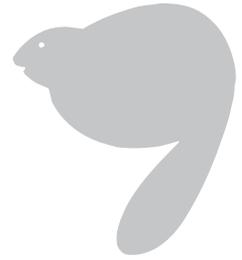


Zur Situation auentypischer Gewässer aus historischer Sicht und Erfahrungen bei der Altarmreaktivierung an der Elbe



KARL-HEINZ JÄHRLING

1 Allgemeine Grundlagen

Die natürlichen Überflutungsräume morphodynamisch intakter, frei fließender Oberflächengewässer, insbesondere großer Flussauen mit ihren Lebensraumtypen und flussautypischen Lebensgemeinschaften, gehören zu den besonders gefährdeten Lebensräumen in Deutschland aber auch weltweit (BMU & BfN 2009, TOCKNER & STANFORD 2002). Gleichzeitig sind Auenlandschaften die vom Menschen bevorzugten Siedlungsgebiete. Damit verbunden ist eine seit Jahrhunderten andauernde anthropogene Veränderung der Auen.

Deshalb ist auch an der Mittleren Elbe von einem erheblichen Verlust des auentypischen Gewässerbestandes auszugehen. Teilweise verliefen diese Veränderungen schleichend und von der Öffentlichkeit kaum bemerkt. Bekannt ist, dass diese Eingriffe als sekundäre Folgeschäden langfristig und zeitversetzt wirken. In diesem Zusammenhang sei insbesondere auf die schon über 100 Jahre andauernde Sohlerosion und auf zunehmende Probleme mit Auflandungen der Flussauen als Folge künstlich forciert Sedimentakkumulationen verwiesen (FAULHABER 1998, 2000, WSV 2009).

Die Elbe und ihre Überflutungsaue werden seit Jahrhunderten durch wasserbauliche Eingriffe des Menschen erheblich verändert. Neben der Minimierung der Überflutungsflächen, und damit der eigentlich dynamischen und ökologisch aktiven Anteile der rezenten Überflutungsaue, trifft dies vor allem auf den Bestand aktiver Elbealtwasser im „weitesten Sinne“ zu, d. h. auf den Bestand hydraulisch aktiver, permanent angeschlossener Nebengerinne. Hochflutrinne, als temporär durchströmte Gewässer, erfuhren dabei in den letzten 250 Jahren entlang der Elbe die

einschneidendsten Veränderungen. So kommen HARMS & KIENE (1999) für einen ausgewählten Abschnitt der Unteren Mittel-Elbe zwischen den Elbe-km 475 und 583 (von Schnackenburg bis unterhalb der Jeetzelmündung bei Hitzacker) hinsichtlich veränderter Morphologie in den Jahren von 1776 bis 1992 zu folgender Einschätzung:

- Etwa 30 % der Fläche des ehemaligen Hauptstromes der Elbe war ursprünglich durch Inseln gegliedert. Durch die hydraulischen Wirkungen entwickelten sich weitere Strukturen, wie Steilufer, Kolke oder Bereiche mit Sedimentdifferenzierungen. Von den ehemals bestehenden 55 Inseln und 28 vegetationsfreien Uferbänken ist in diesem 108 km langen Flussabschnitt nichts mehr vorhanden.
- Die maximale Strombreite der Elbe hat sich (ohne Berücksichtigung der o. g. Inseln) von 750 auf 450 m, die durchschnittliche Strombreite von 380 auf 220 m verringert. Demgegenüber wurde die minimale Breite von ehemals 130 auf heute 150 m festgelegt.
- Die Anzahl der Seitengewässer ohne Elbeabschluss stieg im betreffenden Fließabschnitt von 62 auf 142, während sich die mit Verbindung zur Elbe von 40 auf 28 reduzierte.

In diesem Zusammenhang besitzen auch die künstlich entstandenen Gewässer der Elbeauen, gerade bei Beachtung der aktuellen Gewässersituation, eine wesentliche Bedeutung für künftige Renaturierungsstrategien. Dies gilt sowohl für die durch wasserbauliche Maßnahmen abgeschnittenen ehemaligen Elbeverläufe als auch für Abtragungsgewässer sowie für in Betrieb befindliche oder bereits aufgegebene Hafenanlagen.

Durch den Verlust von Wasserflächen und amphibischen Übergangszonen in der Altaue sind primäre und sekundäre Lebensräume der natürlichen Flussau mit den hieran gebundenen

Lebensgemeinschaften in erheblichem Ausmaß bezüglich Struktur und Quantität verloren gegangen. Der Verlust eines einst verzweigten Gewässersystems brachte ebenfalls gravierende Veränderungen der hydrologischen und hydraulischen Verhältnisse mit sich. Insbesondere für einen nachhaltigen und zeitgemäßen Hochwasserschutz hat die frühzeitige Ausuferung über ein verzweigtes Gewässernetz durchaus positive Auswirkungen, nicht nur im ökologischen, sondern auch im hydrologisch-hydraulischen und sedimentologischen Sinn. Diese Tatsache hat primär Bedeutung für die Betrachtung der heutigen Auswirkungen des Elbeausbaus hinsichtlich der Erosions- und Akkumulationsproblematik. Im Folgenden sollen die Ursachen für den erheblichen Verlust von Gewässerflächen und Veränderungen der Auenstrukturen analysiert und grundlegende Möglichkeiten der Renaturierung wertvoller Gewässerstrukturen durch Einbindung des vorhandenen Restbestandes natürlicher Altwasser und anthropogen entstandener Auengewässer aufgezeigt werden.

2 Historische Veränderungen der Elbe- aue durch anthropogene Eingriffe

Da die geologisch-morphologischen Verhältnisse des Elberaumes seit der Besiedlung durch den Menschen unverändert geblieben sind, dürfte die Homogenisierung der Gewässerstruktur der Elbe und das Fehlen dynamischer Flussaltarme ausschließlich auf anthropogene Ursachen zurückzuführen sein. Aus diesem Grunde wird in den folgenden Betrachtungen nicht auf Altarme eingegangen, die dem natürlichen Abtrennungsprozess unterlagen.

Der drastische Rückgang des Gewässerbestandes der Elbeauen ist auf zwei Ursachenkomplexe zurückzuführen. Das sind einerseits Maßnahmen des Hochwasserschutzes und andererseits verkehrswasserbauliche Eingriffe. ROMMEL (2000) kommt zu der Auffassung, dass Deichbau und Verkehrswasserbau für das heutige Erscheinungsbild der Elbe einschließlich der Tendenzen zu möglichen Laufverlagerungen von entscheidender Bedeutung waren. Bei der Diskussion dieser beiden Eingriffskomplexe muss berücksichtigt werden, dass sich sowohl die Zielstellungen als auch die konkreten Wirkungen im Erscheinungsbild gegensei-

tig beeinflussten und nicht immer fachspezifisch zu trennen sind. So dienten erste Anlagen von Flussbuhnen neben der Strombündelung zur Fahrwasserregelung auch dem Schutz flussnaher Deiche vor Eisgang. Weiterhin hatten Altarmabtrennungen aus lokaler Sicht durchaus auch positive Wirkungen auf den Hochwasserabfluss. Der enge Zusammenhang der Zielstellungen eines lokalen Hochwasserschutzes und des Verkehrswasserbaus ist bis heute in vielen Fällen unstrittig. Diese aus regionaler Sicht positiven Wirkungen lassen sich jedoch nicht in gleicher Weise auf das Gesamtsystem als höhere Betrachtungsebene übertragen. Die Maßnahmen wirken sich insbesondere auf den überregionalen Hochwasserverlauf aus und haben erhebliche hydraulische Folgen, z. B. für die schnelle Nutzung der Retentionswirkungen der Aue durch möglichst frühzeitiges Ausuferern, für Wellenabläufe und Hochwasserscheitellängen. Selbst wenn mittlerweile diese Zusammenhänge im Hochwasserschutz allgemein anerkannt werden, bestehen Defizite bei der praktischen Umsetzung übergreifender Konzepte hinsichtlich der Einbeziehung noch vorhandener Altarmstrukturen und ihrer positiven Wirkungen auf den Gesamtabflussprozess.

2.1 Maßnahmen zum Hochwasserschutz im Einzugsgebiet der Elbe

Bezüglich der Maßnahmen und Auswirkungen zum Hochwasserschutz an der Elbe ist davon auszugehen, dass der Beginn großer Eingriffe ein Jahrtausend zurückdatiert werden muss. Erste morphologisch wirksame Umgestaltungen in der aktiven Überflutungsauere der Elbe setzten durch Deichbaumaßnahmen im Bereich der Mittel- und Unterelbe schon etwa ab dem Jahr 1150 ein (JÄHRLING 1998). Dabei handelte es sich allgemein um die Errichtung von Deichen als Hochwasserschutzanlagen. Die auen- und flussmorphologischen Auswirkungen dieser Ringdeiche, die zum Schutz der Siedlungen angelegt wurden, waren zunächst unerheblich. Erst als daraus, Jahrhunderte später, rein technisch konzipierte Lineardeichsysteme entstanden, wurden diese relevant.

Bis in die Gegenwart wurden dadurch der Elbeaue zwischen der Saale- und der Sudemündung etwa 86 % der Gesamtfläche entzogen (JÄHRLING 1994). Dieser Flächenverlust ist vergleichbar mit dem anderer mitteleuropäischer Flussauen (BMU & BfN 2009).

Die im Verlauf von Jahrhunderten entstandenen Deichsysteme sind der eigentliche „Schlüssel“ zum Verständnis des Verlustes von Gewässerflächen in der Altaue. Mit der Zeit haben sich ihre Ausbauparameter auf Grundlage der entsprechenden technischen Standards verändert und es wurde die permanente Anpassung der Anlagen an den jeweiligen Stand der wissenschaftlich-technischen Entwicklung und die Ausrichtung der Deichhöhen an statistisch immer besser gesicherte Bemessungswasserstände vorangetrieben. Während die Deiche früherer Bemessungen und Bauweisen bei den entsprechenden Extremereignissen doch hin und wieder brachen und entsprechend morphologisch vielfältige Strukturen in die rezente Aue „zurückbrachten“ (z.B. die Deichbrüche in der altmärkischen Wische im Winterhochwasser 1909), nimmt die Wahrscheinlichkeit von Deichbrüchen in der Altaue unter modernen Bedingungen deutlich ab. Dabei ist die möglichst hohe Sicherheit die unbestrittene Zielstellung von Deichbauten. Dies gilt im Besonderen auch nach der aktuellen Anpassung und Sanierung der Deiche der Elbe und ihrer Nebengewässer nach dem Augusthochwasser des Jahres 2002.

Bei den erwähnten Deichbrüchen entstanden teilweise sehr tiefe Stillgewässer, sogenannte Kolke oder Bracks, die meist durch eine neue Deichtrasse umbaut und dabei im Deichvorland des neuen Deiches belassen worden sind. Weiterhin stellen Deichneubau und Deichsanierung einzigartige Chancen für die Schaffung neuer Gewässer dar. So wurden entlang der Elbe in den letzten Jahrzehnten diverse Bodenentnahmestellen eingerichtet.

Die ursprünglichen Gründe für Ausdeichungen an der Elbe entsprachen naturgemäß denen in anderen Stromsystemen, wobei dem direkten Gewinn von Siedlungsflächen eine untergeordnete Bedeutung zukam. Sicher führten Deichziehungen zum Zwecke der Gewinnung von landwirtschaftlichen Nutzflächen auch zu verbessertem Schutz von Ansiedlungen und letztendlich zu einer Ausweitung dieser Siedlungsflächen.

Durch die Ausdeichung wurden komplette Altarmsysteme ehemaliger Flusshauptläufe von der primär bedeutsamen Wasserstandsdynamik und den hiervon abhängigen Prozessen, wie der Morpho- und Geschiebedynamik, der Grundwasserstandsdynamik, der Standort- und Vegetationsdynamik, dem Eintrag und Austrag von Nährstoffen so

wie dem Organismenaustausch ausgeschlossen (JÄHRLING 1994). Die Bemessung erfolgte für hydromorphologisch hoch wirksame Extremereignisse mit einem geringen Wiederkehrintervall. Durch die „Verlagerung“ in die deichgeschützte Altaue wurden große Teile des hochwasserabhängigen Gewässersystems der Elbe außerhalb des ursprünglichen Verzweigungsverlaufs des Hauptstroms von der natürlichen Auendynamik abgeschnitten. Dieser Prozess ist unter gegebenen gesellschaftlichen Bedingungen meist irreversibel. Die permanent ausbleibende hydraulische Beeinflussung der auf diese Weise abgeschnittenen Gewässer und der bestehende landwirtschaftliche Nutzungsdruck im Umfeld führten bei vielen Gewässern zu einer vorschnellen Alterung. Bei Ausbleiben anthropogen gesteuerter Erhaltungsmaßnahmen sind diese Gewässer auf Dauer nicht zu erhalten (REICHHOFF & REFIOR 1997). Neben den bereits unterbrochenen Funktionen für die aktive Flussaue betrifft dies auch alle anderen ökologischen Funktionen zonaler Standgewässer, da die ehemaligen Auengewässer schon auf Grund ihrer Morphologie (z.B. Verhältnis von Gewässer Oberfläche zur Wassertiefe und dem sich hieraus ergebenden Schichtungsverhalten) deutlich schneller altern als flächenmäßig vergleichbare, natürlich entstandene Seen oder künstlich entstandene Tiefgewässer, wie Abgrabungsseen.

2.2 Verkehrswasserbauliche Maßnahmen

Im Zusammenhang mit wasserbaulichen Maßnahmen sprechen Wasserbauingenieure gern von der Wasserbaukunst, welche maßgeblich zur Entwicklung des heutigen Erscheinungsbildes der Elbe in Form der Entwicklung der Elbe vom Strom mit natürlicher Dynamik zum „gebändigten“ Fluss beitrug. Bezüglich des Verkehrswasserbaus ist diese Ansicht sicherlich nicht von der Hand zu weisen. Mit dem Beginn des verstärkten Verkehrswasserbaus sind vor allem drastische Veränderungen des ehemals weit verzweigten Elbehauptstromes verbunden.

Die historische Entwicklung der Eingriffe und ihrer Folgen ist ähnlich kompliziert wie beim Ursachenkomplex Hochwasserschutz. Die verkehrswasserbauliche Entwicklung der Elbe wurde anfänglich durch hemmende politische Strukturen der Kleinstaaten entlang der Elbe stark behindert. Beginnend nach dem Wiener Kongress von 1815 sowie durch die Festlegungen der zweiten Revisi-

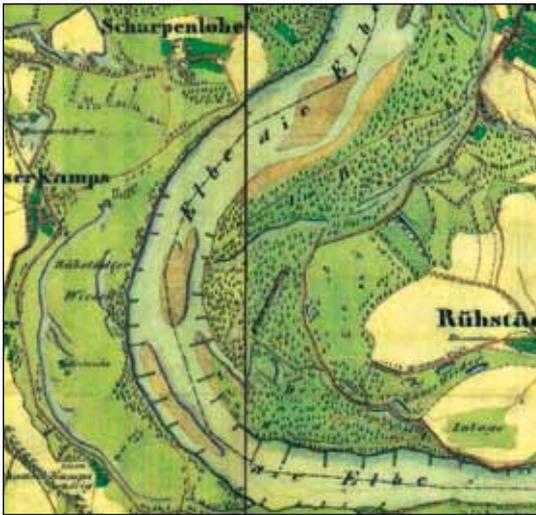


Abb. 1: Die Elbe bei Beuster/ Rühstedt, Elbe-km 440 bis 446 in der Mitte des 19. Jahrhunderts mit einer noch vorhandenen morphologischen Vielfalt an Flussinseln und Sandbänken. Ausschnitt aus dem Preußischen Urmeßtischblatt (Blätter 1542 und 1543), Aufnahmejahr 1843, Originalmaßstab 1:25.000.

Abb. 2: Die Elbe bei Beuster/ Rühstedt, Elbe-km 440 bis 446. Ehemals vorhandene Insel und Sandbänke sind aufgrund des Ausbaus als Wasserstraße nicht mehr vorhanden. Quelle: Landesluftbildbefliegung des Naturschutzes in Sachsen-Anhalt (RGB-Aufnahme aus dem Jahr 2006).

onskommission von 1844 setzte eine wesentliche Förderung als Grundlage für koordinierte, raumübergreifende Veränderungen im verbliebenen Urstromtal erst relativ spät ein. Die eigentlichen Arbeiten begannen 1866 mit der Gründung der Preußischen Elbstrombauverwaltung in Magdeburg (JÄHRLING 1993a). Laut ROLOFF (1916) wurden mit den verkehrswasserbaulichen Regelungen der Elbe die folgenden grundlegenden Zielstellungen verfolgt:

- Befestigung der Ufer
- Einschränkung breiter Stromstrecken und unmittelbare Aufräumung seichter Stellen
- Beseitigung von Inseln zur Herstellung und Erhaltung eines geregelten Fahrwassers
- Bepflanzungen von Sandfeldern und Anlandungen.

Sicher ist, dass der konzentrierte Beginn des Verkehrswasserbaus etwa auf die Mitte des 19. Jahrhunderts datiert werden kann. So begann ab 1840 der planmäßige Ausbau der Elbe zur Wasserstraße (ROLOFF 1916, JÄHRLING 1993a).

Einzelne Maßnahmen sind allerdings bereits ins 16. Jahrhundert zu datieren, abgesehen von früheren, punktuellen Eingriffen in das Abflussschehen an Havel und unterer Elbe. Im Verlauf des 18. Jahrhunderts kam es zu lokalen Beeinflussungen im Flussbett und bei Ausbordungen in das Vorland wurden vereinzelt Ufer befestigt (ROMMEL 2000).

Mitte bis Ende des 19. Jahrhunderts wurde auf dem Territorium nunmehr einheitlich administrativ verwalteter Länder der morphologische Formenschatz umfassend nivelliert und teilweise beseitigt (s. Abb. 1 und 2). Als ausgewählte Beispiele sind hier in Anlehnung an ROMMEL (2002) Veränderungen für folgende Elbestrecken zu nennen:

Mäanderlauf bis zur Mündung der Schwarzen Elster

Hier handelt es sich um den oberen Bereich der Mittleren Elbe entsprechend der aktuellen Kilometrierung von Elbe-km 96 bis 199 (Austritt der Elbe aus dem Mittelgebirge am Schloss Hirsch-

stein/Sachsen bis zur Mündung der Schwarzen Elster). In diesem Abschnitt erfolgte durch die vorgenommenen Mäanderdurchstiche die umfangreichste Laufverkürzung (ROMMEL 2002). Dies betrifft im Einzelnen die Durchstiche:

- bei Mockritz (1748), Elbe-km 162,5 bis 165
- bei Klöden (1774), Elbe-km 190,5 bis 192
- bei Werdau (1810), Elbe-km 153
- bei Polbitz (1850), Mühlberg (1854) und Kamitz (1873).

Elbeverlauf südlich des Fläming

Diese Maßnahme bezieht sich auf folgende Durchstiche im Elbeverlauf zwischen der Mündung der Schwarzen Elster und der Saalemündung am Elbe-km 291:

- bei Gallin (1868), Elbe-km 204 bis 209
- am Kurzen Wurf bei Klieken (1934), Elbe-km 249,5 bis 250,5,

wobei es in diesem Abschnitt mit dem Durchstich des Kurzen Wurfs zur letzten künstlichen Verkürzung kam.

Stromteilungsstrecke bei Magdeburg

Beginnend an der Mündung der Saale (km 291) endet dieser Verlauf an der Ohremündung (km 350). Charakteristisch war hier ein lang gestreckter und sehr breiter Verzweigungsabschnitt in Form aktiver Nebengerinne sowie im Hauptgerinnebereich. Demzufolge sind die angeschnittenen Elbeverläufe gegenüber anderen Abschnitten teilweise sehr lang. Folgende Maßnahmen wurden in diesem Elbeabschnitt umgesetzt:

- Durchstiche mehrerer Elbemäander nördlich Magdeburg ab dem Jahr 1740 (z.B. der so genannte Zuwachs bei Gerwisch und die Alte Lostauer Elbe zwischen den Elbe-km 332 und 339) sowie
- Abtrennung der Alten Dornburger Elbe ab dem Jahr 1869 mit dem Bau des Umflutkanals zwischen den Elbe-km 301 und 320.

Verzweigungslauf im Elbe-Havelgebiet

Dieser Abschnitt erstreckt sich vom Bereich der Ohremündung am Elbe-km 350 bis zur ehemaligen Havelmündung am Elbe-km 431. Wesentlich waren hier mehrere Havelmündungsverlegungen zum Zwecke des Hochwasserschutzes in der Havelniederung und durch frühen Deichbau abgeschnittene, aktive Hochwasserabzweigungen in die linkselbische Tangerniederung unterhalb

Rogätz sowie rechtselbisch zur Havel. Als Maßnahmen erfolgten:

- Durchstich des so genannten Treuel (1684), Elbe-km 353 bis 355 und
- Durchstich des Elbemänders am Sandauer Holz (um 1750), Elbe-km 416 bis 420.

Für die flussabwärts liegenden Abschnitte sind keine verkehrsbaulichen Altarmabtrennungen bekannt, weil, morphologisch bedingt, relativ wenige Altarmstrukturen vorhanden waren. Charakteristisch waren Hochwasserdurchbrüche zu zahlreichen, parallel verlaufenden Nebengewässern, die bereits frühzeitig durch Deichbaumaßnahmen unterbunden wurden. Der Flussabschnitt war gekennzeichnet durch eindrucksvolle Strombreiten mit stark verzweigten, furkationsartigen Stromteilungen, Inselbildungen und alternierenden Sandbänken. Die Hauptausrichtung verkehrswasserbaulicher Tätigkeiten bestand in verringerter Dimensionierung des Hauptgerinnes der Elbe bei Beseitigung von Verzweigungsstrukturen und Inseln.

Im weiteren Verlauf kann nach dem Beginn der intensiven Ausbauphase ab dem Jahr 1866 bis etwa 1892 vom Abschluss der Mittelwasserregulierung der Elbe ausgegangen werden (ROMMEL 2002). Durch gezielte Anlage von Bühnen und durch Längsverbau (Errichtung von Leit- und Deckwerken) wurde das Gerinne der Elbe begradigt und stark eingeeengt sowie die Strömung in die Mitte des inselfreien Flusses gelenkt. Die Zielstellungen der sich anschließenden Niedrigwasserregulierung der Elbe wurden per Reichsgesetz vom Dezember 1911 vorgegeben (JÄHRLING 1993b). Abgeschlossen wurde die Niedrigwasserregulierung an der Elbe im Wesentlichen in den 1930er Jahren mit Ausnahme der durch den zweiten Weltkrieg unterbrochenen Arbeiten im Bereich der so genannten Reststrecke bei Dömitz zwischen den Elbe-km 508,1 und 521,1 sowie einiger punktueller Maßnahmen.

Bezüglich der ökologischen Wirkungen abgeschnittener Altarme und Nebengewässer ist es von Bedeutung, ob die betreffenden Gewässer in der rezenten Aue als hydraulisch beeinflusste Strukturen im Hochwasserfall verblieben oder ob diese im Nachhinein durch gezielte Ausdeichung in die Altaue verlagert wurden.

2.3 Folgen der Eingriffe

Mit den Maßnahmen des Hochwasserschutzes und des Verkehrswasserbaus in der Gewässerlandschaft der Elbeauen sind neben ökologischen Auswirkungen auf Lebensräume und Lebensgemeinschaften, die aus hydraulisch-morphologischen Veränderungen resultieren, auch eine Anzahl weiterer direkter und indirekter Folgen verbunden. Diese wurden und werden in der Regel mittel- bis langfristig wirksam. Hierbei sind die Erosionsproblematik der Elbe, die grundlegende Auflandungstendenz in den jeweiligen Elbestrecken sowie die mit den Flächennutzungen verbundenen Auswirkungen zu nennen, die im Folgenden detaillierter beschrieben werden:

Sohlerosion

Grundsätzlich ist von einer an Wirksamkeit zunehmenden Erosion der Flusssohle auf Grund des Geschiebedefizits im Bereich der Oberen Mittel-Elbe auszugehen (vgl. WSV 2009). Diese Tendenz ist ursächlich auf die Abriegelung der geschiebeführenden Oberläufe der Elbe und ihrer Nebenflüsse zurückzuführen. Der Talsperrenbau schnitt die vielfältigen Sedimentquellen ab und die Sohl-schubspannungen, hervorgerufen durch flussbauliche Maßnahmen in der Vergangenheit, verringerten sich. Dies betrifft im Wesentlichen die sogenannte Erosionstrecke zwischen Elbe-km 120 (unterhalb Strehla in Sachsen) und 230 (oberhalb Wittenberg in Sachsen-Anhalt) in Größenordnungen zwischen 100 und 200 cm, abklingend etwa am Elbe-km 250 oberhalb von Roßlau (JÄHRLING 2004). In diesem Zusammenhang sind jedoch auch regional begrenzte Wirkungen in anderen Abschnitten festzustellen. So vertiefte sich die Flusssohle in den Abschnitten nördlich Magdeburgs ebenfalls drastisch. Im Zeitraum von 1874 bis 1963 wurden Sohlvertiefungen von 2,10 m an der Messstelle Magdeburg-Rothensee und von 2,05 m im Bereich Niegrapp festgestellt (JÄHRLING 1993a). Durch diese Erosionen sind besonders die noch vorhandenen Altwasser in der rezenten Elbeauen betroffen, da sich die Flussbettvertiefungen in den langjährigen Grundwasserständen niederschlagen, speziell im hydrologischen Bereich zwischen abnehmendem Mittelwasser- und Niedrigwasserabfluss.

Auflandungstendenzen

Ein weiteres Problem stellt die in einigen Elbe-

abschnitten deutlich sichtbare, zunehmende Sedimentation auf den betreffenden Auenflächen dar, die neben ökologischer Relevanz auch Bedeutung für den Hochwasserschutz besitzt. Derzeit ist es trotz vorliegender Untersuchungsergebnisse schwierig, ortsbezogene Aussagen zu treffen. Dass es sich hierbei durchaus aber um ernst zu nehmende Tendenzen handelt, wird anhand der intensiver beobachteten Flächen der rezenten Aue in urbanen Bereichen (z. B. im Umflutbereich der Stadt Dresden) deutlich. Dies trifft sowohl für Auflandungen von mineralischen Geschieben nach Extremhochwassern auf den exponierten Lagen in der Aue als auch für eine mehr oder weniger flächige Verteilung organischer Feinsedimente und schluffiger Substrate zu.

Nutzungsbedingte Eingriffe

Die wasserbaulichen Maßnahmen der vergangenen Jahrhunderte ermöglichten weiterführende Eingriffe, da nun ehemalige Rest- und Splitterflächen der rezenten Aue durch die Hauptstrombündelung deutlich besser erreichbar und nutzbar waren. Die ehemaligen Insel- und Halbinsellagen lassen sich heute an Hand der Flurnamen, durch Bezeichnungen wie Werder bzw. Heger, identifizieren. Daraus erwachsen für die Auengewässer und ihre ökologische Funktion folgende Problem-bereiche:

- **Wegebau und -führung**
Ehemals nur temporär verfügbare Flächen der rezenten Aue sind heute durch Wegebau und -führung ständig erreichbar. Die Wege verlaufen über weite Fließstrecken parallel zur Elbe und erschließen komplett die Aue. Sie stellen für die Auengewässer und ihre Dynamik erhebliche Hindernisse dar. Diese verhindern insbesondere das frühzeitige Ausuferen kleiner Hochwasser mit hohen Wiederkehrintervallen in das Auengewässersystem.
- **Entwässerungen**
Weite Bereiche der rezenten Aue wurden zur effektiven Nutzbarkeit im Verlauf der vergangenen Jahrzehnte mit einem Netz von Entwässerungsgräben ausgestattet. Sie verbinden die Gewässer der Aue und die Tieflagen miteinander, führen zu einer schnellen Entwässerung nach einem Hochwasser und wirken dem Retentionsvermögen der Auenlandschaft entgegen.

- **Anlagenbau**

Verbunden mit dem Bau zusammenhängender Entwässerungssysteme entstanden in der rezenten Aue auch diverse Stauanlagen, um in trockenen Sommern einen definierten Mindestwasserstand in den Auengewässern zu erhalten. Die Zielstellungen dieser Staumaßnahmen bestehen zumeist in der Wasserhaltung für landwirtschaftlich genutzte Wiesenbereiche und in der Sicherung ausreichender Wasserstände für den Fischbestand.

3 Ausgewählte Beispiele für Altarmreaktivierungen im Bereich der Mittleren Elbe

Im Folgenden werden Möglichkeiten und Potenziale der Gewässerredynamisierung aufgezeigt. Es werden Projekte der direkten Gewässeranbindung im Biosphärenreservat Mittelbe am Beispiel des Kurzen Wurfes bei Klieken, einem natürlichen Auenaltwasser der Elbe und des Baggerlochs Parchau, einem künstlich entstandenen Auengewässer und ehemaligen Abgrabungsgewässer vorgestellt (s. Abb. 3). Weitere Möglichkeiten zu Gewässeranbindungen bestehen im Rahmen von Deichrückverlegungen an der Elbe, die bereits erfolgt, geplant bzw. vorgesehen sind. Rückdeichungen und die damit mögliche Reaktivierung ehemals aktiver Auengewässer stellen bezüglich der Gewässerlandschaft sehr effektive Möglichkeiten zur ökologischen Aufwertung der Aue dar. In diesem Zusammenhang wird auf die Rückdeichungsplanungen bei Lödderitz (EICHORN et al. 2004) und bei Sandau (LAU 2001) in Sachsen-Anhalt, bei Lenzen in Brandenburg (PURPS et al. 2004) sowie auf die bereits realisierte Rückdeichung im Roßlauer Oberluch (SCHOLZ et al. in diesem Heft, S. 103 ff) verwiesen. Alle diese Vorhaben eröffnen grundlegende Perspektiven komplexer Gewässerreaktivierungen, welche auch Bestandteil der jeweiligen landschaftspflegerischen Begleitplanung sind (PUHLMANN & JÄHRLING 2003).

3.1 Wiederanschluss des Kurzen Wurfes bei Klieken

Der Wiederanschluss des sogenannten Kurzen Wurfes zwischen den Elbe-km 249,5 und 250,5 erfolgte im Dezember 2001 im Rahmen eines EU-

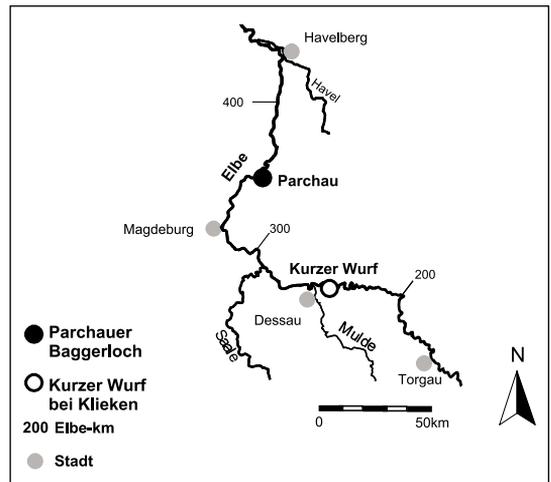


Abb. 3: Lage der Untersuchungsgebiete. Grafik: M. Scholz.

LIFE Projektes des Biosphärenreservates Mittelbe. Mit der Umsetzung dieses Großprojektes war neben der eigentlichen Anbindung des Elbealtarms an die rezente Aue, ein Komplex weiterer, nachfolgend genannter Einzelvorhaben verbunden:

- Entschlammung des stark verlandeten Altwassers Alte Elbe Klieken in der Altaue
- Pflanzung und Entwicklung von etwa 60 ha Auenwald
- Umwandlung von etwa 30 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche in Wald.

Der Kurze Wurf war ein ehemaliger Elbehauptverlauf, der in den Jahren 1931 bis 1934 zur Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse von der Elbe abgetrennt wurde. Auf diese Tatsache weisen noch vorhandene Bühnenreststrukturen im Kurzen Wurf hin. Diese Abtrennung war verbunden mit entsprechenden Auswirkungen auf die Hydraulik, die Strömungsverhältnisse, die Gewässergüte sowie auf die Gewässermorphologie, die Lebensräume und ihre -gemeinschaften. Durch diesen massiven Eingriff in den Naturhaushalt ging auch der Fließgewässercharakter verloren. Die Abtrennung des Kurzen Wurfes erfolgte durch den Bau einer neuen Stromrinne und durch die teilweise Verfüllung des Altlaufs im Zustrombereich bis in den Bereich des mittleren Hochwassers. In den folgenden Jahrzehnten wur-



Abb. 4: Kurzer Wurf mit oberstromigem Einstrombereich (Elbe-km 250) nach dem Sommerhochwasser 2002. Foto: R. Apel (2003).



Abb. 5: Durch Anbindung des Kurzen Wurfes entstandene naturnahe Abbruchkanten. Foto: A. Regner (2004).

den bereits verfüllte Teilabschnitte zusätzlich mit Baggergut aus der Elbe überdeckt.

Die Anbindung erfolgte am Elbe-km 249,3 in einem leichten Bogen mit der Mündung des Zulaufs aus der Elbe in den südlichen Teil des Kurzen Wurfes. Diese Verbindung hat eine Länge von etwa 200 m, eine Sohlbreite von etwa 10 m sowie ein Böschungsfälle zwischen 1:3 und 1:5. Der Zulaufbereich wurde wegen einer aus Sicht der Wasserstraßenverwaltung befürchteten Durchbruchgefahr gesondert befestigt. Im Einlaufbereich des Zulaufgerinnes wurde eine Grundschwelle mit einem mittigen Einschnitt von 0,5 m Höhe unter Mittelwasser eingebaut, die unterstromig mit einem muldenförmigen Tosbecken versehen wurde. Die ausreichende Standicherheit der Böschungen wurde durch Steinschüttung mit Wasserbausteinen erzielt.

Weiterhin wurde zur Sicherstellung der Durchströmung des Gesamtgewässers der Ablaufbereich des Kurzen Wurfes in die Elbe am Elbe-km 250,4 geräumt. Hierbei wurden aus dem vorhandenen Haupt- und aus zwei Nebengerinnen des Ausstrombereiches ca. 10.000 m² organische Feinsedimente und sandig-kiesige Substrate entfernt. Als flankierende Maßnahme erfolgte die Renaturierung der Katschbachmündung in den Kurzen Wurf.

Der weitere Verlauf der Dynamik und der morphologischen Veränderungen wurde nach Abschluss der Reaktivierungsmaßnahme im Kurzen Wurf und im Umfeld wissenschaftlich begleitet.

Besonderes Interesse galt den Auswirkungen des Augsthochwassers 2002 und dem Eishochwasser 2002/2003 (Abb. 4 und 5). Folgende eigendynamische Prozesse wurden festgestellt:

- Ausbildung eines großen Kolkes am Ufer des Matzwerders (linkes Altarmufer) unterhalb des befestigten Zustrombereiches mit einer Wassertiefe von etwa 5 bis 6 m bei Mittelwasser einschließlich eines etwa 5 m hohen Steilufers auf einer Länge von etwa 40 m. Die im Bereich unterspülten Bäume kippten in den Altarm und wurden als biotopbildendes, hydraulisch wirksames Totholz im Altarm belassen.
- Am rechten Ufer des Altarmes haben sich unterhalb der Zulaufbereiches lang gestreckte, vegetationslose Kiesbänke mit einer Gesamtfläche von etwa 20.000 m² ausgebildet, von denen die höheren Bereiche etwa 1 m über Mittelwasser liegen. Größere Flächen liegen temporär als gut durchspülte Kiese unter Wasser. Weiter unterhalb sind im Altwasser drei Inseln in Mittelwasserhöhe mit einer Flächengröße von etwa 200 m² entstanden.
- Am gegenüberliegenden Elbeufer außerhalb des eigentlichen Altarmkomplexes wurden mehrere, jeweils hunderte Quadratmeter große Kiesaufschüttungen festgestellt. Sie befinden sich direkt gegenüber der unterstromigen Ausmündung des Altwassers auf der linksseitigen, gegenüberliegenden Elbeue und wurden vermutlich durch Querströmungen hervorgerufen.

3.2 Anschluss Baggerloch Parchau

Das folgende Beispiel wurde ausgewählt, weil hiermit die Anbindung eines künstlich entstandenen Gewässers in einer hydraulisch günstigen Lage ohne zusätzliche Befestigungen vorgenommen werden konnte. Wie bereits erwähnt, besitzen künstlich entstandene Gewässerstrukturen für künftige Renaturierungskonzepte flussmorphologisch aktiver Auen eine besondere Eignung. Das Baggerloch Parchau ist ein rechtselbisch gelegenes Abtragungsgewässer, das etwa in den 1930-er Jahren durch Auskiesung vermutlich im Bereich eines ehemaligen Elbealtarms oder einer großen Flutrinne entstanden ist. Es besitzt eine gestreckte Form mit einer großen Aufweitung im Nordteil und eignete sich insbesondere aus diesem Grund hervorragend für den Anschluss an den Fluss mit der entsprechenden Funktionsübernahme als Flussaltwasser bzw. -nebengerinne.

Das Gewässer erstreckt sich am rechten Elbeufer zwischen den Elbe-km 358,5 und 359,3. Bis zur Maßnahmerealisierung bestand es auf Grund der Querung durch zwei ehemalige Panzertrassen aus drei hydraulisch und ökologisch weitgehend voneinander getrennten Gewässerteilen. Eine bereits vorhandene, oberstromige Anbindung bestand lediglich aus einem etwa 2 m breiten Kanal, der etwa ab Mittelwasser angeströmt wurde. Es ist wahrscheinlich, dass diese Anbindung dem Transport des abgebauten Kieses diente. Unterstromig erfolgte eine Anbindung erst ab einem etwa 5- bis 10-jährigen Hochwasser.

Die Veranlassung zur (Wieder-)Anbindung dieses Gewässers ergab sich als Teil einer Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme für die bereits vorgenommene Verbreiterung des Elbe-Havel-Kanals im Rahmen des Verkehrsprojektes Deutsche Einheit Nr. 17, speziell für den Planfeststellungsabschnitt 1 in der Stadtstrecke Burg. Die Kompensationsmaßnahme wurde bereits am 29.09.2002 planfestgestellt. Flankierende Maßnahmen waren der Bau eines Biberrettungshügels, die Anbindung unterstromiger Flutrinnebereiche durch gezielte Beräumungen im Zustrombereich und die Entsigelung der hier vorhandenen Plattenwege.

Die Zielstellung der Redynamisierungsmaßnahme bestand in der:

- Schaffung schnell fließender, turbulenter Strukturen
- dauerhaften Freihaltung und natürlichen Räumung des Kiesgewässers bei Wasserständen

großer Mittelwasser durch direkte, barrierenfreie Durchströmung

- Schaffung einer verlangsamten Strömung bei Wasserständen kleiner Mittelwasser und damit einer optimalen Sauerstoffversorgung des Restgewässers
- Gewährleistung einer ungehinderten Fischmigration bei sehr kleinen Wasserständen im Niedrigwasserbereich.

Solche strömungsberuhigten Bereiche mit kiesigem Untergrund sind als Wintereinstandsräume wichtige Habitate der autochthonen Fischfauna. Als Grundlage des gültigen Planfeststellungsbeschlusses wurden entsprechend der Ausführungsplanung die folgenden Details bei der Gewässeranbindung umgesetzt:

- Die komplette Beräumung der Panzerdurchfahrten erfolgte auf einer Breite von 20 m, die als Querriegel bei Niedrigwasserständen wirksam waren.
- Die Baggerung der oberstromigen Anbindung wurde als Muldenprofil auf einer Mindestbreite von ca. 20 m und einer Höhenlage von 1 m unter dem Mittleren Niedrigwasser realisiert. Damit sollten Fischrückzugsräume bei langandauernden Niedrigwasserereignissen entstehen. Die oberstromige Böschung des Zulaufkanals wurde dabei als Steilufer ausgeführt. Neben der Schaffung hochdynamischer Lebensräume dient dies insbesondere der Verhinderung von Durchfahrten bei niedrigen Wasserständen (Abb. 6).
- Die unterstromige Anbindung erfolgte in der tiefsten vorhandenen Geländelage am Ende des Gewässers auf kürzestem Weg zur Elbe auf einer Breite von 10 bis 15 m, was der Höhenlage des Mittelwasserspiegels entspricht. Einerseits wird dadurch die Wasserhaltung gewährleistet, ohne die Dynamik im fallenden und steigenden Hochwasser zu beeinflussen, andererseits fallen weniger Aushubstoffe an.
- Die anfallenden Aushubmassen wurden an geeigneten Stellen wiederverwendet. Der überwiegende Teil der Massen konnte zum Bau des Biberrettungshügels auf dem Höhenrücken unterstromig des Ablaufs eingesetzt werden.
- Abschließend erfolgte die Vertiefung einer aus dem Gewässer auslaufenden Flutrinne, um ein unterstrom liegendes Flutrinnensystem frühzeitig anzubinden.

Zeitgleich mit dem Abschluss der Baumaßnahme stieg der Wasserstand der Elbe über Monate der-



Abb. 6: Zulaufbereich bei Niedrigwasser zum Abtragungsgewässer bei Parchau. Foto: K.-H. Jährling.



Abb. 7: Steilufer am unbefestigten Ablauf vom Abtragungsgewässer bei Parchau. Foto: K.-H. Jährling.

art an, dass das angeschlossene Gewässersystem durch die neu geschaffenen Öffnungen zur Elbe stark durchströmt, aber der Gesamtbereich nicht flächig überströmt wurde. Dadurch bildete sich in dieser Zeit zwischen Elbe und Anschlussgewässer eine etwa 1.000 m lange und durchschnittlich 100 m breite Insel. Da ein weiterer Wasseranstieg mit entsprechender Druckabnahme durch die Ausuferung in die Aue ausblieb und die umgebauten Abschnitte noch nicht mit flächiger Vegetation bewachsen waren, wurde die nicht zusätzlich befestigte Auslaufrinne insgesamt hydraulisch sehr stark beansprucht. Aufgrund der Ufererosion war anzunehmen, dass der Ablaufbereich nach dem Durchbruch durch die anstehende Auenlehmedecke weiter in die darunter liegenden Kiese erodiert und sich gegebenenfalls deutlich der tiefer liegenden Zulaufsohle nähern wird. Unter diesen nahezu idealen Bedingungen kam es dann zur Ausbildung steiluferartiger Abbrüche an den Gerinneufern im gesamten Ablaufbereich (bis maximal etwa 2 bis 3 m Höhe) und zur Aufspaltung des Abflusses in das unterhalb liegende Bühnenfeld (Abb. 7). Die konkreten morphologischen Auswirkungen der Anschlussmaßnahme werden allerdings erst nach einer deutlichen Wasserstandsabsenkung der Elbe sichtbar sein.

Mit den morphodynamischen Entwicklungen im Abstrombereich, die in dieser Form nicht zu erwarten waren, ist wahrscheinlich eine permanente Durchströmung des Gewässers gegeben. Die Änderung der ursprünglichen Zielstellung,

die vorsah, einen Altwasserschluss zu erreichen, wurde eher zufällig zugunsten der Schaffung eines durchströmten Gewässers aufgegeben und erweitert. In der nördlichen Aufweitung des Anschlussgewässers sind noch ausreichende große und tiefe Stillwasserbereiche vorhanden, so dass mit dieser Maßnahme beide Zielstellungen verwirklicht worden sind.

4 Ausblick

Die Elbe ist im Verlauf der letzten Jahrhunderte durch Eingriffe so nachhaltig umgestaltet worden, dass sich das aktuelle morphologische Bild von Fluss und Aue erheblich verändert darstellt. Dabei handelt es sich keineswegs um völlig unumkehrbare Entwicklungen, wie sich an Hand verschiedener Projekte aufzeigen lässt. Bei ganzheitlicher Herangehensweise, festgelegter Zielposition und Leitbildformulierung ergeben sich unter Berücksichtigung der ausgewogenen Nutzung der Elbe als Wasserstraße und Gewährleistung des notwendigen Hochwasserschutzes deutliche Potenziale im Bereich der Gewässerreaktivierung, sowohl in der rezenten Elbe als auch in der Altaue. Neben Vorhaben dieser Art besitzen Wiederbelebungen von Gewässeraltstrukturen in der Altaue im Zuge von Rückdeichungen auf Grund der großen ökologischen Effizienz einen sehr hohen Stellenwert. Wesentlich ist dabei insbesondere die Berücksichtigung des Prozessschutzes als

Basis für derartige Maßnahmen gegenüber konservativen, relativ statischen Arten- und Biotopschutzgedanken.

Anhand der Beispiele wurden Projekte im Bereich der Mittleren Elbe vorgestellt, die bereits realisiert sind. Diverse Folgevorhaben sind grundsätzlich möglich und teilweise schon in Vorbereitung. Möglich werden solche konkreten Vorhaben nur durch eine konstruktive und interdisziplinäre Kooperation zwischen den verschiedenen Fach- und Interessenvertretern. Neben der Zusammenarbeit des Naturschutzes und der Wasserwirtschaft auf Landesebene trifft dies in besonderem Maße für die Umsetzung gemeinsamer Vorhaben zwischen der Wasserstraßenverwaltung des Bundes und den Naturschutz- und Wasserbehörden des Landes zu. Dies zeigte sich sowohl bei verfahrensfreien Maßnahmen im Rahmen der Unterhaltung der Bundeswasserstraße mit dem zuständigen Außenbereich des jeweiligen Wasser- und Schifffahrtsamtes als auch in planfestgestellten Maßnahmen mit dem dafür zuständigen Wasserstraßenneubauamt.

In den zurückliegenden Jahren sind deutliche Fortschritte in der Zusammenarbeit zu verzeichnen. So wurden Reaktivierungen von Altwässern in die Unterhaltungspläne für sieben Modellstrecken der Elbe aufgenommen. Damit ist eine grundlegende planerische Sicherheit gegeben, auch bei Maßnahmen sonstiger Rechtsträger oder Dritter.

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der an der Elbe in den letzten Jahrhunderten vorgenommenen anthropogenen Eingriffe stellt sich das heutige morphologische Bild des Flusses und der Aue nachhaltig verändert dar. Im Beitrag werden einige dieser morphologischen Veränderungen im historischen Kontext analysiert. Dass es sich dabei nicht ausschließlich um völlig unumkehrbare Entwicklungen handelt, wird an Hand zweier erfolgreich realisierter Projekte zur Altarmenbindung im Biosphärenreservat Mittelbe dargestellt. Ausgewählt wurden ein natürliches Auenaltwasser der Elbe (Kurzer Wurf bei Klieken) und ein künstlich entstandenes Augengewässer (ehemaliges Abgrabungsgewässer bei Parchau). Dabei werden auch Potenziale zur Gewässerredynamisierung aufgezeigt.

Literatur

- BMU & BfN - BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2009): Auenzustandsbericht - Flussauen in Deutschland. - <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/wasser/Auenzustandsbericht.pdf>.
- EICHHORN, A., RAST, G. & L. REICHHOFF (2004): Naturschutzgroßprojekt Mittlere Elbe, Sachsen-Anhalt. - Natur und Landschaft 79(9): 423-429.
- FAULHABER, P. (1998): Entwicklung der Wasserspiegel- und Sohlenhöhen in der deutschen Binnenelbe innerhalb der letzten 100 Jahre - Einhundert Jahre „Elbestromwerk“. - Gewässerschutz im Einzugsgebiet der Elbe 8. Magdeburger Gewässerschutzseminar. - Stuttgart/Leipzig (Teubner Verlag).
- FAULHABER, P. (2000): Untersuchung der Auswirkung von Maßnahmen im Elbevorland auf die Strömungssituation und die Flussmorphologie. - In: ATV-DVWK DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.): Gewässerlandschaften-Aquatic Landscapes. - ATV-DVWK-Schriftenreihe. BMBF Symposium Elbeforschung. Tagungsband Teil 1: 297-320.
- HARMS, O. & S. KIENE (1999): Morphologische Gewässerstrukturen der Elbe 1776 und 1992. - In: Tagungsband „Fachtagung Elbe - Dynamik und Interaktion in Fluss und Aue“ (Wittenberge 04.-07.05.1999). - Karlsruhe.
- JÄHRLING, K.-H. (1993a) Die flussmorphologischen Veränderungen an der mittleren Elbe im Regierungsbezirk Magdeburg seit dem Jahr 1989 aus der Sicht der Ökologie. - Staatl. Amt für Umweltschutz Magdeburg - Information November 1993. - Magdeburg.
- JÄHRLING, K.-H. (1993b): Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf die Struktur der Elbauen - prognostisch mögliche ökologische Verbesserungen. - Staatl. Amt für Umweltschutz Magdeburg - Information Juli 1993. - Magdeburg.
- JÄHRLING, K.-H. (1994): Mögliche Deichrückverlegungen im Bereich der Mittelbe - Vorschläge aus ökologischer Sicht als Beitrag zu einer interdisziplinären Diskussion. - Staatl. Amt für Umweltschutz Magdeburg - Information November 1993. - Magdeburg.
- JÄHRLING, K.-H. (1998): Deichrückverlegungen: Eine Strategie zur Renaturierung und Erhaltung wertvoller Flusslandschaften? - Staatl. Amt für Umweltschutz Magdeburg - Information März 1998. - Magdeburg.
- JÄHRLING, K.-H. (2004): Stellungnahme der Biosphärenreservatsverwaltung Flusslandschaft Mittlere Elbe zu möglichen Flussbettvertiefungen der Elbe. - Biosphärenreservatsverwaltung. - Unveröffentl. Stellungnahme v. 17.08.2004.
- LAU - LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.) (2001): Rückgewinnung von Retentionsflächen und Altarmreaktivierung an der Mittleren Elbe in Sachsen-Anhalt. - Abschlussbericht des BMBF-Forschungsvorhabens (FKZ 0339576). - Halle (Landesamt für Umweltschutz). - <http://elise.bafg.de/?3939>.
- PUHLMANN, G. & K.-H. JÄHRLING (2003): Erfahrungen mit „nachhaltigem Auenmanagement“ im Biosphären-

- renreservat „Flusslandschaft Mittlere Elbe“. - Natur und Landschaft 78(4): 143-149.
- PURPS, J., DAMM, C. & F. NEUSCHULZ (2004): Naturschutzgroßprojekt Lenzener Elbtalau, Brandenburg - Auenregeneration durch Deichrückverlegung an der Elbe. - Natur und Landschaft 79(9): 408-415.
- REICHHOFF, L. & K. REFIOR (1997): Landschaftliche Entwicklung, Nutzung und Schutz des Kühnauer Sees. - Naturwiss. Beitr. des Mus. Dessau SH: 12-23.
- ROLOFF (1916): Fünfzig Jahre Elbstrombauverwaltung. - Zentralbl. d. Bauverwalt. 27. - Berlin.
- ROMMEL, J. (2000): Laufentwicklung der deutschen Elbe bis Geesthacht seit ca. 1600. - Studie im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde. - Koblenz/ Berlin. - <http://elise.bafg.de/?3408>.
- ROMMEL, J. (2002): Laufentwicklung der Elbe zwischen 1600 und 1900. - In: NESTMANN, F. & B. BÜCHELE (Hrsg.): Morphodynamik der Elbe. - Schlussbericht des BMBF-Verbundprojektes. - Karlsruhe (Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe): 34-36.
- TOCKNER K. & J. A. STANFORD (2002): Riverine floodplains: present state and future trends. - Environmental conservation 29: 308-330.
- WSV - WASSER- UND SCHIFFFAHRTSVERWALTUNG DES BUNDES (Hrsg.) (2009): Sohlstabilisierungskonzept für die Elbe zwischen Mühlberg und Saalemündung. - Magdeburg/ Dresden/ Koblenz/ Karlsruhe. - http://www.wsd-o.wsv.de/betrieb_unterhaltung/Elbe/Erosion/index.html.