsdämme bzw. der natürlichen Ufer)
2. Durchführung naturschutzfachlicher bzw. gewässermorphologischer Untersuchungen (z. B. Kartierungen, Leitbildableitung) an den ausgewählten Staustufen
3. Durchführung von 2-D-Simulationen mit verschiedenen Absenkzielen und Zeitpunkten des Beginns einer Vorabsenkung an den ausgewählten Staustufen sowie Modellierung des Feststoffverhaltens über die Innstrecke von der ersten Staustufe mit Vorabsenkung bis zur Mündung in die Donau (für den Inn oberhalb des KW Jettenbach/Töging ist ggf. eine 1-D-Modellierung ausreichend)
→ Ergebnisse: Wasserspiegellagen bei Vorabsenkung in den ausgewählten Stauhaltungen, Veränderung der Überflutungsdynamik in entfernteren ausgedehnten Vorlandbereichen sowie Veränderung des Feststofftransports (insbesondere Ausmaß der Sedimentmobilisierung und Ablagerung, aber auch mögliche Auswirkung auf angestrebte Vergleichmäßigung)

4. Festlegung des Referenzszenarios (z. B. MQ, MNQ_{Sommer}, MNQ) und 2-D-Simulationen zur Ermittlung der ohne Vorabsenkung derzeit auftretenden Wasserspiegellagen und Vergleich mit den Wasserspiegellagen bei Vorabsenkung
→ Ergebnisse: durch die Vorabsenkung auftretende maßgebende Wasserspiegeländerungen bzw. trockenfallende Flächen
5. Durchführung ggf. weiterer erforderlichen Untersuchungen z. B. zur Standsicherheit der Stauhaltungsdämme oder zur Rutschgefährdung von natürlichen Ufern
6. Beurteilung der Umweltverträglichkeit und der generellen Umsetzbarkeit auf Basis der unter Punkt 2 bis 5 ermittelten Grundlagendaten
7. Quantifizierung des vorhandenen umsetzbaren Potenzials an den einzelnen Staustufen unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus Punkt 6 in Bezug auf die Reduzierung des Hochwasserscheitels

Auf Basis dieser Erkenntnisse wäre eine Entscheidung über eine mögliche Umsetzung zu fällen. Bis dahin sollten auch andere Aspekte (rechtliche Aspekte, Verantwortlichkeiten, Berücksichtigung der großräumigen HW-Situation, Kommunikations- und Meldekettens etc.) zwischen Betreiber und Freistaat Bayern abgestimmt sein. Anschließend könnte die pilothafte Umsetzung mit späterer Evaluation erfolgen. Eine weitere Umsetzung an anderen Staustufen wäre mittelfristig denkbar.

6 Quellen

- [1] Technische Universität München (2022): Retentionspotentialstudie am Inn – Synthesebericht, München 2022

Zu Kapitel 4.1:

- Protokolle bzw. Präsentationen der AG-Sitzungen „Stauraummanagement Inn“ vom 11.11.2020 und 02.11.2021, inkl. Tabellen bzw. Grafiken zu Stauraumabsenkungen bzw. Spülungen

Zu Kapitel 4.2.1:

- Podschun, S.A.; Albert, C.; Costea, G.; Damm, C.; Dehnhardt, A.; Fischer, C.; Fischer, H.; Foeckler, F.; Gelhaus, M.; Gerstner, L.; Hartje, V.; Hoffmann, T. G.; Hornung, L.; Iwanowski, J.; Kasperidus, H.; Linnemann, K.; Mehl, D.; Rayanov, M.; Ritz, S.; Rumm, A.; Sander, A.; Schmidt, M.; Scholz, M.; Schulz-Zunkel, C.; Stammel, B.; Thiele, J.; Venohr, M.; von Haaren, C.; Wildner, M.; Pusch, M. (2018). *RESI – Anwendungshandbuch: Ökosystemleistungen von Flüssen und Auen erfassen und bewerten*. IGB-Berichte Heft 31/2018, 187 S. + XIII

Zu Kapitel 4.2.2:

- Holzner, M.; Loy, G.; Schober, H. M.; Schindlmayr, R.; Stein, Ch.: *Vorgehensweise zur Entwicklung von populationsunterstützenden Maßnahmen für die Fischarten am Inn in Oberbayern*. In: WasserWirtschaft 104 (2014), Heft 7-8, S. 18-25.
- Loy, G.; Holzner, M.; Schober, H. M.; Schindlmayr, R.; Stein, Ch.: *Maßnahmen zur Förderung von Populationen bedrohter Fischarten am Inn (Obb.) im Rahmen des Gewässerunterhaltes*. In: WasserWirtschaft 104 (2014), Heft 7-8, S. 26-33.
- Loy, G.; Holzner, M.; Stein, Ch.; Schober, H. M.; Schindlmayr, R.: *Integrative Ansätze zur Förderung von Populationen bedrohter Fischarten am Inn*. In: Auenmagazin 11 (2017), S. 8-15.
- Zauner et al. (2020): *Wie erreicht man das „gute ökologische Potenzial“? Fallbeispiel Innstauraum Eggfling-Obernberg*. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft.
- Strauß-Wachsenegger, G., 2018: *Stauwasserspiegelabsenkungen in den Stauräumen Ottensheim/Wilhering und Abwinden/Asten, Juni-Juli 2018*. Amt der Oö. Landesregierung, Gutachten der Amtssachverständigen für Natur- und Landschaftsschutz
- Dr. Schober Ges. f. Landschaftsplanung mbH (2021): *Vogelinsel Stauraum Nußdorf am Inn - Maßnahmen zum Fisch und Muschelschutz*. Im Auftrag der Innwerke AG.
- Nagel et al.: *Bewertung von habitatverbessernden Maßnahmen zum Schutz von Fischpopulationen*. Projektjahr 2019, 2020, 2021
- Management-Pläne der FFH-Gebiete des bayerischen Inn (Nummern: 8238-371, 7939-301, 7742-371, 7744-371, 7447-371), siehe: https://www.lfu.bayern.de/natur/natura2000_managementplaene/index.htm

Zu Kapitel 4.2.3

- Artenschutzkartierungen, ASK-Datenbank, siehe: <https://www.lfu.bayern.de/natur/artenschutzkartierung/index.htm>

Zu Kapitel 4.2.4

- Artenschutzkartierungen, ASK-Datenbank, siehe: <https://www.lfu.bayern.de/natur/artenschutzkartierung/index.htm>
- Management-Pläne der FFH-Gebiete des bayerischen Inn (Nummern: 8238-371, 7939-301, 7742-371, 7744-371), siehe: https://www.lfu.bayern.de/natur/natura2000_managementplaene/index.htm



Eine Behörde im Geschäftsbereich
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

