

BAWKolloquium



Flussbauliche Herausforderungen an der Elbe im Wandel der Zeit

5. und 6. Oktober 2022

Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

Impressum

Herausgeber (im Eigenverlag):
Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)
Kußmaulstraße 17, 76187 Karlsruhe
Postfach 21 02 53, 76152 Karlsruhe
Telefon: +49 (0) 721 9726-0
Telefax: +49 (0) 721 9726-4540
E-Mail: info@baw.de, www.baw.de



Creative Commons BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Soweit nicht anders angegeben, liegen alle Bildrechte bei der BAW.

BAWKolloquium: ISSN 2698-6841

Veranstaltungen der BAW verfügbar unter:
<https://henry.baw.de/handle/20.500.11970/99403>

Karlsruhe · Mai 2023

Programm

Mittwoch, 5. Oktober 2022

13:00 Uhr Begrüßung

Prof. Dr.-Ing. Andreas Schmidt (Bundesanstalt für Wasserbau)

Eröffnungsvortrag

13:15 Uhr River engineering; alluring by complexity

Prof. Dr. Mário Franca (Karlsruher Institut für Technologie)

Taking as background the pressures sustained by such rivers as the Elbe, and considering the fast pace of global change in the Earth systems, the author will discuss some of his recent research on fluvial processes and river engineering. The author will argue on the need to speed the processes of answering urgent and relevant questions related to river management, at the cost of a lower level of understanding and rationalization of the natural processes, and on the need to plan and implement solutions which allow adaptation and multiple-functionality.

Block 1: Perspektiven beschreiben

14:00 Uhr Die Elbe – Zukunft einer Wasserstraße!

Dipl.-Ing. Jochen Kies (Bundesministerium für Digitales und Verkehr)

Mit dem Gesamtkonzept Elbe haben der Bund und die Länder klare infrastrukturell-verkehrliche Ziele für die Binnenelbe beschlossen. Es bestehen Chancen für wirtschaftliche Entwicklungen und Innovationen.

14:25 Uhr Die Elbe – Mehr als eine Wasserstraße

Dr. rer. nat. Heidrun Kleinert (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz)

Die Elbe ist nicht nur eine Wasserstraße mit besonderer verkehrlicher und touristischer Bedeutung, sondern ebenfalls eine sensible Flusslandschaft. Das Gesamtkonzept Elbe formuliert deshalb u. a. auch Maßnahmen zur Verbindung von Fluss und Aue. Auch das „Bundesprogramm Blaues Band Deutschland“ verfolgt diese Ziele entlang der Bundeswasserstraßen.

14:50 Uhr Der Anschlussprozess zum Gesamtkonzept Elbe – Ein forderndes Miteinander

Dipl.-Ing. Tobias Gierra (Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe)

Bei der Umsetzung des Gesamtkonzepts Elbe kommt seit 2017 dem sogenannten Anschlussprozess eine besondere Bedeutung zu. In den geschaffenen Gremien werden die Aufgaben der Bundes- und Landesbehörden koordiniert, Absprachen getroffen, der Handlungsrahmen weiterentwickelt und somit der gemeinschaftliche Prozess fortgeführt.

15:15 Uhr Pause

Block 2: Fluss und Aue gestalten

15:40 Uhr Der Wiederanschluss von Altgewässern – Zwischenbilanz aus der Praxis als Überblick nach 30 Jahren Projektarbeit an der Elbe Sachsen-Anhalt

Dipl.-Ing. (FH) Karl-Heinz Jährling (Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt)

Flüsse sind ein hohes Schutzgut und bilden das funktionale Rückgrat unserer Gewässerlandschaften. Auch wenn die Elbe durch Eingriffe des Menschen seit Jahrhunderten verändert wurde, durch Erosion und Feststoffdefizit geprägt ist, bestehen große Chancen, Defizite durch den Wiederanschluss flussbegleitender Altgewässer und Nebenrinnen zu verringern.

16:05 Uhr Konzepte und Ideen für die Oder – Integration verkehrlicher und wasserwirtschaftlicher Maßnahmen

Astrid Ewe, M. Sc. (Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Oder-Havel)

Die 2014 erstellte deutsch-polnische „Stromregelungskonzeption für die Grenz-Oder“ stellt die Grundlage für verkehrliche Maßnahmen dar und bietet ausreichend Spielraum für die Integration ökologischer und wasserwirtschaftlicher Belange. Erste Erfahrungen konnten mit dem Bau eines Parallelwerkes bei Reitwein gesammelt werden.

16:30 Uhr Umsetzung des Gesamtkonzeptes Elbe an der Elbe-Reststrecke – Konzeptionelle Vorstudie und Entwicklungsmöglichkeiten

Kira Colbatz, M. Sc. (Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe)

Es besteht Handlungsbedarf an der Elbe-Reststrecke und ihren Auen: Für die Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse, die Umsetzung der WRRL und den Naturschutz! Im Beitrag werden die Vorstudie einer Bund-Länder-Arbeitsgruppe sowie Ideen für die nachhaltige Entwicklung des Abschnittes vorgestellt.

16:55 Uhr Pause

Block 3: Diskussionen

17:20 Uhr Moderierte Diskussion zu ausgewählten Leitgedanken

18:10 Uhr Führung durch die wasserbaulichen Labore der BAW

19:00 Uhr Abendessen auf dem Gelände der BAW

Donnerstag, 6. Oktober 2022

Block 4: Die Elbe kennen und unterhalten

08:30 Uhr Die Entwicklung der Elbe und ihres Regelungssystems

Dipl.-Ing. Petra Faulhaber (Bundesanstalt für Wasserbau)

Die Elbe wird oft als naturnaher Fluss angesehen. Gleichwohl wurde ihr Einzugsgebiet als Kulturlandschaft gestaltet. Das eigentliche Gewässerbett ist insbesondere im Bereich des Flachlandes durch ein bis Mittelwasser deutlich sichtbares Regelungssystem geprägt. Ist dieses Regelungssystem zeitgemäß?

08:55 Uhr Erfahrungen der WSV mit Maßnahmen zum Erhalt der Schifffahrtsbedingungen und Aufwertung der Gewässerstruktur

Dipl.-Ing. Elke Kühne (Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe)

Seit über 30 Jahren führt die WSV an der Elbe Maßnahmen zum Erhalt und zur Verbesserung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs mit besonderem Augenmerk auf den besonders schützenswerten Naturraum aus. Es wird ein kurzer Abriss von Beispielen zu umgesetzten Baumaßnahmen gegeben.

09:20 Uhr Pause

Block 5: Herausforderungen aktiv angehen

09:45 Uhr Morphologische Entwicklung der Alten Elbe bei Magdeburg. Entwicklungsstrategien und Maßnahmenoptionen

Prof. Dr.-Ing. Bernd Ettmer (Hochschule Magdeburg-Stendal)

Oberhalb der Stadt Magdeburg teilt sich die Elbe in die Stromelbe und die Alte Elbe auf. In der Alten Elbe sind erhebliche Sedimentablagerungen zu erkennen. Untersuchungen zur Morphologie sollen langfristige Strategien zum Umgang mit dem Sediment in der Alten Elbe ermöglichen.

10:10 Uhr Geschiebezugabestrategien an der Elbe – Möglichkeiten und Grenzen

Univ. Prof. DI Dr. Dr. h.c. Helmut Habersack (Universität für Bodenkultur Wien)

Der Beitrag zeigt Möglichkeiten und Grenzen der existierenden und alternativer Geschiebezugabestrategien an der Elbe auf. Dabei liegt der Fokus auf fünf verschiedenen Methoden, die hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile, Zielerfüllung, bautechnischer und sonstiger Anforderungen betrachtet werden.

10:35 Uhr Fischökologische Bedeutung von Kolken – Ein hydroakustischer Ansatz

Dr. rer. nat. Marc Bodo Schmidt (LFV Hydroakustik GmbH, Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V.)

In den Jahren 2018-21 wurden in der Mittelelbe (km 180-240) hydroakustische Untersuchungen zur fischökologischen Bedeutung von Kolken durchgeführt. Dabei wurde die Fischpräsenz in Bühnenkopfkolken, Prallhangkolken und Vergleichsstrecken mittels wissenschaftlicher Single-Beam-Echolote und für das Projekt entwickelten „Echolot-Bojen“ erfasst und index-basiert ausgewertet.

11:00 Uhr Pause

Block 6: In die Zukunft denken

11:25 Uhr Wasserhaushalt, Klimawandel und wasserwirtschaftliche Fragen im Elbeeinzugsgebiet

Dr. rer. nat. Enno Nilson, Dipl.-Met. Peter Krahe, Dipl.-Geogr. Jörg Uwe Belz (Bundesanstalt für Gewässerkunde)

Das komplexe Zusammenspiel zwischen hydrometeorologisch und anthropogen verursachten Änderungen des Wasserhaushalts ist eine besondere Herausforderung für den Entwurf geeigneter Zukunftsszenarien für das Wasser(straßen)management im Elbegebiet. Ansätze und Überlegungen der BfG werden präsentiert.

11:50 Uhr Die zukünftige Entwicklung der Elbe – Reizvolle Aufgabe und flussbauliche Herausforderung zugleich

Prof. Dr.-Ing. Nils Peter Huber (Bundesanstalt für Wasserbau)

Aus den vielfältigen Erwartungen an die Entwicklung der Elbe resultieren besondere Anforderungen an die Planung von verkehrlich und ökologisch orientierten Maßnahmen. Erfolgreiches Gestalten erfordert die Kombination verschiedener Untersuchungswerkzeuge und die Bereitschaft zum Lernen vom Fluss sowie das Anerkennen von Unsicherheiten.

Block 7: Abschluss

12:15 Uhr Verabschiedung von Frau Dipl.-Ing. Petra Faulhaber

Verabschiedung durch fachliche Wegbegleiter

12:35 Uhr Schlusswort

Prof. Dr.-Ing. Andreas Schmidt (Bundesanstalt für Wasserbau)

13:00 Uhr Ende der Veranstaltung

Liste der Vortragenden

Belz, Jörg Uwe	Bundesanstalt für Gewässerkunde belz@bafg.de
Colbatz, Kira	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe Kira.Colbatz@wsv.bund.de
Ettmer, Prof. Dr. Bernd	Hochschule Magdeburg bernd.ettmer@h2.de
Faulhaber, Petra	Bundesanstalt für Wasserbau petra.faulhaber@baw.de
Franca, Prof. Dr. Mário J.	Karlsruher Institut für Technologie mario.franca@kit.edu
Gierra, Tobias	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe Tobias.Gierra@wsv.bund.de
Habersack, Prof. Dr. Helmut	Universität für Bodenkultur helmut.habersack@boku.ac.at
Huber, Prof. Dr. Nils	Bundesanstalt für Wasserbau nils.huber@baw.de
Jährling, Karl-Heinz	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt karl-heinz.jaehrling@lhw.mlu.sachsen-anhalt.de
Kies, Jochen	Bundesministerium für Digitales und Verkehr jochen.kies@bmdv.bund.de
Kleinert, Dr. Heidrun	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz heidrun.kleinert@bmuv.bund.de
Kühne, Elke	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe Elke.Kuehne@wsv.bund.de
Schmidt, Dr. Marc Bodo	Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V., LFV Hydroakustik GmbH schmidt@lfv-westfalen.de
Schmidt, Prof. Dr. Andreas	Bundesanstalt für Wasserbau andreas.schmidt@baw.de

Inhaltsverzeichnis

River engineering; alluring by complexity	3
Mário J. Franca, Karlsruhe Institute of Technology	
Die Elbe - Zukunft einer Wasserstraße	10
Helko Fröhner – Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe	
Die Elbe – Mehr als eine Wasserstraße	16
Dr. rer. nat. Heidrun Kleinert, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz Mareike Hees, Bundesamt für Naturschutz	
Der Anschlussprozess zum Gesamtkonzept Elbe – Ein forderndes Miteinander	22
Tobias Gierra, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe	
Der Wiederanschluss von Altgewässern – Zwischenbilanz aus der Praxis als Überblick nach 30 Jahren Projektarbeit an der Elbe Sachsen-Anhalt	28
Karl-Heinz Jährling, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt	
Konzepte und Ideen für die Oder – Integration verkehrlicher und wasserwirtschaftlicher Maßnahmen	37
Astrid Ewe, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Oder-Havel	
Umsetzung des Gesamtkonzeptes Elbe an der Elbe-Reststrecke – Konzeptionelle Vorstudie und Entwicklungsmöglichkeiten	43
Kira Colbatz, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe Bernd Hentschel, Bundesanstalt für Wasserbau	
Die Entwicklung der Elbe und ihres Regelungssystems	50
Petra Faulhaber, Bundesanstalt für Wasserbau	
Erfahrungen der WSV mit Maßnahmen zum Erhalt der Schifffahrtsbedingungen und Aufwertung der Gewässerstruktur	57
Dipl.-Ing. Elke Kühne, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe	
Morphologische Entwicklung der Alten Elbe bei Magdeburg. Entwicklungsstrategien und Maßnahmenoptionen	63
Prof. Dr.-Ing. Bernd Ettmer, Hochschule Magdeburg Daniel Hesse, M. Eng., Hochschule Magdeburg Stefan Müller, M. Eng., Hochschule Magdeburg	

Geschiebezugabestrategien an der Elbe – Möglichkeiten und Grenzen	70
Univ. Prof. DI Dr. Dr. h.c. Helmut Habersack, Universität für Bodenkultur Wien	
Dipl.-Ing. Michael Krapesch, Universität für Bodenkultur Wien	
Dipl.-Ing. Dr. Mario Klösch, Universität für Bodenkultur Wien	
Wasserhaushalt, Klimawandel und wasserwirtschaftliche Fragen im Elbeeinzugsgebiet	77
Dr. rer. nat. Enno Nilson (Bundesanstalt für Gewässerkunde)	
Dipl.-Met. Peter Krahe (Bundesanstalt für Gewässerkunde)	
Dipl.-Geogr. Jörg Uwe Belz (Bundesanstalt für Gewässerkunde)	
Die zukünftige Entwicklung der Elbe – Reizvolle Aufgabe und flussbauliche Herausforderung zugleich	82
Prof. Dr.-Ing. Nils P. Huber, Bundesanstalt für Wasserbau	

River engineering; alluring by complexity

Mário J. Franca, Karlsruhe Institute of Technology

Introduction

Taking as background the pressures sustained by such rivers as the Elbe, and considering the fast pace of global change in the Earth systems, we discuss some of our recent research on fluvial processes and river engineering, and reflect on how complex the work of a river engineer became. We argue about such aspects as the need for dynamic structural measures which offer diverse functions throughout the hydrological cycle, the need to explicitly consider failure in the design of structural measures, and the effects of global warming in the riverine systems. In general, we also argue on the need to speed the processes of answering urgent and relevant questions related to river management, at the cost of a lower level of understanding and rationalization of the natural processes; and we discuss on the need to plan and implement solutions which allow adaptation and multiple-functionality. This exposure is divided in five sections with conceptual discussions: (i) based on our understanding of the river Elbe and its complexities, we discuss about what we called the Elbe Nexus; (ii) how recent investigation that suggests that we can plan river infrastructures which acquire different functions according to boundary conditions; (iii) how engineers must deal with and prepare failure of river infrastructures; (iv) methodologies to investigate the effects of global warming in riverine systems; (v) and how to prepare future river infrastructures.

The Elbe Nexus

The river Elbe is a structural waterway located in Central and Western Europe and its river basin is inhabited by about 25 million people. More than 99% of the river basin is located in Germany and the Czech Republic, with less than 1% in Austria and Poland (IKSE, 2022). On a nut shell, and especially in its German section, the river Elbe can be classified as a fine sediment river, and consequently with a very dynamic and highly responsive morphology. In general, the riparian ecosystems are of good quality. Recently, the river Elbe suffered the occurrence of devastating floods such as the ones in 2002, 2006 and 2013. River training was made until beginning of XX century, aiming at flood protection and improving navigability, in which some riverbends were cut and riverbanks stabilized. Due to historical reasons, these works were interrupted until recently; this provides an opportunity for applying contemporaneous paradigms of river management which contemplate functional, ecological and safety aspects.

In 2017, nine federal states adopted the Gesamtkonzept Elbe (BMVI, 2017), which defines the development strategy for the Elbe within Germany. In this, a diagnostic is made where the main concerns can be grouped in four domains: (i) control of pollution and reconnection of the main channel to riparian floodplains, to improve water quality and ecology state; (ii) water management, including flood protection improvement using the riparian floodplain to laminate floods; (iii) stabilization of river morphology (riverbanks and riverbed, which is degrading) and reestablishing a balance in the sediment cycle; (iv) guarantee reliability on the planning of navigability but without new hard interventions. Furthermore, all these concerns are directly exposed to the

ongoing changes in climate due to global warming. In the Gesamtkonzept Elbe, two river reaches are object of special attention: the Erosionsstrecke and the Elbe Reststrecke.

The Erosionsstrecke is a 170 km river reach, between Mühlberg and the mouth of the tributary Saale, that was trained until the end of the XIX century. This training consisted on the construction of flood dykes and on the fixation of the river alignment by construction of spur dykes and revetment of the riverbed and banks. These interventions, allied to sediment retention in the upper catchment, led to general degradation of the riverbed which is now at a rate of about 2 cm/year. General erosion causes lowering of the water surface with consequences for riverbanks stability, subsurface water and navigability. The mitigation solutions which were investigated include sediment replenishment and the reduction of the peak discharge in the main channel by activation of the lateral storage in the floodplains.

The Elbe Reststrecke is a 13 km river reach between Damnatz and Hitzacker. River training of this reach was interrupted during wartime until now. This river reach is an Achilles tendon for navigability of the Elbe due to the presence of large downstream migrating bars which limit the available depth for the ships draft, limiting the fairway for their passage. There are several references to the need of intervening in the river morphology to improve navigability, complying nevertheless with flood and ecology contemporaneous requirements. The investigated solutions for the Elbe Reststrecke include structural solutions such as the removal, construction and reinforcement of structures; reactivation of the former river connectivity to riparian areas; and, recreation of habitats and promotion of vegetation growth.

Due to its characteristics, historical framework, anthropic pressures and the above referred domains of concerns, the river Elbe is a living laboratory which can be used to investigate integrative solutions for what may be called the Elbe nexus: flood protection – navigability – water quality and ecology – morphology stability and sediment cycle – climate change. Furthermore, aspects related to governance and transboundary cooperation (across states and across countries) are crucial and have a first order influence on the river system, needing further integration in the conceptualization of the Elbe.

Dynamic Solutions

Many solutions for river management are still designed based on a steady state, e.g. considering constant flux of water and sediment passing through a determined river reach. Hence, they are specifically aimed either at periods of high or at periods low flow, distinctively. However, some structural measures or natural river features behave differently during low flow and flooding periods. Furthermore, in anthropically modified rivers, different structural measures corresponding to different functions needed at different periods in the hydrological cycle; if we consider one river reach which needs to guarantee a clear fairway during low flow conditions, it is of interest that the sediments are kept away from the main channel during this period. On the other hand, the transport of these very same sediments in the main channel may be essential during high flows to avoid channel incision.

A recently study on hydro-morphodynamics of cavities positioned parallel to the riverbank, laterally to the river main channel, allowed to understand how these structural measures captured and retain sediments travelling in the main channel for steady flow conditions (Juez et al. 2018a). Lateral cavities, and on the limit groynes, are commonly conceived as structural elements which influence the hydro-morphodynamics of rivers to maintain the main channel at a sufficient depth for navigation (Qin et al., 2017, Yossef and de Vriend, 2010).

In Juez et al. (2018a), several combinations of flow, geometrical configurations of the lateral cavities and sediment concentration in the system, were investigated. Juez et al. (2018b) investigated further how do these lateral sediment deposits behave when a flood wave travels along the main channel, and under which high flow conditions these sediments may be released. We can thus conceive these lateral cavities as a dynamic solution, which offers different functions along the hydrological cycle; a system which is design with a dynamic/seasonal behavior, storing sediments during low flow and releasing them during high flow (see figure 1). Such a dynamic system could be of particular interest on two aspects of the so-called Elbe nexus: guarantee of navigability and morphology stability and sediment cycle. Furthermore, lateral cavities may have benefits in terms of river ecology and transversal connectivity (Nezu and Onitsuka, 2002; Uno et al., 2013, Ribí et al., 2014).

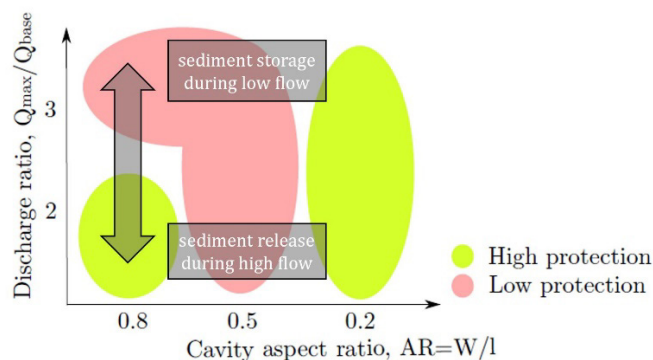


Figure 1: Conceptual use of lateral cavities as dynamic structural measure with different functions throughout the hydrological cycle (adapted from Juez et al. 2018b).

Failure by Design

Given future uncertainties, we defend that new paradigms for the design and management of fluvial systems should include both the stochastic nature of rivers and its boundary conditions (probabilistic design), and the knowledge on how failures occur (failure preparedness). So far, the most common approaches for the design and management of hydraulic systems have been deterministic where to a certain load (associated to a probability of occurrence) corresponds a certain strength (response or resistance). However, if accounting for the uncertainty associated to the quantities defining the load (e.g. hydrological variables and river natural characteristics) and strength (e.g. construction methods and materials) of the system, we have to analysis the systems based on the probabilistic distributions of load and strength. The probabilistic design of infrastructures imposes that the load and resistance probability density function do not intersect, or intersect for a low probability of occurrence; hence the probability distribution of the systems failure can be incorporated in the definition of the risk of riverine systems. Furthermore, a

probabilistic framework allows to monitor safety levels in time; the probability distributions of load and strength may change in time and safety levels may be reduced (see figure 1) either due to loss of the system strength (e.g. aging infrastructure or lack of maintenance), or due to the increase of load (e.g. precipitation changes due to global warming).

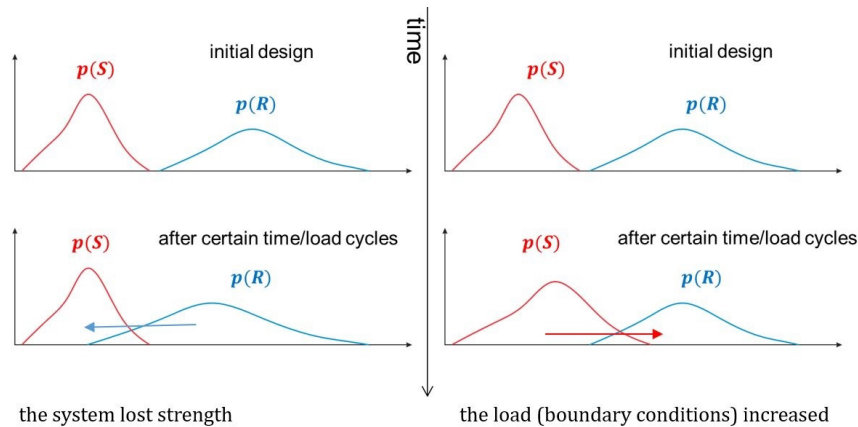


Figure 2: Illustration of the unsteady behavior of river systems.

The main differences between deterministic or probabilistic frameworks for the design and management of hydraulic systems can be summarized as follows: while the first uses arbitrary factors and thresholds to define safety giving a subjective level of safety, the second accounts explicitly for uncertainty and the risk can explicitly be assumed and quantified; the first provides a clear albeit misleading perception of safety, in which solutions are expected to be invulnerable, whereas the second is more difficult to communicate since solutions are based on expected losses; finally the first overlooks the failure while the second enables the preparation of failure.

In Jafarnejad et al. (2014, 2017a), a probabilistic evaluation of the failure of a riprap riverbank system in a reach of the river Kleine Emme (Switzerland) is presented. The methodology which was followed allowed, considering a probability description of the load (accounting for the uncertainty in the determination of a flood event and the hydraulic characteristics of the river), to understand the fragilities of the system and to eventually prioritize mitigation measures to increase the strength of the system to extreme flood events. Further than acknowledging the probability of failure of hydraulic structural measures, it is important to understand under which circumstances these fail, more specifically their time to failure after the system load exceeds the system strength. On the other hand, Jafarnejad et al. (2017b) performed an experimental investigation in which a forecast model for the time to failure of compressed riprap riverbank protections was developed. This approach to failure has clear advantages in emergency management and planning since it allows to understand lead times of failure, prioritizing mitigation and emergency strategies.

These aspects of preparedness to failure are crucial on the design and management of flood protection measures; besides the uncertainty associated to naturally stochastic processes, uncertain changes in the boundary conditions due to climate change exist. It is suggested to the ongoing projects in the Elbe the application of a probabilistic analysis of failure modes along the

longitudinal development of the river, and to couple this probabilistic assessment with a model of time to failure.

Effects of global warming on riverine systems

Global warming is changing hydrological patterns with consequences to the boundary conditions of the river systems. Furthermore, climate conditions the landscape occupation and organization, so it is expected that global warming will cause changes in the land cover due to the adaptation of natural elements such as vegetation and soil, and that it will force the adaptation of human activities and soil use. These factors, in turn, have a direct effect on the surface flow, and on the influx of inorganic sediment (Eekhout and de Vente, 2022) and large debris such as deadwood. All these imbalances, changes in discharge, in the riverine vegetation, and in sediment production, can have effects on the fluvial morphology stability and flow conveyance. These aspects are directly related to the Elbe nexus in its dimensions of flood protection – morphology stability and sediment cycle – climate change. We may then expect a ubiquitous effect of global warming across the spectrum of the hydrological scales as defined in Franca and Brocchini (2015).

Crosato et al. (2022) investigated how the lower reach of the Pilcomayo river in South America may adapt to climate change. The analysis of combinations of several scenarios allowed to analyze individually the effects of discharge, vegetation and climate in the river morphology development. This reach of the Pilcomayo river is composed of fine sediment and, much like the Elbe, it has a highly dynamic and responsive morphology. A similar approach could be applied to the Elbe to understand the future implications of global warming in the river system, and also what to expect in terms of the response of implemented structural measures. A first step would be to identify the main components of the river system susceptible to global warming followed by the investigation of cascading and feedback effects, by modelling several weather and adaptation scenarios.

Preparing the future

Above we highlighted the benefits of incorporating probabilistic design on our practice of engineering, as well as to investigate modes and dynamics of failure of structural measures. Further to these two, a new design of structural and measures for river management should also include the adaptation paradigm. Given the uncertain future, structural measures should not be designed for long-term objectives and based on fixist premises (unchangeable boundary conditions), and they should instead allow adaptation with changing boundary conditions. Preference should thus be given to structural measures which allow adaptability after periodical re-evaluation of the initial premises considering the changing hydrological conditions, but also the evolution of landscape organization, landscape occupation and human factors.

For the development of riverine systems like the Elbe, we suggest the investigation and construction of a cloud of pathways for development to support infrastructural and institutional adaptation. This should be based on the use of correlational techniques applied to multiple data sources

to generate a universe of possible scenarios based on past data which, through machine-learning techniques, may be projected into plausible scenarios in the future.

Final considerations

Herein we discussed conceptually several aspects of river engineering praxis which could be applied in the development of structural measures for the river Elbe. These approached several dimensions of the herein defined Elbe nexus: flood protection – navigability – water quality and ecology – morphology stability and sediment cycle – climate change. In particular we discussed the possibility of adopting dynamic structural measures which acquire different beneficial roles along the hydrological cycle; the importance of incorporating knowledge failure in the design and management of river systems, in probabilistic terms and also in terms of understanding dynamics of failure; methodologies for the evaluation of the effects of global warming in riverine systems; and how preparing future proof structural measures requires these to be adaptive and versatile.

Given the urgency of the measures, and also the complexity ensuing from a massive availability and diversity of data (ground, satellite, social media, citizen science, etc), new modelling approaches are required. Traditional modelling, typically recurring to low-fi methods such as shallow water equation models, need to be upgraded to integrate data-driven components with such methods such as machine-learning, to speed the processes of decision.

Many times, regulatory legislation and praxis hinder a swift adoption and implementation of innovative measures, with the risk of depriving society from modern paradigms with higher levels of protection, economical standards and ecology compliance. The implementation of dynamic solutions such as the above discussed, the explicit incorporation of failure in structural design, and the implementation of adaptive paradigm for the definition of structural measures, much needed in face of future uncertainty, require hence an equally versatile and adaptive spirit in the institutions responsible for the decision-making and implementation.

Acknowledgements

The author is thankful to Bruno Büchele for generously sharing his excellent knowledge on the Elbe, and to Andreas Kron, Peter Oberle and Frank Seidel for the help with the presentation.

References

- BMVI - Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017): Gesamtkonzept Elbe. Strategisches Konzept für die Entwicklung der deutschen Binnenelbe und ihrer Auen. Bonn.
- Crosato, A.; Grissetti Vázquez, A.; Bregoli, F.; Franca, M. J. (2022): Adaptation of river channels to a wetter or drier climate: Insights from the Lower Pilcomayo River, South America. In: Journal of Hydrology, 612, 128254.
- Eekhout, J. P.; de Vente, J.; (2022): Global impact of climate change on soil erosion and potential for adaptation through soil conservation. In: Earth Sci. Rev., 226, 103 921.

- Franca, M. J.; Brocchini, M. (2015) : Turbulence in rivers. In: Rivers Physical, fluvial and environmental processes (pp. 51-78). Springer, Cham.
- IKSE – Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (2022): In: <https://www.ikse-mkol.org/> consulted in November 2022.
- Jafarnejad, M.; Pfister, M.; Brühwiler, E.; Anton J. Schleiss (2017a): Probabilistic failure analysis of riprap as riverbank protection under flood uncertainties. In: Stochastic Environmental Research and Risk Assessment 31 (7) 1839-1851.
- Jafarnejad, M.; Pfister, M.; Franca, M. J.; Schleiss, A. J. (2014): Probabilistic evaluation of riprap failure under future uncertain flood conditions: the case study of river Kleine Emme (Switzerland). In: EGU General Assembly Conference Abstracts (p. 11183).
- Jafarnejad, M.; Franca, M. J.; Pfister, M.; Schleiss, A. J. (2017b): Time based failure analysis of compressed riverbank riprap. In: Journal of Hydraulic Research, 55(2), 224-235.
- Juez, C.; Bühlmann, I.; Maechler, G.; Schleiss, A. J.; Franca, M. J. (2018a): Transport of suspended sediments under the influence of bank macro roughness. In: Earth Surface Processes and Landforms, 43(1), 271-284.
- Juez, C.; Thalmann, M.; Schleiss, A. J.; Franca, M. J. (2018b): Morphological resilience to flow fluctuations of fine sediment deposits in bank lateral cavities. In: Advances in Water Resources 115: 44-59.
- Nezu, I.; Onitsuka, K. (2002): PIV measurements of side-cavity open-channel flows. Wando model in rivers. In: J. Vis. 5 (1), 77-84.
- Qin, J.; Zhong, D.; Wu, T.; Wu, L. (2017): Sediment exchange between groin fields and main-stream. In: Adv. Water Res. 108, 44-54.
- Ribi, J. M.; Boillat, J. L.; Peter, A.; Schleiss, A. J. (2014): Attractiveness of a lateral shelter in a channel as a refuge for juvenile brown trout during hydropeaking. In: Aquat. Sci. 76 (4), 527-541.
- Uno, K.; Kazuuma, N.; Tsujimoto, G.; Kakinoki, T. (2013): Trapping effect of fine sediment in Wando. In: J. Jpn. Soc. Civ. Eng. Ser. B3 Ocean Eng. 69 (2), 922-927.
- Yossef, M.; de Vriend, H. (2010): Sediment exchange between a river and its groyne fields: mobile-bed experiment. In: J. Hydraul. Eng. 136 (9), 610-625.

Die Elbe - Zukunft einer Wasserstraße

Helko Fröhner – Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe

Einleitung

Die Elbe als gesamtdeutscher Fluss verlagert den Fokus der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes vom Schwerpunkt als Verkehrsweg zunehmend auf die ganzheitliche Betrachtung aller Belange und Herausforderungen in und am Wasserlauf. Dies wird durch die Aufgaben- und Kompetenzerweiterung über die bisherigen hoheitlichen und fiskalischen Aufgaben hinaus forciert.



Abbildung 1: Elbe aus der Vogelperspektive

In diesem Kontext wurden viele Abstimmungsprozesse durchgeführt und sind fortlaufend zur weiteren Schärfung des gemeinsamen Verständnisses der sich ständig weiter ändernden Verantwortlichkeiten, Bedürfnisse und Möglichkeiten unter den gegebenen Rahmenbedingungen mit allen Bedarfsträgern und Betroffenen im Gange. Nachvollziehbar wird dies an einer Reihe in jüngerer Vergangenheit erstellter Dokumente und Vereinbarungen an Hand derer diese Entwicklung dargestellt werden kann.

Die Bundeswasserstraße Elbe

Über 7 Bundesländer, hier Sachsen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Hamburg, erstreckt sich die Elbe. Im Zuständigkeitsbereich des Wasserstraßen- und Schifffahrtsamtes Elbe befindet sie sich hierbei von Elbe-Kilometer 0,0 an der deutsch-tschechischen Grenze bis zum Elbe-Kilometer 607,5 bei Hamburg. Die Schleuse und das Wehr Geesthacht als einzige Staustufe im Bereich der deutschen Elbe trennen bei Elbe-Kilometer 586,9 die Binnenelbe vom tidebeeinflussten Bereich.

Als Orientierungswerte für den Wasserdurchfluss dienen die Werte im Bereich von Dresden bei Mittelwasser von 328 m³/s und bei Hochwasser von 4580 m³/s mit einem dazugehörigen Wasserstand von 940 cm am 17.08.2002 neben einem historischen Wert von 5700 m³/s am 31.03.1845 (Elbhochwasser 1845: Sächsische Sintflut) sowie im Bereich der Niedersächsischen Elbtalaue (Pegel Neu-Darchau) bei Mittelwasser von 699 m³/s und bei Hochwasser von 4070 m³/s.

Als Hoheitsaufgaben gemäß Wasserstraßengesetz sind definiert:

- Verkehrlicher Ausbau der Bundeswasserstraßen
- Verkehrliche Unterhaltung der Bundeswasserstraßen
- Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit an Bundeswasserstraßen
- Wasserwirtschaftlicher Ausbau zur Erreichung der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie

Alle Hoheitsaufgaben sind gleichwertig: Die Umsetzung einer Aufgabe darf grundsätzlich nicht zu einer Verschlechterung für die anderen Hoheitsaufgaben führen.

Aus der Verantwortung der Bundesrepublik Deutschland in ihrer Eigenschaft als Eigentümerin des Bundeswasserstraßes Elbe rührt die fiskalische Aufgabe der wasserwirtschaftlichen Unterhaltung gemäß des Gesetzes zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz – WHG). All die vorgenannten Verantwortungen verlangen nach einer integrierten Maßnahmenplanung aller Vorhaben.

Historie

Der Zustand und die Ziele machten das Zusammenwirken verschiedener Akteure in unterschiedlichen Konstellationen zur Beantwortung jeweils aktueller Fragestellungen notwendig.

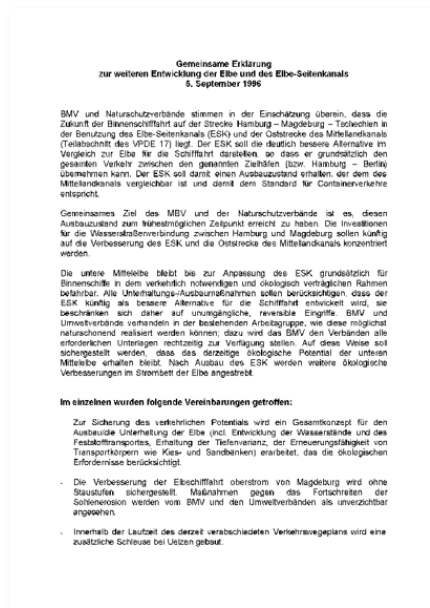


Abbildung 2: Titelseite: „Gemeinsame Erklärung zur weiteren Entwicklung der Elbe und des Elbe-Seitenkanals“

So wurde 1996 in der Gemeinsamen Erklärung zur weiteren Entwicklung der Elbe und des Elbe-Seitenkanals (Elbe-Erklärung, unterzeichnet von BMV, NABU, WWF, EURONATUR, BUND) zur Sicherung des verkehrlichen Potentials die Erarbeitung eines Gesamtkonzeptes für den Ausbau/die Unterhaltung der Elbe vereinbart, das die ökologischen Erfordernisse berücksichtigt, weiter die Konzentration der Investitionen für die Wasserstraßenverbindung zwischen Hamburg und Magdeburg auf die Verbesserung des ESK und der Oststrecke des Mittellandkanals. Darüber hinaus wurde Konsens erzielt, dass die Verbesserung der Elbschifffahrt oberstrom von Magdeburg ohne Staustufen sichergestellt wird und Maßnahmen gegen das Fortschreiten der Sohlenerosion werden vom Bundesverkehrsministerium und den Umweltverbänden als unverzichtbar angesehen werden.

In den 2005 erstellten „Grundsätzen für das Fachkonzept der Unterhaltung der Elbe zwischen Tschechien und Geesthacht mit Erläuterungen“ wurde die Präzisierung des verkehrspolitischen Unterhaltungsziels, der rechtliche Rahmen, Grundsätze und Prüfkriterien für die Unterhaltung festgelegt. Die Grundsätze beziehen sich auf Unterhaltungsmaßnahmen wie Geschiebemanagement, Bekämpfung der Sohlerosion, Instandsetzung von Stromregulierungsbauwerken. Ausdrücklich ist hier eine nachhaltige Berücksichtigung ökologischer Belange bei der Unterhaltung der Wasserstraße verankert.



Abbildung 3: Titelseite: „Grundsätze für das Fachkonzept der Unterhaltung der Elbe zwischen Tschechien und Geesthacht mit Erläuterungen“

Im Jahre 2009 wurden im „Sohlstabilisierungskonzept für die Elbe von Mühlberg bis zur Saalemündung“ als Ziele

- die dauerhafte Stabilisierung der gesamten Strecke mit einer großräumig und langfristig konstanten mittleren Sohlhöhe unter Beibehaltung lokaler und temporärer Variation,
- die Erhöhung des Feststoffdargebotes und des Sohlenwiderstandes (Geschiebezugabe, Schwellen, Grobkornanreicherung)
- Verringerung und Vergleichmäßigung des Transportvermögens (Bauwerksanpassungen, Altarmanschlüsse, Uferabgrabungen)

festgeschrieben sowie das Erfordernis verschiedener Maßnahmenbündel je nach Abschnitt sind aufgrund der sich stark verändernden Charakteristik entlang der Erosionsstrecke.



Abbildung 4: Titelseite: „Sohlstabilisierungskonzept für die Elbe von Mühlberg bis zur Saalemündung“

Das bereits in der Elbe-Erklärung beabsichtigte Gesamtkonzept für die Elbe wurde 2013 durch die Eckpunkte konkretisiert und 2017 mit der Erfassung von 19 Zielen in 4 Arbeitspaketen verabschiedet (siehe hierzu Beitrag von Herrn Gierra des Wasserstraßen- und Schifffahrtsamtes Elbe).

Um Unterhaltungsmaßnahmen weiter zu optimieren, gibt die „Verfahrensanweisung für den Abstimmungsprozess zur Unterhaltung von Strombauwerken an der Elbe unter Berücksichtigung des GKE“ eine Zusammenfassung zu beachtender Randbedingungen aus gesetzlichen Regelungen sowie einschlägigen Regelwerken zur Vorbereitung, Umsetzung und Dokumentation einschließlich der Umweltbelange von Unterhaltungsmaßnahmen an die Hand. Sie sieht vor, einzel-fallbezogene Prüfung der Anwendung von ökologischen Anpassungsmöglichkeiten an

Stromregelungsbauwerken gemäß GKE sowie bei bestehenden sinnvollen Anwendungsmöglichkeiten strukturverbessernde Bauwerksanpassungen gemäß der im GKE enthaltenen Maßnahmenoptionen vorzunehmen.

Zusammenarbeit

Bund und Länder betreiben eine enge und vertrauensvolle Zusammenarbeit. In Beteiligungsprozessen werden unter Ergebnisoffenheit und dem Einbringen der jeweils eigenen Vorstellungen Einvernehmen angestrebt und Entwicklungskonzepte aufgelegt.

Stets hat auch hier integriertes Management von Infrastruktur, Ökologie und Verkehr Vorrang.

Umweltverbände können sich konstruktiv einbringen und eigene Projekte realisieren.

Durch die hohe Kompetenz der Bundesoberbehörden Bundesanstalt für Wasserbau und Bundesanstalt für Gewässerkunde sowie der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes wird die Bündelung von Erkenntnissen der Forschung und Erfahrungen der Praxis gewährleistet. Gemeinsam wurden und werden Konzepte (Sohlstabilisierung) und Pilotprojekte (Knickbuhnen, Durchrisse, etc.) entwickelt.



Abbildung 5: ökologische Optimierung von Stromregelungsbauwerken

Infrastrukturelle Entwicklung

Im Rahmen der Maßnahmenoptionen des Anschlussprozesses zum GKE werden die Unterhaltungsziele ständig evaluiert und die Konzeption zur Optimierung des Stromregelungssystems unter Einbeziehung von Vorlandmaßnahmen an der deutschen Binnenelbe vor dem Hintergrund der aktuellen morphologischen Entwicklung und unter Beachtung eines verkehrlichen Unterhaltungszieles von mindestens 1,40 m unter dem GIW2010 erarbeitet.

Außerhalb von baulichen Umsetzungen wird unter anderem für eine bessere Nutzbarkeit die Digitalisierung der Wasserstraße vorangetrieben, so ist die Elbe Pilotstrecke für AIS-AtoN-Tonnen in RIS-COMEX, einem EU-Projekt zur nahtlosen Integration der Inland AIS-Systeme.

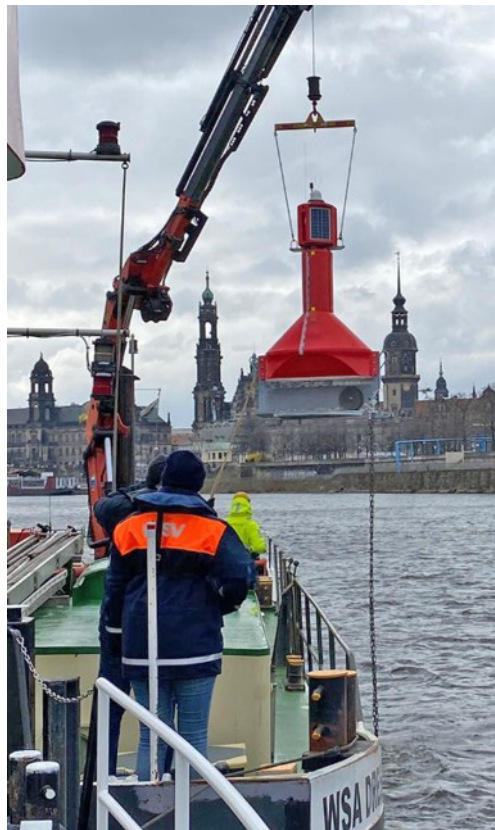


Abbildung 6: Einbringen der AIS-AtoN-Tonne an der Augustusbrücke in Dresden

Ausblick

Um die auf der Bundeswasserstraße Elbe vorhandenen freien Transportkapazitäten für den umweltfreundlichen Verkehrsträger Binnenschifffahrt effizient nutzbar machen zu können, ist es von besonderer Bedeutung, die Verlässlichkeit im Niedrigwasserbereich durch die im Gesamtkonzept Elbe verankerten Maßnahmen zu erhöhen. Eine Nutzung für Massengut ist bereits jetzt saisonal möglich. Für Container, Schwerlast- und Sondertransporte ist das Wasser als bereits vorhandener Weg prädestiniert. Hierfür gilt es, die Stärkung der Binnenhäfen als trimodale Umschlagplätze umzusetzen. Die Erreichung der integralen Ziele im Ökosystem Fluss lässt sich durch die Nutzung der Synergien aus Wasserwirtschaft, Naturschutz und Verkehr realisieren. Dabei sind insbesondere die Herausforderungen aus dem Klimawandel in Hinsicht auf die Wassermengenbewirtschaftung im Blick zu behalten.

Literatur

BMVI/BMUB (2017): Gesamtkonzept Elbe - Strategisches Konzept für die Entwicklung der deutschen Binnenelbe und ihrer Auen. Bonn, 2017.

BMDV/BMUV (2022): Gesamtkonzept Elbe. www.gesamtkonzept-elbe.de, Abruf 28.09.2022.

Die Elbe – Mehr als eine Wasserstraße

Dr. rer. nat. Heidrun Kleinert, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Mareike Hees, Bundesamt für Naturschutz

Einleitung

Die Elbe ist nicht nur eine Wasserstraße mit besonderer verkehrlicher und touristischer Bedeutung, sondern ebenfalls eine sensible Flusslandschaft und ein bedeutender Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Das Gesamtkonzept Elbe formuliert deshalb u. a. auch Maßnahmen zur Verbindung von Fluss und Aue. Auch das „Bundesprogramm Blaues Band Deutschland“ verfolgt diese Ziele entlang der Bundeswasserstraßen.

Bedeutung von Flüssen und Auen

An der Elbe gibt es noch großflächige Bestände von Hartholzauwäldern (FFH-Lebensraumtyp 91F0) oder seltene Biotope wie Brenndolden-Auenwiesen (FFH-Lebensraumtyp 6440). Für Brenndolden-Auenwiesen stellen die Elbauen ein wesentliches Verbreitungsgebiet dar, doch auch die dortigen Bestände geraten zunehmend unter Druck und verzeichnen einen negativen Trend (Ellwanger et al., 2020). Auch besondere Tierarten wie Elbebiber (*Castor fiber* ssp. *albicus*), Rotbauchunke (*Bombina bombina*) und Grüne Flussjungfer (*Ophiogomphus cecilia*) kommen an der Elbe vor.

Doch nicht nur als besonderer Lebensraum sind intakte Flussauen wichtig, sie erbringen ebenfalls bedeutende Ökosystemleistungen und sind von hohem gesellschaftlichem Nutzen. Dazu zählt neben dem Erhalt der biologischen Vielfalt bspw. der Rückhalt von Treibhausgasen und Nährstoffen. Auenflächen halten jährlich bis zu 42.000 t Stickstoff und über 1.000 t Phosphor zurück, was einen wichtigen Beitrag zur Wasserqualität der Flüsse darstellt und einem weiteren Nährstoffeintrag in die Nord- und Ostsee entgegenwirkt (Scholz et al., 2012).

Außerdem leisten Auen einen wichtigen Beitrag zur Regulation des Landschaftswasserhaushaltes, etwa die Abmilderung von Hoch- und Niedrigwasserständen durch Wasserrückhalt in der Fläche. Ein positiver Effekt vergrößerter Auenflächen nach einer Deichrückverlegung konnte in der Lenzener Elbtalaue nachgewiesen werden. Die Wiedergewinnung von 420 ha als Überflutungsgebiet hat dazu geführt, dass das Elbehochwasser von 2013 im oberen Bereich der Deichrückverlegung zu einem 49 cm geringeren Wasserstand als ohne die Maßnahme geführt hat (Promny et al., 2014). In solchen Fällen haben Renaturierungsmaßnahmen nicht nur einen ökologischen, sondern auch einen ökonomischen Nutzen. Intakte Flüsse und Auen können überdies den naturnahen Tourismus befördern und sich damit positiv auf die regionale Wirtschaft auswirken.

Zustand von Flüssen und Auen

Der Auenzustandsbericht von 2021 hat verdeutlicht, dass für die Wiedergewinnung von ehemaligen Auenflächen größere Anstrengungen erforderlich sind als in der letzten Dekade. Wie bereits 2009 der erste Auenzustandsbericht deutschlandweit gezeigt hat, sind auch aktuell etwa zwei Drittel der ehemaligen Überschwemmungsflächen verloren gegangen und werden bei Hochwasser nicht mehr überflutet. Große Verlust von Überschwemmungsflächen finden sich insbesondere

an den großen deutschen Flüssen wie Elbe, Oder und Teilen des Rheins. Auf den verbleibenden Überflutungsflächen überwiegen „deutlich“ bis „stark veränderte“ Auenbereiche. Weniger als 10 % der rezenten Auen befinden sich noch in einem „gering“ bis „sehr gering veränderten“ Zustand und können die eingangs genannten Funktionen weiterhin gewährleisten (BMU/BfN, 2021).

An der Elbe sind noch größere Anteile der rezenten Flussauen in einem „gering veränderten“ Zustand, wie Abbildung 1 am Beispiel der unteren Mittel-Elbe zeigt. Hier sind im Vergleich zu den deutschlandweit weniger als 10 % der rezenten Auenabschnitte noch rund ein Viertel (22 %) der Flussauen intakt. Gerade im Mündungsbereich der Mulde in die Elbe sind noch größere zusammenhängende und naturnahe Auenabschnitte zu finden. Trotz des vergleichsweise guten Zustands der rezenten Auen sind in diesem Abschnitt der Elbe aber auch wesentliche Bereiche vom Überflutungsgeschehen abgeschnitten worden (Altaue) (BMU/BfN, 2021).

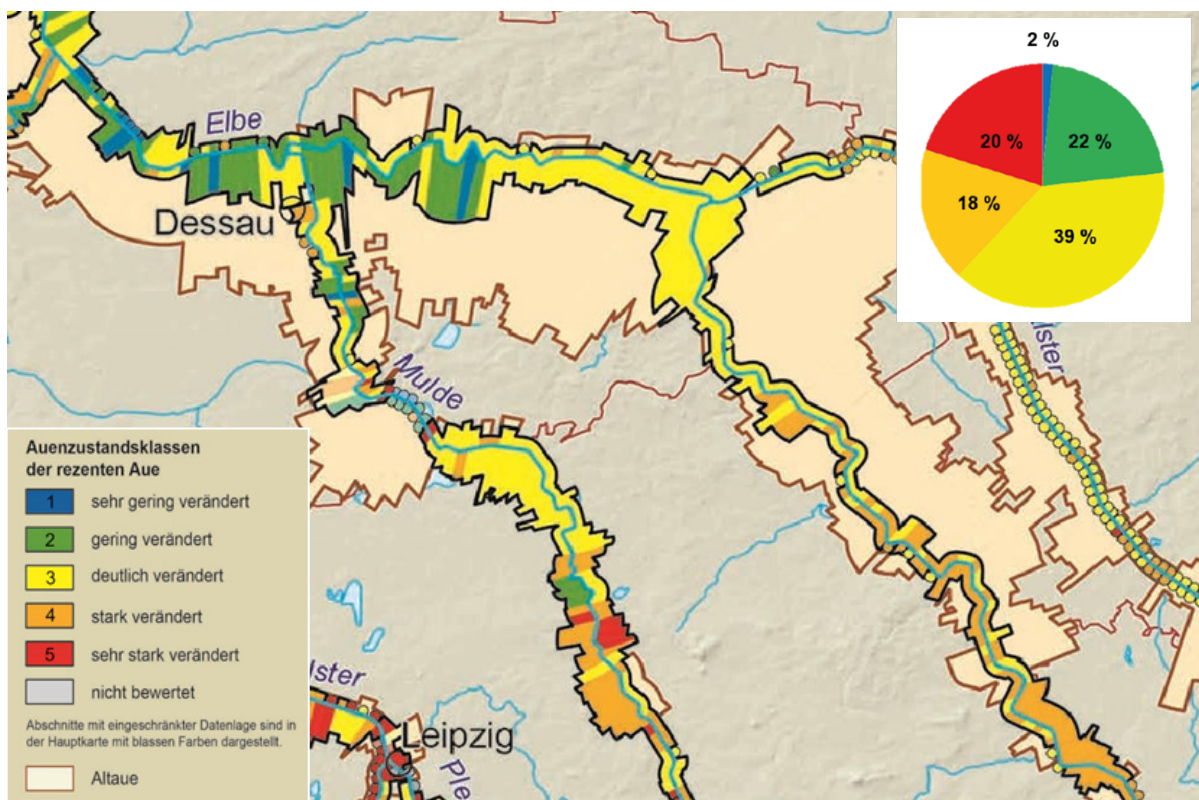


Abbildung 1: Auenzustand und ehemalige Überschwemmungsflächen an der unteren Mittel-Elbe (verändert nach BMU/BfN, 2021, S. 57)

Der Auenzustand der Elbe ist damit, insbesondere im Vergleich zu den anderen großen Flüssen Deutschlands wie Rhein oder Donau, noch relativ naturnah (BMU/BfN, 2021). Die verbliebenen Arten und Biotope stehen allerdings zunehmend unter Druck (u. a. durch fehlendes Wasser in den Auen), sodass deren Erhalt und Wiederherstellung an der Elbe ein wesentliches Ziel sein muss.

Instrumente zur Renaturierung von Flüssen und Auen – das Bundesprogramm Blaues Band Deutschland (BBD)

Das Gesamtkonzept Elbe (GKE) und das Bundesprogramm Blaues Band Deutschland (BBD) formulieren übergeordnete ökologische Ziele zur Wiederherstellung und zum Erhalt der Flusslandschaft, die zentrale Parallelen aufweisen. Das Ziel des GKE, autotypischen Lebensräume, Habitate und Arten zu fördern, trägt ebenfalls zum zentralen Ziel des BBD bei, einen Biotopverbund von nationaler Bedeutung zu schaffen. Sowohl GKE als auch BBD adressieren die Wiederherstellung der dafür notwendigen (morphologischen und hydrologischen) Voraussetzungen, sodass sich deren Zielsetzungen ergänzen bzw. in wesentlichen Punkten überschneiden.

Das BBD bietet damit auch für die Elbe weitere Möglichkeiten für Renaturierungsmaßnahmen, die die bereits geplanten Maßnahmen des GKE flankieren bzw. umsetzen können. So ist bspw. ein weiteres Auenprojekt im BBD an der Mittleren Elbe bei Dessau geplant, größere Deichrückverlegungen in Lenzen, an der Hohen Garbe oder im Lödderitzer Forst konnten bereits über andere Förderprogramme des BfN mit Mitteln des BMUV umgesetzt werden. In Zukunft kann das BBD an den Bundeswasserstraßen ein wesentliches Instrument zur Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen sein.

Dabei hat das BBD – wie auch das GKE – nicht nur ökologische, sondern ebenfalls verkehrliche und wirtschaftliche Zielsetzungen. So können veränderte gesellschaftliche Anforderungen an die Nebenwasserstraßen genutzt werden, nicht mehr benötigte Infrastruktur zurückzubauen und zusammen mit Renaturierungsmaßnahmen die Nebenwasserstraßen an die Bedürfnisse der Freizeitschifffahrt anzupassen. Damit können positive Effekte von naturnahen Flusslandschaften auf die Freizeit- und Erholungsnutzung gestärkt und Impulse für die Regionalentwicklung generiert werden.

Das Bundesprogramm Blaues Band ist eine gemeinsame Initiative des Bundesumwelt- und des Bundesverkehrsministeriums und wurde am 01. Februar 2017 vom Bundeskabinett beschlossen. Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) ist als Eigentümerin der Bundeswasserstraßen dabei vornehmlich für die Maßnahmen im Gewässer und am Ufer zuständig. In den angrenzenden Auenbereichen ermöglicht das Förderprogramm Auen des Bundesumweltministeriums Dritten wie z. B. Vereinen, Verbänden, Kommunen und weiteren Institutionen, diese Flächen im Sinne des BBD zu entwickeln und dafür Fördermittel zu beantragen. Weiterhin werden die Bundesflächen in den Auenbereichen ins BBD integriert: hier kann die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) als Verwalterin der Bundesliegenschaften ebenfalls Projekte im Sinne des BBD in eigener Zuständigkeit umsetzen. Sie übernimmt außerdem die Aufgabe, Flächen für die Projekte der WSV bzw. des Förderprogramms Auen zu ermitteln und dafür zur Verfügung zu stellen. Um Fluss und Aue gemeinsam zu entwickeln, werden Kooperationsprojekte zwischen den genannten Akteuren explizit befürwortet und für die Umsetzung priorisiert. Zur Flächenkulisse des BBD, innerhalb der BBD-Projekte umgesetzt werden können, gehören alle als Bundeswasserstraße genutzten Flüsse (freifließend oder staugeregelt) einschließlich ihrer Auen.

Die Zusammenarbeit der verschiedenen Ressorts im Blauen Band findet innerhalb drei zentraler Gremien statt: der „Interministeriellen Arbeitsgruppe (IMA)“, der „Fachgruppe BBD“ und dem „Beirat BBD“ (vgl. Abbildung 2). In der IMA sind beide Ministerien als auch die WSV, die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), das Bundesamt für

Naturschutz (BfN), das Umweltbundesamt (UBA) und die BImA vertreten. Zentrale Aufgaben der IMA beinhalten die Entscheidung darüber, welche Projekte absehbar zu den Zielen des BBD beitragen und daher in das Bundesprogramm aufgenommen werden sollen, und die Formulierung von Arbeitsaufträgen an die Fachgruppe BBD. Mit Ausnahme der beiden Bundesministerien sind die genannten Institutionen ebenfalls Mitglieder der Fachgruppe BBD. Sie bewertet die eingehenden Projektvorschläge und unterstützt den Antragsprozess aus Perspektive ihrer jeweiligen Fachkompetenz. Die Fachgruppe BBD erarbeitet Vorlagen zu den BBD-Projekten für die IMA. Darüber hinaus gibt es einen Beirat BBD, in dem wesentliche Nutzergruppen aus Freizeitsport, Tourismus und Naturschutz vertreten sind. Auch der Austausch mit den Bundesländern über die LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) und die LANA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung) wird über den Beirat gewährleistet. Er gibt der IMA gegenüber Empfehlungen ab und übernimmt eine beratende Funktion. Sowohl im BBD als auch im GKE ist der Beirat ein Erfolgsfaktor, um den gesellschaftlichen Dialog zu fördern und wesentliche Nutzungsinteressen einzubringen.

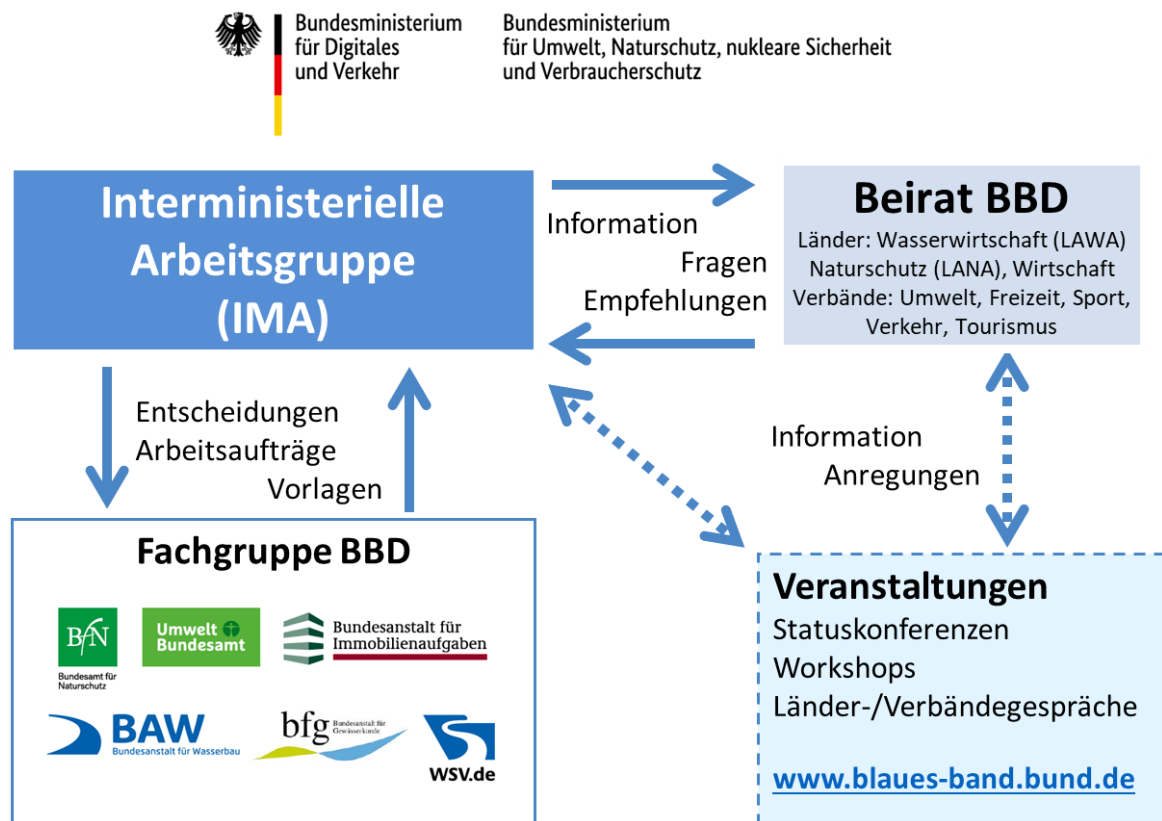


Abbildung 2: Gremien im Bundesprogramm Blaues Band (BBD); Quelle: Darstellung A. Anlauf, BfG

Zur Umsetzung des BBD wurde ein „Acht-Punkte-Programm“ beschlossen:

- Bis 2018 Etablierung eines Förderprogramms beim Bundesumweltministerium zur Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen in den Auen, die nicht vom Bund durchgeführt werden.

- Bis 2018 Erarbeitung eines bundesweiten Fachkonzepts „Biotopverbund Gewässer und Auen“.
 - Bis 2020 Schaffung der rechtlichen und organisatorischen Voraussetzungen im Zusammenhang mit der Durchführung von Renaturierungsmaßnahmen an Bundeswasserstraßen.
 - Erstellung von Entwicklungskonzepten für Nebenwasserstraßen.
 - Kontinuierliche Umsetzung von Renaturierungsprojekten als „ökologische Trittsteine“ im Kernnetz der Bundeswasserstraßen.
 - Ständige Integration der vorhandenen ökologischen Leitbilder und Entwicklungsziele bei allen Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen.
 - Vorbildliche Einbeziehung der Flächen der öffentlichen Hand.
 - Regelmäßige Erfolgskontrolle für die einzelnen Renaturierungsprojekte und das Bundesprogramm insgesamt.
- verändert nach BMVI, BMU (2018), S. 17

Während die ersten drei Punkte bereits erreicht werden konnten oder umgesetzt sind, sind die weiteren gesetzten Ziele und Aufgaben des „Acht-Punkte-Programms“ während der nächsten Jahre oder als Daueraufgabe bis 2050 kontinuierlich umzusetzen.

Umsetzungsprojekte

Bisher gibt es drei laufende Projekte im Förderprogramm Auen. Dazu gehören die „Wilde Insel Pagensand“ an der Elbe, das Projekt „Bölkershof“ an der Havel und die „AllerVielfalt Verden“ an der Aller. Im Projekt „Wilde Insel Pagensand“ entwickelt die Stiftung Lebensraum Elbe wertvolle Auenlebensräume auf der Elbinsel. Diese Aktivitäten werden von der WSV mit Maßnahmen in der Uferzone und im ufernahen Marschland unterstützt. Im Bereich „Bölkershof“ plant der NABU e.V., die Auenflächen wieder an die Dynamik der Unteren Havel anzubinden. Von dem stellenweisen Rückbau des bestehenden Deichkörpers werden auch auentypische Biotope (Hochstauden, Auwald, Gebüsche) im derzeitigen Hinterland des Deichs profitieren. Das Projekt „AllerVielfalt Verden“ wird von NABU e.V. und Landkreis Verden umgesetzt. Für die gemeinsame Planung von Gewässer- und Auenmaßnahmen ist eine Kooperation mit der WSV geschlossen worden. Im Projekt sind zahlreiche Maßnahmen geplant, u. a. die Anlage von Auengewässern, der Anschluss von Flutrinnen und eines Altarms. Neben der Strukturanreicherung liegt ein weiterer Fokus auf der naturverträglichen Nutzung und der Entwicklung von auentypischen Biotopen. Darüber hinaus wurden weitere Projekte im Förderprogramm Auen beantragt, die in absehbarer Zeit bewilligt werden. Erklärtes Ziel des BBD ist es, Kooperationen zu fördern, um Auenrenaturierungen mit Maßnahmen an Fluss und Ufer zu verknüpfen und damit erfolgreich umzusetzen. Die WSV hat im Blauen Band ebenfalls mit der Umsetzung einiger Modellprojekte an Rhein und Weser begonnen.

Seitens des BfN und BMUV gibt es bereits einige Erfahrung mit Kooperationsprojekten, bspw. an der Mittleren Elbe. Im Rahmen des GKE wurde hier das „Pilotprojekt Klöden“ initiiert und soll vom WSA Dresden zügig umgesetzt werden. Es beinhaltet Maßnahmen zur Sohlstabilisierung in einem besonders stark von Erosion betroffenen Abschnitt der Elbe, um damit einer weitergehenden Entkopplung von Fluss und Aue entgegenzuwirken. Dabei kooperieren nicht nur das Land Sachsen-

Anhalt und die WSV, indem sie gemeinsame Genehmigungsverfahren anstreben und Informationen und Daten austauschen, sondern zusätzlich die Heinz-Sielmann-Stiftung als Projektträgerin des Naturschutzgroßprojektes Mittlere Elbe/Schwarze Elster (NGP MESE). Während die Maßnahmen im Flussbett vom WSA umgesetzt werden, werden die Maßnahmen in den angrenzenden Auenbereichen im NGP mit Mitteln des BMUV finanziert. Das Bundesprogramm Blaues Band Deutschland kann in Zukunft ein wesentliches Instrument sein, um vergleichbare Kooperationsprojekte u. a. an der Elbe ins Leben zu rufen. Für eine neue Zukunftsperspektive der Bundeswasserstraßen und der Elbe ist ein gemeinsames Handeln in Fluss- und Auenbereichen unerlässlich.

Literatur

- BMU/BfN (Hg.) (2021): Auenzustandsbericht 2021: Flussauen in Deutschland. Bonn. Abrufbar unter: <https://www.bfn.de/publikationen/broschuere/auenzustandsbericht-2021> (Stand 06.10.22).
- BMVI/BMU (Hg.) (2018) Bundesprogramm Blaues Band Deutschland. Eine Zukunftsperspektive für die Wasserstraßen – beschlossen vom Bundeskabinett am 01. Februar 2017. Bonn.
- Ellwanger, G., Raths, U., Benz, A., Runge, S., Ackermann, W., Sachteleben, J. (Hg.) (2020): Der nationale Bericht 2019 zur FFH-Richtlinie. Ergebnisse und Bewertung der Erhaltungszustände. Teil 1 – Die Lebensraumtypen des Anhangs I und allgemeine Berichtsangaben. – BfN-Skripten 583: 221 Seiten.
- Promny, M., Hammer, M., Busch, N. (2014) Untersuchungen zur Wirkung der Deichrückverlegung Lenzen auf das Hochwasser vom Juni 2013 an der unteren Mittel Elbe. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft: Wasser, Boden, Natur. Ausgabe 7, Heft 6, S. 344 -349.
- Scholz, M., Mehl, D., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H.D., Born, W. Henle, K. (Hg.) (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen: Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und Habitatfunktion; Ergebnisse des F+E-Vorhabens. Naturschutz und Biologische Vielfalt; 124.

Der Anschlussprozess zum Gesamtkonzept Elbe – Ein forderndes Miteinander

Tobias Gierra, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe

Einleitung

Das Gesamtkonzept Elbe (GKE) ist das strategische Konzept für die Entwicklung der deutschen Binnenelbe und ihrer Auen. Am 17. Januar 2017 wurde es von den beiden zuständigen Bundesministerien für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) sowie Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und neun der im Einzugsgebiet der Elbe gelegenen Bundesländern mit dem Ziel verabschiedet, die wasserwirtschaftlichen Anforderungen, den Schutz des wertvollen Naturraums von Fluss und Auen sowie die umweltverträgliche verkehrliche Nutzung aufeinander abzustimmen und so eine positive Entwicklungsperspektive für den Zustand der Elbe zu geben (Abbildung 1). Für die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) wird das GKE daraufhin per Erlass als zu beachtender Handlungsrahmen für die Unterhaltung und Maßnahmenvorbereitung eingeführt. Im Juni 2017 verabschiedet der Bundestag eine Entschließung zum GKE, mit der die Bundesregierung aufgefordert wird, für das Gesamtkonzept Elbe zur Entwicklung der deutschen Binnenelbe zeitnah und im Rahmen der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel Maßnahmen zu erarbeiten und diese umzusetzen (Gabriel 2019).



Abbildung 1: Titelseite des 2017 veröffentlichten Gesamtkonzeptes Elbe (BMVI/BMUB 2017)

Neben den gesetzlichen Grundlagen stellt das GKE nun den Rahmen für das Verwaltungshandeln der Landes- und Bundesbehörden sowie für partizipative Entscheidungsprozesse zu Maßnahmen an der Binnenelbe dar. Es enthält Leitlinien mit Zielen für die Arbeitspakete Wasserwirtschaft, Naturschutz, Stromregelung und Sohlstabilisierung sowie Verkehr. In einer Zielanalyse wurden daraus fünf unabhängige Themenfelder identifiziert, deren Aufgaben bzw. Zielsetzungen

gleichrangig behandelt werden sollen. Um diese Aufgaben und Zielstellungen umzusetzen, wurden im gemeinschaftlichen Entstehungsprozess 55 Maßnahmenoptionen zusammengetragen, bei deren Anwendung beachtet werden muss, dass Maßnahmen zur Umsetzung der Ziele einzelner Themenfelder die Ziele anderer Themenfelder nicht behindern dürfen (Gierra 2022).

Ergänzt wurden die fünf Themenfelder durch mögliche zukünftigen Zielstellungen, die über den räumlichen, inhaltlichen und zeitlichen Rahmen des GKE hinausgehen und im Rahmen seiner Erstellung keine abschließende Betrachtung mehr erfahren konnten. Diese Themen, Aufgaben und Ziele wurden daher mit einem Prüfauftrag für den sogenannten Anschlussprozess versehen. An diesen seit 2017 laufenden Anschlussprozess wurden und werden vielfältige Erwartungen geknüpft.

Der Anschlussprozess

Bei der Umsetzung des GKE kommt dem sogenannten Anschlussprozess seit 2017 eine besondere Bedeutung zu. Er stellt die nahtlose Fortführung des Prozesses dar, der zur Entstehung und Formulierung des Gesamtkonzeptes Elbe geführt hat. So können die Interessenvertretungen und die Öffentlichkeit auch weiterhin transparent und in geeigneter Weise an der Entscheidungsfindung zur Umsetzung von Maßnahmen an der Elbe beteiligt werden. Diese Beteiligung findet auf Ebene der Konsultation statt (BMVI/BMUB 2017). Entscheidungen zur Planung und Umsetzung von Maßnahmen sollen zwar möglichst im Konsens mit den Interessenvertretungen vorbereitet, jedoch auch weiterhin entsprechend der hoheitlichen Zuständigkeiten von Behörden getroffen werden. Sollte ein Konsens nicht möglich sein, ist dabei der Dissens zu dokumentieren. Hierzu ist das Pro und Kontra allgemeinverständlich aufzubereiten und die Entscheidung zu begründen.

Den formellen Rahmen des Anschlussprozesses gibt Kapitel 6 des GKE vor (siehe BMVI/BMUB 2017). Aus diesen Vorgaben wurde 2019 gemeinsam eine Geschäftsordnung aufgestellt, die die Aufgaben und Prinzipien der weiteren Zusammenarbeit benennt sowie die Zusammensetzung und Zuständigkeiten der geschaffenen Gremien regelt (BMUV/BMDV 2022).

Im Anschlussprozess sollen die konkrete Umsetzung kurz- und mittelfristiger Maßnahmenvorschläge, die sich aus den oben genannten fünf Themenfeldern der Leitlinie ergeben, sowie die Ziele, Themen und offenen Fragen aus den Zukunftsbetrachtungen mit dem Ziel behandelt werden, auch weiterhin zu versuchen, die gesamte Binnenelbe ganzheitlich zu betrachten und dabei die unterschiedlichen Interessen in Einklang zu bringen. Die zeitliche Abfolge sah unter anderem vor, dass zu Beginn des Anschlussprozesses ein konkreter Maßnahmenplan erstellt wird, bis Ende 2017 erste Finanzierungs- und Zeitpläne für einzelne Maßnahmen vorliegen und bis Ende 2018 auch für die Themen des Zukunftsfeldes erste Vorschläge der Bearbeitung und erste Ergebnisse erarbeitet sind. Ein Arbeitsplan, der alle zu den 4 genannten Arbeitspaketen gehörenden Maßnahmen der Länder und des Bundes auflistet und verortet, wurde entwickelt, steht den Gremienmitgliedern zur Verfügung und wird regelmäßig aktualisiert. Eine Veröffentlichung dieser Maßnahmenammlung auf der GKE-Webseite steht kurz vor der Fertigstellung. Für die im GKE benannten Strecken mit hohem Konfliktpotential, der Elbe-Reststecke und der Erosionsstrecke, wurden Zeitpläne erstellt und die Finanzierung der Vorhaben im Bundeshaushalt hinterlegt. In diesem Jahr wurde festgestellt und entschieden, dass die im GKE enthaltenen Zeitansätze für den Prozessablauf als Orientierungsansatz zu betrachten sind, die eingetretenen Verzögerungen nicht aufgeholt

werden können und die Bearbeitung der Zukunftsthemen parallel im Rahmen der verfügbaren Ressourcen und Kapazitäten erfolgt. Es ist vorgesehen, Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Bearbeitung der Fragen und Zielstellungen des Themenfeldes Zukunftsbetrachtungen in die Grundsätze für das Verwaltungshandeln von Bund und Ländern einfließen zu lassen. Dazu kann die Leitlinie des GKE angepasst werden.



Abbildung 2: Struktur der Gremien des Gesamtkonzeptes Elbe

In den geschaffenen drei Gremien (Abbildung 2), deren Arbeit im Anschlussprozess möglichst schnell beginnen sollte, werden die Aufgaben der Bundes- und Landesbehörden koordiniert (z. B. Umsetzung des Bewirtschaftungsplanes zur europäischen Wasserrahmenrichtlinie, des Hochwasserrisikomanagementplans oder der Natura2000-Managementpläne), Absprachen getroffen, die Diskussion zwischen den Bundes- und Landesbehörden sowie den Interessenvertretungen aus Umwelt und Wirtschaft weitergeführt und damit angestrebt, den gemeinschaftlichen Prozess fortzuführen, um die anspruchsvollen Aufgaben- und Zielstellungen des GKE zeitnah zu erfüllen. Die Gremien werden durch eine Geschäftsstelle ergänzt. Das Zusammenspiel der Akteure im Anschlussprozess des GKE ist in Abbildung 3 dargestellt.

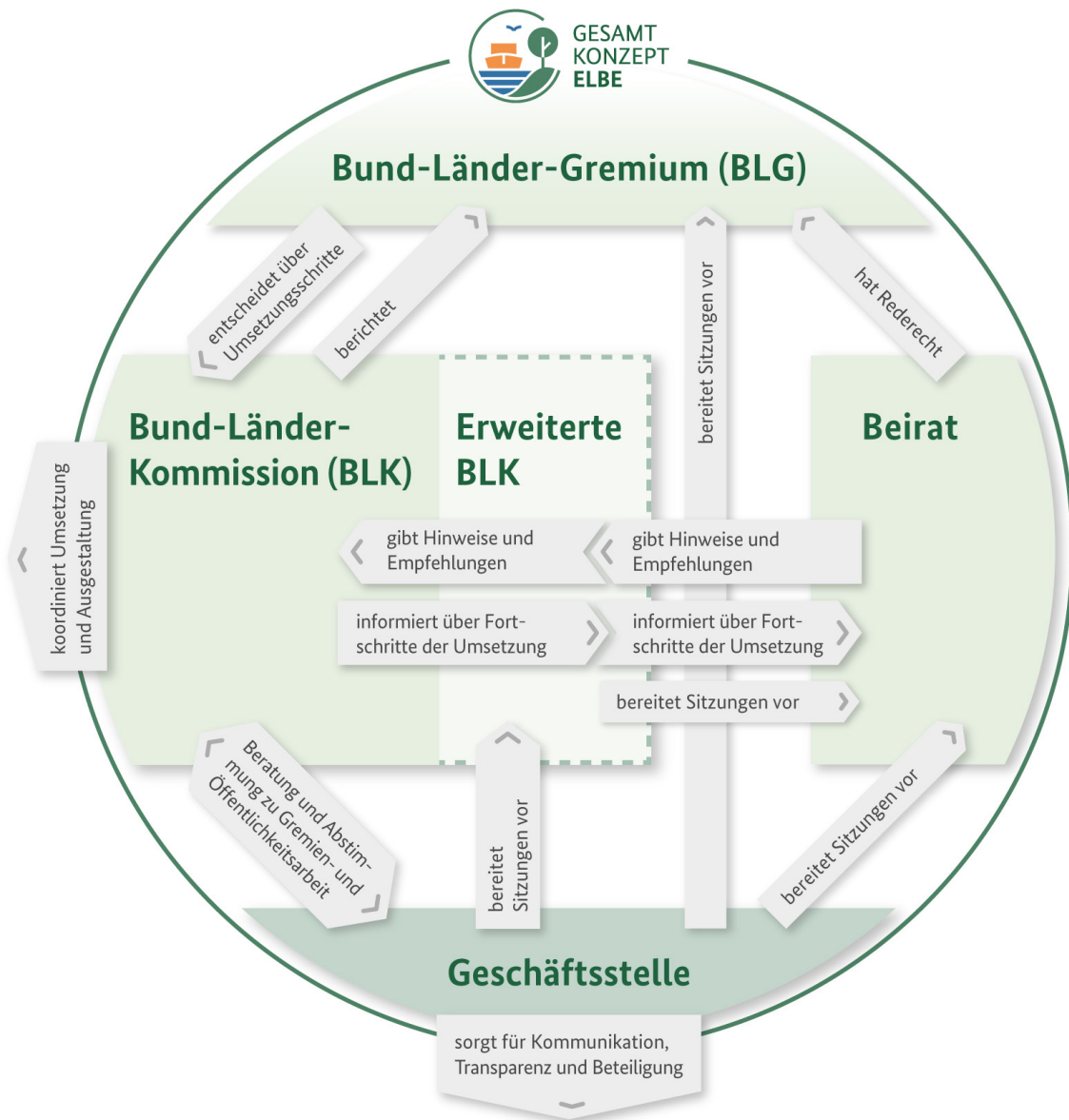


Abbildung 3: Zusammenspiel der Gremien des Gesamtkonzeptes Elbe

Die Bund-Länderkommission

Die zentrale Rolle für die fachliche Abstimmung zwischen den Bundes- und Landesbehörden bei der Umsetzung und Ausgestaltung des GKE nimmt die aus der ehemaligen Arbeitsgruppe hervorgegangene Bund-Länder-Kommission (BLK) ein. In der BLK werden die Themen Wasserwirtschaft, Naturschutz sowie Stromregelung und Verkehr durch feste Mitglieder vertreten. Die Belange der sechs Elbeanrainerländer werden durch die Geschäftsstelle der Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe für den Bereich Wasserwirtschaft und durch die Länderarbeitsgemeinschaft UNESCO-Biosphärenreservat „Flusslandschaft Elbe“ (LAG BRFE) für den Bereich Naturschutz eingebracht. Der Bereich Stromregelung und Verkehr wird durch die Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) sowie das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA) Elbe bearbeitet. Die Mitglieder der BLK kommunizieren die Ergebnisse der Beiratssitzungen in die jeweiligen Verwaltungen. Die Leitung der Bund-Länder-Kommission durch die WSV wurde im Hinblick

auf größtmögliche Kontinuität und Synergien bei der Teilnahme an Bund-Länder-Abstimmungen ausgewählt. Die BLK tagt regelmäßig, nimmt gemeinsam an den weiteren Gremiensitzungen teil und führt bei Bedarf auch gemeinsam Gespräche mit Landes- und Kommunalbehörden. Zur Vorbereitung der Sitzungen des Beirats wird die BLK durch jeweils eine Vertretung der Umwelt- und Wirtschaftsverbände erweitert.

Der Beirat

Im Beirat werden die Interessengruppen aktiv in den Anschlussprozess zum GKE eingebunden. Der Beirat gibt der Bund-Länder-Kommission auf der Basis von der BLK erarbeiteten Vorlagen möglichst im Konsens Hinweise und Empfehlungen zur Umsetzung des Gesamtkonzeptes Elbe und für die konkrete Ausgestaltung einzelner thematischer oder regionaler Beteiligungsprozesse (BMUV/BMDV 2022). Mitglieder des Beirates sind je vier ständige Vertreter aus dem Bereich Umwelt- und Naturschutz bzw. Zivilgesellschaft sowie dem Bereich Wirtschaft und Verkehr. Bedarfsweise nehmen in fachberatender Funktion Vertreter der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) und des Umweltbundesamtes (UBA) teil. Auch Vertreter der Kirche und des tschechischen Verkehrsministeriums werden zu den Sitzungen eingeladen. Für die vertiefte Diskussion zu größeren Maßnahmen oder Themen des GKE können bedarfsweise zusätzliche geeignete Formate eingerichtet werden, zu denen anlassbezogen auch weitere Experten eingeladen werden.

Seit 2018 haben 12 reguläre Sitzungen sowie 8 Sondertermine zu einzelnen Schwerpunktthemen stattgefunden. In diesen Sondersitzungen beschäftigte sich der Beirat mit der Veranlassung und dem Planungsstand der Pilotmaßnahme Klöden, der Methode der Erstellung von Defizitanalysen zur WRRRL, HWRM-RL und Natura 2000, der Erarbeitung von Grundlagen für den Relaunch der GKE-Webseite, der Erstellung eines Kommunikationskonzeptes, dem Arbeitsstand zur Umsetzung des GKE an der Elbe-Reststrecke, der Neufassung des Bundeswasserstraßengesetzes zum wasserwirtschaftlichen Ausbau, dem Grundverständnis im Anschlussprozess des GKE sowie Erkenntnissen aus den Strukturen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel und der Klimafolgenforschung.

Die Sitzungen des Beirates sind geprägt von konstruktiven Diskussionen über unterschiedliche Ansichten bezüglich fachlicher Themen, z. B. Defizitanalysen, Maßnahmenkonzeptionen oder Monitoringkonzepten, der Auslegung des GKE, insbesondere bei der Bearbeitung der Zukunftsthemen oder Berücksichtigung von Beteiligungsprozessen, sowie der Zeit- und Ressourcenplanung.

Das Bund-Länder-Gremium

Das Bund-Länder Gremium (BLG) hat die zentrale Funktion, abschließend und einstimmig über einzelne Umsetzungsschritte über den oder außerhalb des mit dem Gesamtkonzept Elbe gesetzten Rahmen zu entscheiden. Dabei bleiben gesetzliche Zuständigkeiten des Bundes und der Länder unberührt. Jedes Land und der Bund haben jeweils eine Stimme. Die Sitzungen des BLG dienen zudem der Information der anwesenden Bundes- und Ländervertreter über die Sachstände aktueller Themen des Anschlussprozesses. Das BLG tagt seit 2019 einmal jährlich. Es setzt sich zusammen aus den Vertretern der zuständigen Bundes- und Länderministerien sowie ggf. deren nachgeordneten Behörden. An den Sitzungen nehmen auch Vertreter der Vorsitzländer der FGG Elbe und der LAG BRFE sowie des tschechischen Verkehrsministeriums, die Mitglieder der BLK und

bedarfsweise auch Vertreter der fachberatenden Oberbehörden teil. Die Mitglieder des Beirates haben in den Sitzungen des BLG Rederecht. Auf den bisherigen Sitzungen des BLG wurde u. a. die Geschäftsordnung für den Anschlussprozess verabschiedet und regelmäßig Diskussionen zu verschiedenen Aspekten der Ausgestaltung des GKE zwischen Bundes- bzw. Ländervertretern sowie den anwesenden Interessenvertretern Raum gegeben.

Die Geschäftsstelle

Für den Anschlussprozess zum GKE wurde eine Geschäftsstelle eingerichtet. Sie übernimmt eine koordinierende und moderierende Funktion. Die Geschäftsstelle bereitet die Sitzungen des Beirates, des Bund-Länder-Gremiums sowie der erweiterten Bund-Länder-Kommission vor und ist für deren Moderation und Protokollierung zuständig. Die Geschäftsstelle ist zusätzlich für die regelmäßige Kommunikation sowie die Transparenz der Beteiligungsprozesse verantwortlich, übernimmt damit auch die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit für das GKE inkl. seiner Gremien, z. B. die Betreuung der GKE-Internetseite, und organisiert thematische und regionale Beteiligungsformate. Damit ist sie für die Koordination und Ausgestaltung des integrierten Kommunikations- und Beteiligungskonzeptes für das Gesamtkonzept Elbe zuständig. Die Geschäftsstelle ist erste Ansprechstelle für alle Beteiligten.

Fazit

Eine besondere Bedeutung bei der Umsetzung des GKE hat der Anschlussprozess, der seit der Verabschiedung des GKE 2017 im Gang ist. Hier werden nicht nur die hoheitlichen Aufgaben zwischen den Bundes- und Landesbehörden koordiniert, sondern auch der vorliegende Handlungsrahmen weiterentwickelt, offene Fragen geklärt und somit der GKE-Prozess fortgeführt. Dafür wurden drei Gremien gebildet, in denen sowohl der Bund und die Anrainerländer als auch die Interessenvertreterinnen und -vertreter und die Öffentlichkeit in die Diskussion und Umsetzung von Maßnahmen sowie die Weiterentwicklung des Konzeptes einbezogen werden. Die Zusammenarbeit im Anschlussprozess wird in einer gemeinsam aufgestellten Geschäftsordnung geregelt und durch eine Geschäftsstelle begleitet. Der Austausch zwischen den Mitgliedern hat sich gremienübergreifend konstruktiv entwickelt. Um das Vertrauensverhältnis der Akteure weiterhin zu stärken, ist eine kontinuierliche Fortführung des Anschlussprozesses mit einem respektvollen und auf gegenseitigem Verständnis beruhenden Miteinanders zielführend.

Literatur

BMVI/BMUB (2017): Gesamtkonzept Elbe - Strategisches Konzept für die Entwicklung der deutschen Binnenelbe und ihrer Auen. Bonn, 2017.

BMDV/BMUV (2022): Gesamtkonzept Elbe. www.gesamtkonzept-elbe.de, Abruf 28.09.2022.

Gabriel, T. (2019): Herausforderungen an den Verkehrswasserbau am Beispiel des Gesamtkonzeptes Elbe. In: Verkehrswasserbau und Ökologie – Erfolge, Synergien, Konflikte. Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe 2019.

Gierra, T. (2022): Das Gesamtkonzept Elbe – Gemeinsam für einen Lebens- und Wirtschaftsraum mit Zukunft. In: WasserWirtschaft 5/2022, Springer Vieweg, ISSN 0043 0978.

Der Wiederanschluss von Altgewässern – Zwischenbilanz aus der Praxis als Überblick nach 30 Jahren Projektarbeit an der Elbe Sachsen-Anhalt

Karl-Heinz Jährling, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt

Einleitung

Große Flüsse sind das funktionale Rückgrat unserer Gewässerlandschaften. Durch vielfältige Interaktionen zwischen Hauptgewässer, Auengewässersystem und Überflutungsaue sind diese in Folge von Abfluss- und Morphodynamik von ausschlaggebender Bedeutung für die Lebensräume und die Lebensgemeinschaften ganzer Naturräume. Die Stabilität und Funktionalität der ökologischen Verknüpfungen des gesamten Gewässernetzes sind vom Zustand der Flüsse in den Unter- und Mittelläufen abhängig. Trotz sohlerosiver Prozesse verfügt die Mittlere Elbe über ein hohes Potential das ehemalige Altgewässersystem hydraulisch-sedimentologisch und damit ökologisch teilweise wieder an den Strom anzubinden.

Wichtig ist es zu erwähnen, dass es sich bei dem Begriff der „Altgewässer“ häufig um einen falsch verwendeten Sammelbegriff für eine Anzahl verschiedener, vom Fluss abhängiger Auengewässertypen handelt. Neben den Altarmen und Altwässern jeglichen Couleurs in der rezenten Überflutungsaue umfassen diese auch die zum Hauptstrom gehörigen Nebenrinnen sowie die Altwasser in der fossilen Aue hinter den Hochwasserschutzanlagen. Diese Tatsache gilt es bei Anschlussprojekten zu berücksichtigen, da hiervon der Erfolg von Maßnahmen abhängig ist. Betrachtet werden gezielte Wiederanschlüsse von Nebenrinnen, Altwässern und Altarmen. Nicht berücksichtigt werden Strukturverbesserungen im Uferbereich – auch wenn möglicherweise Auengewässer bevorzugen werden, z. B. nach Maßnahmen an Bauwerken wie Buhnenschlitzungen oder Entnahme von Deckwerken – ohne die ökologische Notwendigkeit solcher Projekte in Frage stellen zu wollen.

Historische Entwicklung

Defizite des Fehlbestandes von Altgewässern sowie nicht mehr vorhandener Verbindungen untereinander und zum Strom, lassen sich mit nachfolgenden Abbildungen verdeutlichen. Ausgewählt wurde ein Teil der Elbaue bei Magdeburg, da sich dieser im Übergangsbereich zwischen der Mäander- und der Anastomosierungszone der Elbe befindet und daher alle möglichen Altgewässertypen vorhanden bzw. für den notwendigen Überblick abbildbar sind.

Bezogen auf die Hydraulik und die Potamonanbindungen sind nach Abbildung 1 noch in der Mitte des 18. Jahrhunderts alle Altgewässertypen mehr oder weniger unbeeinflusst vorhanden. Nicht vorhanden sind in diesem Bereich – auf Grund unveränderter Terrassenlagen der Elbe – natürliche (Ur)altwasser im Paläopotamon. Diese entstanden erst nach dem Bau von Deichen und der Verlagerung bzw. hydraulischen Abkopplung von Altwässern in das anthropogene Paläopotamon. Unter Einbeziehung der durch wasserbauliche Eingriffe des Verkehrswasserbaus bzw. des Hochwasserschutzes hervorgerufenen Veränderungen – rote Linien für die Winterdeiche und gelbe Symbole für Teilschutzdeiche, Querbauwerke und Altarmunterbrechungen – bietet sich für den aktuellen Zustand in Abbildung 2 ein völlig anderes Bild (Jährling 2019). So findet im betrachteten Elbeabschnitt in großen Teilen des Plesiopotamons (bei Hochwasser in der rezenten Aue überflutete Altarme) keine Überflutung mehr statt. Durch die effektive Trennung von der Wasserstands-

und Feststoffdynamik eines hochwasserführenden Flusses, sind diese Altwasser in der fossilen Flussaue hinter dem Deich für intakte auenökologische Prozesse dauerhaft verloren gegangen.

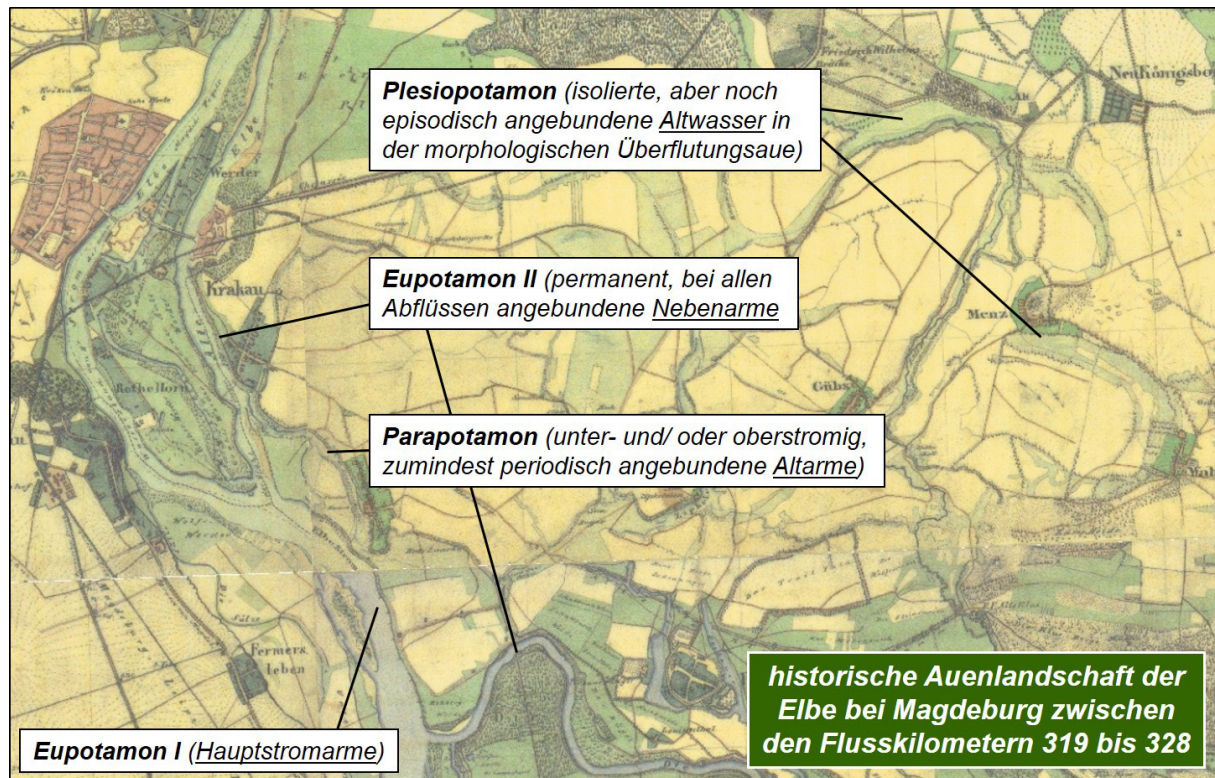


Abbildung 1: Altwässertypen – historische Bestands- und Anbindungssituation in der Elbaue bei Magdeburg (Quelle: Schmettau'sches Messtischblatt 1767-1787, Cardo GIS des LHW)

Dafür entstand mit diesen, jetzt zum Paläopotamon gehörigen Gewässern, ein anthropogen geschaffener Altwassertyp, der im fossilen Teil der morphologischen Aue zeitverzögert mit deutlich abgeflachten Amplituden ohne hydraulisch-sedimentologische Wirkungen auf das hochwassergeprägte Grund- und Drängewasserregime reagiert. Diese „Uraltwässer“ kommen natürlicherweise vor, sind in anthropogen unbeeinflussten Flussauen aber nur auf nicht mehr aktiven Flussterrassen nach Verlagerungen des Hauptgewässers zu finden. Für den betrachteten Elbabschnitt heißt dies, dass das Plesiopotamon völlig ausfällt.

Aber auch Altwässer der vorhandenen Überflutungsau, wie die des Eupotamons und des Parapotamons, wurden durch die veränderte Prozessdynamik entscheidend beeinflusst. Diese Gewässer werden im anthropogen unbeeinflussten Zustand im Eupotamon als Flussarm permanent durchflossen bzw. sind im Parapotamon bei mittleren Abflüssen einseitig angebunden und werden bei Hochwasser durchströmt. Dies ist nicht mehr der Fall. Das Parapotamon ist zwar noch vorhanden, wurde durch wasserbauliche Anlagen und Maßnahmen – in diesem Beispiel ein Wehr in der Alten Elbe und einen Leitdeich – sehr stark verändert, Der im Parapotamon abgebildete Prester See ist nur noch im Rückstau, hydraulisch unwirksam von unterstrom eingestaut.

Im Bereich des Eupotamons – der Hauptstrom einschließlich permanent durchströmter Nebenarme – sind die Veränderungen noch einschneidender. So ist am Beispiel der Alten Elbe Magdeburg ein ursprünglich intakter Nebenarm durch ein in den vergangenen Jahrhunderten immer

wieder erhöhtes Streichwehr nur ab bestimmten Wasserständen angeschlossen. Ein Sedimenttransport findet bei Wasserständen bis zum mittleren Hochwasserabfluss nicht statt. Die bei höheren Abflüssen transportierten Sedimente werden bei fallenden Wasserständen nach dem Strömungsabriss am Wehr in der Alten Elbe nicht mehr weitertransportiert und akkumulieren. Die Folge sind wiederholte Eingriffe zur Erhaltung des Hochwasserabflussprofils in der Nebenelbe.



Abbildung 2: Altgewässertypen – aktuelle Bestands- und Anbindungssituation in der Elbaue bei Magdeburg (Quelle: Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt, Cardo-GIS des LHW)

Noch misslicher ist die Bestandsituation für die Alte Elbe Dornburg (Abbildung 2, unterer Bildrand). Diese 26 Kilometer lange Stromverzweigung wird im Zustrom durch das Pretziener Wehr, welches nur bei Extremhochwässern zur Hochwasserableitung gezogen wird, die Deiche des dazugehörigen Umflutkanals sowie durch den rechten Elbewinterdeich (gelbes Kreuz in der Abbildung) vollständig und dauerhaft vom Hauptstrom abgeschnitten. Ursprünglich war diese Nebenelbe bei allen Abflussszenarien angeschlossen und damit morphologisch-sedimentologisch sowie ökologisch permanent verfügbar. Damit sind intakte Nebenarme und Stromspaltungen im Eupotamon ausbaubedingt in der Mittleren Elbe nicht mehr vorhanden (Jährling 2009).

Fachliche Grundlagen

Die tragende Größe eines funktionsfähigen Altgewässersystems ist die gewässertypspezifische Wasserstands- und Abflussdynamik. Hiermit werden die Grundlagen für alle weiteren gewässer- und auenökologischen Prozesse wie die Grundwasserdynamik, die Feststoff- und Morphodynamik, die Nährstoffdynamik sowie die Vegetations- und Besiedlungsdynamik gelegt (verändert

nach Dister 1992). Diese wird in der hydrologischen Statistik mit den Wasserständen zwischen NNW und dem HHW bzw. dem Abfluss zwischen den NNQ und dem HHQ umrissen. In der Gesamtfunktionalität ist daher nicht nur der Hochwasserabfluss zu beachten. Altgewässer werden typabhängig von der Gesamtspanne auftretender Wasserstände geprägt. Dabei sind die hydraulische Zuordnung der betreffenden Auengewässer zu den verschiedenen Altgewässertypen und der morphologische Typ des prägenden Fließgewässers von ausschlaggebender Bedeutung. Werden die Altarme und Altwasser des Para- und Plesiopotamons sowie – mit zeitlicher Verzögerung der Beeinflussung über den Grundwasserkörper – auch die (Ur)altwasser des Paläopotamons hinter den Deichen durch statistisch seltene und große Hochwasserabflüsse periodisch oder episodisch beeinflusst, wirken auf die Nebenrinnen im flussnahen Gewässersystem des Eupotamons bereits „Normalabflüsse“ und statistisch häufig auftretende kleine Hochwasserereignisse. Letztere sind in anthropogen veränderten Flüssen als bettbildende Abflüsse – beginnend ab etwa einem zweifachen Mittelwasserabfluss bis zum ein- bis zweijährigen Hochwasser – bedeutend für Morphodynamik und Feststoffhaushalt des verzweigten Hauptstromsystems (Jährling 2009). Bei einem weiteren Anstieg erfolgt die hydraulische Entlastung der Gewässersohlen zu Gunsten der Flächen der Überflutungsau mit den hier vorhandenen Altarmen und Altwässern. Wichtig für die ökologische Funktionalität natürlicherweise permanent angeschlossener Nebenrinnen, sind unter allen Umständen aber auch die Niedrig- und Mittelwasserabflüsse.

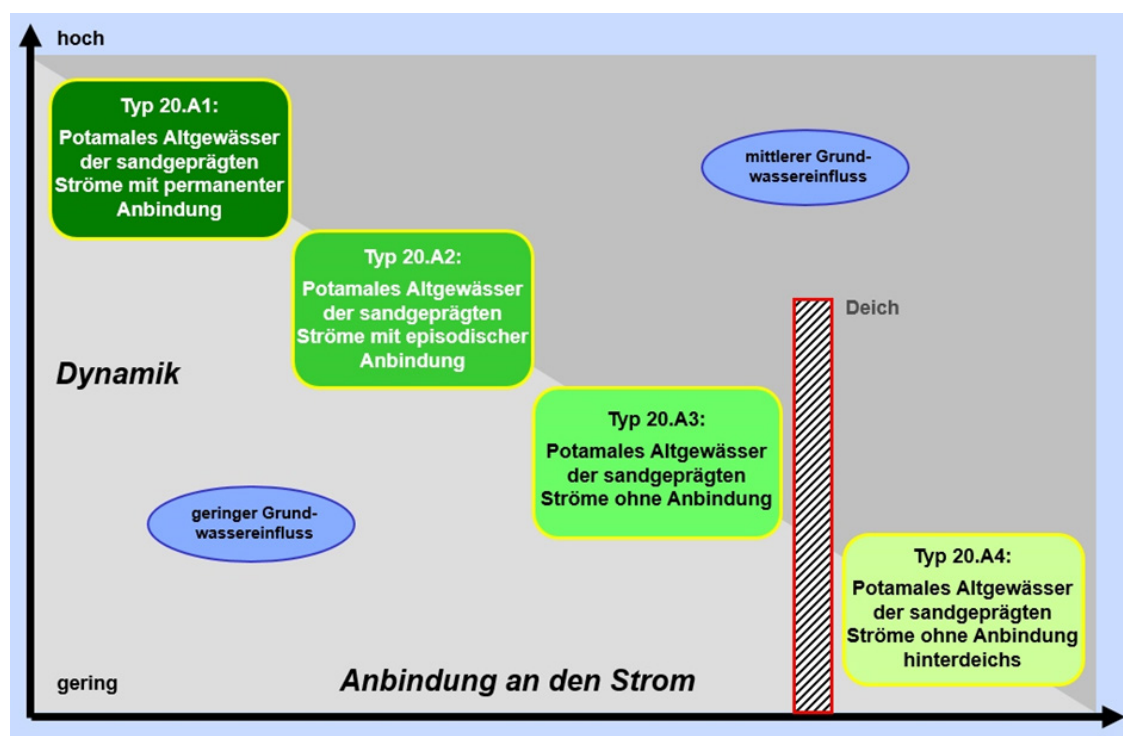


Abbildung 3: Altgewässertypen der Mittleren Elbe in Abhängigkeit von der Gewässerhydraulik und der Anbindungscharakteristik (Pottgiesser et.al. 2013)

Deshalb ist es schon bei Vorplanungen von Altgewässeranbindungen im Hinblick auf die morphodynamische Reaktion des Anschlussgewässers und damit für den letztendlichen Projekterfolg notwendig, die grundlegenden Unterschiede zwischen flussmorphologischen Referenzzuständen

einstromiger Mäander- oder mehrstromiger Verzweigungsverläufe sowie den hydraulischen Anschlusstyp des Altgewässers zu beachten. Dies gilt insbesondere für Projektplanungen von Anschlusshöhen und Anbindungszeiten an das Eupotamon und daran geknüpfte Erwartungen hinsichtlich der Nachhaltigkeit und zukünftigen morphologischen Entwicklung (Jährling 2015).

Konzeptionelle Grundlagen

Trotz erheblicher Güteprobleme bis zum Jahr 1989 ist festzuhalten, dass sich die Gewässerstruktur der Mittleren Elbe im damaligen Bild deutlich heterogener gegenüber dem aktuellen Zustand darstellte. Dies war das Ergebnis einer volkswirtschaftlich geschuldeten, geringen Unterhaltungsintensität und eines großen „Reparaturstaus“ an wasserbaulichen Anlagen. So ergaben sich mit sukzessiv einsetzenden eigendynamischen Prozessen in Folge nicht intakter Buhnen, Deck- und Leitwerke zwangsläufig Veränderungen der hydraulisch-sedimentologischen Bedingungen gegenüber den ursprünglichen verkehrswasserbaulichen Zielstellungen des Elbeausbaus.

Dadurch bedingt kam es regional und lokal über Jahrzehnte hinweg zur Etablierung flusstypischer Lebensräume. Allerdings waren diese Strukturen nicht von langer Dauer. Bereits seit Beginn bis Mitte der 1990-er Jahre sind diese durch intensive Unterhaltungsarbeiten und Bauwerksreparaturen nicht mehr vorhanden bzw. sind ökologisch nicht mehr funktionsfähig (Jährling 1996). Veranlasst durch diese Entwicklung und gestützt auf die qualitative Sanierung der Elbe, wurden frühzeitig entsprechende Erwartungshaltungen hinsichtlich einer prognostisch notwendigen, gewässermorphologischen Verbesserung der Elbe in Sachsen-Anhalt vorgelegt (Jährling 1993). Die Vorschläge reichten von fundamental notwendigen Schritten wie einer Geschiebezugabe zur Erosionsminderung über Deichrückverlegungen bis zum Wiederanschluss von Altarmen. Neben diesen Vorstellungen gibt es seit Mitte der 1990-er Jahre weitere Konzepte, wie z. B.:

- Ökologische Studie zum Schutz und zur Gestaltung der Gewässerstrukturen und der Uferandregionen der Elbe (IKSE 1994)
- Aktionsprogramm Elbe 1996 bis 2010 und Vierter Bericht über die Erfüllung des Aktionsprogramms Elbe (IKSE 1995/ 2005)
- Einschätzung wasserbaulicher Unterhaltungsmaßnahmen in Schutzgebieten der Elbe und Empfehlungen für die Erleichterung der Abstimmungsverfahren (WSV-Elbeländer 2002-04)
- ausgewählte Unterhaltungspläne für die Bundeswasserstraße Elbe (BfG 2003/ 2004)
- Sohlstabilisierungskonzept für die Elbe von Mühlberg bis zur Saalemündung (BAW/ BfG 2008)
- Sedimentmanagementkonzept der Flussgebietsgemeinschaft Elbe (FGG Elbe 2013)

Die programmatischen Zielstellungen sind teilweise zwar verschieden, enthalten aber in unterschiedlicher Qualität Maßnahmen für die Verbesserung der hydromorphologischen Situation der Elbe. Speziell für den Bereich der deutschen Binnenelbe haben alle diese Konzepte allerdings auch etwas anderes gemeinsam: keines führte zu Verbesserungen von Gewässerstruktur, Morphodynamik oder Lateralvernetzung in Form umgesetzter Projekte. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Neben fehlenden politischen Zielen der fachlichen Erfordernisse, wurden Maßnahmen aus den

Unterlagen trotz erfolgter Hinweise inklusive konkreter Zuarbeiten nicht aufgenommen. Weiterhin waren - vor den bestehenden rechtlichen Hintergründen - Zuständigkeiten nicht oder lediglich unzureichend geklärt und es fehlten finanzielle Untersetzungen. Sicherlich wurden Defizite aufgezeigt und wichtige Schritte in anderen Ressorts umgesetzt (z. B. Abwasserreinigung, Hochwasserschutz). Wirkungsvolle morphodynamische Maßnahmen wie der Anschluss von Altgewässern wurden durch diese Konzepte jedoch nicht initiiert und auch nicht realisiert.

Derzeit sind mit dem Bundesprojekt „Blaues Band“ und dem Gesamtkonzept Elbe neue konzeptionelle Arbeitsgrundlagen für die Realisierung hydromorphologischer Maßnahmen im Gespräch. Möglichweise sind die Ausgangsbedingungen diesmal günstiger. So ist das Bundesprojekt „Blaues Band“ in der Koalitionsvereinbarung der ehemaligen schwarz-roten Bundesregierung verankert und wirtschaftlich mit einem nicht unerheblichen Budget untersetzt. Beim Gesamtkonzept Elbe sind diese, für reale Umsetzungen aber essentiellen Umsetzungsmodalitäten allerdings noch nicht vorhanden, auch wenn für die Umsetzung bereits Personal vorhanden ist.

Hoffnungsvoll stimmt das „Gesetz über den wasserwirtschaftlichen Ausbau der Bundeswasserstraßen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der Wasserrahmenrichtlinie“ vom 02.06. 2021. Damit wurde an Bundeswasserstraßen die Zuständigkeit des Bundes für die Umsetzung EG-WRRL erweitert. Hier bleibt abzuwarten, wie die Umsetzung – geknüpft an die Bewirtschaftungsplanung der Flussgebietsgemeinschaft Elbe und der Länder – funktionieren wird.

Umsetzungsbilanz

Die nachfolgende Bilanz beinhaltet gezielte Gewässeranschlüsse. Nicht betrachtet sind Altgewässerreaktivierungen nach Deichrückverlegungen und nach Optimierung der lateralen Vernetzung in Folge von Maßnahmen an Bauwerken oder Uferreihen. Demnach wurden an der 304 km langen Mittleren Elbe in Sachsen-Anhalt bisher acht Projekte umgesetzt. Für vier weitere liegen konkrete Planungsunterlagen vor bzw. befinden sich diese in der Genehmigungsphase. Weitere sechs Projekte sind vorgesehen, d. h. diese befinden sich in der konzeptionellen Vorbereitung.

Die Gesamtkonstellation ist insofern interessant, da die Projekte durch unterschiedliche Projektträger in enger Zusammenarbeit mit den Kolleg*innen der WSV umgesetzt worden sind bzw. umgesetzt werden. Projektträger waren und sind verschiedenen NGO des Naturschutzes, Behörden des Bundes und des Landes, verschiedene Gebietskörperschaften sowie ein Unterhaltungsverband. Ebenso verschieden sind die Projektfinanzierungen, welche sich in der Regel aus Programmen (z. B. die Naturschutzgroßprojekte des Bundes, Umweltschutzprogramm des Landes) ergaben. Weiterhin sind Kompensationsmaßnahmen für Eingriffe in Natur und Landschaft mit einer dann üblichen Eigenmittelfinanzierung vertreten. Der Zeitraum der angeführten acht realisierten Projekte erstreckt sich – beginnend mit der Öffnung des Altwassers „Kurzer Wurf“ im Jahr 2001 – bis zum Jahr 2020 mit dem Anschluss des Prester Sees.

Interessant ist die Einordnung dieser Bilanz bezüglich weiterer, potentiell möglicher Anschlussprojekte vor dem Hintergrund der Arbeiten zur Umsetzung der EG-WRRL. So wurden in Sachsen-Anhalt in 2008 – aufbauend auf den Erkenntnissen seit 1993 – summarisch 143 konkret verordnete, hydromorphologische Maßnahmen für den Bewirtschaftungsplan Elbe zusammengestellt (LHW 2008). Entscheidend ist die darin enthaltene Anzahl potentieller Wiederanschlüsse und von Projekten mit ähnlich gelagerten Zielen (z. B. Offenlegung nach Deichrückverlegung, Absenkung von Wegen, Schlitzung von Uferreihen, Veränderung von Bauwerken): demnach ergeben sich 57

Auengewässerreaktivierungen, d. h. über eine Drittel der angedachten 143 WRRL-Projektoptionen, d. h. 39 weitere Projekte neben den bisher realisierten und angedachten 18 Maßnahmen.

Tabelle 1: Aktueller Stand von Gewässeranschlüssen (grün: umgesetzt, gelb: Planungs- oder Genehmigungsphase, rot: konzeptionelle Vorbereitung)

Maßnahme	Projektträger	Anlass und Finanzierung	Stand
Alte Elbe Bösewig	Sielmann-Stiftung/ Biosphärenreservat Mittelbe	Naturschutzgroßprojekt (Bund, Land, NGO)	
Altwasser Klödener Riss	Sielmann-Stiftung/ Biosphärenreservat Mittelbe	Naturschutzgroßprojekt (Bund, Land, NGO)	
Altwasser Kurzer Wurf	Sielmann-Stiftung/ Biosphärenreservat Mittelbe	Naturschutzgroßprojekt (Bund, Land, NGO)	
Heinemanns Lache	Biosphärenreservat Mittelbe	Naturschutzmaßnahme (ELER-Mittel der EU)	
Alte Elbe Breitenhagen	WWF Deutschland	Bundesprojekt „Blaues Band“ (Bund, NGO)	
Alte Dornburger Elbe	BUND	Naturschutzgroßprojekt (Bund, Land, NGO)	
Altarm Prester See	Landeshauptstadt Magdeburg	Kompensationsmaßnahme (Eigenmittel Land, EU)	
Alte Elbe Lostau	Unterhaltungsverband „Ehle/ Ihle“	Maßnahme der EG-WRRL (ELER-Mittel der EU)	
Nebenrinne Rogätz	Biosphärenreservat Mittelbe	Naturschutzmaßnahme (ELER-Mittel der EU)	
Nebenrinne Mühlenwerder	Biosphärenreservat Mittelbe	Naturschutzmaßnahme (ELER-Mittel der EU)	
Alte Elbe Mühlenwerder	Landkreis Jerichower Land	Naturschutzmaßnahme (ELER-Mittel der EU)	
Nebenrinne Parchau	Wasserstraßenneubauamt Magdeburg	Kompensationsmaßnahme (Eigenmittel Bund)	
Nebenrinne Bittkau	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft	Umweltsofortmaßnahme (Eigenmittel Land)	
Nebenrinne Löpsche	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft	Kompensationsmaßnahme (EFRE-Mittel der EU)	
Altwasser Müllers Hafen	NABU	Bundesprojekt „Blaues Band“ (Bund, NGO)	
Nebenrinne Sandauerholz	Landkreis Stendal	Naturschutzmaßnahme (ELER-Mittel der EU)	
Altwasser Möwenwerder	NABU	Bundesprojekt „Blaues Band“ (Bund, NGO)	
Nebenrinne Kälberwerder	BUND	Naturschutzgroßprojekt (Bund, NGO)	

Die Vorstellung eines konkreten Anschlussprojektes ist an dieser Stelle nicht möglich. Detaillierte Informationen zu den an der Mittleren Elbe in Sachsen-Anhalt realisierten Maßnahmen können in allen Aspekten – Konzeption und Vorbereitung, Planungsphasen, Genehmigungs- und Finanzierungsmodalitäten sowie bauliche Umsetzung und Bildmaterial – beim Autor angefragt werden. Diese werden bei Bedarf gerne zur Verfügung gestellt.

Zusammenfassung

Nachdem in den vergangenen Jahrhunderten in Folge des Hochwasserschutzes und des Verkehrswasserbaus in den vorwiegend als Wasserstraßen genutzten großen Fließgewässern der überwiegende Teil der Überflutungsaue und Altgewässer verschiedenster hydraulischer Prägungen verloren gegangen sind, ist es an der Zeit, diesem Mangel entschieden in Form von geeigneten Wiederanschlussmaßnahmen zu begegnen. An der Mittleren Elbe im Bereich des Bundeslandes Sachsen-Anhalt wurden in den vergangenen zwei Jahrzehnten derartige Projekte bereits mit Erfolg durchgeführt. Diesen Weg gilt es weiter zu beschreiten.

Hierbei ist jedoch zu beachten, dass als essentielle Grundlage für die notwendige Nachhaltigkeit solcher Projekte langfristig die Beendigung oder besser noch eine Umkehr der Sohlerosionstendenz der Mittleren Elbe erforderlich ist. Wenn dies in der hinreichenden Quantität und Qualität nicht gelingt, ist einerseits davon auszugehen, dass die Zielerreichung verschiedener europäischer Rechtsnormen wie der EG-WRRL, der FFH-RL und der HWSM-RL für die Mittlere Elbe eine Illusion bleiben wird. Unabhängig von bestehenden Rechtsverpflichtungen werden andererseits fachlich und inhaltlich essentielle Chancen vergeben, nachhaltige Anpassungen unserer Gewässer – z. B. an die veränderten klimatischen Bedingungen – vorzunehmen.

Literatur

- Dister, E. R. (1992): Ökologische Forderungen an den Hochwasserschutz. Wasserwirtschaft 82. Jahrgang, Heft 7/8, S. 7f.
- Jährling, K.-H. (1993): Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf die Struktur der Elbauen – prognostisch mögliche ökologische Verbesserungen, Staatliches Amt für Umweltschutz Magdeburg (Hg.), Magdeburg.
- Jährling, K.-H. (1996): Die flussmorphologischen Veränderungen an der mittleren Elbe im Regierungsbezirk Magdeburg seit dem Jahr 1989 aus der Sicht der Ökologie, Staatliches Amt für Umweltschutz Magdeburg (Hg.), Magdeburg.
- Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (2008): Maßnahmen Elbe/ Basisbearbeitung, interne Stellungnahme Sachgebiet Ökologie, Bearbeiter: K.-H. Jährling.
- Jährling, K.-H. (2009): Zur Situation autotypischer Gewässer aus historischer Sicht und Erfahrungen bei der Altarmreaktivierung an der Elbe, Naturschutz im Land Sachsens – Anhalt 46, Sonderheft 2009/1, Forschung und Management im Biosphärenreservat Mittel Elbe, S. 17–28.
- Pottgiesser, T., Ehlert T., Jährling, K.-H., (2013): Altgewässertypologie – Ein Instrument zur naturnahen Entwicklung potamaler Altgewässer der Elbe in Sachsen-Anhalt. – Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt. 50. Jahrgang, S. 24–38.

Jährling, K.-H. (2019): Lateralvernetzung von Fluss und Aue im Kontext zwischen Naturschutz und Wasserwirtschaft - Grundlagen, Synergieeffekte und Maßnahmen; in: Artenschutzreport 40/ 2019, Görner, M., Kneis, P. (Hg.), Jena, S. 51–55.

Konzepte und Ideen für die Oder – Integration verkehrlicher und wasserwirtschaftlicher Maßnahmen

Astrid Ewe, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Oder-Havel

Einleitung

Die Oder ist auf einer Länge von etwa 162 Kilometern Grenzfluss zwischen Polen und Deutschland. Oberhalb der Neiße mündung bei Ratzdorf (Od-km 542,4) und unterhalb des Abzweiges der Westoder bei Widuchowa (Od-km 704,1) verläuft sie auf polnischem Gebiet; die ersten 131 Kilometer des Oberlaufs und die Quelle liegen in Tschechien. Bei Küstrin (Od-km 617,6) mündet die Warthe in die Oder, die das Einzugsgebiet fast verdoppelt. Die Oder mündet über das Stettiner Haff in die Ostsee. Das Einzugsgebiet hat eine Fläche von insgesamt rd. 120.000 km² und liegt zum größten Teil (rd. 88 %) auf polnischem Gebiet. Die hydrologischen Verhältnisse im Odergebiet sind geprägt von langanhaltenden Niedrigwasserperioden vor allem im Spätsommer und Herbst. Im oberen Bereich (etwa bis Od-km 300) ist die Oder staugeregt. Die 25. Staustufe bei Malczyce wurde nach langer Bauzeit 2020 fertig gestellt, weitere Staustufen bei Lubiąż und Ścinawa sind in Planung. Die mittlere Oder (Bereich bis zur Warthemündung) und die Untere Oder (ab Warthemündung) sind freifließend. Die Ufer sind größtenteils mit Buhnen, Deckwerken und vereinzelt Parallelwerken gesichert.

Ein kurzer Rückblick: Der Verlauf der Oder wurde seit dem 18. Jahrhundert durch anthropogene Eingriffe, vor allem Durchstiche und Eindeichungen, stark verändert. In der 1. Etappe hatten die Maßnahmen das Ziel, das Land vor Überschwemmungen zu schützen, Eisgefahren zu verringern und Vorflut für Entwässerungsmaßnahmen zu schaffen. Beispielhaft sei hier das Projekt Friedrich II. zur Trockenlegung des Oderbruchs genannt. Zwischen 1747 und 1753 wurde zwischen Güstebiese und Hohensaaten (km 645,6 – 664,9) ein neues Flussbett gegraben, um das Oderbruch als landwirtschaftliche Fläche nutzbar zu machen. Das Oderbruch hat 2022 als erste Kulturlandschaft das Europäische Kulturerbe-Siegel erhalten.

Mit der 2. Etappe des Oderausbaus wurden erste Staustufen und Buhnen zur Mittelwasserregulierung gebaut (s. Abbildung 1).

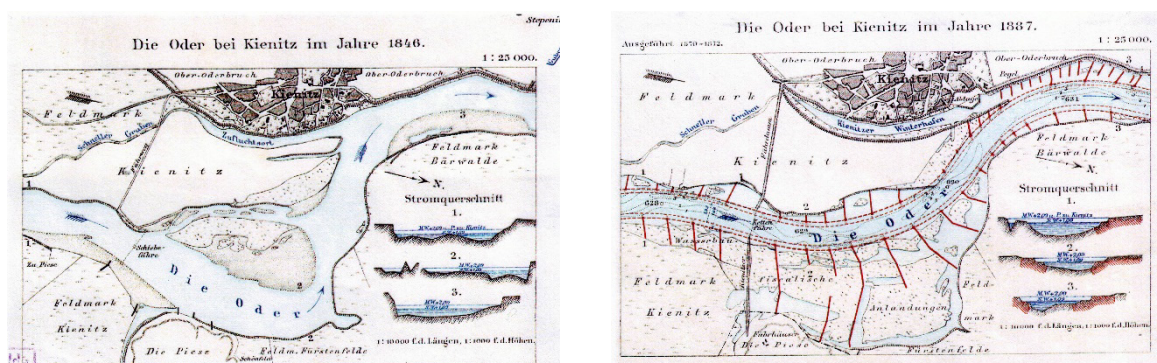


Abbildung 1: Ausbau mit Buhnen bei Kienitz (Quelle: Archiv WSA Oder-Havel)

Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts erfolgten weitere Regelungsmaßnahmen mit dem Ziel, die Fahrwasserverhältnisse zu verbessern. In der Mittleren Oder, etwa bis zur Warthemündung,

wurde eine systematische Niedrigwasserregulierung durchgeführt. Unterhalb der Warthemündung wurde eine Niedrigwasserregulierung nur in Teilbereichen umgesetzt, so dass die Bühnen unterschiedliche Ausbauhöhen besitzen und keine einheitliche Trassierung vorzufinden ist. Zudem ist das Bühnenregelungssystem infolge von Hochwasser- und Eisschäden sowie mangelnder Unterhaltung sowohl im polnischen Abschnitt als auch auf der Grenzoder zum Teil stark beschädigt.

Mit diesem Vortrag möchte ich über Entstehung und Ziele der gemeinsamen deutsch-polnische Stromregelungskonzeption für die Grenzoder informieren, ein erstes Teilprojekt, das Parallelwerk Reitwein, vorstellen und erläutern, wie wir Maßnahmen zum wasserwirtschaftlichen Ausbau in die noch anstehenden Planungen integrieren wollen.

Stromregelungskonzeption Grenzoder

Die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) wurde 2011 vom damaligen Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Eberswalde beauftragt, für die Grenzoder eine neue Stromregelungskonzeption (SRK) zu erstellen. Die Erstellung der SRK erfolgte in enger Abstimmung mit einem Projektteam aus Mitarbeitern der zuständigen Behörden (RZGW Szczecin und WSA Eberswalde) sowie Fachleuten der Westpommerschen Technischen Universität Stettin sowie der BAW.

Zur Vorgeschichte: Der Unterhaltungszustand der Stromregelungsbauwerke ist auf deutscher und polnischer Seite unzureichend. Dies hat in den letzten Jahrzehnten zu verstärkten Anlandungstendenzen und ständig verschlechterten Fahrrinntiefen mit negativen Auswirkungen auf das Hochwasserabflussprofil geführt. Eine Beibehaltung dieses Zustandes kann auch aus wasserwirtschaftlicher Sicht nicht hingenommen werden, da die gemeinsamen polnisch-deutschen Eisaufbruchaktionen sowie die Eisabfuhr und damit der Hochwasserschutz an der Oder erheblich gefährdet bzw. beeinträchtigt werden. Zugleich ist die Binnenschifffahrt behindert.

Nach langen Abstimmungsgesprächen zwischen den zuständigen Verwaltungen beider Staaten gelang es mit Einbindung der Fachbehörden, als ersten Meilenstein Eckpunkte für eine Unterhaltungsstrategie in der Oderregion in einem „Thesenpapier“ gemeinsamen festzulegen. Auf dieser Grundlage wurde am 27.04.2015 das „Abkommen zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der Regierung der Republik Polen über die gemeinsame Verbesserung der Situation an den Wasserstraßen im deutsch-polnischen Grenzgebiet (Hochwasserschutz, Abfluss- und Schifffahrtsverhältnisse)“ (DE/PL-Abkommen) von Verkehrsminister Dobrindt und vom polnischen Umweltminister Grabowski unterzeichnet.

Ziele des DE/PL-Abkommens sind:

- Instandsetzung des vorhandenen Stromregelungssystems auf der Grundlage einer gemeinsamen Stromregelungskonzeption.
- Sicherstellung des Eisaufbruchs an der Grenzoder und der Eisabfuhr aus der Grenzoder in die Ostsee der auch dem staatenübergreifenden Hochwasserschutz zu Gute kommt.
- Gewährleistung der Fahrt von Küstenmotorschiffen zwischen dem Hafen Schwedt und der Ostsee.

Die SRK wurde parallel zur Verhandlung des DE/PL-Abkommens erstellt und ist in Artikel 3 des Abkommens verankert. Mit der SRK werden für die Grenzoder einheitliche Regelungsparameter in Form von Bauwerkssollhöhen und Streichlinienbreiten abschnittsweise festgelegt, sowie Empfehlungen für die Umsetzung der Regelungsmaßnahmen und die laufende Unterhaltung gegeben.

Für die Erstellung der Konzeption hat die BAW ein numerisches Feststofftransportmodell (FTM) der Grenzoder von Od-km 542,2–694,0 erstellt (Länge ca. 150 km, Simulationszeitraum 40 Jahre), um großräumige und langfristige Sohl- und Wasserspiegellagenveränderungen zu ermitteln. Mit diesem FTM wurden fünf Hauptvarianten (SRK-V1 bis SRK-V5) sowie mehrere Untervarianten und Szenarien untersucht. Mit fast allen Varianten kann das geforderte Tiefenziel erreicht werden. Die Varianten unterscheiden sich hinsichtlich des baulichen Aufwandes und bezüglich der Auswirkungen auf Wasserspiegellagen. Die Variante SRK-V5 (s. Abbildung 2) stellt den besten Kompromiss zwischen dem baulichen Aufwand und der Sicherheit zur Erreichung des Tiefenziels dar.

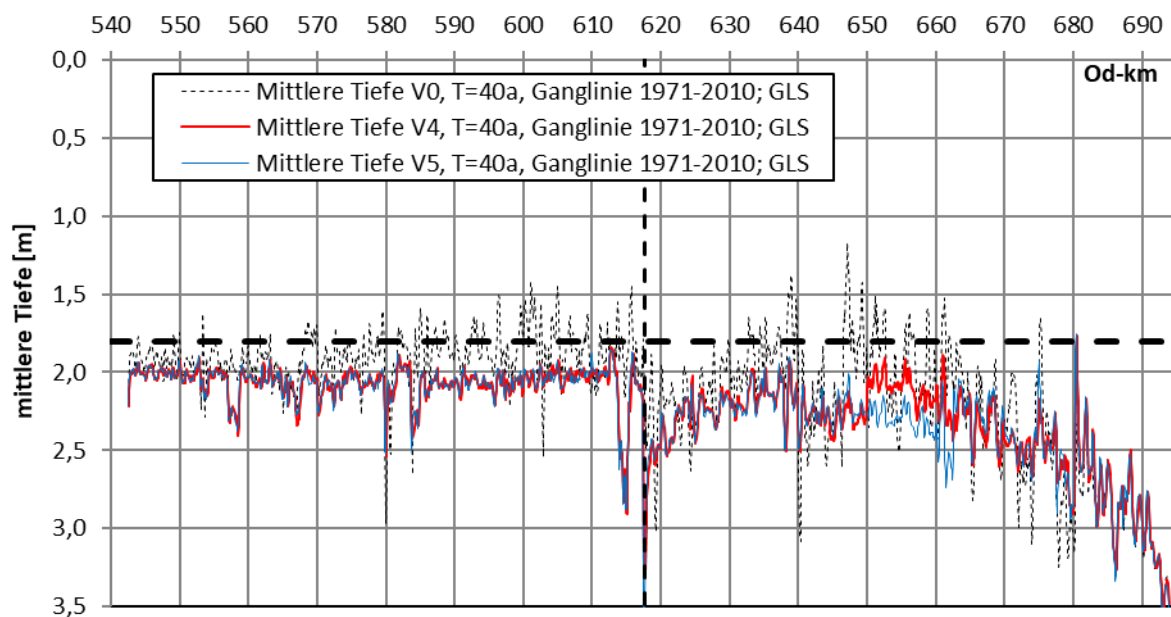


Abbildung 2: Vergleich der mittleren Tiefen bei QPÜ80/90 der Varianten V0, SRK-V4 und SRK-V5 über den gesamten Untersuchungsbereich. Quelle: Hentschel, Hüsener 2014, S. 157)

Mit der Stromregelungskonzeption für die Grenzoder verfügen wir erstmals über gemeinsam erarbeitete, von beiden Seiten anerkannte Regelungsgrundsätze und Bauwerksparameter. Nun geht es darum, die Maßnahmenumsetzung mit der polnischen Seite laufend abzustimmen und die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie und des Naturschutzes (FFH-Managementplanungen, Belange des Artenschutzes) in die eigenen Planungen zu integrieren.

Instandsetzungsmaßnahme Reitwein

Bei Reitwein (Od-km 604,6–605,5), rund 70 km östlich von Berlin, wurde nach 1945 infolge militärischer Übungen mit amphibischen Landungen eine Buhnengruppe massiv geschädigt. Die hydraulische Wirksamkeit des Regulationssystems ist hier nicht mehr gegeben. Infolgedessen ist es zu Uferabbrüchen, Inselbildung und Sedimentablagerungen im Bereich der Fahrrinne gekommen (s. Abbildung 3), wodurch die Fahrwassertiefen immer weiter abgenommen haben. Dieser Bereich stellte eine Schwachstelle für die gesamte Schifffahrt, aber auch eine erhöhte Gefahr für Eisversetzungen und Eisstau, dar und gefährdete damit einen geordneten Eisaufbruch.

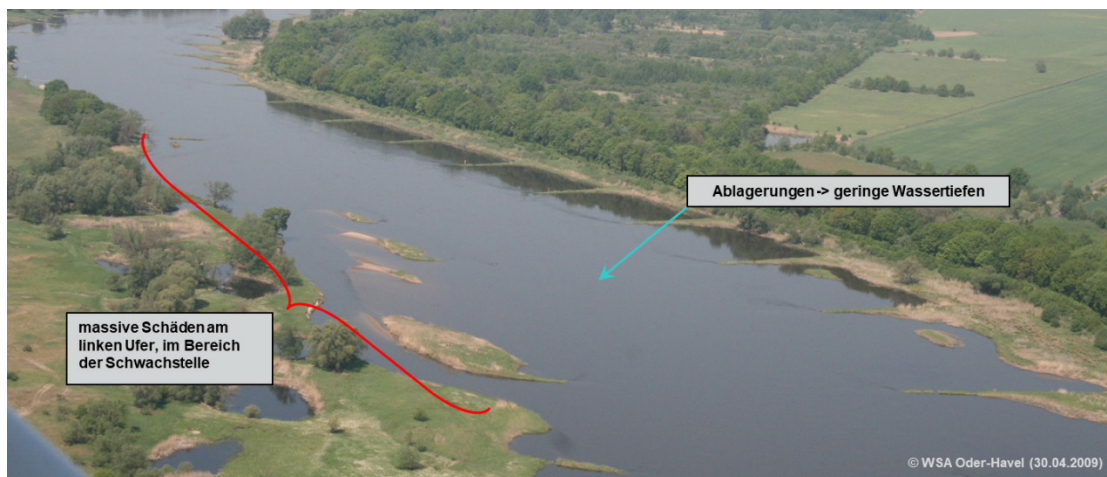


Abbildung 3: Schwachstelle Reitwein (Od-km 605).

Mit der Planung des Vorhabens wurde bereits 2001 begonnen. Bei der Bundesanstalt für Wasserbau wurden Modelluntersuchungen beauftragt. Als Alternative zur Wiederherstellung der Buhnen wurde eine Parallelwerksvariante mit untersucht und in einem aerodynamischen Modell vor-dimensioniert. Mit dem Parallelwerk können der Flachwasserbereich und ein Großteil der Inseln erhalten bleiben. Parallel zu den hydraulischen Untersuchungen, hat die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) für den Oder-Abschnitt zwischen Reitwein und der Warthemündung bei Kietz einen Unterhaltungsplan erstellt, in dem u. a. die Biotopausstattung erfasst und bewertet wurde. 2006 wurde durch die zuständige Genehmigungsbehörde festgelegt, dass für die Instandsetzungsmaßnahme ein Planfeststellungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) erforderlich ist. Nach Unterbrechungen wurde das Vorhaben mit Planfeststellungsbeschluss vom 19.12.2014 förmlich genehmigt. Die bauliche Umsetzung ist von 2017 bis 2019 erfolgt. Die Umsetzung der Baumaßnahme hat uns vor einige Herausforderungen gestellt. Die Oder bei Reitwein war im zweiten Weltkrieg direktes Kampfgebiet und danach Übungsgebiet für die russischen Streitkräfte. Im Ergebnis der Sondierungen und Gefährdungsabschätzung musste das gesamte Baufeld parallel zur Baumaßnahme abschnittsweise vollflächig geräumt werden. Der Umfang der Arbeiten war beträchtlich: sieben Sprengung aufgrund nicht transportfähiger Munition, Bergung von fast 2000 Störkörpern durch Taucher, überwiegend Schrott, jedoch auch fast 400 Patronenhülsen, Hand- und Wurfgranaten, Panzerfäuste sowie zwei Minen. Zudem wurde im Rahmen der Voruntersuchungen der Baltische Goldsteinbeißer entdeckt. Der Lebensraum dieses Fisches, bei dem es sich zudem um das bisher einzige in Deutschland bekannte Vorkommen handelt, ist nach Anhang II der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie geschützt. Zum Schutz der Population wurde der gesamte Bauablauf umgestellt, zur Kohärenzsicherung ein Ersatzlebensraum geschaffen (Aufwertung von Buhnenfeldern durch zwei Kerbbuhnen) und eine fischökologische Baubegleitung beauftragt.

Die beschriebenen Umstände sowie ungünstige Wasserstandsverhältnisse haben die Bauzeit deutlich verlängert und zu einem Anstieg der Baukosten von 3,5 Mio. € auf etwa 5,1 Mio. € geführt. Im Rahmen eines Monitorings wird mit Beteiligung der Bundesanstalten (BfG und BAW) die wasserbauliche und ökologische Wirkung des Parallelwerks über einen Zeitraum von 10 Jahren erfasst und ausgewertet. Erste Erfassungen haben gezeigt, dass der Baltische Goldsteinbeißer die Bauzeit überstanden und die Kohärenzmaßnahme als Ersatzhabitat angenommen hat.

Chancen: Wasserwirtschaft, Ökologie & Verkehr

Mit Inkrafttreten des Gesetzes über den wasserwirtschaftlichen Ausbau an Bundeswasserstraßen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vom 09.06.2021 erfährt die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) eine grundlegende Aufgaben- und Zuständigkeitserweiterung. Neben den verkehrlichen Zielen, die mit Umsetzung der Stromregelungskonzeption erreicht werden sollen, sind wir nun auch für Teile des wasserwirtschaftlichen Ausbaus zuständig. Dies betrifft die Umsetzung von hydromorphologischen Maßnahmen, die der Erreichung der Ziele der WRRL dienen. Für uns ist das gleichermaßen Chance und Verpflichtung, eine integrative und ganzheitlichere Maßnahmenplanung durchzuführen.

Unter Beachtung der in der SRK festgelegten Regelungsparameter gibt es einen großen Spielraum für die Umsetzung der noch konkret zu planenden Einzelmaßnahmen. Die BAW stellt in ihrem Gutachten zur SRK dazu fest (vgl. Hentschel, Hüsener 2014, S. 173 f.): *„Die beschriebenen Alternativen zu den primär untersuchten Regelbuhnen für die Aktualisierung der Stromregelungskonzeption für die Grenzoder geben einen großen Spielraum für die Umsetzung, erfordern jedoch eine an die jeweiligen lokalen Gegebenheiten angepasste Planung.“*

Zur Erhöhung der Strukturvielfalt in den Buhnenfeldern, können die Regelbuhnen modifiziert und zu Knick- oder Kerbbuhnen umgebaut werden. Anstelle von Zwischenbuhnen, die z. B. bei sehr großen Buhnenabständen zur Verbesserung der Regelungswirkung nötig sind, können Inselbuhnen oder sonstige Strukturelemente (Blocksteine, Holzpfahlreihen) die Regelungsfunktion erfüllen. Mit hinterströmten Parallelwerken können ganze Buhnengruppen ersetzt und mit zusätzlichen Maßnahmen im Ufer- und Vorlandbereich zu Trittsteinen ausgebaut werden. Durch die Anbindung von Altarmen und Schaffung von Vorlandrinnen können weitere trittsteine geschaffen und gleichzeitig Auswirkungen auf Hochwasserstände minimiert werden. Um auch bei Niedrigwasser eine ausreichende Durchströmung von Nebengerinnen zu ermöglichen, kann der Wasserverlust im Hauptstrom durch eine Anpassung der Streichlinienbreite ausgeglichen werden. Die SRK erlaubt es, die Trassierung in Abstimmung mit der polnischen Seite anzupassen. Wichtig ist hierbei, dass die Planungen an beiden Ufern aufeinander abgestimmt werden, damit das Gesamtkonzept funktioniert und die Zieltiefen erreicht werden.

Ausblick

Die Stromregelungskonzeption wurde als rahmensetzender Plan eingestuft und ist nach § 39 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) einer (grenzüberschreitenden) Strategischen Umweltprüfung (SUP) zu unterziehen. Derzeit wird der Entwurf des Umweltberichts erarbeitet. Parallel erfolgen durch das WSA Oder-Havel die Ermittlung der Planungsgrundlagen und die Erstellung einer Voruntersuchung (nach VV-WSV 2107). Das WSA Oder-Havel wird von den Bundesanstalten (BfG und BAW) beratend unterstützt. Zudem wurde die BfG mit der Erstellung eines Wasserhaushaltsmodells für die Oder beauftragt, um die Auswirkungen des Klimawandels im Einzugsgebiet der Oder abschätzen zu können. Dies verbessert die Datengrundlagen für die Planung der Stromregelungsmaßnahmen und erfüllt die Vorgaben der GDWS (DAS-Verfügung 3800U10-244.01/0001/001-00 vom 21.04.2021) zur Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels bei den Planungen. Die BAW erhält den Auftrag, mit Modelluntersuchungen die Auswirkungen auf Sohle und Wasserspiegel zu ermitteln und die Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen zu überprüfen.

Literatur

- Anlauf A., Hentschel, B. (2002): Untersuchungen zur Wirkung verschiedener Buhnenformen auf die Lebensräume in Buhnenfeldern der Elbe. In: Die Elbe – neue Horizonte des Flussgebietsmanagements, 10. Magdeburger Gewässerschutzseminar, S. 199–202, BG Teubner, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden 2002.
- Faulhaber, P.; Hüsener, T.; Hentschel, B. (2006): Optimierung von Strombauwerken im Oderabschnitt Od-km 603 bis 617, Reitwein – Kietz, Gutachten. November 2006, BAW-Nr. 3.02.10051.00 – 02.
- Hentschel, B. (2010): Modifikation von Stromregelungsbauwerken unter ökologischen Gesichtspunkten am Beispiel der Bundeswasserstraßen Elbe und Oder, Magdeburger Wasserwirtschaftliche Hefte: Auswirkungen von Eingriffen in Fließgewässern.
- Hentschel, B.; Hüsener, T. (2014): Aktualisierung der Stromregelungskonzeption für die Grenzoder. Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe, Mai 2014, BAW-Nr. 3.02.10132.3.
- Hüsener, T.; Hentschel, B.; Ewe, A. (2010): Morphologische Entwicklung der Grenzoder, Dresdener Wasserbaukolloquium 2010 „Wasserbau und Umwelt – Anforderungen, Methoden, Lösungen“, Dresden.

Umsetzung des Gesamtkonzeptes Elbe an der Elbe-Reststrecke – Konzeptionelle Vorstudie und Entwicklungsmöglichkeiten

Kira Colbatz, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe

Bernd Hentschel, Bundesanstalt für Wasserbau

Einleitung

Die Elbe-Reststrecke zwischen Damnitz bei Dömitz und Hitzacker (ca. Elbe-km 508 bis 521) ist in Bezug auf die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs seit fast 100 Jahren die maßgebende Schwachstelle der deutschen Binnenelbe im Bereich von Magdeburg bis zur Staustufe Geesthacht. Der Streckenabschnitt befindet sich im Oberflächenwasserkörper „Geesthacht bis Rühstätt“, der gemäß aktuellem Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) einen mäßigen ökologischen Zustand aufweist (FGG Elbe 2021). Der Auenzustand der Mittleren Elbe nördlich der Havelmündung ist geprägt durch einen Verlust an Überschwemmungsflächen und hydraulische Engstellen (BMU und BfN 2021; BfG 2015). Im Bereich der Elbe-Reststrecke wirken sich diese Gegebenheiten negativ auf den Hochwasserabfluss aus. Zudem befinden sich Lebensraumtypen in der rezenten Aue im Bereich der Elbe-Reststrecke teils in einem nicht guten Erhaltungszustand (WSA Elbe 2022). Diese Fakten verdeutlichen: Aus vielerlei Gründen besteht ein Handlungsbedarf für die Elbe-Reststrecke und ihre Auen.

Aktuell wird auf einem konsensorientierten Weg nach Lösungsmöglichkeiten gesucht, um die Elbe-Reststrecke unter Maßgabe des Gesamtkonzeptes Elbe (GKE) nachhaltig zu entwickeln. Das GKE ist das strategische Konzept für die Entwicklung der deutschen Binnenelbe und ihrer Auen. Es wurde in Zusammenarbeit des Bundes und der Länder unter Beteiligung der Interessenvertretungen der Wirtschafts-, Umwelt- und Naturschutzverbände sowie von Bürgerinitiativen und Kirchen erarbeitet. Bund und Länder haben das GKE im Jahr 2017 beschlossen (BMVI und BMU 2017). Somit definiert es als ergänzendes Koordinierungs- und Planungsinstrument auch den gemeinsamen Handlungsrahmen für die Elbe-Reststrecke.

Der vorliegende Beitrag richtet den Fokus auf die in diesem Jahr fertiggestellte konzeptionelle Vorstudie, die das GKE für die Elbe-Reststrecke räumlich konkretisiert, sowie auf ökologisch optimierte flussbauliche Maßnahmen als eine Chance, die vielfältigen Ziele an diesem Streckenabschnitt der Unteren Mittelelbe zu erreichen.

Konzeptionelle Vorstudie

Die konzeptionelle Vorstudie zur Umsetzung des GKE im Bereich der Elbe-Reststrecke wurde in partnerschaftlicher Zusammenarbeit der zuständigen Dienststellen der Länder Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen sowie der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) unter Beteiligung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN), der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) erstellt (WSA Elbe 2022). Als Grundlage für die anstehende Planung werden im Wesentlichen die folgenden Inhalte erörtert:

- Ist-Zustandsanalyse bzw. Ist-Zustandsbeschreibung
- Ziele und potenzielle Maßnahmen (inkl. möglicher Synergien und Konflikte)
- Einschätzung der Machbarkeit und geplantes weiteres Vorgehen

Die konzeptionelle Vorstudie ist auf der Webseite des GKE veröffentlicht. Im Rahmen dieses Beitrages werden wesentliche Aspekte in Bezug auf die hoheitliche Zuständigkeit der WSV unter Berücksichtigung aktueller Forschungsergebnisse zusammengefasst.

Ist-Zustand Stromregelung und Verkehr

In der Elbe-Reststrecke, einem freifließenden Streckenanschnitt der deutschen Binnenelbe mit überwiegend gewundenen bis teils gestreckten Fließgewässerlauf, wird der Ist-Zustand in Bezug auf die Stromregelung und den Schiffsverkehr maßgeblich durch die nicht umgesetzte Niedrigwasserregulierung (im Grob- und Feinausbau) beeinflusst. Entsprechend ist der Streichlinienabstand des vorhandenen Stromregelungssystems (inklinante Buhnen, teils Hakenbuhnen) mit bis zu 265 m um ca. 25 % breiter als in den angrenzenden Streckenabschnitten. Diese Querschnittsänderung hat weitreichende Auswirkungen auf die hydro- und morphodynamischen Prozesse. Der Geschiebetransport des weitgehend homogenen, sandigen Sohlmaterials erfolgt unter den gegebenen hydraulischen Bedingungen überwiegend in Transportkörpern. Auf Basis von vorangegangenen Studien und aktueller Forschungsergebnisse (BAW 2003; BAW 2012; BOKU 2022; LWI 2022) können die größeren Transportkörper, die sie sich teils überlagern, wie folgt charakterisiert werden (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Maßgebliche Transportkörper mit Parametern in der Elbe-Reststrecke

Transportkörper	Wellenlänge L [m]	Höhe H [m]
Düne	< ca. 150	< 1 m
Düne / freie alternierende Bank	bis 1.200	≥ 1 bis 3 m

Die Bildung der freien alternierenden Bänke, d. h. der periodisch stromabwärts migrierenden Transportkörper, steht in lokalem Zusammenhang mit der Querschnittsaufweitung in der Elbe-Reststrecke. Diese Transportkörper entsprechen in ihrem Entstehungsprozess und Bewegungsmuster nicht den Inseln und Bänken der historischen Referenz (LWI 2022; WSA Elbe 2022). Der wesentliche Einflussfaktor für die Bildung von alternierenden Bänken ist das Breiten-zu-Tiefen-Verhältnis. Weitere Einflussfaktoren sind Korngröße bzw. Sohlschubspannung, Krümmungsgrad, Geschiebedargebot, Durchfluss und Vegetation (LWI 2022). Insbesondere aufgrund der Dynamik der freien alternierenden Bänke sind die Parameter der Gewässerbettmorphologie, wie die Sohlhöhen und der Talweg (teils im Gleithang), in der Elbe-Reststrecke starken Schwankungen unterworfen. Aufgrund dieser streckenspezifischen Charakteristika stellt die Elbe-Reststrecke einen limitierenden Streckenabschnitt in Bezug auf die Fahrrinntiefe an der deutschen Binnenelbe stromabwärts von Magdeburg dar. In der Folge führt dies zu einem hohen Verkehrssicherungs- und Unterhaltungsaufwand für die WSV sowie zu erheblichen Beeinträchtigungen und der Gefahr von Havarien durch Festfahrungen (WSA Elbe 2022).

Ziele für die Entwicklung der Elbe-Reststrecke

Die Ziele für die Entwicklung der Elbe-Reststrecke und ihrer Auen wurden von den zuständigen Behörden auf Grundlage des GKE und der geltenden Rechtsvorschriften formuliert und als

gleichrangige Ziele anerkannt. Entsprechend ihrer hoheitlichen Zuständigkeit strebt die WSV die Erreichung der folgenden Ziele an.

Es soll ein durchgängiges und dauerhaft funktionsfähiges, ökologisch optimiertes Stromregelsystem mit einer lagestabilen Fahrrinne hergestellt werden, welches die folgenden Parameter erfüllt:

- Fahrrinntiefe F_T = min. 1,40 m unter GIW2010
- Fahrrinnenbreite F_B = möglichst 50 m bei GIW2010

Zudem sollen nach § 82 WHG festgelegte, hydromorphologische Maßnahmen aus dem gültigen Maßnahmenprogramm der FGG Elbe für den Oberflächenwasserkörper „Geesthacht bis Rühstätt“ (DERW_DENI_MEL08OW01-00) umgesetzt werden, soweit diese erforderlich sind, um die Bewirtschaftungsziele nach Maßgabe der §§ 27 bis 31 WHG zu erreichen.

Neben den gesetzlichen Rahmenbedingungen werden weitere in der konzeptionellen Vorstudie aufgeführte Ziele als Nebenbedingungen bei der Planung berücksichtigt, beispielsweise die Reduzierung der Wasserstandslamelle (NNW bis HHW), die Hochwasserneutralität sowie die Reduzierung des verkehrlichen Unterhaltungsaufwandes.

Potenzielle Maßnahmen und weiteres Vorgehen

Unter Berücksichtigung der Ziele sowie der lokalen Gegebenheiten wurden basierend auf den Maßnahmenoptionen des Gesamtkonzeptes Elbe potenzielle Maßnahmen entwickelt sowie mögliche Synergien und Konflikte dargestellt. Diese Maßnahmenvorschläge stellen eine Grundlage für die anstehende Entwicklung von Varianten dar, wobei in der fachtechnischen Planung die prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels auf das Wasserdargebot bereits in einer frühen Planungsphase einbezogen werden. Das geplante weitere Vorgehen bis zur Ermittlung der Vorzugsvariante ist detailliert in der konzeptionellen Vorstudie erläutert (WSA Elbe 2022) (s. Abbildung 1). Neben der fachtechnischen Planung soll in der Planungsphase ein zusätzlicher Fokus auf eine frühzeitige und intensive Öffentlichkeits- und GKE-Gremienbeteiligung gelegt werden.

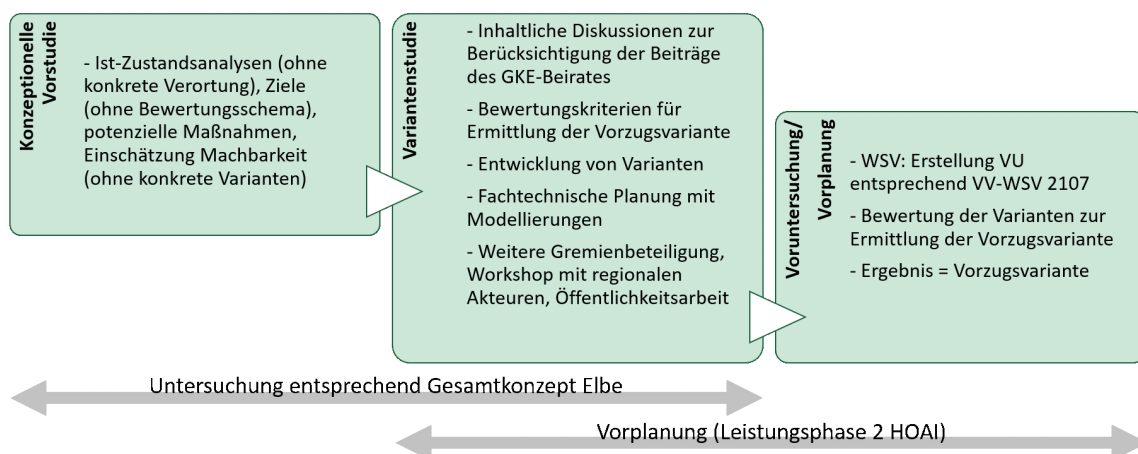


Abbildung 1: Ablaufschema mit wesentlichen Inhalten der bereits fertiggestellten konzeptionellen Vorstudie und der Vorplanung (WSA Elbe 2022)

Entwicklungsmöglichkeiten für die Elbe-Reststrecke

In den Planungsleistungen sollen – der Leitlinie des GKE folgend – flussbauliche Maßnahmen eingesetzt werden, die „zugleich ökologischen und verkehrlichen Zielen dienen und diese in sinnvoller Weise verbinden“ (BMVI und BMU 2017). Mit der Gesetzesänderung zum wasserwirtschaftlichen Ausbau wurde die Pflicht, aber auch eine „neue Freiheit“, für die WSV geschaffen, verkehrliche und hydromorphologische Maßnahmen aus den WRRL-Maßnahmenprogrammen ganzheitlich zu planen und umzusetzen. Ausgehend vom Erfahrungswissen durch umgesetzte Parallelwerke (Reitwein/Oder), vorangegangenen Studien zur Elbe-Reststrecke (BAW 2003; BAW 2015) und Forschungsergebnissen (LWI 2022; BOKU 2022) sollen nach derzeitigem Stand Varianten durch die BAW geplant werden, unter anderem mit den folgenden flussbaulichen Maßnahmen:

- Ökologisch optimierte Bunnenvorstreckungen
- Ökologisch optimierte, inselhafte Parallelwerke

Da alternative Buhnformen in Bundeswasserstraßen, beispielsweise Kerb- und Knickbuhnen, auch in der deutschen Binnenelbe in der Praxis umgesetzt, detailliert analysiert wurden (Kleinwächter et. al. 2017) und sich bewährt haben, wird im Folgenden auf ökologisch optimierte Parallelwerke als innovative flussbauliche Maßnahme für die nachhaltige Entwicklung der Elbe-Reststrecke eingegangen. Die dargestellte Prinzipskizze (s. Abbildung 2) ist ein Beispiel für die Entwicklung der Elbe-Reststrecke als „Inselkette“. Indem das bestehende Stromregelungssystem partiell durch ökologisch optimierte Parallelwerke ersetzt wird, soll auf das Breiten-zu-Tiefen-Verhältnis Einfluss genommen werden. Bei entsprechender Lage und Dimensionierung können diese Bauwerke grundsätzlich zwei Funktionen übernehmen. Auf der fahrrinnenzugewandten Seite kann das Parallelwerk die Stromregelungsfunktion durch die seitliche Begrenzung des hydraulisch wirksamen Abflussquerschnittes übernehmen, so dass sich eine lagestabile Fahrrinne mit den Fahrrinnenparameter F_T und F_B und in gestreckten Abschnitten ein eher gewundener Lauf einstellen. Auf der fahrrinnenabgewandten Seite kann das Bauwerk als „Insel“ in Anlehnung an die historische Referenz dienen. Infolge der eigendynamischen Entwicklung in den Nebengerinnen können Uferabbrüche in unkritischen Bereichen sowie Akkumulations- und Sedimentationsprozesse flussgebietstypische Strukturen entstehen lassen, wie beispielsweise ausgeprägte Stillwasser- und Fließzonen. Differenzierte Lebensräume sollen sich auf Inseln wie auch in Nebengerinnen ausbilden können. Diese können als Brut- und Rasthabitat für Makrozoobenthos, die Avifauna und infolge der Wellenberuhigung als Deckungs- und Schutzhabitat für die Fischfauna sowie als hochwertiger Lebensraum für die Flora zur Verfügung stehen.

Die ökologisch optimierten, inselhaften Parallelwerke sollen unter Berücksichtigung der Standsicherheit sowie der verkehrlichen Belange strukturiert sein, d. h. variabel in Breite, Kronenhöhe und (fahrrinnenabgewandter) Neigung. Sie sollen aus natürlichen Wasserbausteinen hergestellt und mit Kies und ggf. mit Sanden überschüttet werden. Die Eigentumsverhältnisse wie auch die natur- und artenschutzrechtlichen Belange berücksichtigend, können Buhnen und ggf. vorhandene Deckwerke bzw. Ufersicherungen in den entstehenden Nebengerinne auf der fahrrinnenabgewandten Seite teilweise oder komplett zurückgebaut werden. Die Nebengerinne sollen so gestaltet werden, dass eine langfristige Verlandung soweit möglich und planbar vermieden bzw.

reduziert wird und sie weitgehend einer eigendynamischen Gewässerentwicklung überlassen werden können. Zudem kann die Wiederanbindung von Altgewässern an die Elbe, unterstützt durch mögliche eigendynamische Entwicklungsprozesse, erfolgen. Dieser Prozess könnte ggf. durch flächige Vorlandabgrabungen initiiert werden. Die Nebengerinne sollen bereits bei niedrigen Wasserständen geringfügig und bei Abflüssen zwischen Mittelwasser und Hochwasser stark durchströmt werden. Zur Verbesserung der Anströmung bzw. Durchströmung können die stromaufwärts sowie auch die stromabwärts gelegenen Buhnen als Kerb- bzw. Inselbuhnen (Buhnen mit unbefestigtem Landanschluss) und/oder als Buhnen in ingenieurbioökologischer Bauweise, d. h. als Totholzbuhnen ausgeführt bzw. durch lagestabile Stein-/Kiesinseln ersetzt werden. Die entstehenden Lebensräume könnten unter Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Belange gezielt durch den Einbau von Totholz aufgewertet werden. Die resultierenden Vergrößerungen des hydraulischen Querschnitts bei hohen Abflüssen – die je nach den lokalen Gegebenheiten ggf. durch eine Öffnung von Uferreihen weiter vergrößert werden könnte – haben zudem das Potenzial, die Hochwasserspiegellagen abzusenken.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass durch die Entwicklung der Elbe-Reststrecke als „Inselkette“ ein synergetisches Wirkungspotenzial in Bezug auf die ökologischen, verkehrlichen und wasserwirtschaftlichen Ziele erwartet werden kann.

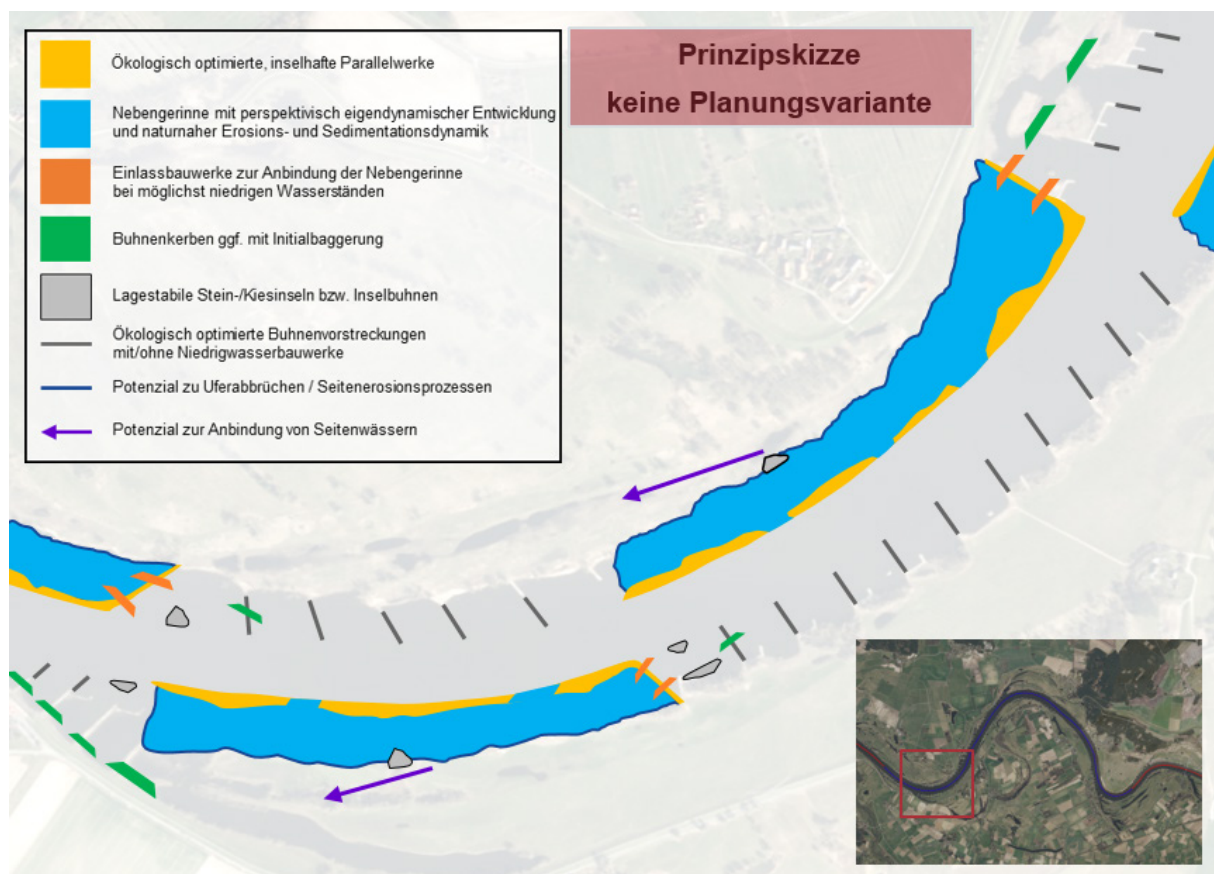


Abbildung 2: „Inselkette“ – Prinzipische Skizze der möglichen Entwicklung der Elbe-Reststrecke (ca. Elbe-km 517 bis 520) mit ökologisch optimierten, inselhaften Parallelwerken (Luftbilder: GeoBasis-DE, ITZBund 2022)

Fazit und Ausblick

Das Gesamtkonzept Elbe und die Gesetzesänderung zum wasserwirtschaftlichen Ausbau bieten der WSV die Chance, die Elbe-Reststrecke ganzheitlich zu planen. Mit der in einer behördenübergreifenden Bund-Länder-Arbeitsgruppe erstellten konzeptionellen Vorstudie wurde ein erster Meilenstein erreicht und die Grundlage für die Planung geschaffen. Auf dem eingeschlagenen, konsensorientierten Weg gilt es jetzt Lösungsmöglichkeiten in der Variantenstudie zu konkretisieren, um das GKE an der Elbe-Reststrecke erfolgreich umzusetzen. Neben alternativen Bühnenformen bieten ökologisch optimierte, inselhafte Parallelwerke ein großes Potenzial, um die verkehrlichen und ökologischen Ziele zu erreichen. Durch eine frühzeitige und intensive Öffentlichkeitsbeteiligung soll die enge Einbindung von Institutionen, zivilgesellschaftlichen Gruppen und der interessierten Öffentlichkeit ermöglicht werden – sowohl in den GKE-Gremien als auch vor Ort.

Literatur

- BAW (Hg.) (2003): Gutachten über Regelungsmaßnahmen in der Elbe-Reststrecke (Elbe-km 508 - 521) auf der Grundlage von Modelluntersuchungen Teil 4: Morphologische Untersuchungen im physikalischen Modell (Elbe-km 506,4 - 512,4). BAW-Nr.: 3.02.10006.00 (neu), Karlsruhe.
- BAW (Hg.) (2015): Gewässermorphologische Situation El-km 502-586. Datengrundlage für FTM. BAW-Nr.: A39530210130-01, Karlsruhe.
- BfG (Hg.) (2015): 2D-Modellierung an der unteren Mittel-elbe zwischen Wittenberge und Geesthacht – Beschreibung der Strömungsverhältnisse und Wirkung von abflussverbessernden Maßnahmen auf Hochwasser der Elbe. BfG-Bericht 1848, Koblenz.
- BMU und BfN (Hg.) (2021): Auenzustandsbericht 2021. Flussauen in Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/publikationen/broschuere/auenzustandsbericht-2021>, zuletzt geprüft am 23.09.2022.
- BMVI und BMU (Hg.) (2017): Gesamtkonzept Elbe. Strategisches Konzept für die Entwicklung der deutschen Binnenelbe und ihrer Auen. 2. Auflage, Bonn.
- BOKU (Hg.) (2022): Bericht zum kooperativen Forschungs- und Entwicklungsprojekt. Morphodynamische Phänomene mit Fokus auf die Geschiebemanagement und alternierende Bänke an der Bundeswasserstraße Elbe, Wien.
- FGG Elbe (Hg.) (2021): Zweite Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans nach § 83 WHG bzw. Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum von 2022 bis 2027. Online verfügbar unter <https://www.fgg-elbe.de/berichte/aktualisierung-nach-art-13-2021.html>, zuletzt geprüft am 23.09.2022.
- Kleinwächter, M.; Schröder, U.; Rödiger, S.; Hentschel, B.; Anlauf, A. (Hg.) (2017): Alternative Bühnenformen in der Elbe – hydraulische und ökologische Wirkungen. In: Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft. Band. 11, Stuttgart.
- LWI (Hg.) (2022): Untersuchungen zur Bedeutung von Stromregulierungsbauwerken für die Bildung und Bewegung von alternierenden Bänken an deutschen Fließgewässern. Bericht Nr. 1117, Braunschweig.

WSA Elbe (Hg.) (2022): Umsetzung des Gesamtkonzeptes Elbe. Entwicklung der Elbe-Reststrecke und ihrer Auen. Konzeptionelle Vorstudie. Online verfügbar unter https://www.gesamtkonzept-elbe.bund.de/Web/Projektseite/GkElbe2020/SharedDocs/Downloads/konzVorstudie_Erlaeuterungsbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 23.09.2022.

Die Entwicklung der Elbe und ihres Regelungssystems

Petra Faulhaber, Bundesanstalt für Wasserbau

Einleitung

Die Elbe wird oft als naturnaher Fluss angesehen. Gleichwohl fließt sie in einer Kulturlandschaft. Das Gewässerbett ist vom Menschen gestaltet worden und im Bereich des Flachlandes (El-km 120,913-585,890) durch ein bis Mittelwasser sichtbares Regelungssystem überwiegend mit Buhnen geprägt. Im Folgenden soll angerissen werden, wie das Regelungssystem geschaffen wurde, wie sich der Fluss seither verändert hat. Welche Anforderungen sind heute an ein Regelungssystem als Stützstruktur und Hilfsmittel für die Pflege und Entwicklung des Flusses zu stellen?

Begriffserläuterungen

Als Flussregelung wird der „Wasserstraßenausbau zur Verbesserung der Wasserstands- und Strömungsverhältnisse durch flussbauliche Maßnahmen, ausgenommen durch Stauanlagen“, bezeichnet (DIN 4054). Die Flussregelung hatte die Schaffung eines gleichmäßigen, beständiger Flusslaufs für Nutzungen und Gefahrenabwehr zum Ziel (Winkel, 1947). Die Regelung des Mittel- und Niedrigwasserbettes für die Schifffahrt erfolgte aufbauend auf den vorangegangenen Umgestaltungen des Hochwasserbettes. Je nach Streckencharakteristik kamen verschiedene Regelungsbauwerke (Buhnen, Parallelwerke, Ufer- und Sohldeckwerke, Schwellen) zum Einsatz. Wenn die Regelungsbauwerke einen gesamten Flussabschnitt durch ihr Zusammenspiel über die Wirkung eines Einzelbauwerkes hinaus gemeinsam gestalten, spricht man von einem Regelungssystem. Zur Planung wurden verschiedene Hilfsmittel eingesetzt, die die Realisierung eines vergleichbaren Regelungssystems entlang des Flusses gewährleisten sollten. Dazu wurden z. B. Bauweisen sowie Bezüge für die Höhe und Lage der Bauwerke festgelegt. Die Bauwerke wurden entlang geplanter Streichlinien bei mittlerem Abfluss angeordnet. Der Abstand dieser Streichlinien am linken und rechten Ufer war als Normalbreite ein vereinfachter Sollwert, der an der Elbe aus der Berechnung sogenannter Normalprofile (Standardprofile für Flussabschnitte) abgeleitet wurde. Der Ausbau erfolgte mit einem Tiefenziel, das mit Bezug auf den Wasserstand beim Ausbauabfluss angegeben wurde und so auch der Erfolgskontrolle dient. Das Regelungssystem wird ebenfalls auf der Grundlage der festgelegten Sollparameter unterhalten.

Die Ergebnisse der Regelung zeigen sich in geschiebeführenden Flüssen erst geraume Zeit nach der Maßnahme durch den sogenannten morphologischen Nachlauf, d.h. die Adaption des Flusses an die neuen Bedingungen. Wenn die Funktion des Regelungssystems (z. B. Regelung des mittleren Abflusses) auch viele Jahre nach Ausbau erhalten werden soll, müssen Sollparameter und damit die Regelungsbauwerke ggf. an Veränderungen angepasst werden. So können sich die Höhen der Wasserspiegel bei mittlerem Bezugsabfluss gegenüber der ursprünglich angesetzten Höhe infolge von Eintiefung oder Aufhöhung der Flusssohle ändern. Obwohl die Tiefenziele mit Blick auf die Anforderungen der Flotte abgestimmt werden, können an frei fließenden Flüssen letztendlich nur die Ziele nachhaltig umgesetzt werden, die die hydraulisch-morphologischen Randbedingungen berücksichtigen. Der Fluss gestaltet sich mit der Stützstruktur des Regelungssystems. Die Ansprüche können nicht beliebig erhöht werden.

Historie

Landeskulturelle Maßnahmen (z. B. Waldrodungen, Staustufen in den Nebenflüssen und in der tschechischen Elbe, Deichbau) veränderten die Landschaft frühzeitig im gesamten Einzugsgebiet mit Wirkung auf den Wasser- und Geschiebehaushalt der Elbe. Das Gewässerbett der deutschen Binnenelbe selbst erhielt im Wesentlichen im 19. Jahrhundert das heutige Erscheinungsbild, als die Elbe als Schifffahrtsweg „geregelt“ wurde. Eine im Vortrag vorgestellte Karte von 1724 zeigt für den gleichen Ausschnitt wie in Abbildung 1, dass die Deiche bereits gebaut waren und einzelne Buhnen die Ufer schützten. 1876 findet man bei Schnackenburg dann bereits ein Regelungssystem vor.

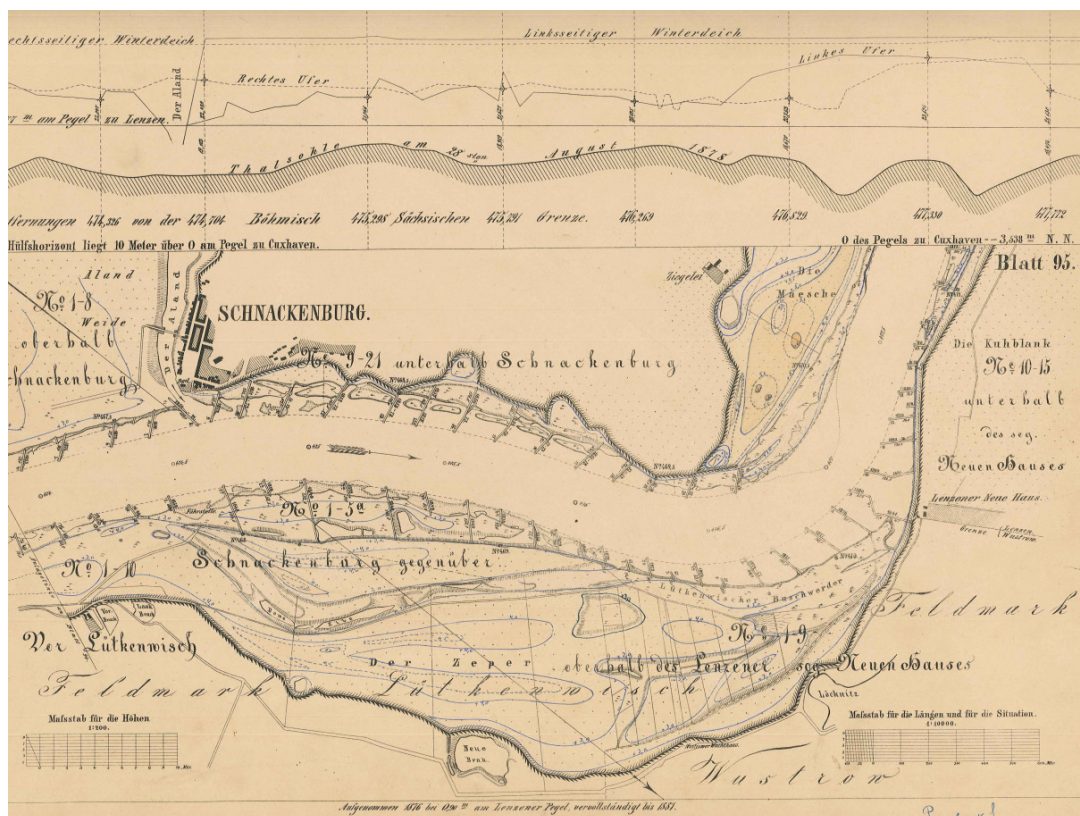


Abbildung 1: 1876, Vereinskarte, Blatt 95, Schnackenburg

Die Planung des Ausbaus erfolgte seit 1842 auf wissenschaftlicher Basis. Allerdings wurden im heutigen deutschen Oberlauf (El-km 0-121,975) und im anschließenden Flachlandabschnitt die Regelungen zu unterschiedlichen Zeiten und mit verschiedenen Bauweisen umgesetzt. Als Beispiel soll hier die Planung von 1885 vorgestellt werden (Königliche Elbstrom-Bauverwaltung, 1885). Im Vorfeld der Arbeiten wurden damals die Grundlagen in ähnlicher Weise geschaffen, wie es auch heute noch erfolgt u. a. durch Erstellung einheitlicher Karten, der sog. Vereinskarte (Abbildung 1), verschiedener Naturmessungen (z. B. Querprofil- und Talwegspeilungen, Zustandserfassung der Bauwerke, Wasserspiegel- und Durchflussmessungen). Das Regelungssystem zielte hauptsächlich auf

- Vergrößerung der für die Schifffahrt nutzbaren Wassertiefe und die
- Verlässlichkeit des Fahrrinnenverlaufs.

Es wurden Normalprofile für definierte Strecken aus eindimensionalen Betrachtungen mit Hilfe von Durchschnittswerten als Grundlage für den Ausbau berechnet, da die bis dahin alleinige Festlegung von Normalbreiten mittlerweile als nicht ausreichend eingeschätzt wurde.

Anforderungen an die Normalprofile für Mittelwasser waren

- Vergleichmäßigung der hydraulischen Parameter (z.B. Gefälle, Geschwindigkeit),
- Geschwindigkeiten, die einen gleichmäßigen Geschiebetransport ermöglichen,
- Form des Profils muss praktisch ausführbar sein: keine Gefährdung anderer Interessen.

Erfolge und Probleme

Die Regelung wurde letztendlich nicht nach den Vorgaben der Untersuchungen von 1885 allein umgesetzt, da im Ausbauprozess das Regelungssystem immer wieder an Anforderungen und mit neuen Kenntnissen angepasst wurde. Planungen zur Optimierung des Niedrigwasserbettes Anfang des 20. Jahrhunderts wurden nicht mehr stringent umgesetzt. Vergleiche der mittleren Fließgeschwindigkeiten bei MNQ, die aus Messungen bis 1884 abgeleitet wurden, mit aktuellen Angaben, zeigen, dass das Ziel der Vergleichmäßigung bei diesem Parameter erreicht wurde. Schwieriger wird der Vergleich hinsichtlich der Tiefen. Zwar ermitteln die Wasserstraßenverwaltungen Tiefenangaben für die Schifffahrt grundsätzlich immer noch für die tiefenbestimmende Stelle einer Relation, trotzdem haben sich aber die konkreten Möglichkeiten von Messung und Auswertung verändert. Dadurch sind die Werte über die Zeit nicht exakt vergleichbar, sondern können nur Hinweise geben. So hat sich die Anzahl der Stellen mit Mindertiefen seit 1885 verringert.

Auch Tiefenziele müssen erst vergleichbar gemacht werden, weil die originalen Tiefenziele sich auf unterschiedliche Abflüsse beziehen. Da frühere Tiefenziele für extremes Niedrigwasser und jüngere für die größeren Abflüsse im MNQ-Bereich festgelegt wurden, erscheinen jüngere Ziele anspruchsvoller (Tabelle 1, Zeilen 3 bzw. 7). Rechnet man die historischen Tiefenziele mit Hilfe aktueller Wasserstands-Abfluss-Beziehungen auf den Abfluss des gültigen Bezugswasserstandes für das Tiefenziel des GIW2010 um, erhält man die Angaben in Zeilen 4 und 8. Danach betragen die meisten Tiefenziele etwa 1,4 m. Lediglich die Ziele des Niedrigwasserausbaus (RW1929) waren deutlich anspruchsvoller.

Tabelle 1: Vergleich von Tiefenzielen seit 1893 für die Pegel Dresden und Darchau

1	Dresden	1893	RW1929	RW1959	GIW1989*	GIW2010
2	Q [m ³ /s]	57,4	45	101	128	118
3	Festgelegtes Tiefenziel [m]	0,94	1,10	1,25	1,50	1,40
4	Tiefenziel [m] bezogen auf 118 m ³ /s	1,43	1,69	1,38	1,42	1,40
5	Darchau / Neu Darchau	1893	RW1929	RW1959	GIW1989*	GIW2010
6	Q [m ³ /s]	166	130	252	289	255
7	Festgelegtes Tiefenziel [m]	0,94	1,40	1,35	1,60	1,40
8	Tiefenziel [m] bezogen auf 255 m ³ /s	1,46	2,08	1,34	1,41	1,40

Ein Problem, das schon bald nach Beginn des koordinierten Ausbaus für die Schifffahrt offensichtlich wurde, war die Eintiefung der Stromsohle über ein erwartetes Maß hinaus. Für drei Pegel wird in Abbildung 2 mit Hilfe der Wasserspiegel für niedrige Abflüsse ein Hinweis auf die Größe der Sohleintiefungen gegeben. Es wurden dazu Altdaten zu Durchflussmessungen und verschiedene Analysen zu W-Q-Beziehungen genutzt (u. a. Glazik, 1963; Grünewald et al., 2008; Helms, Belz, 2016). Der morphologische Nachlauf der Ausbaukampagnen um 1840, um 1890, ein Abklingen der Erosion bei Dresden und Darchau nach 1945 und die anhaltende Erosion bei Torgau sind erkennbar. Auch die Eintiefung durch den Materialaustrag infolge der Hochwasser zwischen 2002 und 2013 und deren Nachsorge bei Dresden ist zu erkennen. Die Abbildung verdeutlicht die Eintiefung seit ca. 1820, die z. B. die immer spätere Ausuferung erklärt, da die Vorländer nicht erodieren, sondern eher aufwachsen. Zur Ableitung aktueller Maßnahmen gegen die Erosion kommen jedoch andere Analysemethoden zum Einsatz (z. B. flächenhafte Sohlpeilungen nach 2000).

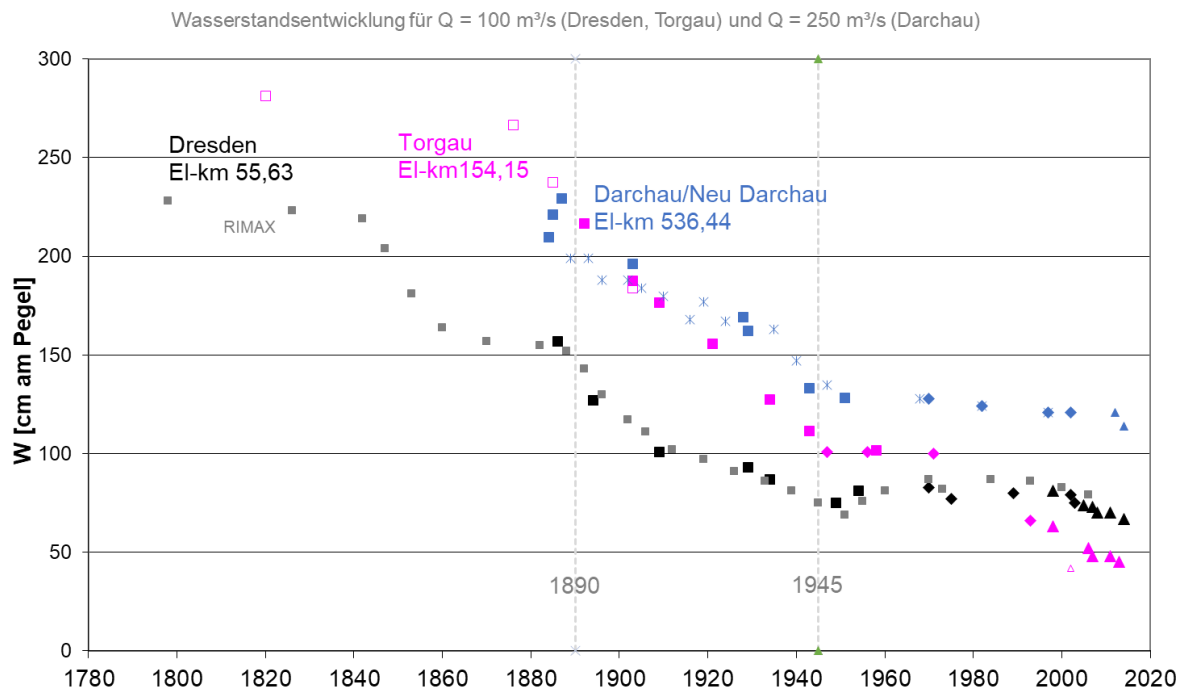


Abbildung 2: Wasserspiegel für $100 \text{ m}^3/\text{s}$ (Dresden) und $250 \text{ m}^3/\text{s}$ (Neu Darchau) zwischen 1798 und 2014

Neue Anforderungen

Obwohl das Regelungssystem noch immer die Bedingungen für die Schifffahrt gewährleistet, sind einige der Aufgaben zu Zeiten des Ausbaus des Hauptstromes inzwischen entfallen (z. B. Landgewinnung) und neue Aufgaben sind hinzugekommen (z. B. Erhöhung der Strömungsvielfalt). Heutige Anforderungen wurden auch im Gesamtkonzept Elbe (GKE, 2017) in den Maßnahmenoptionen zugrunde gelegt. Einige der neuen Anforderungen können ohne Veränderungen der Regelungsparameter umgesetzt werden. So führen Modifikationen von Bauwerken (z. B. Buhnenkerben) und ergänzende Strukturen (z. B. Inseln) zu veränderten Strömungsstrukturen. Solche Maßnahmen wurden deshalb von der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung bereits erprobt. Auch wenn Erfahrungen vorliegen, ist eine umfangreichere Erfolgskontrolle wünschenswert. Die

Ausprägung veränderter Strömungsstrukturen konnte auch für Durchflussanteile unter 1% nachgewiesen werden. In Abbildung 3 verläuft die Strömung infolge einer Buhnenkerbe entgegen der im oberen Buhnenfeld noch angefachten Buhnenwalze. Nur mit belegten Wirkungen können auch Vorgaben für solche Bauweisen erarbeitet werden. Besonders wichtig als Verwaltungshilfe sind Grenzwerte für Durchflussanteile, die binnenseits der Streichlinien abgeführt werden können, ohne dass eine Anpassung des Regelungssystems erforderlich wird.

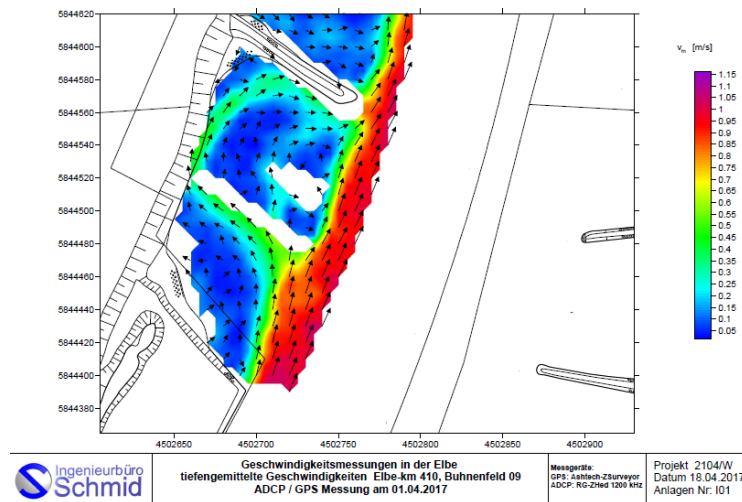


Abbildung 3: Mittlere Fließgeschwindigkeit bei einem Durchfluss durch eine Buhnenkerbe von ca. $5 \text{ m}^3/\text{s}$ (1% des Gesamtabflusses, ca. MQ), IB Schmid 2017

Wenn größere Werte für die Seitenabflüsse erreicht werden sollen, fehlen derzeit Vorgaben zu notwendigen Anpassungen des ursprünglichen Regelungssystems oder zur geeigneten Bauwerksausführung. Darüber hinaus sind Regelungsparameter generell bei der Optimierung des Regelungssystems anzupassen, um neue Ziele zu erreichen (z. B. veränderte Normalprofile, wenn die Erosion zu vermindern ist), bei Regelungslücken oder zur Modernisierung. Ggf. sind hier neue Wege der Regelung zu gehen. Neue Regelungsparameter, die die veränderten Anforderungen beschreiben, könnten das Verwaltungshandeln erleichtern.

Schlussfolgerungen

Ein Regelungssystem ist als Stützstruktur gerade bei großer Dynamik und Strömungsvielfalt erforderlich. Vorgaben erleichtern die Unterhaltung und die Optimierung des Systems und schützen vor Willkür und „Untersuchungsflut“. Wissen kann und muss zentral gepflegt werden, neue Anforderungen sind auf geeignete Weise zu berücksichtigen. Trotz Regelungssystem bleibt die lokale Abstimmung wichtig. Bei größeren Umgestaltungen sind selbstverständlich Untersuchungen erforderlich. Bei der Optimierung des Regelungssystems sind Vorgaben, Hilfsmittel entsprechend neuer Aufgaben und Methoden zu aktualisieren. Der GKE-Prozess sollte genutzt werden, um weiter Entwicklungsziele verschiedener Anforderungen zu konkretisieren und zu parametrisieren. Nur in auf Vertrauen basierender Zusammenarbeit können Synergien genutzt und Zielkonflikte gelöst werden.

Literatur

- DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (1977): DIN 4054, Verkehrswasserbau; Begriffe, Berlin
- Gesamtkonzept Elbe (2017): Strategisches Konzept für die Entwicklung der deutschen Binnene-
lbe und ihrer Auen, Bund-Länder-Gremium, Bundesministerium für Verkehr und digitale
Infrastruktur, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
(Hrsg.) http://www.gesamtkonzept-elbe.bund.de/Web/GkElbe/DE/Home/home_node.html
- Glazik, G. (1963): Studie über die Möglichkeiten zur Erhöhung der Tauchtiefe der Elbe durch
Niedrigwasserregelung, unveröffentlichter Bericht (Langfassung W3-285) der Forschungs-
anstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau, Berlin
- Grünewald, U., Bartl, S., Schümborg, S., Deutsch, M., Matz, S., Fügner, D. (RIMAX, 2008): Integra-
tion von historischen und hydrologisch/hydraulischen Analysen zur Verbesserung der regi-
onalen Gefährdungsabschätzung und zur Erhöhung des Hochwasserbewusstseins: Schluss-
bericht, Hannover : TIB, 160 p. [https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/faces/ViewItemOver-
viewPage.jspx?itemId=item_1410209](https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jspx?itemId=item_1410209)
- Helms, Martin; Belz, Jörg Uwe (2016): Rekonstruktion von Abflusskurven und täglichen
Abflussreihen der deutschen Elbepegel im Zeitraum 1890-2006. In: 150 Jahre
Elbstrombauverwaltung. Schriften der Deutschen Wasserhistorischen Gesellschaft e.V. Band
26. Siegburg: Deutsche Wasserhistorische Gesellschaft e.V.. S. 107-133
<https://hdl.handle.net/20.500.11970/108858>
- Ingenieurbüro Schmid (2017): Bericht zu den Sondermessungen in Randbereichen der Elbe zwi-
schen Elbe-km 180 bis 410, Messungen zwischen MQ und 2MQ vom 24.3. bis 1.4.2017
- Königliche Elbstrom-Bauverwaltung (1885): Die Bestimmung von Normalprofilen für die Elbe
von der sächsisch-preußischen Grenze bis Geesthacht, mit Atlas, Kommissions-Verlag E. Ba-
ensch jun., Magdeburg
- Winkel, R. (1947): Die Grundlagen der Flussregelung, 2. Auflage, Verlag Wilhelm Ernst&Sohn,
Berlin
- Für den Vortrag sei zusätzlich auf folgende Quellen hingewiesen:
- Faulhaber, P. (2000): Veränderung hydraulisch-morphologischer Parameter der Elbe. In: Mittei-
lungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau 82. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S.
97-117, <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102693>
- Rommel, J. (2000): Studie zur Laufentwicklung der deutschen Elbe bis Geesthacht seit ca. 1600,
im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Berlin (unveröffentlicht)
- Rommel, J., Hatz, M., Weniger, T. (2012): Verlaufsrekonstruktion der deutschen Binnenelbe um
1830/1850 zur Bearbeitung hydromorphologischer Fragestellungen im Zuge der Umset-
zung europäischer Rahmen- und Managementrichtlinien, Hydrologie und Wasserbewirt-
schaftung 56. Jahrgang, Heft 6, S. 306-319 https://doi.bafg.de/HyWa/2012/HyWa_2012.6_2.pdf
- Rommel, J. 2016: Das Projekt zur Regulierung des Hochwasserbettes der Elbe von 1902. Entste-
hung – Dokumentation – Inhalte – Überlieferung – Umsetzungen – Nachnutzung – Bedeu-
tung. In: 150 Jahre Elbstrombauverwaltung. Schriften der Deutschen Wasserhistorischen
Gesellschaft e.V. Band 26. Siegburg, S. 157-176 <https://hdl.handle.net/20.500.11970/108860>

Schneider, R. (2016): Wie die Elbe schiffbar wurde oder die Regulierung der Mittel-elbe, Schriften der Deutschen Wasserhistorischen Gesellschaft e.V., Sonderband 15, Siegburg

Erfahrungen der WSV mit Maßnahmen zum Erhalt der Schifffahrtsbedingungen und Aufwertung der Gewässerstruktur

Dipl.-Ing. Elke Kühne, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe

Einleitung

Beginnend mit der Wiedervereinigung Deutschlands und der damit verbundenen Ertüchtigung der ostdeutschen Wasserstraßen stand und steht die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) an der Elbe im Fokus, die Verbesserung und den Erhalt der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs mit baulichen Maßnahmen zu gewährleisten und zum anderen den besonders schützenswerten Naturraum zu bewahren. Seit 30 Jahren werden so unterschiedlichste Unterhaltungsmaßnahmen am Regulationssystem der Elbe in Verbindung mit Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur umgesetzt. Hier wird ein kurzer Abriss von Beispielen zu umgesetzten Baumaßnahmen gegeben.

Einordnung der Instandsetzungsarbeiten im Wandel der Zeit

Zu Beginn der 1990er Jahre lag das Hauptaugenmerk der Instandsetzungsarbeiten auf der Wiederherstellung des Stromregelungssystems zur Gewährleistung einheitlicher Fahrrinnentiefen. Hier stellte die Instandsetzung der Strombauwerke in den ehemaligen Manövergebieten einen Schwerpunkt dar. Hier waren besonders schwerwiegende Schäden an den Bauwerken vorhanden und somit die gewünschte Reglungsfunktion nicht mehr oder nur unzureichend zu erreichen. Bereits in dieser Zeit wurden die Strombauwerke nicht eins zu eins wiederhergestellt, sondern an die aktuellen Bedingungen der Elbe angepasst.

Gleichzeitig begann eine gesellschaftliche Diskussion zur Nutzung der Elbe als Wasserstraße und Naturraum. Die Elbe wurde zunehmend als einzigartige Flusslandschaft in Mitteleuropa erkannt. Dies führte zu einem noch heute fortdauernden Diskussionsprozess. Hier seien einige Meilensteine dieser Entwicklung genannt:

- Elbe – Erklärung zur weiteren Entwicklung der Elbe und des Elbe-Seitenkanals zwischen den Naturschutzverbänden und dem Bundesverkehrsministerium (BMV) – 1996
- Handlungsempfehlungen der AG WSV-Elbe-Länder zur Abstimmung der Unterhaltungsarbeiten – 2004
- Grundsätze für das Fachkonzept der Unterhaltung der Elbe (BMVBW) – 2005
- Sohlstabilisierungskonzept für die Erosionstrecke der Elbe – 2009
- Rahmenkonzept Unterhaltung – Verkehrliche und wasserwirtschaftliche Unterhaltung der Bundeswasserstraßen – 2010
- Leitfaden Umweltbelange bei der Unterhaltung von BWaStr – 2015
- Gesamtkonzept Elbe (GKE) (BMVI/BMUB) – 2017
- Verfahrensanweisung für den Abstimmungsprozess zur Unterhaltung von Strombauwerken an der Elbe unter Berücksichtigung des GKE – 2021

Auch der rechtliche Rahmen hat sich über die 30 Jahre stark verändert. Hier sind die Novellierungen der Naturschutz- wie auch Wasserrechtsgesetzgebung bezüglich der EU-Richtlinien für FFH, Artenschutz und Vogelschutz sowie Wasserecht zu nennen. Die letzte wichtige Änderung beinhaltet die Übertragung des wasserwirtschaftlichen Ausbaus an Bundeswasserstraßen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie als hoheitliche Aufgabe auf die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung.

Flankiert und beschleunigt wurde dieser Prozess an der Elbe durch hydrologische Extremereignisse wie die Hochwasser 2002 und 2013 sowie extreme Niedrigwasserperioden in den Jahren 2003 und aktuell 2018 bis 2021.

Instandsetzungsmaßnahmen zur Wiederherstellung der Regelungsfunktion

Anhand von Beispielen wird hier ein Überblick der umgesetzten Maßnahmenoptionen bei Instandsetzungsarbeiten gegeben.

Uferinstandsetzung Klieken-Rosslau (Elbe-km 252-253, rechtes Ufer)

1994 bis 95 wurde ein nur noch rudimentär vorhandenes Deckwerk als geschüttetes Parallelwerk wiederhergestellt. Abbildung 1 zeigt die Ausgangssituation vor Instandsetzung und Abbildung 2 das instand gesetzte Bauwerk nach 15 Jahren.



Abbildung 1: Blick von Elbe-km 252,4 bergwärts (1994 WSA Dresden)



Abbildung 2: Blick Elbe-km 252 talwärts (2011 Andreas Hilger; Dresden)

Uferinstandsetzung Gallin (Elbe-km 204 bis 204,4; rechtes Ufer)

In den Jahren 2000 bis 2001 wurde der ursprünglich mit einem Deckwerk versehene und in den 1970er Jahren temporär mit Buhnen gesicherte Uferabschnitt durch die Errichtung eines geschützten Parallelwerkes wieder strombauulich reguliert. Aufgrund der besonderen Lage in der Erosionsstrecke der Elbe wurde hier auch die zwischenzeitlich eingetretene Eintiefung der Elbsohle bei der Planung des Parallelwerkes berücksichtigt. In Abbildung 3 ist der Maßnahmenbereich rot umrandet.

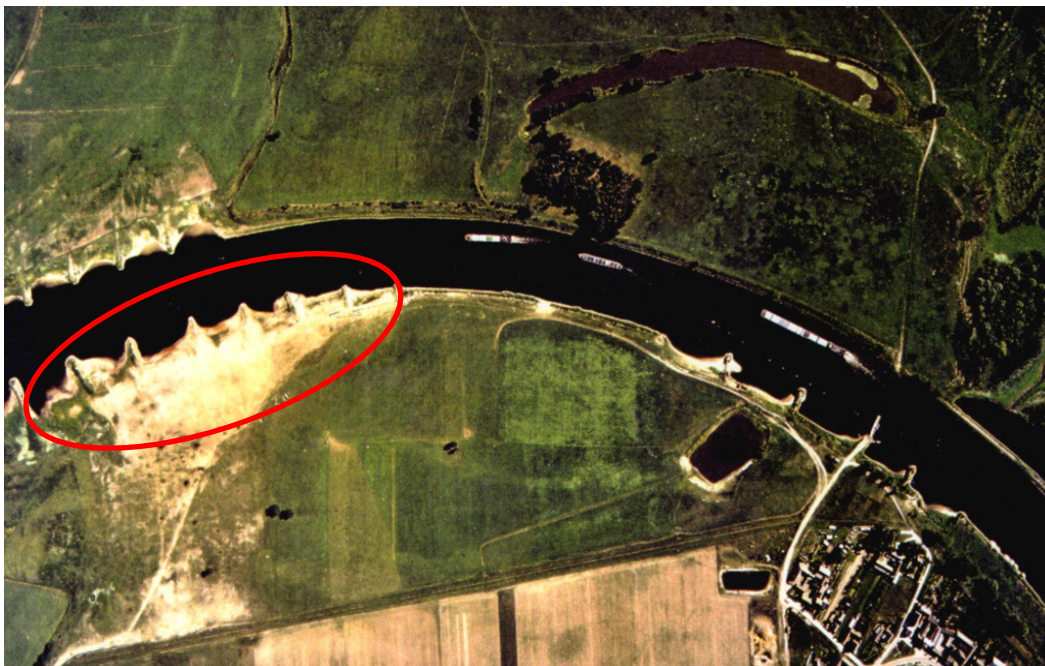


Abbildung 3: Luftbild Streckenabschnitt Elbe-km 203,8 bis 205,2 (1992; WSV)



Abbildungen 4 + 5: Blick von km 204,2 bergwärts während des Baus und kurz nach Fertigstellung (01 + 07/2001; WSA Dresden)



Abbildung 6: Blick von Elbe – km 204,5 bergwärts (2011; Andreas Hilger, Dresden)

Die Abbildungen 4 bis 6 zeigen die Entwicklung des Parallelwerkes bei Bauende und nach 10 Jahren.

Instandsetzung von Buhnen

Bei der Instandsetzung von Buhnen kamen und kommen verschiedene Anpassungsmöglichkeiten wie der Einbau von Kerben, die teilweise Änderung der Ausrichtung zur Ausführung.

So wurde im Streckenabschnitt bei Räbel (Elbe –km 421,5; linkes Ufer) eine Buhnengruppe instandgesetzt, bei der die Landanschlüsse mit Kerben versehen wurden (Abbildung 7).



Abbildung 7: Blick von Elbe – km 421,5 talwärts (2012; Wasserschutzpolizei Land Sachsen-Anhalt)

Erfolgskontrolle von Bauwerksanpassungen

Im Rahmen der Erfolgskontrolle von Bauwerksinstandsetzungen werden nicht nur die Wiederherstellung der erforderlichen Fahrrinntiefe und die Veränderung der Topografie, sondern auch die Bauwerksanpassungen hinsichtlich ihrer gesamten strömungstechnischen Wirkung überprüft. So werden zum Nachweis der hydraulischen Wirksamkeit Abflussanteile und Strömungsgeschwindigkeiten in Bühnenkerben und Nebenrinnen gemessen.

Ein Beispiel sind Durchflussmessungen im Bereich einer Nebenrinne am Deckwerk El-km 227,7 bis 227,84, li. Ufer. Hier wurden folgende Messungen und Profile festgelegt (Abbildung 8):

Q- und v-Messung bei ca. MW bzw. MW $-0,25$ m (entspricht 1 m Wassertiefe) bis MW $+0,45$ m (entspricht Geländehöhe)

- 1 Querschnitt im Einlauf, parallel zum Deckwerk/Ufer (1)
- 1 Querschnitt direkt hinter dem Einlauf (2)
- 1 Querschnitt in der Mitte des Gerinnes (3)

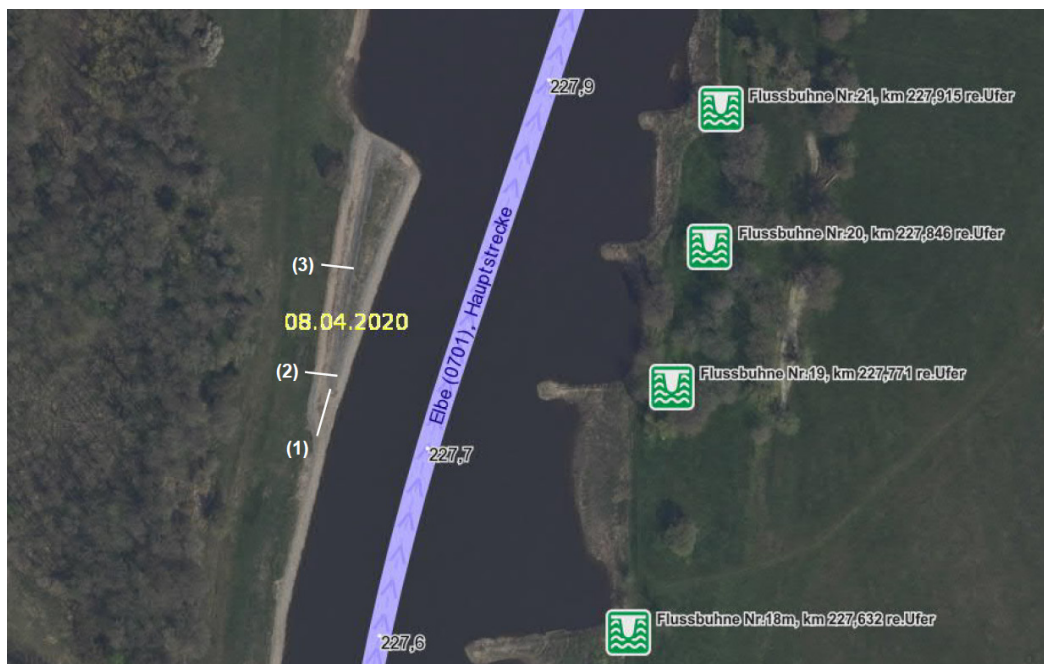


Abbildung 8: Lage der Messprofile El-km 227,7 bis 227,84, li. Ufer (WSV-Geoviewer)

Ergebnisse einer Messkampagne sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Beispiele von Durchflussmessungen am 25.05.2021 bei Pegel Wittenberg 3,14 m (432m³/s)

Elbe-km	Mittelwert der Messungen [m ³ /s]	StdAbw. [m ³ /s]	StdAbw. [%]	Bemerkungen
227,500	450,9	4,7	1	Gesamtabfluss
227,840	3	0,1	4,4	Messung in der Rinne
227,960	5,2	0,2	4,7	Messung im Schlitz

Die Ergebnisse der Erfolgskontrolle dienen dem Erkenntnisgewinn über hydraulische Wirkungen von Bauwerksanpassungen und bilden die Grundlage für künftige strukturverbessernde Maßnahmen an Strombauwerken an Elbe und an anderen großen Strömen.

Literatur

BMVBW (2005): Grundsätze für das Fachkonzept der Unterhaltung der Elbe zwischen Tschien und Geesthacht mit Erläuterungen, Mai 2005.

BMVI/BMUB (2017): Gesamtkonzept Elbe – Strategisches Konzept für die Entwicklung der deutschen Binnenelbe und ihrer Auen; Februar 2017.

PG Erosionsstrecke Elbe (2009): Sohlstabilisierungskonzept für die Elbe von Mühlberg bis zur Saalemündung, März 2009.

Morphologische Entwicklung der Alten Elbe bei Magdeburg. Entwicklungsstrategien und Maßnahmenoptionen

Prof. Dr.-Ing. Bernd Ettmer, Hochschule Magdeburg

Daniel Hesse, M. Eng., Hochschule Magdeburg

Stefan Müller, M. Eng., Hochschule Magdeburg

Einleitung

Oberhalb der Stadt Magdeburg teilt sich die Elbe in die Stromelbe und die Alte Elbe auf. Die Alte Elbe ist ein rd. 5,6 km langer Nebenarm der Elbe, der einen Anteil des Hochwassers der Elbe durch das Stadtgebiet ableitet (s. Abbildung 1, links). Die Alte Elbe ist durch eine feste Wehrschwelle rd. 1,4 km unterhalb des Abzweigs von der Elbe gestaut. In der Alten Elbe sind erhebliche Sedimentablagerungen zu erkennen (s. Abbildung 1, rechts).



Abbildung 1: Übersicht über das Fließschema der Elbe bei Magdeburg (links) und der Alten Elbe mit Sedimentationen (rechts), Quelle: <https://earth.google.com>, Zugriff 28.09.2022, Abbildung modifiziert

Die Alte Elbe wurde bis Anfang der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts unterhalten und ausgebaggert, so dass auf historischen Luftbildern keine bzw. wenig Sedimentablagerungen zu erkennen sind (s. Abbildung 2, links). Nach dem Einstellen der Unterhaltung haben die Sedimentationen erheblich zugenommen, so dass das nach inzwischen etwa 30 Jahren erhebliche Sedimentationen stattgefunden haben (s. Abbildung 2, rechts).

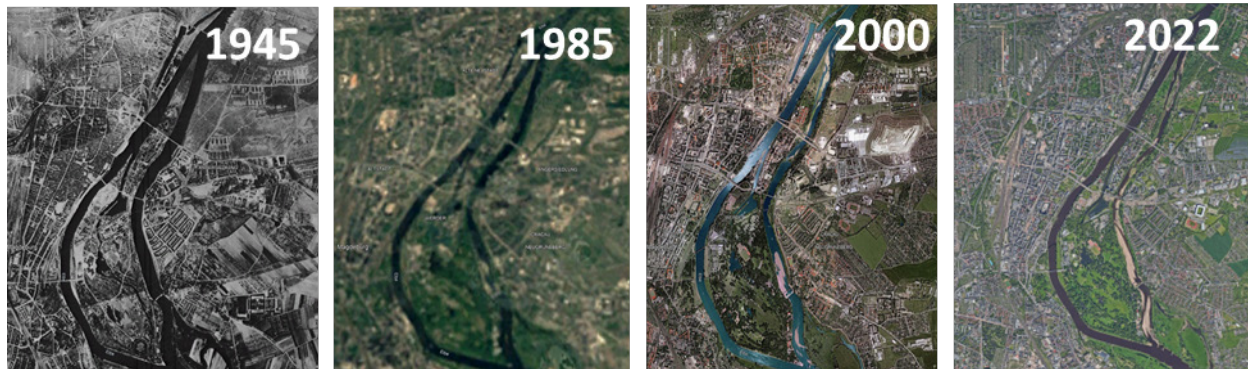


Abbildung 2: Luftbilder der Alten Elbe aus den Jahren 1945, 1985, 2000 und 2022, Quelle: <https://earth.google.com>, Zugriff 28.09.2022, Abbildung modifiziert

Messkampagne 2017 bis 2022

In einer Forschungs Kooperation mit der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe und der Hochschule Magdeburg (HSMD) wurde der Frage nachgegangen, ob die morphodynamische Entwicklung der Alten Elbe detailliert messtechnisch erfasst werden kann. Hierzu wurde in den Jahren 2017 bis 2022 eine kombinierte Messtechnik aus einer Messdrohne (s. Abbildung 3, links) und einem Messboot mit Fächerecholot (s. Abbildung 3, rechts) in der Alten Elbe eingesetzt, um sowohl die über der Wasseroberfläche befindlichen Sedimentationsflächen als auch die unter der Wasseroberfläche befindlichen Sohltopografien zu erfassen, HSMD (2018), (2022).

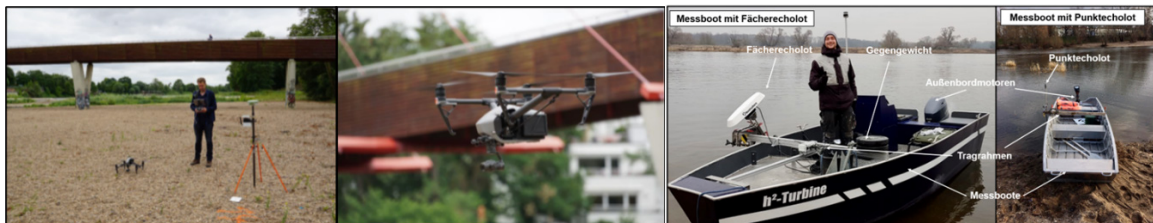


Abbildung 3: Messdrohne Inspire 2 mit Digitalkamera Zenmuse X4s (links) und Messboote mit Fächerecholot und Punktecholot (rechts), Fotografie: D. Hesse (2018)

Die hoch aufgelösten Oberflächentopografien aus den Befliegungen und die aus den Echolotpeilungen erzielten Bathymetrien wurden zu einem topografischen Gesamtmodell der Alten Elbe für die Jahre 2017, 2019/20 und 2020/21 zusammengestellt. Deutlich wurde, dass die Alte Elbe in drei Sedimentationsabschnitte unterteilt werden kann. Abschnitt 1 umfasst den Zulauf in die Alte Elbe bis zur festen Wehrschwelle (Cracauer Wehr) auf einer Fließstrecke von rd. 1,4 km. Dieser Abschnitt ist durch den Rückstau der festen Wehranlage stark sedimentiert (s. Abbildung 5, links). Abschnitt 2 umfasst eine rd. 2 km lange Fließstrecke im Unterwasser der festen Wehrschwelle und ist ebenfalls stark mit Sedimentablagerungen belegt (s. Abbildung 5, Mitte). Abschnitt 3 umfasst die anschließende rd. 2,2 km lange Fließstrecke bis zum Auslauf der Alten Elbe in die Elbe und ist gekennzeichnet durch geringere Sedimentablagerungen als in den Abschnitten 1 und 2 (s. Abbildung 5, rechts).



Abbildung 5: Abschnitt 1, Stat. 0+000 bis 1+400 oberhalb der festen Wehrschwelle (links), Abschnitt 2, Stat. 1+400 bis 3+400 unterhalb der festen Wehrschwelle (Mitte) und Abschnitt 3, Stat. 3+400 bis 5+600 bis zum Auslauf der Alten Elbe in die Elbe (rechts)

Die aus den Messdaten aufbereiteten Höhenmodelle wurden für die Messkampagnen zu den Höhenmodellen 2017 (nur oberhalb der Wehranlage) und den Höhenmodellen 2019/20 und 2020/21 (gesamte Alte Elbe) aufbereitet (s. exemplarisch Abbildung 6). Dies erforderte eine umfangreiche Nachbereitung der erhobenen Messdaten (Agisoft 2021), u. a. Ausdünnung der Messpunkte, Fehleridentifizierung und Bewuchsentfernung.

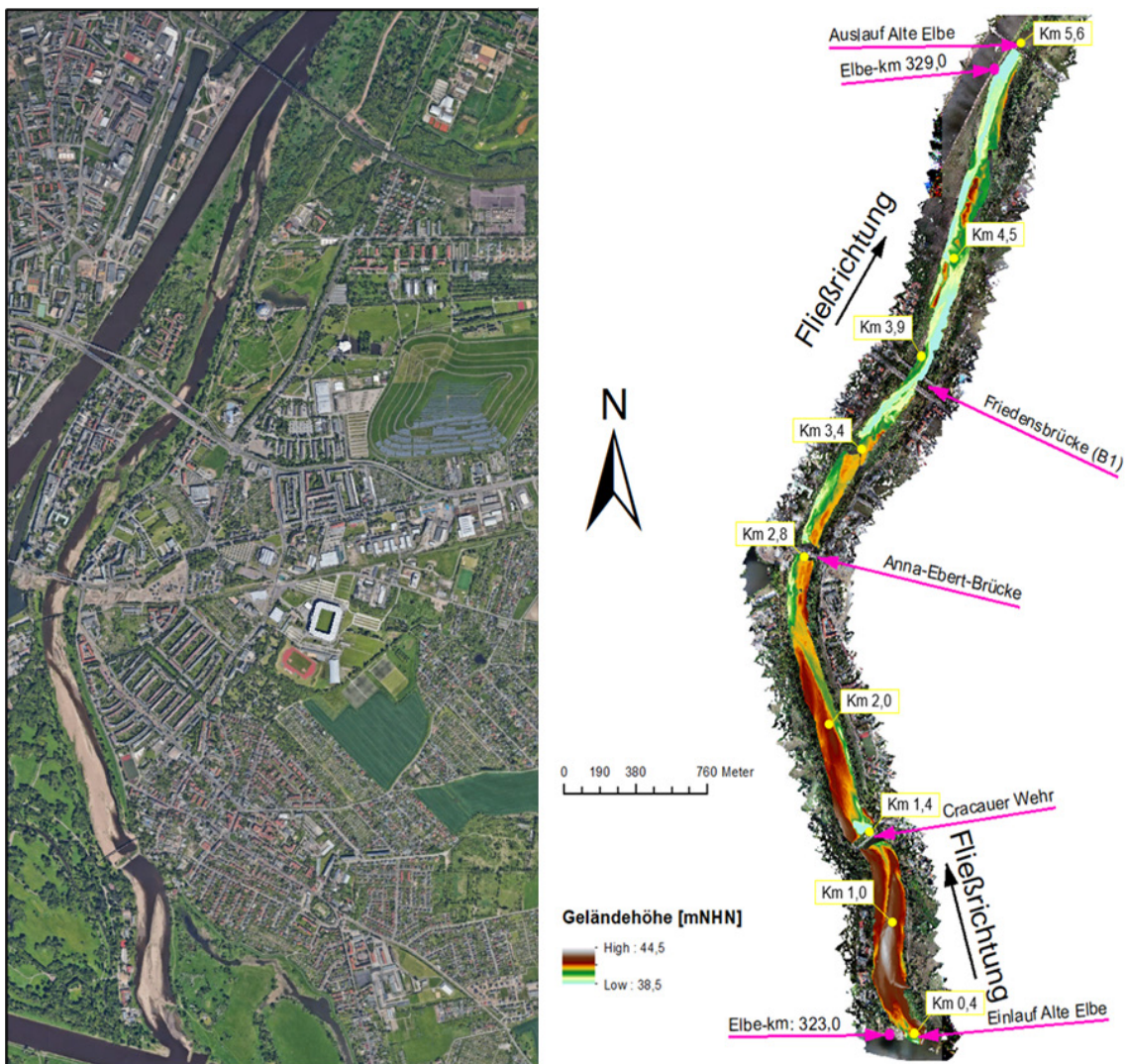


Abbildung 6: Übersichtskarte mit Sedimentationen (links) und topografisches Gesamtmodell 2020/21 aus Drohnenbefliegung und Echolotpeilungen (rechts) Quelle: Bericht HSMD (2022)

Ergebnisse

Die topografischen Gesamtmodelle der Alten Elbe lieferten für die Jahre 2017, 2019/20 sowie 2020/2021 hochaufgelöste und detaillierte Ergebnisse über die morphodynamischen Veränderungen in der Alten Elbe. Die Geländemodelle der einzelnen Messkampagnen wurden miteinander verglichen, indem durch eine Differenzenbildung zwischen den einzelnen Modellen Sedimentbilanzen berechnet wurden (s. Abbildung 7, links). Eine Bilanzierung der Sedimentvolumina zwischen den Modellen 2017, 2019/20 und 2020/21 zeigte, dass weitere Sedimentationen im Messzeitraum 2017 bis 2022 stattgefunden haben. Anzumerken ist, dass im Messzeitraum kein signifikantes Hochwasser abgefließen war (s. Abbildung 7, rechts und Tabelle1).

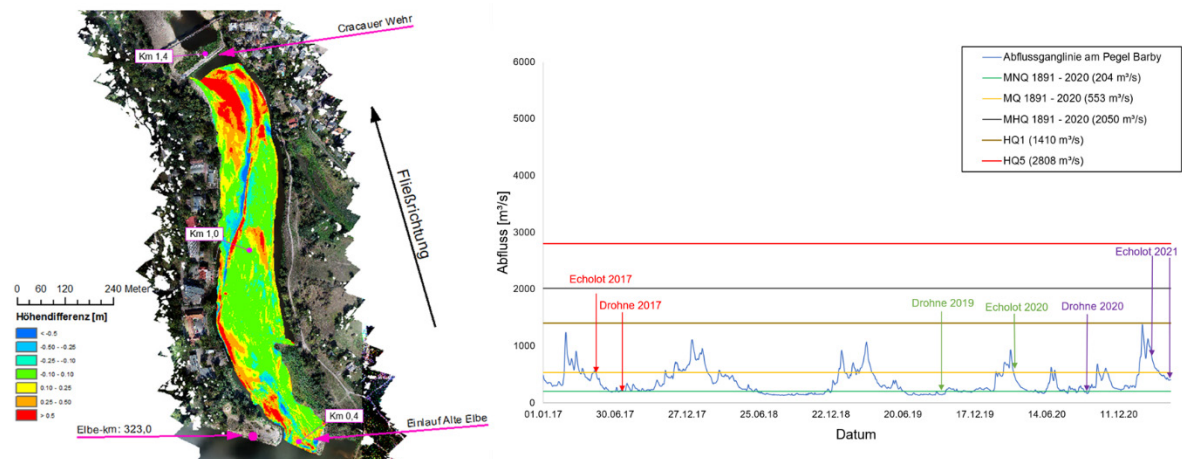


Abbildung 7: Abflussganglinie im Messzeitraum (links) und Differenzendarstellung für das Modell 2020/21 abzüglich 2017 (rechts), Quelle: Bericht HSMD (2022)

Ein Sedimentbilanzierung zwischen dem Modell 2020/21 und dem DGM-W 2003 sowie Messdaten des WSA Magdeburg zeigte eine Zunahme von rd. 214.000 m³ Sedimentablagerungen in der Alten Elbe.

Tabelle 1: Sedimentvolumen-Veränderungen in der Alten Elbe

Sedimentbilanz 2020/21 -2019/20

Abschnitt 1: Stat. 0+000 bis 1+400: $\Delta V = +7.000 \text{ m}^3$

Abschnitt 2: Stat. 1+400 bis 3+400: $\Delta V = +5.000 \text{ m}^3$

Abschnitt 3: Stat. 3+400 bis 5+600: $\Delta V = -7.500 \text{ m}^3$

Sedimentbilanz 2020/21 -2017

Abschnitt 1: Stat. 0+000 bis 1+400: $\Delta V = +17.000 \text{ m}^3$

Sedimentbilanz 2020/21 -2003*

Abschnitt 1: Stat. 0+000 bis 1+400: $\Delta V = +62.000 \text{ m}^3$

Abschnitt 2: Stat. 1+400 bis 3+400: $\Delta V = +144.000 \text{ m}^3$

Abschnitt 3: Stat. 3+400 bis 5+600: $\Delta V = +9.500 \text{ m}^3$

* DGM-W2003 und WSA Messungen

Deutlich wird, dass die Sedimentationen in der Alten Elbe noch nicht abgeschlossen sind und weitere Sedimentationen zu erwarten sind. Die Abschnitte 1 und 2 weisen bereits erhebliche Sedimentablagerungen auf, während im Abschnitt 3 noch vglw. wenig Sedimentablagerungen zu erkennen sind.

Ergänzend zu den Sedimentationsuntersuchungen wurden mit den Messdaten der Drohne zudem Bewuchsmodelle aufgestellt, da durch den Bewuchs ein maßgebliches Strömungshindernis vorliegt, Schneider (2010), Ettmer et al. (2019). Sie haben das Ziel die Bewuchs-Sukzession in der Alten Elbe sowie die begonnenen Unterhaltungsmaßnahmen zu dokumentieren und nachzuweisen (s. Abbildung 8). Exemplarisch ist ein Ausschnitt des Bewuchses aus dem Jahr 2020 und aus dem Jahr 2019 in einem Differenzenmodell dargestellt, Themistocleous (2019). Deutlich wird, dass sowohl die Bewuchsentwicklung (rot) und die Unterhaltung mit Bewuchsentnahme (blau) gut erfasst werden konnten.

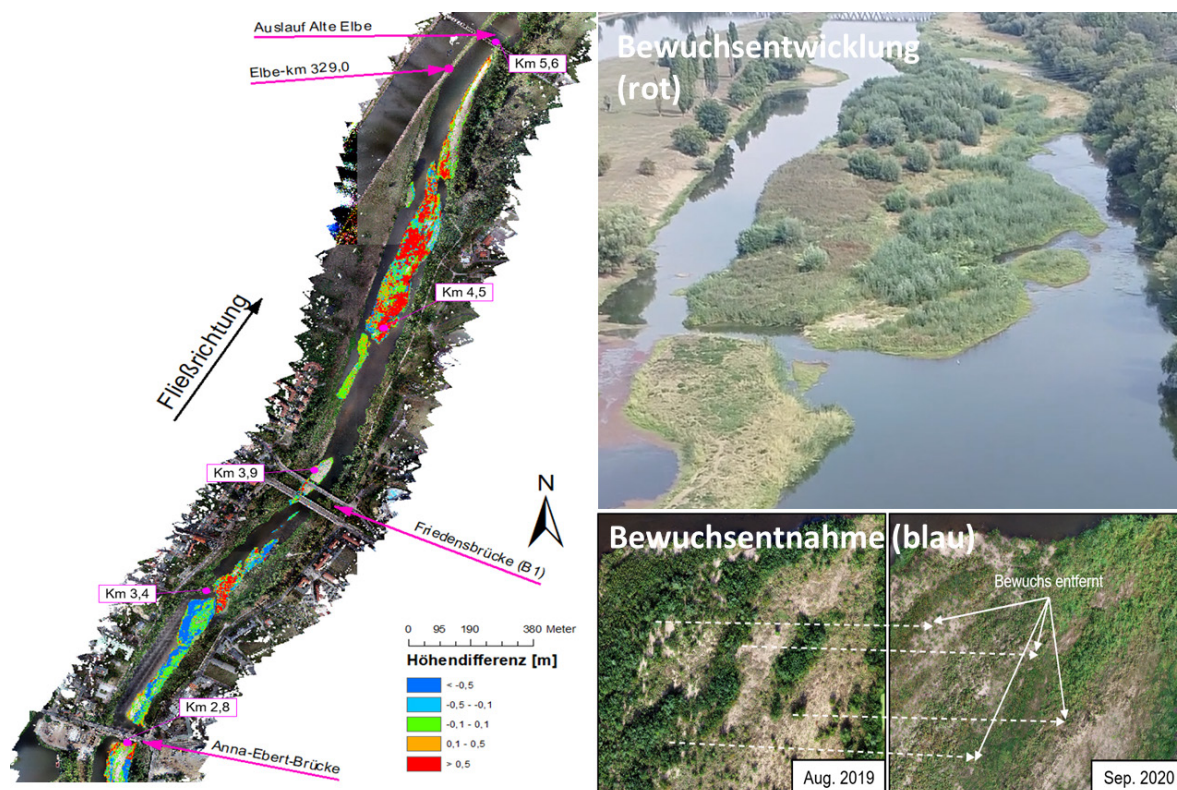


Abbildung 8: Bewuchsdifferenzenmodell der Jahre 2020 und 2019 mit Bewuchsentwicklung (rot) und Bewuchsentnahme durch Unterhaltung (blau), Quelle: Bericht HSMD (2022)

Entwicklungsstrategien und Maßnahmenoptionen

Um die Fragen zur morphodynamischen Entwicklung in der Alten Elbe eingehender zu untersuchen und Lösungsansätze für die Alte Elbe zu entwickeln, wurde in 2022 die AG „Alte Elbe“ mit Akteuren aus dem Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW), dem

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA) Elbe, der Hochschule Magdeburg und der TU Dresden sowie der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) gegründet. Die maßgeblichen Fragen in der AG umfassen die Themengebiete Hochwasserschutz, Gewässermorphologie, Biologie und Schiffsverkehr. Maßgebliches Ziel der AG ist es, Maßnahmen zu entwickeln, mit denen die Abflussleistung in der Alten Elbe erhalten oder ggf. verbessert werden kann. Im Fokus stehen dabei die Fragen zur morphodynamischen Entwicklung in der Alten Elbe und zu Fragen des Bewuchses, DWA (2018). Maßnahmenoptionen umfassen eine Verringerung des Sedimenteintrages in die Alte Elbe durch bauliche Umgestaltung des Einlaufs bspw. durch ein Leitwerk, ein Sedimentabweiser o.ä. Auch eine Lageveränderung der bestehenden festen Wehrschwelle und der Umbau in eine regulierbare Wehranlage werden untersucht, um bspw. durch „Spülungen“ oder mit einer angepassten Wehrsteuerung Sedimentablagerungen zu remobilisieren und durch die Alte Elbe zu transportieren. Neben der Frage nach Sedimentdurchgängigkeit stellen sich auch Fragen nach der biologischen Durchgängigkeit in der Alten Elbe, nach einem Bewuchsmonitoring sowie zur Schifffahrt in der Stromelbe.

Untersuchungen zu diesen Fragestellungen sollen im Jahr 2023 beginnen. Der Beginn der Untersuchungen umfasst ein Studium von umfangreich vorliegenden historischen Dokumenten und Erkenntnissen zur Alten Elbe. Zudem werden die Messkampagnen zur Erfassung der morphodynamischen Veränderungen und zum Bewuchs fortgeführt. Um die lokalen Fragestellungen im Zulaufbereich der Elbe und an der festen Wehrschwelle zu untersuchen ist zudem ein morphodynamisches physikalisches Modell mit Leichtmaterialien (Ettmer & Hentschel 2021) vorgesehen und für Fragestellungen auf der Fließstrecke in der Alten Elbe ein 2d-hydromorphologisches Modell.

Literatur

Agisoft (2021). „Agisoft Metashape User Manual: Professional Edition, Version 1.7“. Agisoft LLC. Handbuch.

DWA-Report InStröHmunG (2018): Innovative Systemlösungen für ein transdisziplinäres und regionales ökologisches Hochwasserrisikomanagement und naturnahe Gewässerentwicklung – Abschlussbericht des BMBF-ReWaM-Projektes In_StröHmunG, Oktober 2018, Hrsg: DWA, Hennef

Ettmer, B., Bromberg, L., Orlik, S., Steinhoff, K.-J., Löbnitz, C., Warnecke, H., Thiele, V. (2019): „Hydraulische Berechnungen für die Entwicklung eines Auenstrukturplans an der Elbe in Niedersachsen“ Wasserwirtschaft 11-2019, 90-94, <http://www.springerprofessional.de/wawi>

Ettmer, B., Hentschel, B. (2021): „Neue Wege in der Morphodynamik im wasserbaulichen Versuchswesen“, Editorial, WasserWirtschaft 5-2021, S. 3, <http://www.springerprofessional.de/wawi>

HSMD (2018), (2020) und (2022). "Naturvermessungen mit Fächerecholot und Drohne - Sedimentablagerungen in der Alten Elbe in Magdeburg -", Magdeburg, Projektbericht

Schneider, S. (2010): Widerstandsverhalten von holzigen Auenpflanzen - Konzept zur Etablierung von Weichholzaunen an Fließgewässern -, Genehmigte Dissertation von der Fakultät für

Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

Themistocleous, K. (2019). „DEM modeling using RGB-based vegetation indices from UAV images“. 7th International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2019) (Vol. 11174, p. 111741J). International Society for Optics and Photonics.

Geschiebezugabestrategien an der Elbe – Möglichkeiten und Grenzen

Univ. Prof. DI Dr. Dr. h.c. Helmut Habersack, Universität für Bodenkultur Wien

Dipl.-Ing. Michael Krapesch, Universität für Bodenkultur Wien

Dipl.-Ing. Dr. Mario Klösch, Universität für Bodenkultur Wien

Einleitung

Im Rahmen der zwischen der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und der Universität für Bodenkultur (BOKU) abgeschlossenen Rahmenvereinbarung für die Durchführung von kooperativen Forschungs- und Entwicklungsprojekten wurde das Projekt „Morphodynamische Phänomene mit Fokus auf die Geschiebemanagement und alternierende Bänke an der Bundeswasserstraße Elbe“ durchgeführt. Dieses Projekt gliederte sich in zwei Arbeitspakete: (i) Ermittlung von alternativen Zugabetechnologien an der Elbe (AP 1) und (ii) Wirkungsmechanismen von alternierenden Bänken (AP 2). Hinsichtlich des AP 1 wurde auf den Flussabschnitt zwischen El-km 121 – 290 fokussiert. Im AP 2 wurde das Untersuchungsgebiet zwischen El-km 502 – 534 betrachtet.

Die Strecke zwischen El-km 121 und El-km 290 ist durch starke Eintiefungstendenzen gekennzeichnet. Die Erosionsraten betragen hier in Teilbereichen bis zu 2 cm/a, wobei sich die Bereiche starker Erosion immer weiter flussab verlagern (IKSE, 2014). Dass es sich in dem Abschnitt zwischen Mühlberg und der Saalemündung um eine Erosionsstrecke handelt, belegen auch die Geschiebefrachten, welche von ca. 50.000 t/a bei El-km 120 (Mühlberg) auf ca. 300.000 t/a bei El-km 290 (Saalemündung) ansteigen (Kühne, pers. Komm.). Somit ergibt sich für diesen Elbeabschnitt ein Geschiebedefizit von 250.000 t/a.

Einerseits führten flussbauliche Eingriffe in der Vergangenheit (Regulierung, Laufverkürzung) sowie der Bau von Deichen zu erhöhten Transportkapazitäten und damit einhergehend zu einer gesteigerten Sohlerosion (IKSE, 2014). Andererseits sind u. a. der Sedimentrückhalt im Einzugsgebiet durch 265 Talsperren und Rückhaltebecken sowie 24 Staustufen zwischen Pardubice (Labe-km 240,04) und Usti n. L. (Labe-km 40,4) die Ursachen für die auftretende Sohlerosion (Vollmer und Schriever, 2004). Um diesen Auswirkungen durch Handlungsempfehlungen entgegenzuwirken, wurde das „Sohlstabilisierungskonzept der Elbe“ (WSD Ost, 2009; Gabriel et al., 2011) entwickelt. Aufbauend auf diesem Konzept wurden im Zeitraum zwischen 1996 und 2009 ca. 805 000 t Geschiebe im Abschnitt zwischen El-km 130 - 200 verklappt (Alexy, 2015).

Ein Problem bei allen Geschiebezugaben ist, dass während Hochwasserereignissen die Geschiebezugabe mit Klappschuten aufgrund der hohen Wasserstände nicht möglich ist bzw. technologisch bedingt aufgrund der hohen Transportkapazität unzureichend erfolgt. Außerdem verhindert die Schifffahrtssperre eine schiffsgestützte Zugabe oberhalb des höchsten schiffbaren Wasserstandes (HSW). Dabei müsste aber gerade bei Hochwasser viel Material zugegeben werden, um das Geschiebedefizit aufgrund der Sohlerosion zu kompensieren.

Die Ermittlung alternativer Zugabetechnologien hatte zum Ziel, Methoden zu ermitteln, die es ermöglichen, dem Fluss auch bei Hochwasserereignissen ausreichend Material zur Verfügung zu stellen, um den Rückhalt von fehlendem Material aus dem Einzugsgebiet auszugleichen und gerade bei diesen Ereignissen dem Herauslösen und dem Abtransport von Sohlmaterial entgegenzuwirken (Grobkornanreicherung). Hierfür wurden im Rahmen der Forschungs Kooperation neue

Zugabetechnologien ermittelt werden, die unabhängig vom Schiffstransport und dauerhaft über das gesamte Abflussspektrum (gerade auch bei HW) einsetzbar sind.

Maßnahmen gegen die Sohleintiefung

Grundsätzlich kann zwischen vier übergeordneten Ansätzen zur Bekämpfung der Sohleintiefung unterschieden werden (Abbildung 1):

- **Änderung des Sedimentregimes**
Unter Änderung des Sedimentregimes sind hier Maßnahmen zu verstehen, welche Auswirkungen auf den Sedimenthaushalt eines Flusssystems hervorrufen. Der Feststoffhaushalt bzw. das Sedimentregime eines Flusses beschreibt die Bilanz von Produktion, Erosion, Transport, Ablagerung und Remobilisierung von Material (Habersack et al., 2014). In diesen Bereich fallen Maßnahmen wie die künstliche Geschiebezugabe, welche auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen kann. Dieser Maßnahmentyp stand im Fokus des durchgeführten Projektes. Daneben gibt es die Möglichkeit den natürlichen Geschiebeinput einerseits durch Seitenerosion und andererseits durch Erhöhung des Eintrags von flussauf (Erhöhung des Sedimentkontinuums, Unterlassung von Geschiebebaggerungen) zu aktivieren. Hier ist anzumerken, dass an der Elbe Entnahmebaggerungen grundsätzlich untersagt sind.
- **Erhöhung des Erosionswiderstandes der Sohle**
Dieser Ansatz beinhaltet Maßnahmen wie z. B. den Einbau einer Sohlenpanzerung oder eines offenen Deckwerkes. Der Erosionswiderstand der Sohle kann andererseits durch eine Grobgeschiebezugabe oder durch eine Grobkornanreicherung erhöht werden.
- **Reduktion des Energieliniengefälles**
Das Energieliniengefälle kann beispielsweise durch eine abschnittsweise Sohlfixierung oder durch den Einbau von Stufen reduziert werden. Letztere können entweder als Abstürze (Sohlschwellen), Blockrampen oder aufgelöste Rampen gestaltet werden. Weitere Maßnahmen zur Reduktion des Energieliniengefälles können eine Laufverlängerung oder der Bau von Wehren sein.
- **Minimierung der Sohlschubspannung**
Zur Minimierung der Sohlschubspannung kann beispielsweise eine verbesserte Ausuferung (z. B. durch Entfernen von Uferreihen) oder eine Flussbettaufweitung beitragen. Weitere Maßnahmen können eine Durchflussreduktion oder die Optimierung von Regelungsbauwerken sein. Letztere können zwischen der Reduktion von Längsbauten (z.B. Leitwerke) oder von Querbauten (z.B. Buhnen, Chevrons) unterschieden werden. Unter Reduktion dieser Bauwerke versteht man einerseits die mengenmäßige Reduktion der Anzahl dieser Strukturen und andererseits deren Anpassung/Optimierung zur Minderung der Sohlschubspannungen im Hauptstrom. Buhnen können beispielsweise durch die Anpassung der Ausrichtung (deklinant, normal, inklinant), der Abmessungen (Höhe, Breite, Länge), des longitudinalen Abstands zwischen einzelnen Buhnen und ob sie ans Ufer angebunden sind oder nicht so gestaltet werden, dass geringere Sohlschubspannungen auftreten und somit die Transportkapazität herabgesetzt wird. Zu beachten ist hierbei in welchem Ausmaß die Anpassung stattfindet, um beispielsweise durch einen zu starken Rückbau von Buhnen nicht Anlandungen in der Fahrrinne und somit Behinderungen für die Schifffahrt hervorzurufen. Allgemein sind bei diesem Maßnahmentyp die Auswirkungen

auf den Abschnitt flussauf und flussab der Maßnahmenstrecke zu beachten. Beispielsweise kann es flussab von Aufweitungsabschnitten durch Ablagerungstendenz in der Aufweitung temporär zu einem Sedimentdefizit und zu Kolkbildung kommen. Über längere Sicht können die Ablagerungen in der Aufweitung ein Ausmaß erreichen, dass sie flussauf den Wasserspiegel heben und auch dort Ablagerungen hervorrufen.

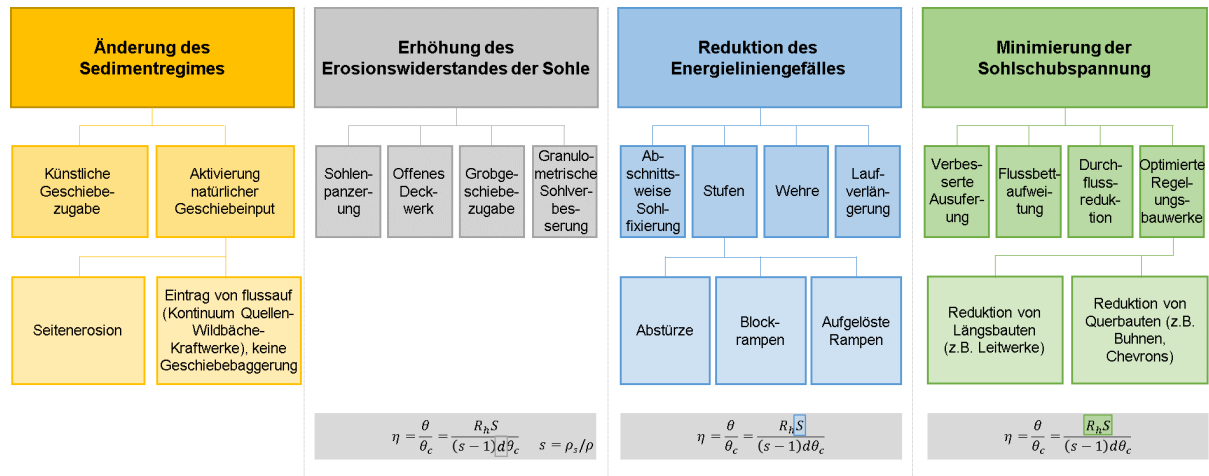


Abbildung 1: Maßnahmen gegen die Sohleintiefung. Die dimensionslose Größe η (-) ist definiert als das Verhältnis des unter den jeweiligen Bedingungen ermittelten Shields-Faktor θ (-) und dem kritischen Shields-Faktor θ_c (-) bei Transportbeginn. Die Parameter, die in die Formel eingehen sind der hydraulische Radius R_h (m), das Energieliniengefälle S (m/m), das dimensionslose spezifische Gewicht von Sediment unter Wasser $s-1$ (-), die Dichte von Sediment ρ_s (kg/m³), die Dichte von Wasser ρ (kg/m³) und der charakteristische Korndurchmesser d (m) (modifiziert nach Habersack et al., 2013).

Mögliche Zugabemethoden

Auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche wurden im Zuge des zu Beginn erwähnten Projektes alternative Zugabetechniken sowie deren Möglichkeiten und Grenzen ermittelt. Daneben wurden ExpertInneneinschätzungen gesammelt und dazu verwendet, Kenntnisse aus bisherigen Erfahrungen in diesem Themengebiet einzubringen. Aufbauend auf eigenen Ideen und Überlegungen wurden in weiterer Folge Zugabemethoden für die Umsetzung eines Naturversuchs in der Erosionsstrecke der Elbe erarbeitet. Aufgrund der Untersuchungen und nach Beratungen mit der BAW, WSA und BfG (Bundesanstalt für Gewässerkunde) wurden folgende 5 Zugabemethoden vorgeschlagen:

- **Förderbandzugabe:** Aufgrund dessen, dass sich im ufernahen Bereich der Elbe einige Kiesgruben befinden, die als Depot für Sedimentzugaben dienen könnten, wäre eine Materialzufuhr über Förderbänder denkbar. Schüttgut-Förderbänder, wie sie vergleichsweise in Kieswerken eingesetzt werden, würden sich eventuell dazu eignen, Sediment über eine Förderbandstraße dem Fluss zuzuführen. Die Materialentnahme könnte aus einer nahegelegenen Sedimentquelle (z. B. Kieswerk) erfolgen und über eine Förderbandstraße zur gewünschten Zugabestelle transportiert werden.

- **Zugabekombination Seitenerosion + Sedimentdepot + Buhne:** Den durchgeführten Untersuchungen zufolge, stellt die Materialzugabe durch Zulassen von Seitenerosion und kombinierter Schüttung von Sedimentdepots eine wirkungsvolle Zugabemethode dar. Zusätzlich könnte durch die Anpassung/den Einbau flussbaulicher Strukturen (z. B. Buhnen) zur Förderung der Erosionsrate die Maßnahmenwirkung verstärkt werden.
- **Zugabekombination Sedimentdepot (als ans Ufer angebundene Kiesbank) + Buhne:** An jenen Stellen, wo das Zulassen von Seitenerosion aufgrund sicherheitsrelevanter Aspekte oder mangelnder Platzverfügbarkeit nicht möglich ist, könnte die Schüttung von ans Ufer angehenden Sedimentdepots (Kiesbänken) in Kombination mit dem Einbau/Anpassung einer Buhne eine wirksame Möglichkeit darstellen, um während Hochwasserereignissen Zugabematerial zur Verfügung zu stellen.
- **Sedimentdepot (als umströmte Kiesinsel):** Eine weitere Zugabemethode stellt die Materialzugabe durch Schüttung von Sedimentdepots in Form von nicht ans Ufer angehenden Kiesinseln dar.
- **Sedimentdepot im Seitengerinne:** Schließlich könnte die Schüttung von Sedimentdepots in Seitengerinnen (unmittelbar vor der Einmündung in den Hauptstrom) als eine mögliche Geschiebequelle für den Hauptstrom dienen. Ufererosion im Seitengerinne könnte den Materialeintrag zusätzlich verstärken.

Ein wesentlicher Aspekt der Projektbearbeitung war die Ausarbeitung allgemeiner Voraussetzungen für die Maßnahmenplanung und -umsetzung eines anschließenden Naturversuchs, welche einerseits Ziele, bautechnische Anforderungen und Kriterien der verschiedenen Zugabemethoden beschreibt. Andererseits wurden rechtliche, finanzielle und logistische Erfordernisse für eine erfolgreiche Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zusammengefasst. Auf Basis der ausgearbeiteten Voraussetzungen für die Umsetzung eines Naturversuchs wurden mögliche Naturversuchsstrecken für die verschiedenen Zugabestrategien vorgeschlagen und beschrieben. Da nicht alle Zugabestrategien unmittelbar realisiert werden können, wurde zunächst die Umsetzung der Maßnahmen (i) Förderbandzugabe und (ii) Zugabekombination Seitenerosion + Sedimentdepot + Buhne angestrebt. Diese beiden Zugabestrategien werden aufgrund ihrer vorteilhaften Eigenschaften u.a. hinsichtlich der Zugabemenge, der technischen Umsetzbarkeit und der zu erwartenden positiven Effekte bevorzugt.

Möglichkeiten der Zugabestrategien

Alle Zugabearten bieten die Möglichkeit der (grobkörnigen) Materialzugabe bei höheren Durchflüssen. Bei den Zugabearten, die das Zulassen von Seitenerosion und die Schüttung von Sedimentdepots umfassen ist die Initiierung einer prozess-gemäßen Morphodynamik sowie die Verbesserung der ökologischen Situation am Ufer von Vorteil (z. B. durch die Schaffung von wellenschlaggeschützten Bereichen infolge des Einbaus von Kiesinseln). Bei der Variante, welche das Zulassen von Seitenerosion inkludiert, profitiert man vom lokal verfügbaren Material als temporäre Sedimentquelle sowie von der sohlstabilisierenden Wirkung infolge der Flussaufweitung (unter Beachtung der für die Schifffahrt erforderlichen Wassertiefen; Abbildung 2).

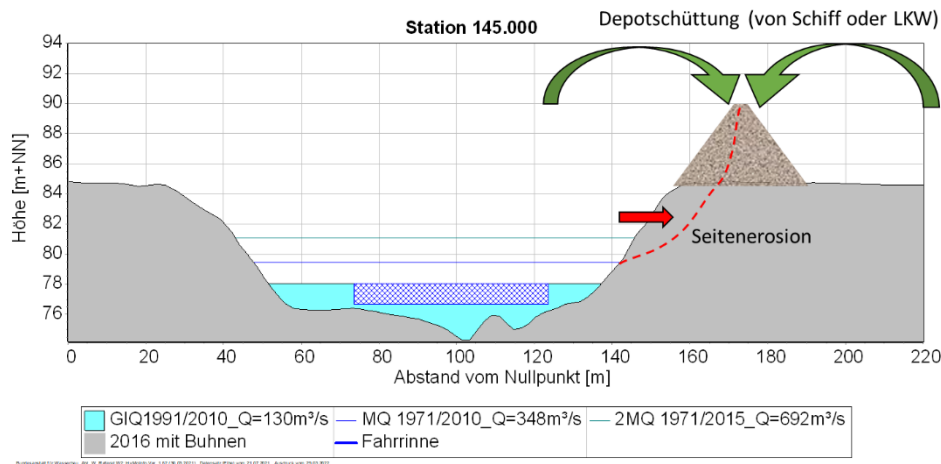


Abbildung 2: Konzeptskizze der Zugabekombination bestehend aus Seitenerosion und Depotschüttung, beispielhaft dargestellt am Querprofil bei El-km 145 (BAW, 2021).

Sedimentdepots stellen durch eine teilweise flexible Deponierung entlang der Ufer eine wirkungsvolle Zugabemöglichkeit dar. Durch die Kombination mit dem Einbau/Anpassung einer Buhne kann die Erosionsleistung und somit der Sedimenteintrag aufgrund der strömungslenkenden Funktion von Buhnen wesentlich gesteigert werden (Abbildung 3).

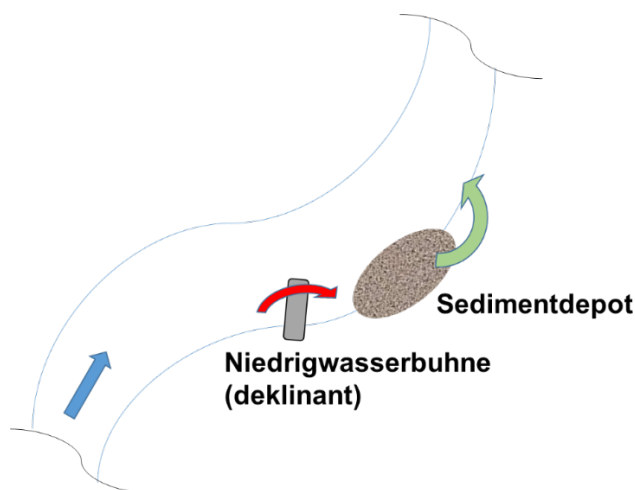


Abbildung 3 Schematische Darstellung der hervorgerufenen Prozesse infolge einer Maßnahmenkombination: Die angepasste überströmte Buhne hat eine strömungslenkende Funktion (roter Pfeil) zur verbesserten Erosion des Sedimentdepots (grüner Pfeil).

Im Vergleich zur Deponierung von Kiesbänken bietet die Schüttung von Kiesinseln die Möglichkeit der rascheren Mobilisierung des Zugabematerials aufgrund des erhöhten Strömungsangriffes. Sedimentdepots in Seitengerinnen können eventuell „einfacher“ umgesetzt werden, weil hier keine Rücksicht auf schiffahrtstechnische Erfordernisse genommen werden muss. Sedimentdepots bieten den Vorteil der Optimierungsmöglichkeit hinsichtlich der Abmessungen und der Korngrößen, falls nach dem Einbau nicht die erhoffte Wirkung erzielt wird. Außerdem liegen bei dieser Zugabemethode kaum Limitationen hinsichtlich der Höhe des Depots vor, wodurch die Zugabemenge bedarfsweise gesteigert werden kann. Der Vorteil der Förderbandzugabe im

Vergleich zu den übrigen Zugabearten ist die individuelle Anpassungsmöglichkeit und die gute Steuerbarkeit bzw. die Möglichkeit der kontinuierlichen, gleichmäßigen Materialzugabe.

Grenzen der Zugabestrategien

Bei der Förderbandzugabe ist man eventuell limitiert hinsichtlich der Zugänglichkeit bei höheren Durchflüssen. Für die Errichtung der Förderbandanlage (und eventuell eines Sedimentsilos) ist eine entsprechende Platzverfügbarkeit am Ufer erforderlich. Außerdem erfordert diese Maßnahme Personal für die manuelle Bedienung vor Ort sowie eine Stromversorgung. Bei der Förderbandzugabe sind darüber hinauslaufende Kosten für den Betrieb und die Wartung der Geräte zu berücksichtigen. Bei den Zugabearten, welche die Schüttung von Sedimentdepots bzw. das Zulassen von Seitenerosion umfassen, ist die Zugabemenge abhängig von der Anzahl/Größe der Sedimentdepots und der eigendynamischen Erosion des Depots bzw. des Ufers. Außerdem ist man bei diesen Zugabemethoden limitiert aufgrund der eingeschränkten Steuerbarkeit und der Wirkung nur bei höheren Durchflüssen. Bei den Zugabevarianten Sedimentdepot und Seitenerosion ist ein Zeitverzug zwischen dem Erosionsbeginn und dem Übergang in einen flächigen Geschiebetransport zu beachten. Außerdem ist man bei diesen Methoden limitiert hinsichtlich der zu beachtenden schiffahrts- und hochwasserschutztechnischen Erfordernisse sowie der etwaigen Notwendigkeit von Nachsorgearbeiten falls Verfestigungen auf dem Sedimentdepot infolge des Vegetationsaufkommens auftreten. Aufgrund der geringeren Grundfläche erzeugen Kiesinseln erst nach Schüttung von mehreren Depots eine massenrelevante Zugabe.

Dank Wir bedanken uns bei Petra Faulhaber, Nils Huber, Lars Backhaus und Elke Kühne für die Bereitstellung aller Unterlagen, das Einbringen von Ideen und Vorschlägen und die ausgezeichnete Kooperation.

Literatur

- Alexy, M. (2015): Feststofftransportmodell zur Simulation von Geschiebezugaben in der Erosionsstrecke der Elbe. A395-3.02.10113-03.
- BAW (2021): Hydraulisch-morphologisches Informationssystem der Elbe (HyMoInfo). Ver. 1.62 (30.3.2021).
- Gabriel, T.; Kühne, E.; Faulhaber, P.; Promny, M.; Horchler, P. (2011): Sohlenstabilisierung und Erosionseindämmung am Beispiel der Elbe. WasserWirtschaft (Heft 6), S. 27 – 32.
- Habersack, H.; Blamauer, B.; Villwock, H.; Prenner, D.; Schoder, A.; Kreisler, A.; Klösch, M.; Hauer, C. (2014): SED_AT, Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie im Rahmen des nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans, Endbericht.
- Habersack, H.; Klösch, M.; Blamauer, B. (2013): River Restoration and Bed Stabilization at the Upper Drau River. WASSERWIRTSCHAFT. 2013; 103(7): 61-68.
- IKSE (2014): Sedimentmanagementkonzept der IKSE, Vorschläge für eine gute Sedimentmanagementpraxis im Elbegebiet zur Erreichung überregionaler Handlungsziele, Abschlussbericht, Ad-hoc-Expertengruppe „Sedimentmanagement“.
- Kühne, E. (2022): Persönliche Kommunikation.
- Vollmer, S.; Schriever, S. (2004): Feststofftransport und Flussbettentwicklung der Elbe. Bericht.

WSD Ost (2009): Sohlstabilisierungskonzept für die Elbe von Mühlberg bis zur Saalemündung.
Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost Magdeburg, Wasser und Schifffahrtsamt Dresden,
Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz, Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe
(http://www.wsd-ost.wsv.de/betrieb_unterhaltung/pdf/Sohlstabilisierung_textteil_.pdf).

Wasserhaushalt, Klimawandel und wasserwirtschaftliche Fragen im Elbeinzugsgebiet

Dr. rer. nat. Enno Nilson (Bundesanstalt für Gewässerkunde)

Dipl.-Met. Peter Krahe (Bundesanstalt für Gewässerkunde)

Dipl.-Geogr. Jörg Uwe Belz (Bundesanstalt für Gewässerkunde)

Einleitung

Das Zusammenspiel zwischen hydrometeorologisch und anthropogen verursachten Änderungen des Wasserhaushalts und des Abflussregimes ist eine besondere Herausforderung für den Entwurf geeigneter Zukunftsszenarien für das Wasser(straßen)management im Elbegebiet. Forschungsarbeiten der BfG zielen darauf ab, die jeweiligen Einflüsse im vergangenen Abflussgeschehen zu isolieren, um auf Basis des Gelernten spezifische Angaben zu Auswirkungen des möglichen zukünftigen Wandels treffen zu können.

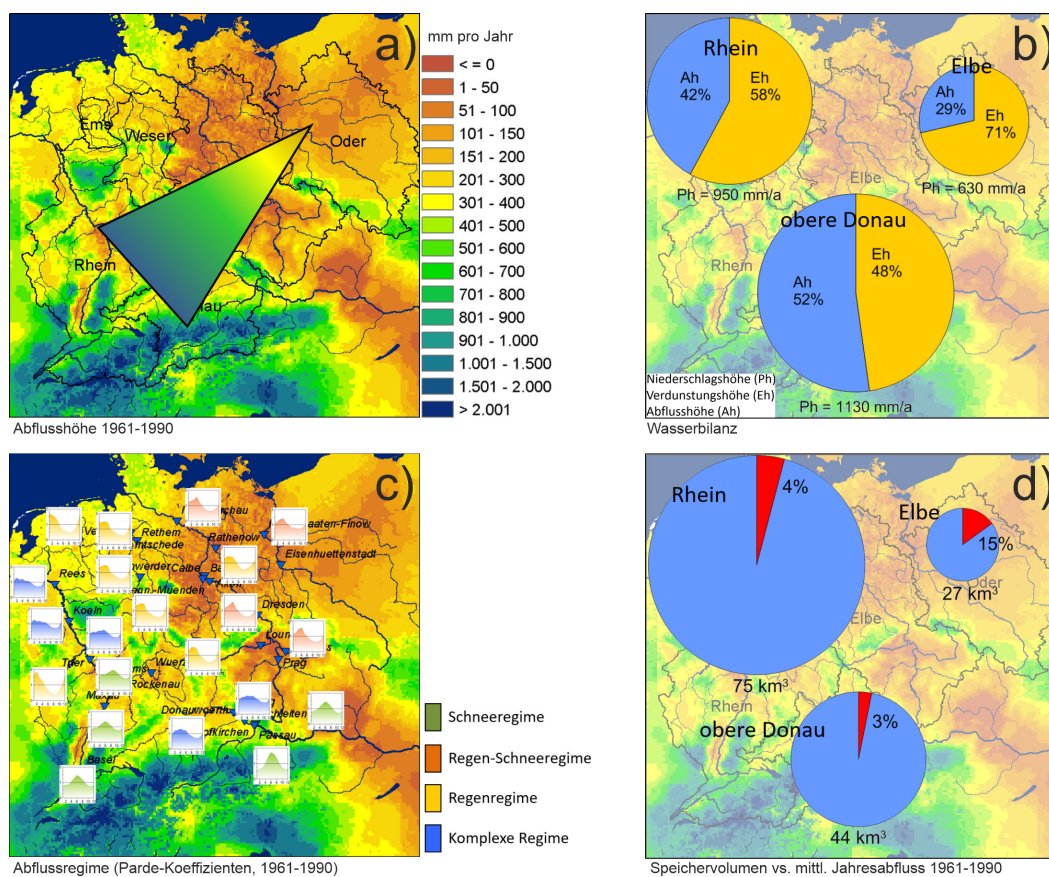


Abbildung 1: Grafische Umsetzung von Eckdaten des Wasserhaushalts in Deutschland (Bezugsperiode: 1961-1990): a) Mittlere jährliche Abflusshöhe für einen Ausschnitt Mitteleuropas (Datenquelle: Zusammengestellt aus Daten des Hydrologischen Atlases Deutschland und eigene Berechnungen). b) Wasserbilanzen für ausgewählte (Teil-)Einzugsgebiete. c) Abflussregime nach Pardé (Datenquelle: WSV, eigene Berechnung). d) Näherungsweise Anteil des bewirtschafteten Wasservolumens am mittleren Jahresabfluss ausgewählter (Teil-)Einzugsgebiete (Datenquellen: KHR, IKSE, GLOWA Danube, eigene Berechnung).

Tabelle 1: *Tabellarische Zusammenstellung von Eckdaten des Wasserhaushalts großer Stromgebiete Deutschlands (mit ihren ausländischen Gebietsanteilen). Niederschlagshöhe (hN), Abflusshöhe hA, aktuelle Verdunstungshöhe hE, Verhältnis von Abfluss- und Niederschlagshöhe (hA/hN), Verhältnis von Verdunstungs- und Niederschlagshöhe (hE/hN), Verhältnis des Talsperren- und jährlichen Abflussvolumens. (Bezugsperiode 1961-1990, Datenquellen: Deutscher Wetterdienst und Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes sowie Wetterdienste und Wasserwirtschaftsverwaltungen der Anrainerstaaten, Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes, Internationale Kommission zum Schutz der Elbe, GLOWA Danube, Auswertung /Darstellung: BfG)*

Stromgebiet	hN [mm]	hA [mm]	hE [mm]	hA/hN [%]	hE/hN [%]	VTa/VhA [%]
Donau bis Achleiten	1130	588	542	52	48	3
Rhein bis Lobith	950	399	551	42	58	4
Elbe bis Neu Darchau	630	183	447	29	71	15

Der Wasserhaushalt des Elbeeinzugsgebietes

Im Vergleich zu anderen Flussgebieten (Abbildung 1 und Tabelle 1) zeigt das Einzugsgebiet der Elbe ein relativ geringes Niederschlagsdargebot, von dem u. a. aufgrund der Verdunstung in der Bilanz ein relativ geringes Wasserdargebot verbleibt, das hinsichtlich des Abflussgeschehens im Jahresgang (Regen-Schneeregime oder Regenregime in Abbildung 1c) unausgeglichen ist und aus Gründen des Ausgleichs zu einem relativ hohen Anteil bewirtschaftet ist. Dabei ist zu beachten, dass die installierten Bewirtschaftungsmaßnahmen neben der Trinkwasserversorgung auch dem Hochwasserschutz, der Energiegewinnung sowie der Bewirtschaftung des Braunkohletagebaus und der Tagebaufolgeseeen dienen.

Aus dem geringen Wasserdargebot im Elbegebiet ergibt sich, dass die Elbe und ihre größeren Nebenflüsse hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels besonders betroffen sein könnten. Aus dem hohen bewirtschafteten Wasserdargebot folgt, dass Aussagen zum "Wandel" ohne Berücksichtigung des Faktors "Mensch" erschwert sind.

Änderungen in der Vergangenheit

Die Jahre seit der Jahrtausendwende sind im Elbeeinzugsgebiet durch viele Extreme gekennzeichnet. Während die Jahre 2002 (August), 2006 (März/April), 2011 (Januar) und 2013 (Juni) als außergewöhnliche Hochwasserjahre in die Chroniken eingegangen sind, ist generell eine Abnahme des Wasserdargebotes nachweisbar, die auch bei Betrachtung klimatologischer Zeiträume relevanter Niedrigwasserkennwerten durchschlägt.

Die vorherigen letzten Dekaden des 20. Jahrhunderts dokumentieren die enorme Bedeutung des Menschen im "Hydrologischen System Elbe". Der Bau von Talsperren (mit Wirkung auf Hoch- und Niedrigwasserkennwerte) und das Sümpfungswassermanagement (mit Wirkung v.a. auf Mittel- und Niedrigwasserkennwerte, Abbildung 2) sind nur zwei Belege hierfür.

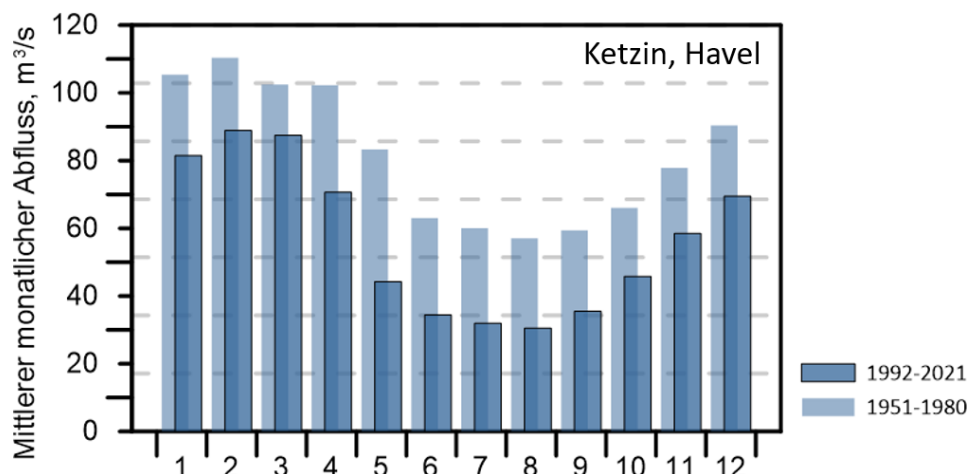


Abbildung 2: Mittlere monatliche Abflüsse am Pegel Ketzin, Havel. Daten: WSV. Auswertung/Darstellung: BfG

Änderungen in der Zukunft

Aussagen zum zukünftigen Wandel beziehen sich meist vor allem auf den Aspekt "Klimawandel". Hier werden globale Szenarien des Weltklimarates (IPCC) zunächst auf regionale hydrometeorologische Daten und schließlich auf hydrologische Daten heruntergebrochen. Diese Aufgabe übernimmt seit 2021 dauerhaft für großräumige bundesweite Betrachtungen der DAS-Basisdienst "Klima und "Wasser". Konkrete, regionalisierte und quantitative Aussagen zu dem zu erwartenden "sozioökonomischen" Wandel und seiner Auswirkungen auf den Wasserhaushalt im Elbeinzugsgebiet existieren derzeit noch nicht. Entsprechende Forschungsprojekte laufen unter anderem bei der BfG.

Mit Blick auf die aktuelle Generation der hydrologischen Projektionen zeigt sich auf den ersten Blick eine Diskrepanz zwischen den beobachteten (vergangenen) und den projizierten (zukünftigen) Änderungen. Beispielsweise befindet sich die aktuell beobachtete Trockenheits- und Niedrigwasserphase am extremen unteren Rand der Zukunftsprojektionen.

Dieser Punkt ist Gegenstand weiterer Untersuchungen. Eine Ursache ist sicherlich, dass die großen sommerlichen Niederschlagsdefizite, die wir beobachten, in vielen Zukunftsprojektionen nicht oder deutlich später im 21. Jahrhundert auftreten. Ob es sich dabei um den Ausdruck der großen natürlichen systeminhärenten Variabilität oder um Modellartefakte handelt, muss geklärt werden.

Trotz der Diskrepanz ändert sich an den bereits seit mehreren Jahren bestehenden Grundaussagen in Bezug auf das Bild des zukünftigen Klimawandels, seinen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und das Abflussgeschehen der Elbe und den damit einhergehenden Anpassungsbedarf nichts: Sowohl im Niedrigwasser- als auch im Hochwasserbereich ist insbesondere in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts mit extremeren Bedingungen zu rechnen; dies gilt insbesondere dann, wenn die anlaufenden Klimaschutzbemühungen nicht erfolgreich sind.

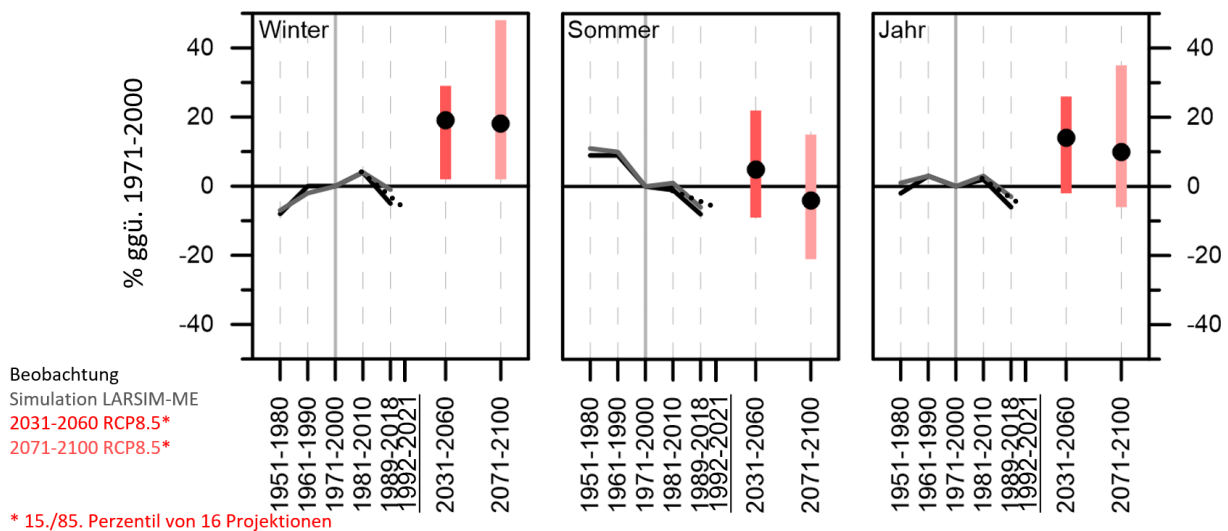


Abbildung 3: Beobachtete (schwarze Linie), simulierte (graue Linie) und projizierte Änderungen des mittleren Abflusses am Pegel Dresden in hydrologischen Halbjahren und im hydrologischen Jahr. Die Abflussprojektionen basieren auf einem Ensemble von 16 regionalen Klimaprojektionen unter Annahme des hohen Szenarios RCP8.5. Der rote Wertebereich umreißt das 15. und 85. Perzentil mit zentraler Schätzung (schwarzer Punkt, 50. Perzentil). Daten: WSV, BfG. Auswertung/Darstellung: BfG

Fazit

Der Klimawandel ist im Einzugsgebiet der Elbe wie auch in Deutschland unverkennbar angekommen. Er ist hinsichtlich einiger Kenngrößen (z.B. Lufttemperatur) sogar ausgeprägter als im globalen Mittel. Die Simulation der wasserhaushaltsbezogenen Folgen des Klimawandels ist unsicher. Jedoch liegen mit regionalisierten Klimaprojektionen und einzugsgebietsweiten Wasserhaushaltsmodellen bereits wichtige Werkzeuge der Wissensgenerierung vor. Ganz anders ist die Lage in Bezug auf die zukünftige Wasserbewirtschaftung einzuschätzen. Ihr systemweiter Einfluss ist schon für die Gegenwart nur unzureichend (flächendeckend, zeitlich auflösend) mit Daten belegt. Abgestimmte, einzugsgebietsweite Zukunftsszenarien der Wasserbewirtschaftung, d.h. Szenarien, die ggf. auch Reaktionen des Menschen auf den projizierten Klimawandel berücksichtigen, liegen noch in einer fernen Zukunft.

Literatur

- Bundesanstalt für Gewässerkunde, (2021): Die Niedrigwassersequenz der Jahre 2015 bis 2018 in Deutschland – Analyse, Einordnung und Auswirkungen. BfG-Mitteilungen, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz. DOI:DOI: 10.5675/BfG_Mitteilungen_35.2021.
- IKSE, (2005): Die Elbe und ihr Einzugsgebiet. Ein geographisch-hydrologischer und wasserwirtschaftlicher Überblick. Internationale Kommission zum Schutz der Elbe.
- Nilson, E., Astor, B., Bergmann, L., Fischer, H., Fleischer, C., Haunert, G., Helms, M., Hillebrand, G., Kikillus, A., Labadz, M., Mannfeld, M., Razafimaharo, C., Patzwahl, R., Rasquin, C., Riedel, A., Schröder, M., Schulz, D., Seiffert, R., Stachel, H., Wachler, B., Winkel, N., (2020): Beiträge zu einer verkehrsträgerübergreifenden Klimawirkungsanalyse: Wasserstraßenspezifische Wirkungszusammenhänge. Schlussbericht des Schwerpunktthemas Schifffahrt und

Wasserbeschaffenheit (SP-106) im Themenfeld 1 des BMVI-Experten Netzwerks.

DOI:10.5675/ExpNNE2020.2020.07.

Nilson, E., Krahe, P., Klein, B., Lingemann, I., Horsten, T., Carambia, M., Larina, M., Maurer, T., (2014): Auswirkungen des Klimawandels auf das Abflussgeschehen und die Binnenschiffahrt in Deutschland. Schlussbericht KLIWAS-Projekt 4.01. Federal Institute of Hydrology (BfG), Koblenz, Germany. DOI:10.5675/Kliwas_43/2014_4.01.

Die zukünftige Entwicklung der Elbe – Reizvolle Aufgabe und flussbauliche Herausforderung zugleich

Prof. Dr.-Ing. Nils P. Huber, Bundesanstalt für Wasserbau

Einleitung

Die ökologische Weiterentwicklung der deutschen Binnenelbe zu einem guten ökologischen Zustand und einem günstigen Erhaltungszustand für Lebensräume und Arten sind zentrale, gesetzlich verankerte, gesellschaftlich breit unterstützte, von den Verantwortlichen vorangetriebene und auch von Seiten der Ingenieurwissenschaften als reizvoll wahrgenommene Ziele und Aufgaben. Flussbaulich herausfordernd ist dabei, eine Vereinbarkeit von ökologischen Zielen mit Nutzungsanforderungen, insbesondere aus dem Verkehrswasserbau, zu erreichen. Denn die Wirkungen der für diese Ziele jeweils als günstig angesehenen Maßnahmen am und im Fluss stehen einander mitunter entgegen (Schmidt und Huber 2019). Die Aufgabe gewinnt nicht zuletzt durch vielfältige wasserwirtschaftliche Anforderungen an Gewässern, wie dem Schutz vor Hochwasser, weiter an Komplexität.

Im Gesamtkonzept Elbe (GKE) (BMVI und BMUB 2017, Gierra 2023) sind gemeinsame Ziele und Maßnahmenvorschläge formuliert, die es im bereits laufenden Anschlussprozess, auch mit Rückgriff auf bereits lange vorliegende Konzepte (Fröhner 2023) und in jüngerer Vergangenheit aufgenommene Aktivitäten (Kleinert 2023), umzusetzen gilt. Die weitere Vorgehensweise in der Abstimmung und Umsetzung von Maßnahmen bestimmt maßgeblich, vor welchem zeitlichen Horizont wesentliche Impulse für die zukünftige Entwicklung der Elbe gesetzt werden können. Die Erreichung der gesteckten Ziele hängt auch davon ab, dass diejenigen morphologischen und ökologischen Raum- und Zeitskalen bekannt sind, auf denen die durch die jeweiligen Maßnahmen wesentlich beeinflussten Prozesse ablaufen. Eine Überfrachtung von einzelnen Maßnahmen mit der Erwartung, die Defizite an der Elbe in größtmöglicher Breite und skalenübergreifend reduzieren und damit viele Ziele des GKE gleichzeitig adressieren zu können, sollte aufgrund des dynamischen Charakters von Flüssen vermieden werden. Zu verfolgen ist ein aus vielen einzelnen, kleinen und sehr selektiv größeren Schritten bestehender Weg. Dieser erfordert jedoch mitunter eine hohe Kompromissbereitschaft auf der Ebene einzelner Maßnahmen, sichert jedoch eine kontinuierliche Entwicklung, an die sich mit weiteren Maßnahmen zielgerichteter angepasst werden kann.

Skalenbezug von Morphologie und Ökologie

Die Habitatqualität und die ökologischen Entwicklungspotenziale in und an Gewässern werden in bedeutendem Maße durch die abiotischen (hydro-)morphologischen Bedingungen geprägt (Dudgeon et al. 2006). Abiotische und biotische Prozesse folgen dabei einer Skalenhierarchie (Gurnell et al. 2016, Habersack 2000, Frissell et al. 1986) von der größten definierten Skala, z. B. dem Flussgebiet, bis hin zur kleinsten betrachteten Skala, z. B. einer kurzen, lokalen Fließstrecke oder auch punktuell dem Mikrohabitat mit Abmessungen von vielleicht nur wenigen Zentimetern. Die auf den verschiedenen räumlichen Skalen dominanten und demnach prägenden Prozesse

verursachen Veränderungen, die Zeitskalen von wenigen Tagen oder Wochen abdecken können oder über Jahrzehnte und Jahrhunderte bis hin zu geomorphologischen Zeiträumen reichen.

Abbildung 1 zeigt beispielhaft eine mögliche, mit drei Skalenbereichen vergleichsweise einfach definierte Skalenhierarchie für morphologische und ökologische Prozesse:

- Auf der kleinsten zeitlichen und räumlichen Skala einer vergleichsweise begrenzten Fließstrecke werden morphologisch vornehmlich dynamische Prozesse erkennbar. Identifizierbar sind lokale Sohlformen und deren abflussabhängige Umformungen. Auf dieser Skala erfolgen die Besiedlung der morphologischen Strukturen und lokale Biotopentwicklungen, z. B. in einzelnen Kolken oder in einem Kolk-Furt-Wechsel.
- Die statistisch repräsentative Beschreibung der Gewässerstruktur erfordert im Allgemeinen bereits eine größere Skala (beginnend bei wenigen Kilometern Erstreckung bis hin zu z. B. den einzelnen Elbestrecken nach ELWIS 2022). Flussabschnittsbezogene Auffälligkeiten der Sohlagenentwicklungen können sich ausprägen. Die Prozesse stehen oftmals in enger Verbindung mit den Wirkungen flussbaulicher Maßnahmen, wie flussregelnder Eingriffe mit Buhnengruppen, der Sicherung von Ufer und Sohle oder der Sedimentbewirtschaftung, z. B. in Form von Geschiebezugaben. Ökologisch entwickeln und verteilen sich auf dieser Skala regionale Artenspektren.
- Auf der größten dargestellten Skala eines Flussgebiets prägen sich langfristige Wirkungen eines veränderten Sedimenthaushalts, der stark durch die natürlichen und insbesondere auch anthropogen geprägten Prozesse in den Zuflüssen beeinflusst wird, und daraus resultierende geomorphologische Sohlagenentwicklungen aus. Diese morphologischen Prozesse können in ökologische Gewässertransformationen münden, wenn in der Folge z. B. großräumig die Fluss-Auen-Interaktionen beeinträchtigt werden.

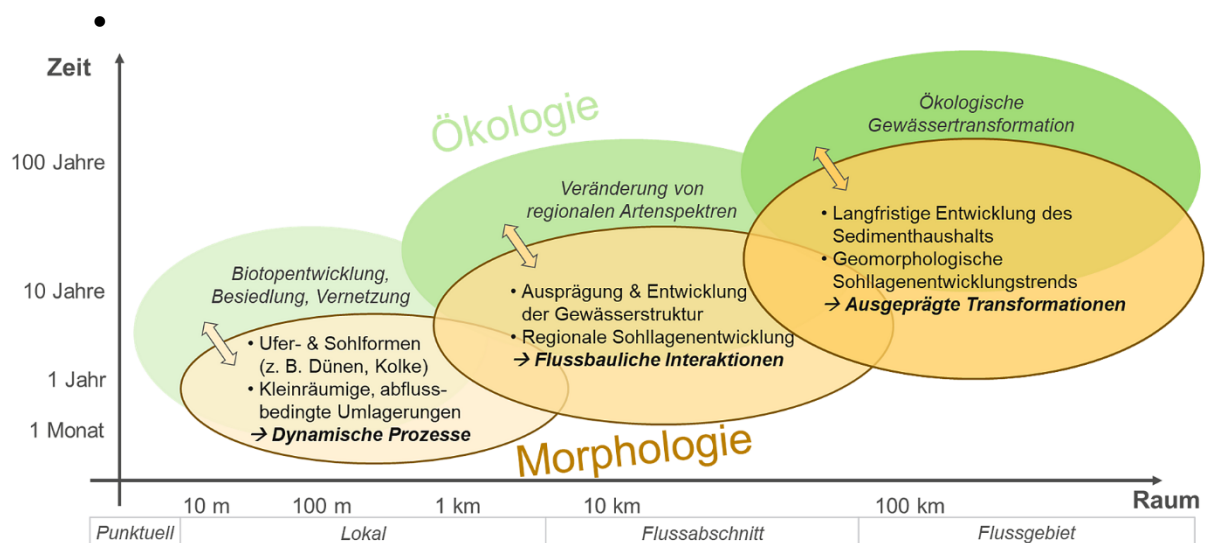


Abbildung 1: Raum-Zeit-Skalen morphologischer und ökologischer Prozesse

Für die deutsche Binnenelbe sind morphologische Defizite auf allen Skalen benannt worden, aus denen nachfolgend nur beispielhaft genannte Erfordernisse abgeleitet werden können (NABU 2020, BMVI und BMUB 2017, FGG Elbe 2013):

- *Lokal*: Verbesserung der Morphodynamik von Gewässerbett und Ufer, Pionierhabitate
- *Flussabschnitt*: Erhöhung der Strukturvielfalt, dynamische Breiten- und Tiefenvarianz
- *Flussabschnitt – Flussgebiet*: Vernetzung zwischen Fluss und Aue
- *Flussgebiet*: Stopp und Rückführung der anthropogen verursachten Sohlerosion (Hinweis: nicht die gesamte Binnenelbe unterliegt einer Sohlerosion)

Skalenorientierte Maßnahmenentwicklungsprinzipien

Die ökologische Entwicklung von Gewässern sollte entsprechend Beechie et al. (2010) zentralen prozessorientierten Prinzipien folgen. Maßnahmen sollten demnach

- die grundlegenden Ursachen defizitärer Bedingungen im Fokus haben und nicht symptomorientiert sein,
- mit den physikalischen und biologischen Standortpotenzialen vereinbar sein, die mitunter eng begrenzt sind und von Prozessen auf höheren räumlichen Skalen abhängen,
- in ihrem Umfang die Skalen abdecken, auf denen sich die Defizite ausprägen und die demnach für ihre Behebung bedeutsam sind und
- in Umfang und Zeit und unter Berücksichtigung des dynamischen Charakters der Prozesse mit klaren Erwartungen hinsichtlich der Wirkungen auf das Ökosystem einhergehen.

Diese Prinzipien sind auch im Verkehrswasserbau bereits lange etablierte Grundlage flussbaulichen Planens und Handelns. Für den Umgang mit den auch künftig anstehenden flussbaulichen Herausforderungen im Sinne sowohl des Verkehrswasserbaus als auch der Ökologie (wie auch der Wasserwirtschaft) ist die Betrachtung der morphologischen Prozesse auf den verschiedenen Skalen für eine zielführende Untersuchungs- und Lösungskonzeption zentral. Hierfür steht ein vielfältiges Portfolio an Untersuchungsinstrumenten zur Verfügung. Abbildung 2 zeigt die räumliche und zeitliche Skaleneinordnung dieser Instrumente im Zusammenhang mit den morphologischen Prozessen entsprechend Abbildung 1.

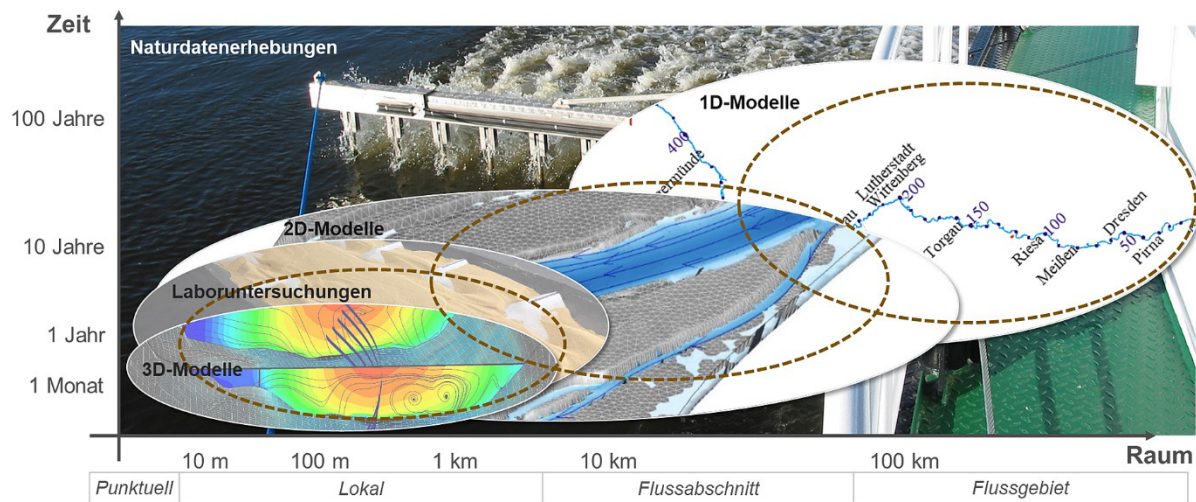


Abbildung 2: Raum-Zeit-Skalen flussbaulicher Untersuchungsinstrumente inklusive ihrer Abdeckung der skalenverteilten morphologischen Prozesse (braun umrandete Ovale)

Möglichst kontinuierlich und damit über alle Raum- und Zeitskalen erfolgende Naturdatenerhebungen sind das grundlegende Instrument zur Erreichung eines breiten Prozessverständnisses und allein vor diesem Hintergrund unverzichtbar. Naturdaten bilden darüber hinaus die wesentliche Grundlage für den Einsatz von Modellinstrumenten auf allen Skalen. Numerische Modelle für die Elbe werden bereits seit langem an der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) intensiv genutzt. Sie decken mit Ausrichtung der Modelldimension auf die jeweiligen Fragestellungen das gesamte sinnvolle Spektrum von 1D bis 3D ab. Laboruntersuchungen nutzt die BAW zum einen zur Generierung eines phänomenologischen Grundverständnisses. In Abbildung 3 ist ein 56 m langes und 13 m breites Labormodell der BAW dargestellt, welches der prinzipiellen Untersuchung morphologischer Prozesse in Flusskrümmungen dient. Derartige Krümmungen finden sich auch an der Elbe, z. B. im Bereich zwischen Lutherstadt Wittenberg und Dessau-Roßlau oder bei Damnatz im Bereich der Elbe-Reststrecke. Auf der theoretischen Skala kleinerer Flussabschnitte ist, entsprechend Abbildung 1, die Interaktion zwischen flussbaulichen Maßnahmen und der Morphologie stark ausgeprägt, sodass Modellbetrachtungen flussbauliche Maßnahmen integrieren, wie in Abbildung 3 anhand der Bühnen ersichtlich. Die Labormodellierung bietet zum anderen aber auch die Möglichkeiten der direkten maßstäblich verkleinerten Abbildung von realen Gewässerstrecken, wie dies in der Vergangenheit auch bereits für die Elbe-Reststrecke erfolgt ist (BAW 2003).



Abbildung 3: Labormodell der BAW zur prinzipiellen Untersuchung morphologischer Prozesse in Flusskrümmungen

Die den verschiedenen Instrumenten und Prozessen immanenten Unsicherheiten werden auch im Rahmen umweltgerechter verkehrswasserbaulicher Planungen stets mitbedacht und damit dem dynamischen Charakter von Hydrologie und Morphologie Rechnung getragen (Wurms und Huber 2019).

Flussbauliche Herausforderungen

Im Rahmen der zukünftigen Entwicklung der Elbe ist es eine zentrale flussbauliche Herausforderung, Maßnahmen in effizienter Art und Weise zu entwickeln. Dies setzt die Bereitschaft voraus, in jedem einzelnen Vorhaben sehr bewusst auf skalenangepasste Ziele zu fokussieren und die im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen skalenorientierten Prinzipien zu beachten. Zum Beispiel ist es ein benanntes Ziel des GKE, die in Teilen der Elbe ausgeprägte anthropogen verursachte Sohlerosion zu stoppen und zurückzuführen. Grundlage für die Erreichung eines dynamischen morphologischen Gleichgewichts, welches durch langfristig stabile mittlere Sohllagen geprägt ist, um welche die tatsächliche Sohllage schwankt, ist ein ausgeglichener Sedimenthaushalt. Um dieses Ziel zu unterstützen, kann die Sedimenttransportkapazität auf der Skala eines Flussabschnitts durch eine Reduzierung des hydraulischen Gefälles, z. B. durch Vergrößerung der Lauflänge oder durch eine Aufweitung des Gewässers, verringert und damit einer Erosionsneigung entgegengewirkt werden. Solche Maßnahmen sind somit über die Förderung einer Entwicklung

von lokalen Habitaten hinaus vielseitig wertvoll. Vor dem Hintergrund, dass die Elbe Teil einer intensiv genutzten Kulturlandschaft ist (siehe auch Faulhaber 2023) und damit nicht überall ausreichende Standortpotenziale existieren, werden Gewässeraufweitungen absehbar nicht in weiten Bereichen umgesetzt werden können. Die zweite wesentliche Stellschraube für die Schaffung eines ausgeglichenen Sedimenthaushalts ist die Sedimentfracht bzw. das Dargebot insbesondere bettbildender, d. h. gröberer Kornfraktion, von oberstrom. Während Geschiebezugaben, einzeln ebenfalls auf der Skala eines Flussabschnitts wirkend, das Dargebot künstlich erhöhen können (WSV et al. 2009), spielt vor allem der natürliche Eintrag aus dem Einzugsgebiet eine bedeutende Rolle. Mit Letzterem ist die größte Skala adressiert (siehe Abbildung 1). Die Durchgängigkeit von Fließgewässern für Sedimente ist deshalb bedeutender Bestandteil der Empfehlungen für ein zukünftiges integriertes Sedimentmanagement in Flussgebieten im Zusammenhang mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie (CIS 2022). Ihre Verbesserung ist aus der Perspektive der Elbe unmittelbar ursachenorientiert und zwingend mitzudenken. Sie lässt sich jedoch nicht kurzfristig erreichen, weswegen ersatzweise Maßnahmen auf kleineren Skalen vorgesehen werden müssen, um dort sichtbar werdende Symptome weiterhin zu adressieren.

Die zukünftige Entwicklung der Elbe stellt eine flussbauliche Herausforderung auch vor dem Hintergrund dar, dass Lösungen möglichst zeitnah und effizient gefunden werden sollten. Durch eine zügige Umsetzung von Maßnahmen sind wichtige morphologische und ökologische Veränderungsimpulse auszulösen und in Folgeschritten, in Anbetracht erzielter Wirkungen, ggf. weitere Anpassungen vorzunehmen. In der Praxis ist die hierzu notwendige Einstellung jedoch nicht durchgehend erkennbar. Offenbar fördert die Verfügbarkeit eines breiten Instrumentenportfolios die Sichtweise, dass eine alle möglichen Facetten und Interaktionen zwischen Ökologie und Morphologie berücksichtigende Untersuchungs- und Optimierungsmöglichkeit gegeben ist. Aus dieser Sichtweise heraus werden mitunter auch an einzelne Vorhaben Erwartungen im Hinblick auf eine grundsätzliche und breite ökologische Verbesserung und Behebung möglichst vieler Defizite im Gewässer (unter dem Stichwort des Verbesserungsgebots) geknüpft.

Eine multivariate, durch zahlreiche Teilziele überfrachtete Zielstellung ist in dynamischen Systemen kaum zufriedenstellend lösbar. Dies gilt insbesondere dann, wenn man sich von dem Gedanken leiten lässt, das globale Optimum eines hochgradig nichtlinearen und ggf. von zusätzlichen, nicht in einer Zielfunktion abgebildeten Randbedingungen eingeschränkten Systems, wie eine Kulturlandschaft eines darstellt, zu finden (Abbildung 4). Hier ist es wichtig, im Sinne eines Kompromisses ein gefundenes lokales Minimum, welches dann nur ausgewählte Zielerreichungskriterien erfüllt, zu akzeptieren und die damit verbundenen Maßnahmen umzusetzen. Dies bedeutet auch, dass aktuell nicht realistisch erfüllbare Ansprüche erst einmal in den Hintergrund gestellt werden müssen und nicht in einer Weise auf ihnen beharrt wird, die angestoßene Veränderungsprozesse lähmt.

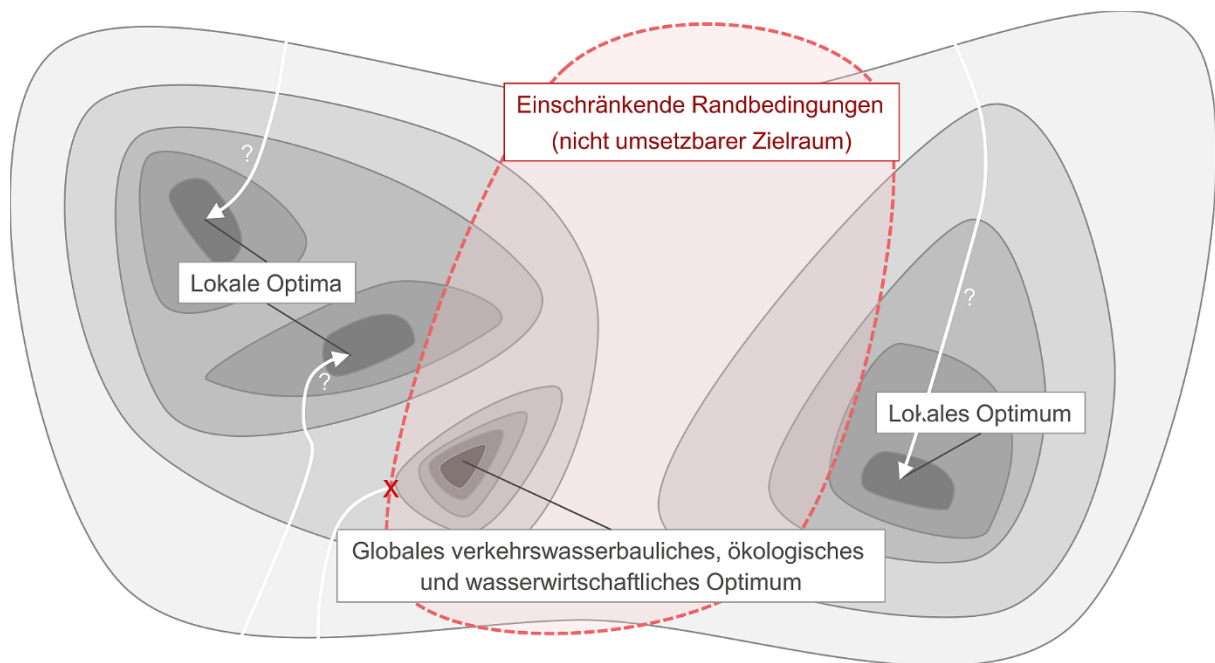


Abbildung 4: Nichtlineares Optimierungsproblem mit Einschränkungen des Zielraums durch Randbedingungen

Dynamischen Gewässersystemen ist immanent, dass maßnahmenbedingte Reaktionen meist nur innerhalb bestimmter Unsicherheitsbänder zuverlässig prognostizierbar sind, da sie von anderen Maßnahmen sowie zukünftigen Änderungen von Randbedingungen, wie z. B. dem Klimawandel oder den grundsätzlichen hydrologischen Unsicherheiten, nicht unerheblich beeinflusst werden. Beispielhaft ist in Abbildung 5 die Spreizung der über fünfzehn Jahre prognostizierten Sohlhöhenentwicklung eines Teils der sogenannten Erosionsstrecke der Elbe bei unterschiedlichen hydrologischen Annahmen dargestellt. Die trockenen und feuchten Ganglinien rekrutieren sich aus Teilen des sich über mehr als dreißig Jahre erstreckenden Kalibrierungszeitraums und sind demnach nicht theoretischer Natur. Im Ergebnis spannt die prognostizierte Sohlagenentwicklung in diesem kurzen Zeitraum bereits einen Bereich von einigen Zentimeter auf, wobei diese Größe unter Einbindung weiterer unsicherer Randbedingungen auch weiter zunehmen kann. Die Wirkungen von zukünftigen Maßnahmen und die mit ihnen verbundenen Unsicherheiten sind beispielsweise noch gar nicht mit betrachtet.

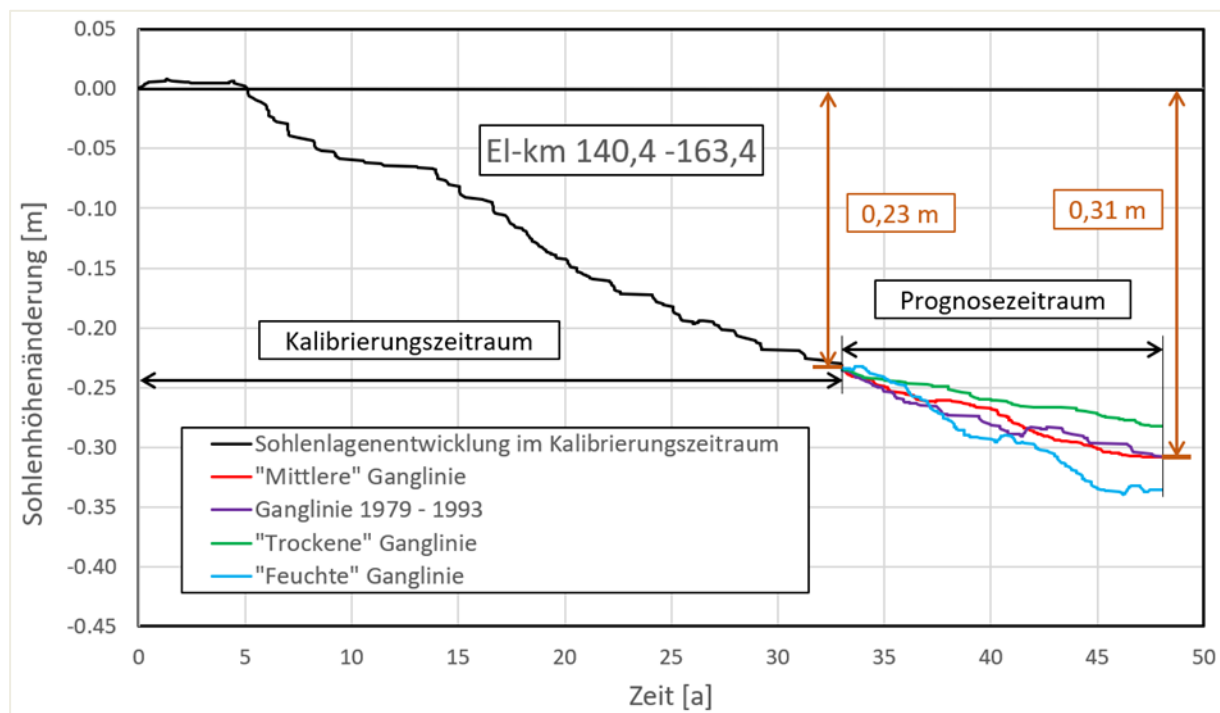


Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung von hydrologisch bedingten Prognoseunsicherheiten beim Einsatz eines 1D-Feststofftransportmodells zur Abbildung von langfristigen Sohlhöhenänderungen für einen Ausschnitt der Elbe-Erosionsstrecke

Fazit

Die zukünftige Entwicklung der Elbe erfordert vielfältige Maßnahmen, um morphologische und damit auch ökologische Verbesserungen zu erreichen. Diese Aufgabe ist reizvoll und gleichzeitig herausfordernd, da sie letztlich alle Prozessskalen eines großen Flusses umfasst.

Die für die Elbe gesteckten Ziele lassen sich nur dann umfangreich erreichen, wenn Maßnahmen ursachenorientiert, unter Berücksichtigung der auf größeren Skalen gesetzten Randbedingungen und mit Blick auf die für die maßgeblichen Prozesse richtigen Raum- und Zeitskalen entwickelt werden. Ist die Erreichung nicht aller Ziele möglich, was in heutigen Kulturlandschaften und den nicht vernachlässigbaren Randbedingungen letztlich akzeptiert werden muss, so sind symptomorientierte Maßnahmen als Hilfsmittel weiterhin unverzichtbar. Hierzu zählen beispielsweise im Zusammenhang mit der anthropogen verursachten Sohlerosion auch zukünftig, neben Geschiebezugaben, ggf. Sohlsicherungsmaßnahmen aus dem Portfolio des Verkehrswasserbaus. Es muss dabei verstanden werden, dass diese symptomorientierten Maßnahmen im Sinne eines Kompromisses einen notwendigen Ersatz für eine nicht ausreichend mögliche Behandlung der Ursachen, die auf höheren Skalen angesiedelt sind, darstellen.

Die vielfältigen Untersuchungs- und Prognoseinstrumente, insbesondere die der BAW, sind zentrale Hilfsmittel für die Entwicklung von Maßnahmen. Allerdings wäre die Erwartung naiv, mit ihnen die zukünftige Entwicklung der Elbe zuverlässig und detailliert prognostizieren zu können. Zu groß sind die Unsicherheiten der involvierten Prozesse und Randbedingungen. Schon die Folgen des allseits diskutierten Klimawandels sind noch nicht mit der erforderlichen Sicherheit

prognostizierbar. Auf alle Fälle ist daher eine umsetzungsorientierte anstelle einer in allen Belangen übermäßig prognoseorientierten Arbeitsweise anzustreben, um wesentliche Impulse im Fluss möglichst zeitnah setzen und damit den zeitlich mitunter weit in die Zukunft reichenden Wirkhorizonten Rechnung tragen zu können.

Insgesamt ist eine pragmatische Herangehensweise dringend geboten. Eine solche kann die vielen, sich teilweise widersprechenden verkehrswasserbaulichen, ökologischen und wasserwirtschaftlichen Ziele auf der Ebene einzelner Maßnahmen natürlich nicht immer gleichwertig berücksichtigen. Sie bildet jedoch eine wesentliche Basis für eine möglichst kontinuierliche Weiterentwicklung der Binnenelbe. Eine sinnvolle Herangehensweise zur Entwicklung der Elbe setzt die klare – positive – Beantwortung der folgenden Fragen voraus:

- Werden maßnahmenbezogene Ziele klar und mit Blick auf ggf. konkurrierende Ziele maßvoll und kompromissbereit formuliert (oder wird ein Vorhaben mit zu vielen Zielen überladen, mit der Folge eines kaum lösbaren Optimierungsproblems)?
- Sind die Erwartungen an eine Maßnahme auch realistisch an die Wirkskala der beeinflussten Prozesse angepasst (oder wird eine umfangreiche Lösung von Problemen angestrebt, obwohl deren Ursachen auf anderen Skalen angesiedelt sind und es weiterhin ersatzweise lediglich möglich ist, Symptome zu adressieren)?
- Wird eine pragmatische, die systemimmanente Dynamik eines Flusses berücksichtigende schrittweise und lernorientierte Herangehensweise in Erwägung gezogen (oder wird erwartet, dass sich die mit einer Maßnahme verknüpften Wirkungen belastbar prognostizieren lassen und damit die Entwicklung dynamischer Gewässer verlässlich planbar ist)?

Es ist der Bedeutung der Elbe angemessen und daher zu wünschen, dass einer umsetzungsorientierten und dem Lernen vom Fluss verpflichteten Vorgehensweise Vorzug gegeben wird vor einem auf die Erreichung eines illusionären Optimums ausgerichteten Prozess. Denn auch angesichts ehrgeiziger Ziele gilt: Der Planbarkeit dynamischer Systeme sind Grenzen gesetzt!

Literatur

- BAW (2003). Gutachten über Regelungsmaßnahmen in der Elbe-Reststrecke (Elbe-km 508 - 521) auf der Grundlage von Modelluntersuchungen Teil 4: Morphologische Untersuchungen im physikalischen Modell (Elbe-km 506,4 - 512,4). BAW-Nr.: 650039 (alt) / 3.02.10006.00 (neu). Karlsruhe. Bundesanstalt für Wasserbau.
- Beechie, T. J.; Sear, D. A.; Olden, J. D.; Pess, G. R.; Buffington, J. M.; Moir, H. et al. (2010): Process-based Principles for Restoring River Ecosystems. In: BioScience 60 (3), S. 209–222. DOI: 10.1525/bio.2010.60.3.7.
- BMVI; BMUB (2017): Gesamtkonzept Elbe. Strategisches Konzept für die Entwicklung der deutschen Binnenelbe und ihrer Auen. Berlin / Bonn. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. <https://www.gesamtkonzept-elbe.de> [Letzter Zugriff: 22.12.2022]

- CIS (2022): Integrated sediment management. Guidelines and good practices in the context of the Water Framework Directive. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) (zur Veröffentlichung). https://environment.ec.europa.eu/system/files/2022-09/CISdocumentsedimentfinalTO_BE_PUBLISHED_1430554724.pdf [Letzter Zugriff: 22.12.2022]
- Dudgeon, D.; Arthington, A. H.; Gessner, M. O.; Kawabata, Z.-I.; Knowler, D. J.; Lévêque, C. et al. (2006): Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. In: Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society 81 (2), S. 163–182. DOI: 10.1017/S1464793105006950.
- ELWIS (2022): Grenzen und Bezeichnungen der Strecken an der Bundeswasserstraße Elbe. Wassersstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV). <https://www.elwis.de/DE/Service/Grenzen-der-Strecken/Grenzen-der-Strecken-node.html> [Letzter Zugriff: 22.12.2022]
- Faulhaber, P. (2023): Die Entwicklung der Elbe und ihres Regelungssystems In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Flussbauliche Herausforderungen an der Elbe im Wandel der Zeit (Tagungsband). Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 50 - 56
- FGG Elbe (2013): Sedimentmanagementkonzept der FGG Elbe. Vorschläge für eine gute Sedimentmanagementpraxis im Elbegebiet zur Erreichung überregionaler Handlungsziele. Ad hoc – Arbeitsgruppe Schadstoffe/Sedimentmanagement. Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe. https://www.fgg-elbe.de/files/Download-Archive/Fachberichte/Sedimentmanagement/sedimentmanagementkonzept_fgg_final.pdf [Letzter Zugriff: 22.12.2022]
- Frissell, C. A.; Liss, W. J.; Warren, C. E.; Hurley, M. D. (1986): A hierarchical framework for stream habitat classification: Viewing streams in a watershed context. In: Environmental Management 10 (2), S. 199–214.
- Fröhner, H. (2023): Die Elbe – Zukunft einer Wasserstraße! In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Flussbauliche Herausforderungen an der Elbe im Wandel der Zeit (Tagungsband). Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 10 - 15
- Gierra, T. (2023): Der Anschlussprozess zum Gesamtkonzept Elbe – Ein forderndes Miteinander. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Flussbauliche Herausforderungen an der Elbe im Wandel der Zeit (Tagungsband). Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 22 - 27
- Gurnell, A. M.; Rinaldi, M.; Belletti, B.; Bizzi, S.; Blamauer, B.; Braca, G. et al. (2016): A multi-scale hierarchical framework for developing understanding of river behaviour to support river management. In: Aquat Sci 78 (1), S. 1–16. DOI: 10.1007/s00027-015-0424-5.
- Habersack, H. (2000): The river-scaling concept (RSC): a basis for ecological assessments. In: Hydrobiologia 422/423, S. 49–60.
- Kleinert, H. (2023): Die Elbe – Mehr als eine Wasserstraße. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Flussbauliche Herausforderungen an der Elbe im Wandel der Zeit (Tagungsband). Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 16-21
- NABU (2020): Bewertung des gewässerökologischen Zustandes der Elbe. zwischen tschechischer Grenze und Wehr Geesthacht. Studie. Unter Mitarbeit von R. Buchta, O. Mautner und B. Loos. Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU). Berlin.

- Schmidt, A.; Huber, N. (2019): Flussregelung an Wasserstraßen heute – Voraussetzungen, Gefährdungen, Zumutungen. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Verkehrswasserbau und Ökologie – Erfolge, Synergien, Konflikte (Tagungsband). Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 3-10. <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106740> [Letzter Zugriff: 22.12.2022]
- WSV; BfG; BAW (2009): Sohlstabilisierungskonzept für die Elbe. Von Mühlberg bis zur Saalemündung. Unter Mitarbeit von T. Gabriel, E. Kühne, S. Kloß, A. Anlauf, E. Gölz und P. Faulhaber. Wasser- und Schifffahrtsverwaltung, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Bundesanstalt für Wasserbau. Magdeburg, Dresden, Koblenz, Karlsruhe. <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104961> [Letzter Zugriff: 22.12.2022]
- Wurms, S.; Huber, N. (2019): Grenzen und Möglichkeiten flussbaulicher Modelle bei der umweltgerechten Entwicklung von Binnenwasserstraßen. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Verkehrswasserbau und Ökologie – Erfolge, Synergien, Konflikte (Tagungsband). Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 66-70. <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106749> [Letzter Zugriff: 22.12.2022]



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr



Kußmaulstraße 17 · 76187 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 721 9726-0 · Fax: +49 (0) 721 9726-4540

www.baw.de

Wedeler Landstraße 157 · 22559 Hamburg
Tel.: +49 (0) 40 81908-0 · Fax: +49 (0) 40 81908-373