Die Elbe
IM RAUM MAGDEBURG

NEUAUFLAGE 2018

SACHSEN-ANHALT

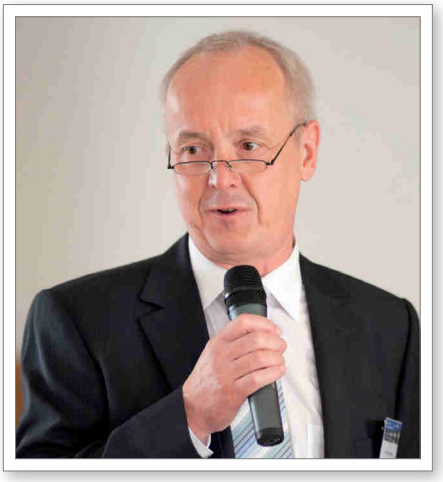
MANFRED SIMON

Die Elbe im Raum Magdeburg

Darstellung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse

VORWORT

Burkhard Henning,
Direktor des Landesbetriebes für Hochwasserschutz
und Wasserwirtschaft, über den Autoren Manfred Simon



Liebe Leserinnen und Leser,

....

Herzlichst, Ihr
Burkhard Henning

LHW Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt

LHW Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt

IMPRESSUM

Herausgeber:
Landesbetrieb für Hochwasserschutz
und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
Otto-von-Guericke-Straße 5
39104 Magdeburg
www.lhw.sachsen-anhalt.de
Verantwortlich: Burkhard Henning

Autor:
Manfred Simon

Redaktion:
Sabrina Gorges | Freie Journalistin

Gestaltung:
m.b. Design | Mandy Bremse

Titelfoto: Fotolia

Druck:
Meiling Druck
Jacob-Uffrecht-Straße 3
39340 Haldensleben

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	Seite 03
1. Überblick - Die Elbe von der Quelle bis zur Mündung	Seite 07
2. Die Elbe bei Magdeburg – vom Mittelalter bis heute	Seite 10
3. Hochwasserschutz und Deichbau an der Elbe	Seite 15
4. Die Eindeichungen im Magdeburger Ba	Seite 20
5. Extre	Seite 22
	Seite 30
	Seite 34
8.	Seite 37
9. Die ökologisch	Seite 39
10. Die Biosphärenreservate der Elbe	Seite 42
11. Der Klimawandel und dessen mögliche Auswirkungen auf das Einzugsgebiet der Elbe	Seite 44
Literaturverzeichnis	Seite 46
Abkürzungen/Dimensionen	Seite 47

NEU

1. ÜBERBLICK – DIE ELBE VON DER QUELLE BIS ZUR MÜNDUNG

Die Elbe fließ von der Quelle im Riesengebirge bis zur Mündung in die Nordsee bei Cuxhaven exakt auf einer Länge von 1094,3 Kilometer. Im tschechischen Gebiet trägt sie den Namen Labe. Ihr Einzugsgebiet ist 148 268 Quadratkilometer groß und erstreckt sich auf dem Gebiet von vier Staaten. Auf Deutschland entfallen mit 97 175 Quadratkilometer 65,5 Prozent und damit der größte Teil des Einzugsgebiets. Es folgen Tschechien (49 933 Quadratkilometer/33,7 Prozent), Österreich (921 Quadratkilometer/0,6 Prozent und Polen (239 Quadratkilometer/0,2 Prozent). Damit ist es nach Donau, Weichsel und Rhein das viertgrößte Flussgebiet Mitteleuropas.

Die Elbe entspringt im tschechischen Riesengebirge in einer Höhe von 1386 Meter. Die Quelle symbolisieren heute Brunnenringe und an einer Stützmauer sind nicht nur ihr schematischer Verlauf, sondern auch die Wappen von 26 ausgewählten Städten entlang der Elbe dargestellt - darunter auch das der Stadt Magdeburg (Abb. 1.1). In der Nähe der Quelle befindet sich die 1602 Meter hohe Schneekoppe, der höchste Berg im Einzugsgebiet.

Abb. 1.1: Elbequelle durch Brunnenringe gefasst. An der Stützmauer ist das vierte Wappen in der unteren Reihe von links das Stadtwappen von Magdeburg (Foto: M. Simon)

Im weiteren Verlauf fließt die Elbe nach dem Verlassen des Riesengebirges in einem großen Bogen zuerst in südlicher Richtung und erreicht dann in westlicher Richtung das Böhmische Kreidebecken. Nach der Mündung der Moldau (Vltava) fließt sie in nördlicher Richtung durch die Durchbruchtäler des Böhmischen Mittelgebirges und erreicht dann das Elbsandsteingebirge in Deutschland. Dort hat sie bis zur Mündung der Schwarzen Elster einen nordwestlichen und anschließend bis zur Mündung der Saale einen westlichen Verlauf, um dann über Magdeburg bis zur Havelmündung wieder vorwiegend nach Norden zu fließen. Von der Mündung der Havel bis zur Nordsee hat die Elbe vorwiegend nordwestlichen Verlauf. Nördlich von Meißen tritt die Elbe in das Norddeutsche Tiefland ein (Abb.1.2).

Die Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) teilt die Elbe in Obere Elbe (von der Elbequelle bis zum Übergang zum Norddeutschen Tiefland nördlich von Meißen am Schloss Hirschstein – 463 Kilometer), Mittlere Elbe (vom Schloss Hirschstein bis zum Wehr Geesthacht – 489 Kilometer) und Untere Elbe (vom Wehr Geesthacht bis zur Mündung in die Nordsee an der Seegrenze bei Cuxhaven – 142 Kilometer) ein. In Deutschland erfolgt auch oft die Teilung in Obere und Mittlere Elbe bei der Mündung der Schwarzen Elster in die Elbe. Im Einzugsgebiet liegen namhafte Gebirge, wie Riesen-, Adler- und Isergebirge, Böhmerwald, Erzgebirge, Thüringer Wald und Harz (Abb. 1.2). Die größten Nebenflüsse der Elbe sind in Abb. 1.3 und Tab. 1.1 dargestellt.

Von den vier größten Nebenflüssen auf deutschem Gebiet münden drei in Sachsen-Anhalt in die Elbe (Abb. 1.4). Das betrifft die Schwarze Elster bei Elbe-Kilometer 198,5 (Abb. 1.5) oberhalb der Lutherstadt Wittenberg, die Mulde bei Elbe-Kilometer 259,6 (Abb. 1.6) bei Dessau-Roßlau und die Saale bei Elbe-Kilometer 290,7 (Abb. 1.7) oberhalb von Barby. Die Havel mündet über den Gnevsdorfer Vorfluter bei Elbe-Kilometer 438,0 in die Elbe. Während die Havel im Raum Havelberg bis zur Wehrgruppe Quitzöbel in Sachsen-Anhalt fließt, befindet sich der Gnevsdorfer Vorfluter mit dem Mündungswehr (Abb. 1.8) in Brandenburg. Die Mündung der Havel in die Elbe am rechten Ufer ist deshalb brandenburgisches Gebiet, während das gegenüber liegende linke Ufer zu Sachsen-Anhalt gehört.

Die größten Städte an der Elbe sind Dresden (548 000 Einwohner), Magdeburg (240 400 Einwohner) und Hamburg (1,76 Millionen Einwohner).

Der langjährige mittlere Abfluss der Elbe in der Jahresreihe 1961 bis 2005 beträgt unterhalb der Moldaumündung 256 Kubikmeter/Sekunde, in Dresden 331, in Lutherstadt Wittenberg 367, in Magdeburg 566, in Wittenberge

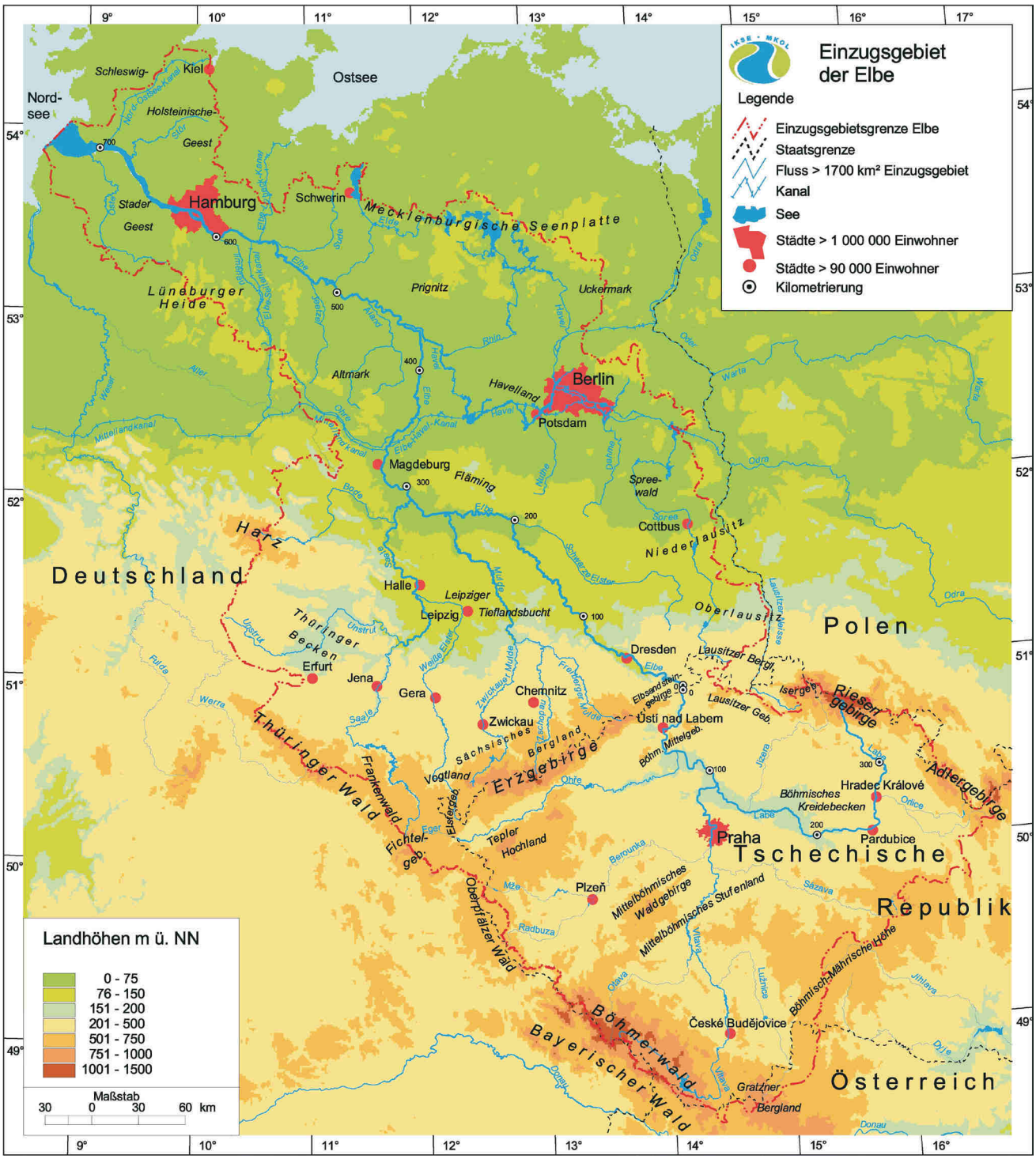


Abb. 1.2: Topographische Übersichtskarte des Einzugsgebiets der Elbe (BfG, ČHMÚ, IKSE)

708, in Neu Darchau 716 und an der Mündung in die Nordsee 861 Kubikmeter/Sekunde. Von den 1094,3 Elbe-Kilometern entfallen 727 Kilometer auf Deutschland (vom linken Ufer an der Staatsgrenze oberhalb von Schöna bis zur Mündung in die Nordsee). Auf Sachsen-Anhalt entfallen 300,1 Elbe-Kilometer und damit 41,3 Prozent der Gesamtlänge in Deutschland. Durch das Magdeburger Stadtgebiet fließt die Elbe auf einer Läng von 21,1 Kilometer. Sie erstreckt sich von unterhalb des

Nebenfluss	Einzugsgebiet [km²]	Flusslänge [km]
Moldau/Vltava	28 090	430
Saale	24 079	434
Havel	23 839	334
Mulde	7 400	314 mit Zwickauer Mulde
Schwarze Elster	5 705	179
Eger/Ohre	5 614	305

Tab. 1.1: Die größten Nebenflüsse der Elbe

Abb. 1.3: Einzugsgebiete bedeutender Nebenflüsse der Elbe (BfG, ČHMÚ, IKSE)

Hafens Schönebeck-Frohse bis unterhalb der Mündung des Elbeabstiegskanals in Magdeburg-Rothensee.

Die jetzige Flusskilometrierung der Elbe ist eine Schifffahrtskilometrierung, die seit 1885 gilt (Abb. 1.12). Sie beginnt auf deutschem Gebiet am linken Ufer oberhalb von Schöna an der Staatsgrenze zu Tschechien und verläuft flussabwärts bis zur Nordsee. Bei den zuvor angegebenen Längen der Elbe sind die nach der Festlegung der Schifffahrtskilometrierung im Jahre 1885 durchgeführten Elbelaufverkürzungen infolge von Durchstichen in den 1930er Jahren auf den heutigen Gebieten von Sachsen und Sachsen-Anhalt berücksichtigt. Auf dem Gebiet von Sachsen-Anhalt erfolgte 1934 ein Durchstich oberhalb von Roßlau (sogenannter „Kurzer Wurf") mit einer Wasserlaufverkürzung von 1,48 Kilometer bei Elbe-Kilometer 250,5. Damit wurde die Elbekilometrierung von 250,5 mit der Kilometrierung von

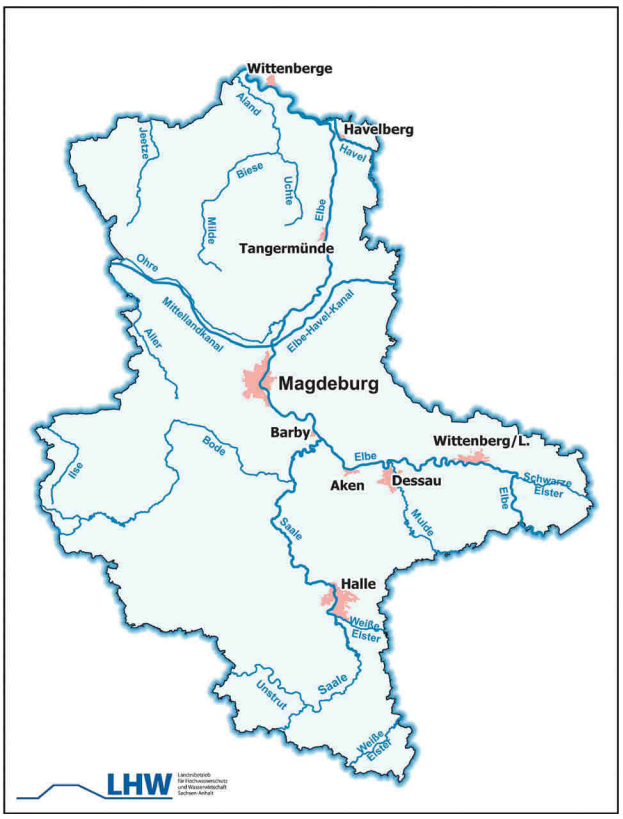


Abb. 1.4: Übersicht über die größten Flüsse in Sachsen-Anhalt (LHW, Gewässerkundlicher Landesdienst, C. Lüdemann)

Abb. 1.5: Mündung der Schwarzen Elster in die Elbe oberhalb Wittenberg/L. (Foto: M. Simon)

Abb. 1.6: Mündung der Mulde in die Elbe bei Dessau-Roßlau (Foto: A. Prange)

Abb. 1.7: Mündung der Saale in die Elbe oberhalb Barby (Foto: M. Simon)

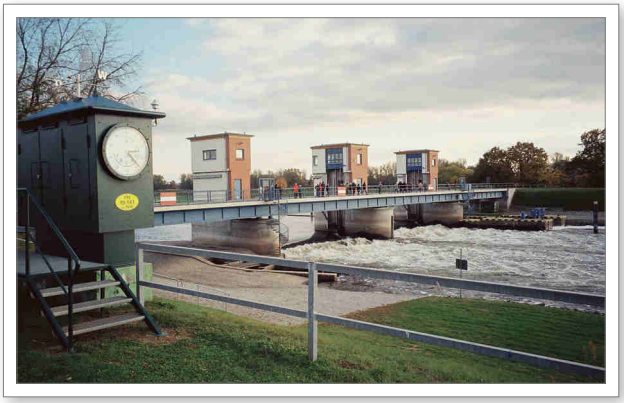


Abb. 1.8: Mündungswehr der Havel bei Gnevsdorf mit Schleuse (rechts), Fischaufstiegshilfe (links), Bootsschleppe (links) und Pegeluhr (Foto: M. Simon)

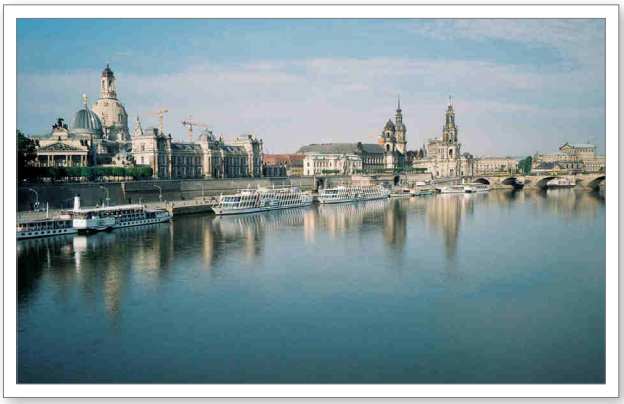


Abb. 1.9: Panorama vom Stadtzentrum von Dresden (Foto: M. Simon)

252,0 gleichgesetzt. Auch wurde die Vergrößerung der Elbelänge infolge der Überschneidung der preußischen und sächsischen Kilometrierung beachtet. Erkennbar ist die Elbekilometrierung durch Schifffahrtstafeln, die in Fließrichtung am rechten Ufer der Elbe im Abstand von einem Kilometer aufgestellt sind. Die Magdeburger Strombrücke liegt bei Elbe-Kilometer 326,6.

Abb. 1.10: Elbe im Dombereich in Magdeburg (Foto: M. Simon)

Abb. 1.11: Elbe in Hamburg im Bereich der Landungsbrücken (Foto: M. Simon)

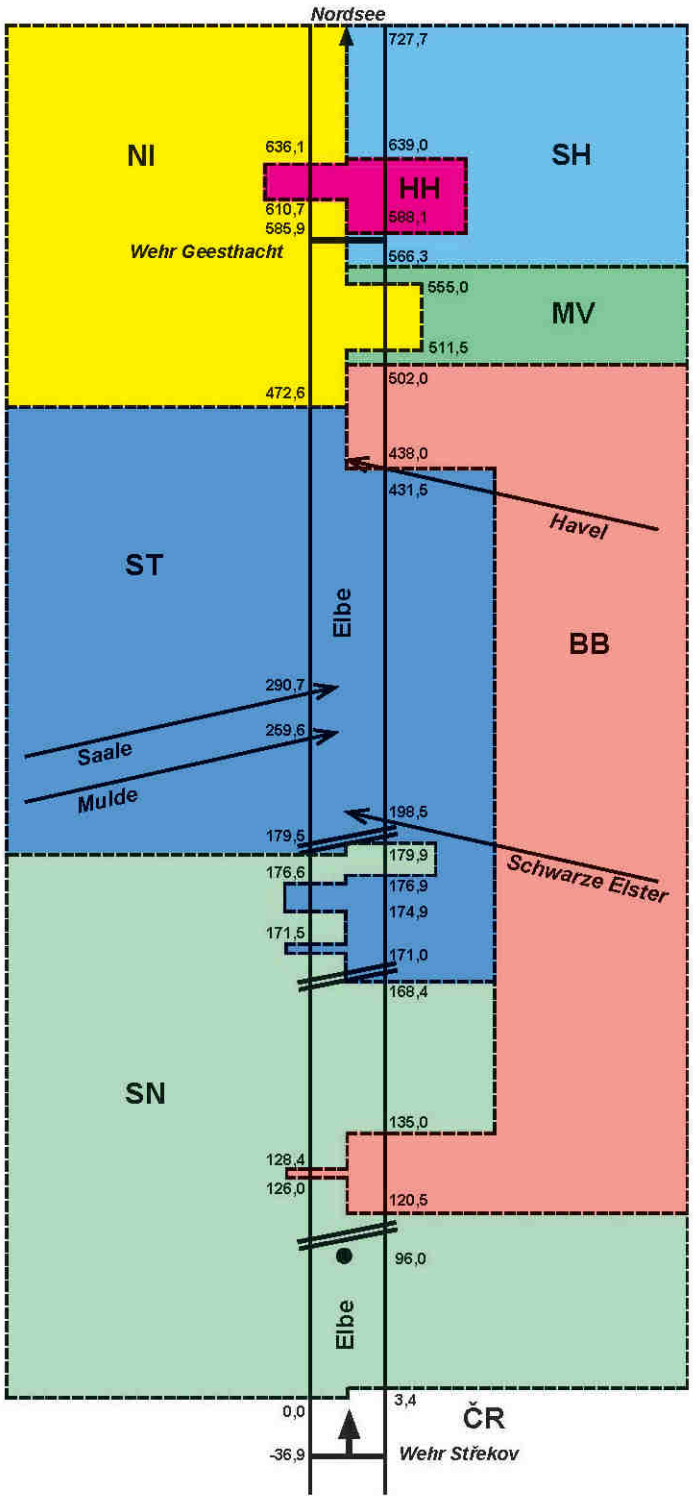


Abb. 1.12: Schematische Darstellung der Anteile der Bundesländer Deutschlands an der Länge der Elbe (M. Lühr, M.Simon)

<u>Elbe-km 96,0 auf deutschem Gebiet:</u>

Übergang von der Oberen Elbe zur Mittleren Elbe am Schloss Hirschstein

<u>Elbe-km 585,9:</u>

Übergang von der Mittleren Elbe zur Unteren Elbe (Tideelbe) am Wehr Geesthacht

BB – Brandenburg
HH – Hamburg
MV – Mecklenburg-Vorpommern
NI – Niedersachsen
SN – Sachsen
ST – Sachsen-Anhalt
SH – Schleswig-Holstein
ČR – Tschechische Republik

Strecken unterschiedlichen Längenmaßstabes zur besseren Darstellung des Wechsels der Bundesländergrenzen von SN, BB und ST entlang der Elbe

2. DIE ELBE BEI MAGDEBURG – VOM MITTELALTER BIS HEUTE

2.1 Die Elbe bei Magdeburg

Der Verlauf der Elbe zwischen Schönebeck und Magdeburg hat sich in den vergangenen Jahrhunderten mehrfach geändert. Bis zum 11. Jahrhundert hatte die Elbe im Bereich Magdeburg ein weit verzweigtes Gewässersystem mit mehreren Elbeläufen und es kam oft zu Laufverlagerungen (Abb. 2.1). Die Abb. 2.1 zeigt, dass der Bereich des heutigen Elbeumflutkanals südöstlich und östlich von Magdeburg bis zum 11. Jahrhundert den eigentlichen Elbelauf in Richtung Magdeburg und Barleben sowie in Richtung Lostau (bis zum 10. Jahrhundert) bildete. Schönebeck lag bis zum 11. Jahrhundert noch nicht an der Elbe, während Rothensee zeitweilig beidseitig von der Elbe umflossen wurde und Barleben bis etwa 1500 Elbestadt war. Der heutige Lauf der Elbe entstand also oberhalb von Magdeburg seit dem 11. Jahrhundert und unterhalb von Magdeburg seit etwa 1300. Im Stadtgebiet von Magdeburg ist der Elbeverlauf durch drei Flussarme (Abb. 2.2) charakterisiert, die Stromelbe (früher Kleine Elbe), die Taube Elbe (im Oberlauf) mit Zollelbe (im Unterlauf) und die Alte Elbe. Mit dem Bau eines Wehres an der Rotehornspitze unmittelbar am Abzweig der Mittelelbe und Alten Elbe im Zeitraum von 1684 bis 1686 wurden alle Abflüsse, die mit ihrem Wasserstand unter der Höhe der Überlaufkrone des Wehres lagen, der Stromelbe zugeführt. Sie wurde damit zum Hauptarm der Elbe im Magdeburger Stadtgebiet. Über die Stromelbe führte nun der gesamte Schiffsverkehr. (Abb. 2.3 und 2.4).

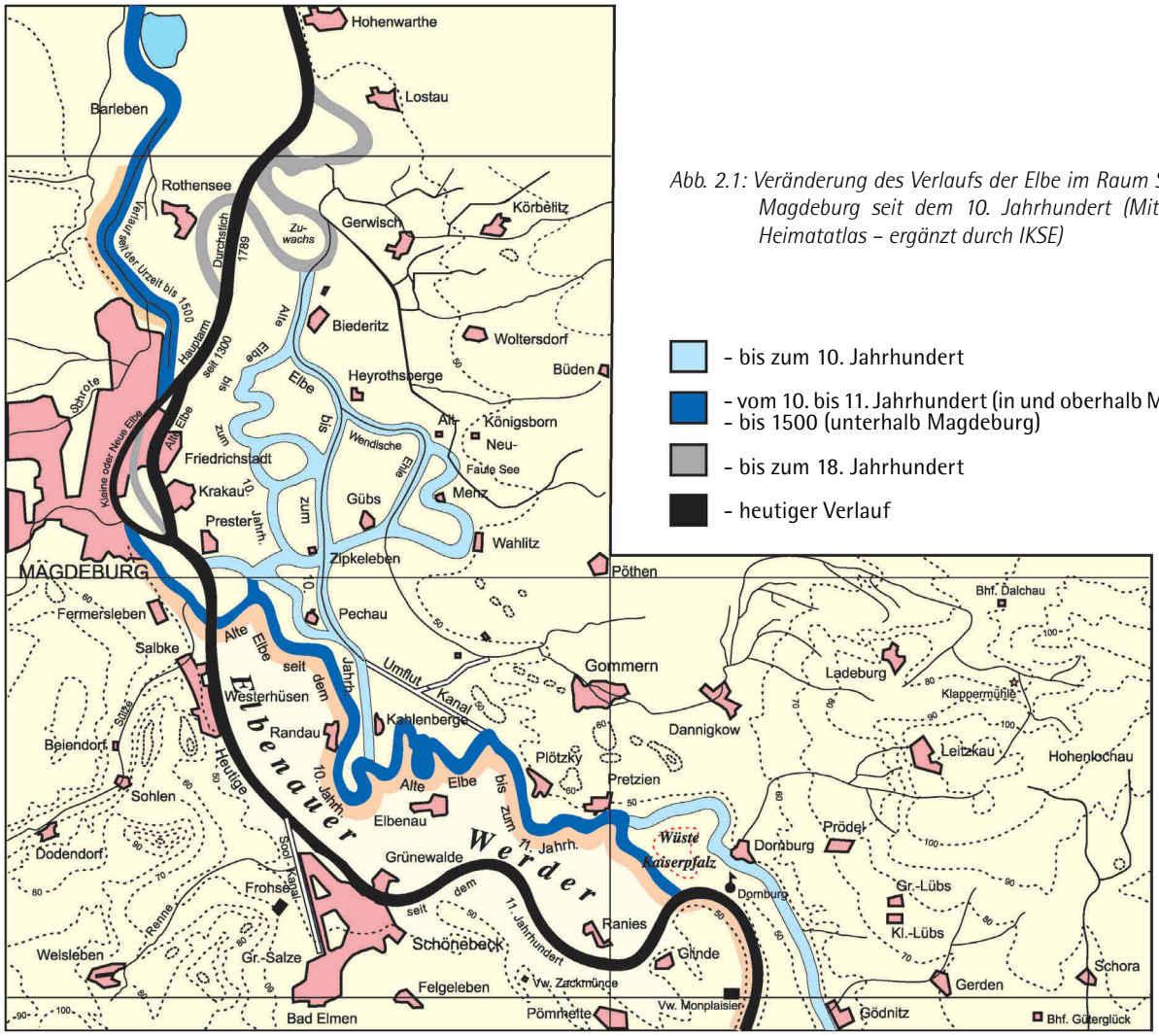


Abb. 2.1: Veränderung des Verlaufs der Elbe im Raum Schönebeck-Magdeburg seit dem 10. Jahrhundert (Mitteldeutscher Heimatatlas – ergänzt durch IKSE)

In den Jahren 1819 und 1820 entstand das heutige Cracauer Wehr. Es wurde nach mehreren Umbauten einiger Vorgängerwehre gut 1,4 Kilometer unterhalb des Abzweigs der Alten Elbe aus der Elbe errichtet. In dieses Wehr wurde 1875 in der Wehrmitte ein 0,47 Meter tie-

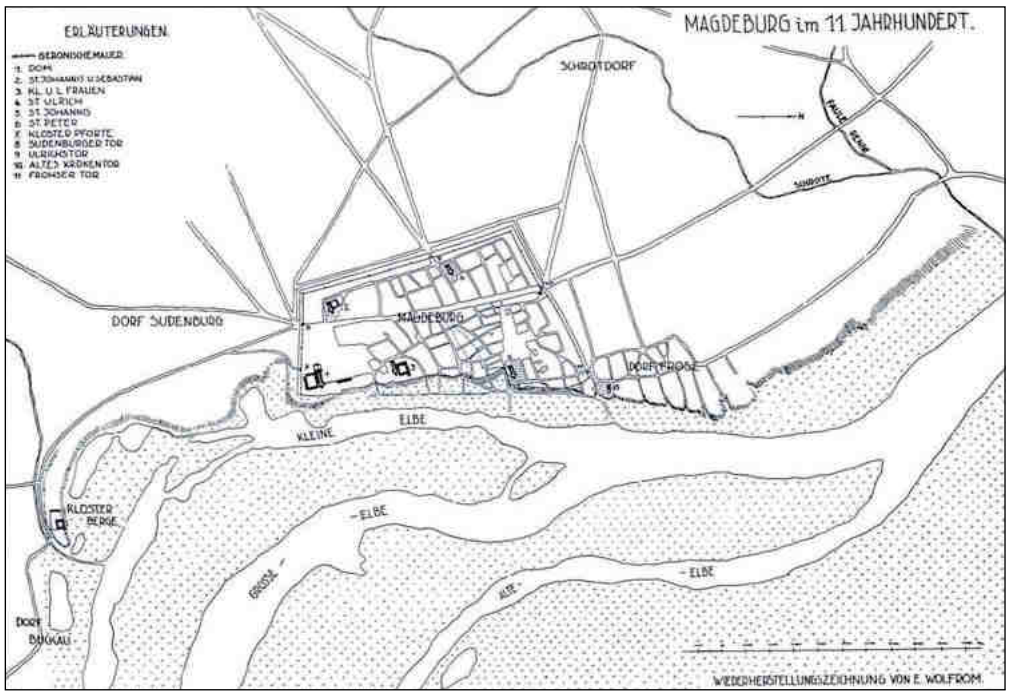


Abb. 2.2: Drei Elbearme im Stadtgebiet Magdeburg im 11. Jahrhundert mit Kleiner Elbe (jetzt Stromelbe), Großer Elbe (jetzt Taube Elbe und Zollelbe) und Alter Elbe (Die Baugeschichte der Stadt und Festung Magdeburg)

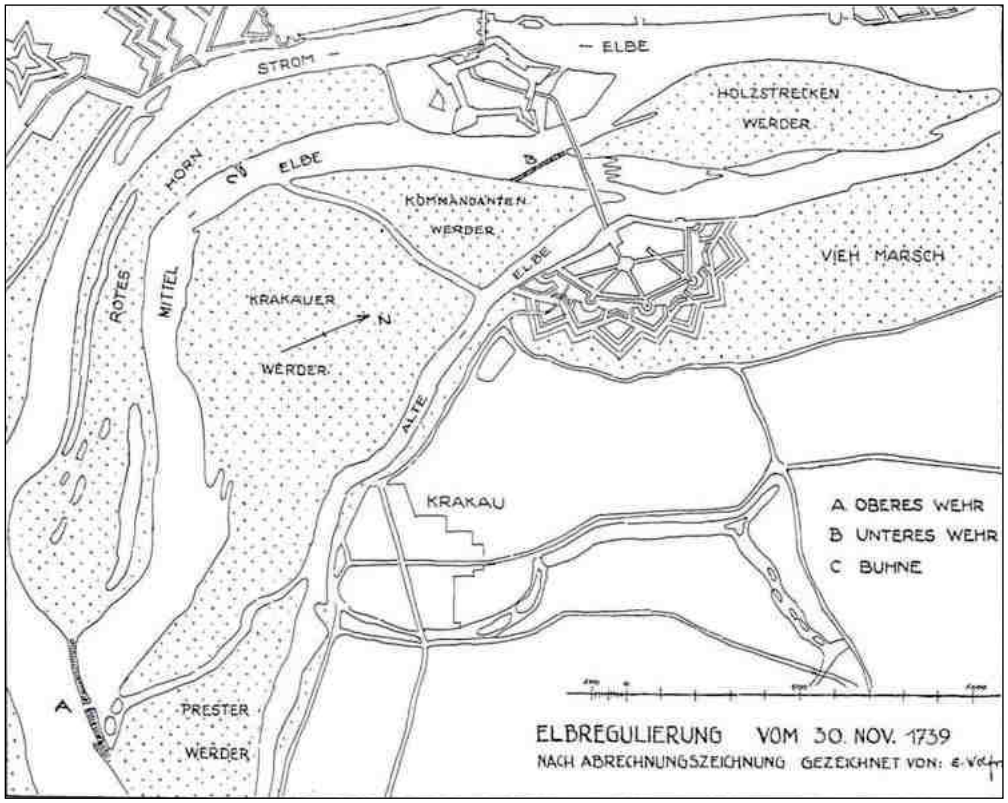


Abb. 2.3: Elberegulierung im Stadtgebiet Magdeburg mit den Wehren „A" und „B" im Jahre 1739 (Die Baugeschichte der Stadt und Festung Magdeburg)

fes und 6,50 Meter breites Niedrigwassergerinne eingebaut. Dadurch war auch bei Wasserständen unter der Wehrkrone eine gewisse Durchströmung der Alten Elbe möglich. Die Wehrkrone wurde 1968 und 1969 noch um einen halben Meter erhöht (Abb. 2.5), wodurch bei Niedrigwasser im Bereich des Domfelsens im langjährigen Mittel an 108 Tagen eine Tauchtiefenerhöhung mit durchschnittlich 15 Zentimeter erreicht wurde. Das Niedrigwassergerinne wurde in diesem Zusammenhang auf einer Länge von 10,50 Meter ausgebaut. In der Abb. 2.1 sind unterhalb von Magdeburg noch drei große Mäander (Flussschlingen) zu erkennen. Diese wurden, vorwiegend im Interesse der besseren Beherrschung der Hochwasser- und Eisgefahren, durch drei Durchstiche bei Lostau (1740), Biederitz (1785) und Rothensee (1789) beseitigt. Durch diese Maßnahmen verkürzte sich die Elbe in diesem Bereich um 11,3 Kilometer. Dadurch vergrößerte sich im Bereich der Durchstiche das Sohlengefälle

Abb. 2.4: Elbearme im Stadtzentrum von Magdeburg mit Alter Elbe (rechts), Zollelbe (Mitte) und Stromelbe (links) im Mai 2000 (Foto: M. Simon)

Abb. 2.5: Cracauer Wehr mit Niedrigwassergerinne am 9. Mai 2002 bei einem Wasserstand von 227 cm am Pegel Magdeburg-Strombrücke (Foto: M. Simon)

der Elbe und damit ihre Fließgeschwindigkeit. Mit der Fertigstellung der Durchstiche trat an dieser Stelle sofort ein Abfall des Wasserspiegels ein und vom Standort der Durchstiche aus eine länger anhaltende, sich Fluss aufwärts bewegende Sohlenerosion (Ausspülung der Kiese und Sande der Flusssohle). Allein der Elbedurchstich in Rothensee von 1789 bewirkte bei Mittelwasser einen Wasserspiegelabfall von 45 Zentimeter im Bereich des Durchstichs und von 15 Zentimeter im Bereich der Strombrücke. Die danach einsetzende rückschreitende Erosion der Flusssohle der Elbe führte zum allmählichen „Freilegen" von drei Felsbereichen im Stadtgebiet von Magdeburg (Abb. 2.6). Das sind der Domfelsen (Elbe-Kilometer 325,0-326,2), der Strombrückenfelsen (Elbe-Kilometer 326,3-327,3) und der Herrenkrugfelsen (Elbe-Kilometer 329,0-330,0). Für die gesamte Felsstrecke von fünf Kilometer beträgt das Wasserspiegelgefälle im Mittel 0,40 Promille. Zwischen den Zentren des Domfelsens und des Strombrückenfelsens beträgt das Gefälle sogar 0,64 Promille. Das durchschnittliche Wasserspiegelgefälle der Elbe bei Mittelwasserabfluss zwischen Barby und Tangermünde beträgt dagegen nur 0,18 Promille.

Zahlreiche wasserbauliche Maßnahmen verschärften noch die durch die Durchstiche entstandene Sohlenerosion. Dazu gehörten die Mittelwasserregulierung von 1844 bis 1893 mit vorwiegendem Bau von Buhnen zur Einschränkung der Mittelwasserbreiten der Elbe und die Niedrigwasserregulierung von 1913 bis 1930 mit Verlängerung der Buhnen und weiterer Reduzierung der Normalbreiten. Zu erwähnen ist auch die „verschärfte" Regulierung der Elbe von 1934 und 1935 im Bereich Magdeburg-Rothensee (Elbe-Kilometer 333,6) bis Niegripp (Elbe-Kilometer 343,6) mit weiterer Einschränkung der Mittelwasserbreiten. Die drei Felsbereiche in Magdeburg sind besonders bei Niedrigwasser kritisch für die Schifffahrt (Abb. 2.6). In diesen Zeiten ist der Domfelsen teilweise sichtbar (Abb. 2.7) und die Felsbereiche an der Strombrücke und am Herrenkrug sind durch die kräuselnde Wasseroberfläche zu erkennen.

Die Durchstiche unterhalb von Magdeburg sowie die Mittel- und Niedrigwasserregulierung der Elbe bewirkten mit der daraus resultierenden Sohlenerosion der Elbe sowie anderen baulichen Maßnahmen im Stadtgebiet Magdeburg nicht nur ein tendenzielles Absinken der Niedrigwasserstände, sondern auch der Mittelwasserstände. Am Pegel Magdeburg-Strombrücke, an dem es seit dem 17. April 1727 die längste regelmäßige Wasserstandsbeobachtung aller Pegel an der Elbe gibt, zeigte sich folgende Entwicklung der langjährigen Mittelwasserstände, bezogen auf den heutigen Pegelnullpunkt:

1727 (Beginn der Beobachtung)
bis 1789 (Durchstich bei Rothensee) . . . . . 376 cm

1790 (nach Durchstich Rothensee)
bis 1844 (Beginn der Mittelwasserregulierung) . . 315 cm

1845 (Mittelwasserregulierung)
bis 1880 (Mittelwasserregulierung) . . . . . 277 cm

1881 bis 1895 (Mittelwasserregulierung) . . . . . 272 cm

1896 (Ende Mittelwasserregulierung)
bis 1935 (Ende Niedrigwasserregulierung) . . . . . 236 cm

1936 bis 1975 . . . . . 209 cm

1976 bis 1990 . . . . . 214 cm

1991 bis 2016 . . . . . 195 cm

Derzeitiges Mittelwasser . . . . . 195 cm

Es ist deutlich zu erkennen, dass der Mittelwasserstand am Pegel Magdeburg-Strombrücke von 1727/1789 bis 2016 um 181 Zentimeter abgefallen ist, davon allein von 1789 bis 1935 um 140 Zentimeter. Allein die Niedrigwasserstände sind im Zeitraum von 1893 bis 1964 um 94 Zentimeter am Pegel abgesunken. Beim Vergleich von Niedrigwasserständen (69-93 Zentimeter) gleichen Durchflusses am Pegel Magdeburg-Strombrücke ist in den letzten 25 Jahren kein erosionsbedingter Abfall des Wasserspiegels mehr festzustellen. Tatsache ist aber auch, dass von 1964 an, bedingt durch den umfangreichen Talsperrenbau im Einzugsgebiet vor allem auf tschechischem Gebiet, und der damit verbundenen Niedrigwasseraufhöhung unterhalb der Talsperren, eine Aufhöhung der Wasserstände auf deutschem Gebiet, auch bis in den Raum Magdeburg, eingetreten ist.

In Abb. 2.6 ist unterhalb der Eisenbahnbrücke im Herrenkrug auch der Standort der alten Schleusenkammern zu erkennen. Ursprünglich war bei Magdeburg eine Staustufe Magdeburg-Neustadt geplant. Dazu war etwa 400 Meter unterhalb des jetzigen Herrenkrugsteges ein bewegliches Wehr vorgesehen, das bei Niedrigwasser die Elbe bis 3,35 Meter aufstauen sollte. Mit diesem Wehr wäre in der Elbe flussaufwärts bis über den Abzweig der Alten Elbe an der Rotehornspitze hinaus ein Rückstau entstanden, der die drei kritischen Felsbereiche überstaut hätte. Bei ausreichenden Wasserständen in der Elbe wäre das Wehr gelegt worden und die Schiffe hätten durch das geöffnete Wehr freie Durchfahrt gehabt. Erst bei Wasserständen unter 1,70 Meter am Pegel Magdeburg-Strombrücke war eine Schließung des Wehres vorgesehen. Die Schiffe hätten dann über einen geplanten vier Kilometer langen Seitenkanal und eine Schleusenanlage fahren müssen.

Während sich um 1940 die Vorbereitungen für die Wehranlage, wahrscheinlich als Sektorwehr, noch in der Planungsphase befanden, war in dem geplanten Seitenkanal in den Jahren 1937 bis 1940 bereits eine Doppelschleuse er-

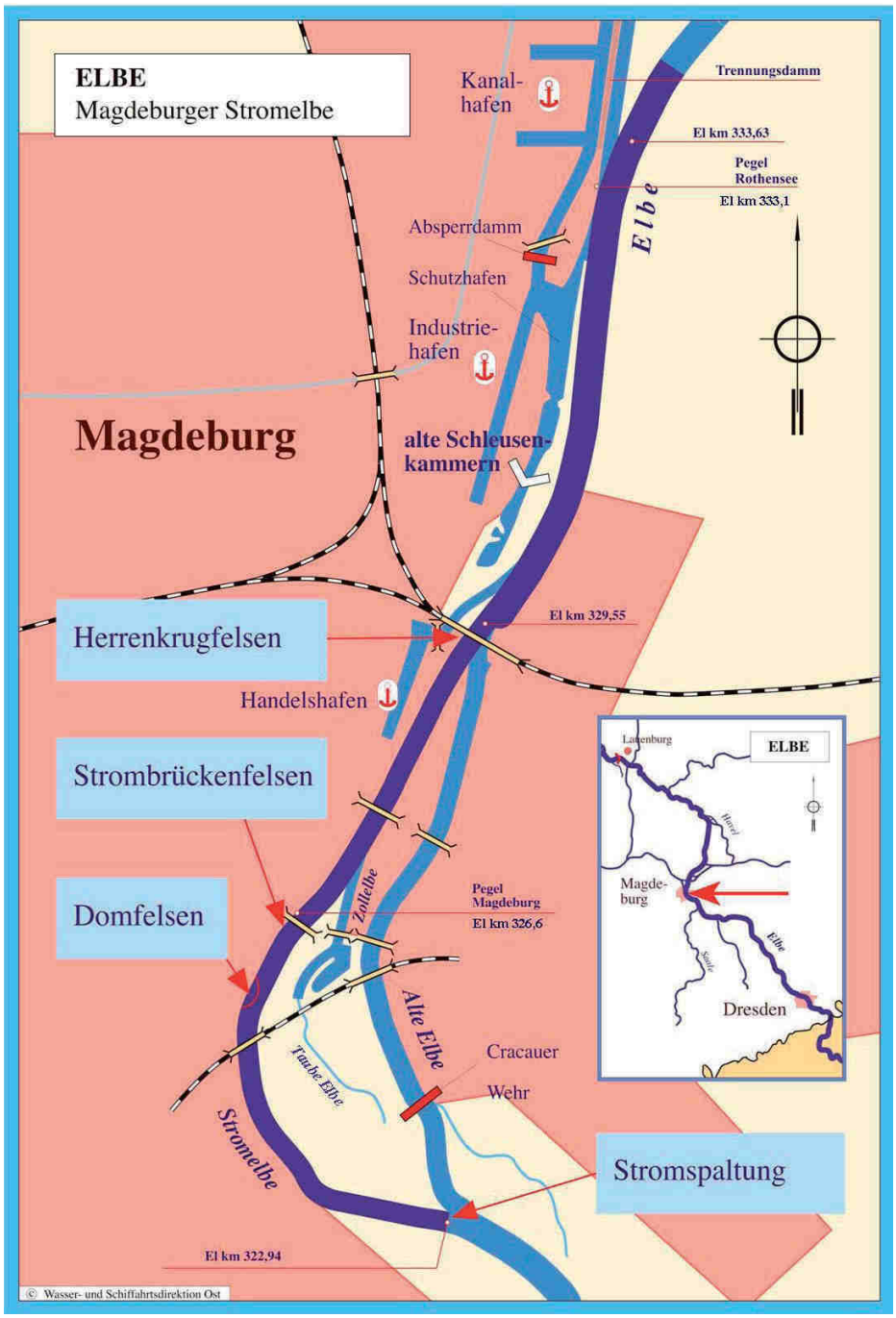


Abb. 2.6: Derzeitige Stromteilung der Elbe im Stadtgebiet Magdeburg mit den drei Felsbereichen (Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt)

Abb. 2.7: Domfelsen in der Elbe im Dombereich am 14. August 2015 bei einem Wasserstand von 51 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke (Foto: M. Simon)

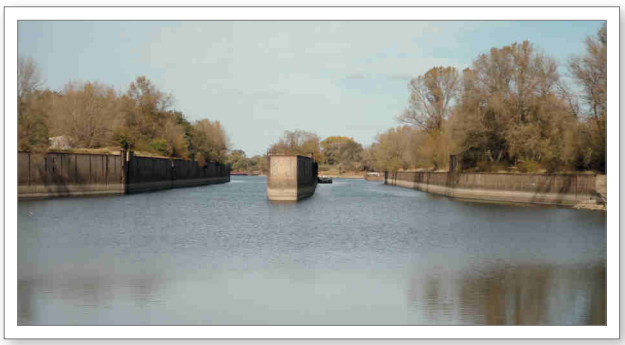


Abb. 2.8: Kammermauern der Doppelschleuse Magdeburg-Neustadt im Oktober 2011. Im Hintergrund ist der Schutzhafen mit Schiffen zu erkennen (Foto: M. Simon)

richtet worden. Die Schleuse mit ihren beiden Kammern von je 325 Meter Länge und 25 Meter Breite war damals die größte Binnenschifffahrtsschleuse Europas. Sie konnte ganze Schleppzüge mit einem Schlepper und bis zu sieben antriebslosen Schleppkähnen aufnehmen. Die Doppelschleuse mit ihren weithin sichtbaren Portalen und den maschinentechnischen Anlagen wurde 1940 fertiggestellt. Der untere Vorhafen mit Anbindung zum Industriehafen war ebenfalls fast vollendet, während der obere Vorhafen, mit geplanter Anbindung an die Elbe und den Handelshafen, nur teilweise fertig war. Der Zweite Weltkrieg erzwang dann den Stopp weiterer Planungen für die übrigen Teile der Staustufe. Während des Krieges gab es durch Bombenangriffe nur kleine Schäden an den Einfahrtsmauern der Doppelschleuse. Bei Kriegsende 1945 war das Schleusenbauwerk noch völlig intakt. Erst 1974 wurden die Hubtore mit den Schleusentoren demontiert und verschrottet. Die DDR-Regierung hatte aus finanziellen Gründen die wissenschaftlichen Untersuchungen zu 29 Staustufen in der Elbe, und damit auch in Magdeburg, seit Ende der 1960er Jahre nicht weiter verfolgt. Die drei getrennt stehenden Mauern der beiden Schleusenkammern mit den Nischen für die Hubtore sind heute noch gut sichtbar (Abb. 2.8).

2.2 Das Wasserstraßenkreuz Magdeburg

Zu den größten wasserbaulichen Maßnahmen nach der Wiedervereinigung gehörte die Realisierung des Verkehrsprojektes Deutsche Einheit Nr. 17. Es war im Bundesverkehrswegeplan vom April 1992 enthalten und hatte die Bezeichnung „Ausbau der Wasserstraßenverbindung zwischen Hannover und Berlin (280 Kilometer), einschließlich des Wasserstraßenkreuzes bei Magdeburg sowie der ganzjährigen vollschiffigen Anbindung der Magdeburger Häfen an den Mittellandkanal". Das Kernstück des Projektes ist das Wasserstraßenkreuz, das sich nördlich von Magdeburg befindet. Es besteht aus den Bauwerken Schiffshebewerk Rothensee, Sparschleuse Rothensee, Kanalbrücke über die Elbe, Doppelsparschleuse Hohenwarthe, Schleuse Niegripp und der Niedrigwasserschleuse im Rothenseer Verbindungskanal. Alle Objekte stehen in Verbindung mit dem Mittellandkanal, dem Elbe-Havel-Kanal und der Elbe (Abb. 2.9). Der Mittellandkanal ist die einzige West-Ost-Wasserstraße Norddeutschlands, die Rhein, Ems, Weser und Elbe miteinander verbindet. Über den Elbe-Havel-Kanal, 1926 bis 1938 gebaut, sowie über die Havel und die Spree besteht eine Verbindung nach Berlin und zur Oder. Der Mittellandkanal zweigt bei Bergeshövede in der Nähe von Rheine aus dem Dortmund-Ems-Kanal ab und endet nach 325,7 Kilometer östlich der im Jahre 2003 in Betrieb genommenen Doppelsparschleuse Hohenwarthe, wo der Elbe-Havel-Kanal anbindet, der nach 55,2 Kilometer im Plauer See in die Havel mündet. Mit dem Bau des Mittellandkanals wurde 1906 begonnen. 1938 wurde mit der Inbetriebnahme des östlichen Teils des Kanals und des Schiffshebewerks Rothensee bei Magdeburg die Anbindung an die Elbe über den Rothenseer Verbindungskanal erreicht. Die begonnenen Baumaßnahmen an der Kanalbrücke über die Elbe und am Doppelschiffshebewerk Hohenwarthe wurden wegen des Zweiten Weltkrieges nicht fortgeführt. Erst mit dem Bau des Wasserstraßenkreuzes Magdeburg ab 1997 und dessen Inbetriebnahme im Oktober 2003

Abb. 2.9: Wasserstraßenkreuz Magdeburg (Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt)

wurde die Kreuzung über die Elbe und somit eine vom Wasserstand der Elbe unabhängige Verbindung zum Elbe-Havel-Kanal hergestellt. Damit können große Schiffe mit voller Tauchtiefe aus dem Mittellandkanal in den Elbe-Havel-Kanal oder umgekehrt fahren. Mit der Inbetriebnahme der Kanalbrücke über die Elbe entfällt für die Schifffahrt in Richtung Berlin bzw. in Richtung Hannover der rund 12 Kilometer lange Umweg über das Schiffshebewerk bzw. die Sparschleuse Rothensee, den Rothenseer Verbindungskanal, die Elbe und die Schleuse Niegripp und umgekehrt. Das bedeutet eine Fahrzeitverkürzung (mit Schleusungen) um drei Stunden und stets eine konstante Wassertiefe für bis 2,80 Meter tief beladene Schiffe. Vorher mussten die Schiffe bei Niedrigwasser der Elbe vorab teilweise entladen werden.

Folgend werden die Bauwerke des Wasserstraßenkreuzes im Detail beschrieben:

Das Schiffshebewerk Rothensee ist ein Senkrechthebewerk als Schwimmerhebewerk mit einer maximalen Hubhöhe zwischen Rothenseer Verbindungskanal und Mittellandkanal von 18,46 Meter. Es ging 1938 in Betrieb. Über den Rothenseer Verbindungskanal wird die Anbindung des Mittellandkanals an die Magdeburger Häfen und an die Elbe erreicht. Der 85 Meter lange, 12 Meter breite und 2,58 Meter tiefe wassergefüllte Trog wird durch zwei 30 Meter hohe Schwimmer mit einem Durchmesser von 10 Metern in jeweils 60 Meter tiefen Schächten auf und ab bewegt (Abb. 2.10). Das Schiffshebewerk Rothensee ist ein technisches Denkmal und gilt als ältestes noch funktionsfähiges Schwimmerhebewerk Deutschlands, da die Schwimmerhebewerke im Dortmund-Ems-Kanal Henrichenburg I 1970 und Henrichenburg II 2005 stillgelegt wurden.

Nachdem das Schiffshebewerk ab 2005 nur noch im Saisonbetrieb genutzt wurde, erfolgte ab 2006 eine vorläufige Stilllegung. Von Mai 2013 an wurde eine Wiederinbetriebnahme unter der Regie der Stadt Magdeburg gesichert. Seit diesem Zeitpunkt wird das Schiffshebewerk wieder neben der neuen Sparschleuse Rothensee im Saisonbetrieb (April bis Oktober) gefahren.

Die Sparschleuse Rothensee wurde als neue Schleuse 2001 neben dem Schiffshebewerk in Betrieb genommen. Mit einer Länge von 190 Meter und einer Breite von 12,50 Meter wird auch die Schleusung von Großmotorschiffen

Abb. 2.10: Fahrgastschiff im Schiffstrog des historischen Schiffshebewerks Rothensee (Foto: M. Simon)

Abb. 2.11: Beginn der Talschleusung in der Sparschleuse Rothensee, rechts sind die Sparbecken (Foto: M. Simon)

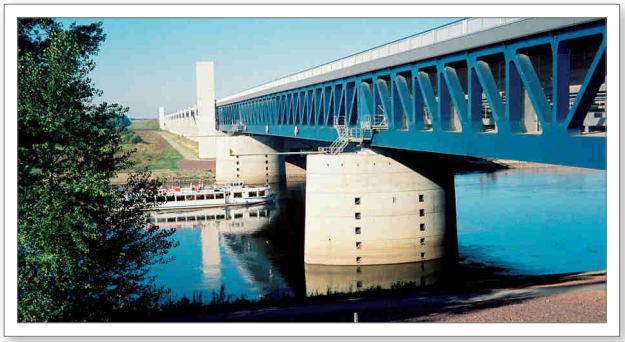


Abb. 2.12: Kanalbrücke über die Elbe bei Hohenwarthe (Foto: M. Simon)

und Schubverbänden ermöglicht. Die Hubhöhe betrug bis zur Inbetriebnahme der Niedrigwasserschleuse im Rothenseer Verbindungskanal in Abhängigkeit vom Wasserstand der Elbe 10,45 bis 18,46 Meter. Bei Schließung der Niedrigwasserschleuse (Inbetriebnahme im Dezember 2013) beträgt die maximale Hubhöhe nur noch 16,70 Meter. Neben der Schleuse befinden sich drei Sparbecken mit einer Länge von 171 Meter und einer Breite von 15,50 Meter. Bei der Talschleusung (Schleusenkammer ist mit Wasser gefüllt) fließen 60 Prozent des insgesamt benötigten Schleusungswassers (50 000 Kubikmeter) in die entsprechenden, höhenmäßig gestaffelten Sparbecken. Etwa 20 000 Kubikmeter sind also bei jeder Schleusung Wasserverluste, die in

das Unterwasser abgegeben werden müssen, da sie höhenmäßig nicht in den Sparbecken gespeichert werden können (Abb. 2.11). Diese Mengen müssen über ein Pumpwerk unterhalb der Sparschleuse mit fünf Pumpen mit einer Leistung von je 3,50 Kubikmeter/Sekunde wieder in den Mittellandkanal zurück gepumpt werden. Bei der Bergschleusung müssen die fehlenden 20 000 Kubikmeter aus der oberen Haltung des Mittellandkanals entnommen werden.

Die Kanalbrücke über die Elbe hat eine Gesamtlänge von 918 Meter. Die Strombrücke über die Elbe ist 228 Meter lang, die Vorlandbrücke 690 Meter. Sie ist die längste

Abb. 2.13: Ausfahrt aus der nördlichen Schleuse an der Doppelsparschleuse Hohenwarthe (Foto: M. Simon)

Abb. 2.14: Schleuse Niegripp, Einfahrt vom Elbe-Havel-Kanal aus (Foto: M. Simon)

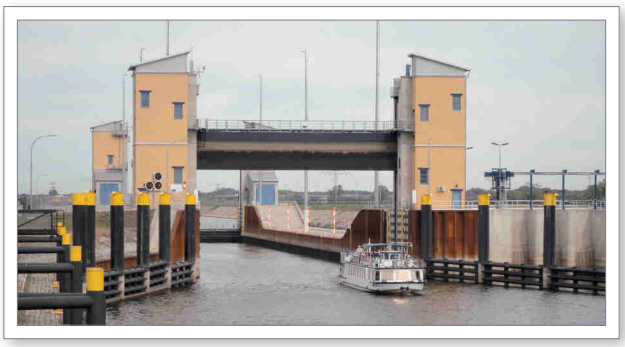


Abb. 2.15: Niedrigwasserschleuse im Rothenseer Verbindungskanal - Ausfahrt eines Fahrgastschiffes aus der Schleuse (Foto: M. Simon)

Kanalbrücke Europas und wurde 2003, gemeinsam mit der Doppelsparschleuse Hohenwarthe, in Betrieb genommen (Abb. 2.12). Der Brückentrog hat eine lichte Breite von 34 Meter, die tatsächlich nutzbare Trogbreite beträgt wegen der seitlichen Leitwerke aber nur 32 Meter. Das Wasser ist 4,25 Meter tief. Die Kanalbrücke ist nur einspurig befahrbar.

Am westlichen Widerlager der Kanalbrücke wurde eine Hochwasserentlastungsanlage mit einer Leistung von 44 Kubikmeter/Sekunde eingebaut. Sie ermöglicht eine Ableitung überschüssiger Wassermengen in die Elbe, die bei Hochwasser aus den Einzugsgebieten der oberen Aller (bis zu 34,4 Kubikmeter/Sekunde) und der oberen Ohre (bis zu 9,60 Kubikmeter/Sekunde) in den Mittellandkanal eingeleitet werden.

Die Doppelsparschleuse Hohenwarthe, die am Abstieg vom Mittellandkanal zum Elbe-Havel-Kanal liegt, besteht aus zwei nebeneinander liegenden Sparschleusen mit jeweils getrennten Sparbecken. Schleusen und Sparbecken haben gleiche Größen wie bei der Sparschleuse Rothensee. Die Hubhöhe von 18,55 Meter bis 19,05 Meter ist wegen der geringen Wasserspiegelschwankungen im Elbe-Havel-Kanal und Mittellandkanal relativ konstant. Das Untertor ist deshalb nicht wie bei der Sparschleuse Rothensee als Stemmtor, sondern als Hubtor ausgebildet (Abb. 2.13).

Die jetzige Schleuse Niegripp wurde zeitgleich mit dem Schiffshebewerk Rothensee im Jahre 1938 in Betrieb genommen. Die Schleuse hat eine Länge von 167,60 Meter und eine Breite von 12,20 Meter (Abb. 2.14). Sie ersetzte die alte Schleuse von 1872 im Ihlekanal. Zwischen der Schleuse und der Elbe legt ein 1,8 Kilometer langer Verbindungskanal.

Der Elbe-Havel-Kanal ist über die Schleusen Zerben und Wusterwitz bis zum Plauer See in der Havel ein Abstiegskanal von der Elbe zur Havel. Deshalb wird er seit Jahrzehnten zur Überleitung von Elbewasser zum Plauer See in die Havel genutzt. Bei Mittelwasser der Elbe besteht ein Gefälle von der Elbe zum Elbe-Havel-Kanal von 1,04 Meter. Das heißt, es kann eine Überleitung im freien Gefälle erfolgen. Bei Niedrigwasser der Elbe muss das Wasser aus der Elbe in den Elbe-Havel-Kanal gepumpt werden. Deshalb wurde 1938 an der Schleuse Niegripp eine Pumpstation mit zwei Pumpen mit einer Leistung

von je 1,55 Kubikmeter/Sekunde errichtet. Diese wurde aber bereits 1960 stillgelegt. Eine Überleitung im freien Gefälle war aber bei entsprechenden Wasserständen in der Elbe weiterhin möglich. Im September 2010 wurde eine neue Pumpstation mit drei Pumpen mit einer Leistung von je 3,50 Kubikmeter/Sekunde und eine neue Leitung (490 Meter) zur Überleitung von Elbewasser im freien Gefälle in Betrieb genommen. Die Pumpstation liegt unmittelbar am nördlichen Ufer des elbseitigen Vorhafens der Schleuse Niegripp. Die Einleitung des übergeleiteten Wassers erfolgt unterhalb der Schleuse in den kanalseitigen Vorhafen. Die Wasserüberleitung aus der Elbe zur Havel erfolgt zur Stützung des Havelwasserstands für die Schifffahrt in der Unteren Havel-Wasserstraße ab Plauer See und zur Gewährleistung von Wassernutzungen. Im Mittel werden im Sommerhalbjahr 5,30 Kubikmeter/Sekunde, mindestens aber 4,00 Kubikmeter/Sekunde übergeleitet.

Ein wichtiges Bauwerk des Wasserstraßenkreuzes ist die Niedrigwasserschleuse im Rothenseer Verbindungskanal. Die Schleuse liegt vor der Ausfahrt aus dem Rothenseer Verbindungskanal in die Elbe (Abb. 2.9 und 2.15) und ging im Dezember 2013 in Betrieb. Die Schleuse hat eine Länge von 190 Meter, ist 25 Meter breit und hat eine maximale Fallhöhe von 1,86 Meter. Sie ist deshalb so breit, damit bei ausreichendem Wasserstand in der Elbe die Schiffe die geöffnete Schleuse mit normaler Geschwindigkeit passieren können. Bei Niedrigwasser in der Elbe muss bei einem Wasserstand von 240 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Rothensee, was etwa einem Wasserstand von 160 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke entspricht, die Niedrigwasserschleuse geschlossen werden. Dadurch wird im Rothenseer Verbindungskanal und in den Magdeburger Häfen ein Normalstau von 39,60 bis 39,80 Meter ü. NN gehalten, wodurch im Verbindungskanal und in den Häfen eine Wassertiefe von etwa vier Meter gesichert wird. Damit können ganzjährig und unabhängig vom Wasserstand der Elbe, Schiffe mit Tauchtiefen von 2,80 Meter vom Mittellandkanal aus den Rothenseer Verbindungskanal und die Magdeburger Häfen und umgekehrt anfahren. Der Magdeburger Hafenkomplex ist der größte ostdeutsche Binnenhafen. An der Niedrigwasserschleuse arbeitet ein aus drei Pumpen bestehendes Pumpwerk mit einer Leistung von je 3,50 Kubikmeter/Sekunde, das Wasser aus der Elbe entnimmt, um die Wasserverluste bei den Schleusungsprozessen bei geschlossener Schleuse auszugleichen.

3. HOCHWASSERSCHUTZ UND DEICHBAU AN DER ELBE

Der Hochwasserschutz hat in den vergangenen Jahrzehnten eine immer größer werdende Bedeutung bekommen, weil die Nutzung der Überschwemmungsgebiete sowie die volkswirtschaftlichen und persönlichen Vermögenswerte in den von Deichen geschützten und ungeschützten Gebieten, insbesondere in den Gebirgslagen, ständig zugenommen haben. In stark besiedelten Regionen können Hochwasser in kürzester Zeit Millionenschäden anrichten, wie die extremen Hochwasser der jüngeren Vergangenheit gezeigt haben. Dazu zählen vor allem die Hochwasser an der Elbe und ihren Hauptnebenflüssen Schwarze Elster, Mulde und Saale im August 2002, im April 2006, im Januar 2011 und insbesondere im Juni 2013. Teilweise waren auch Menschenleben zu beklagen. Wirksamer und gleichzeitig umweltgerechter Hochwasserschutz besteht aus einem sinnvoll verknüpften Maßnahmebündel. Dazu gehören unter anderem der natürliche Hochwasserrückhalt im Einzugsgebiet, die Flächen-, Bau-, Verhaltens- und Risikovorsorge in den von Hochwasser gefährdeten Gebieten, der technische Hochwasserschutz durch Deiche, Deichrückverlegungen, Flutungspolder, Gewässerausbau, Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken sowie das Hochwasservorhersage- und -meldesystem. Doch einen absoluten Schutz vor Hochwasser gibt es nicht.

Alle technischen Maßnahmen gelten für ein gewähltes Hochwasserschutzniveau, das auf der Grundlage des Bemessungshochwassers beruht. So wird beispielsweise für Deiche in der Regel ein Hochwasser festgelegt, dass im statistischen Mittel alle 100 Jahre einmal auftritt. Bis zur Höhe der Deichkrone gilt bei großen Wasserläufen noch ein Freibord von 100 Zentimeter über dem Bemessungshochwasser.

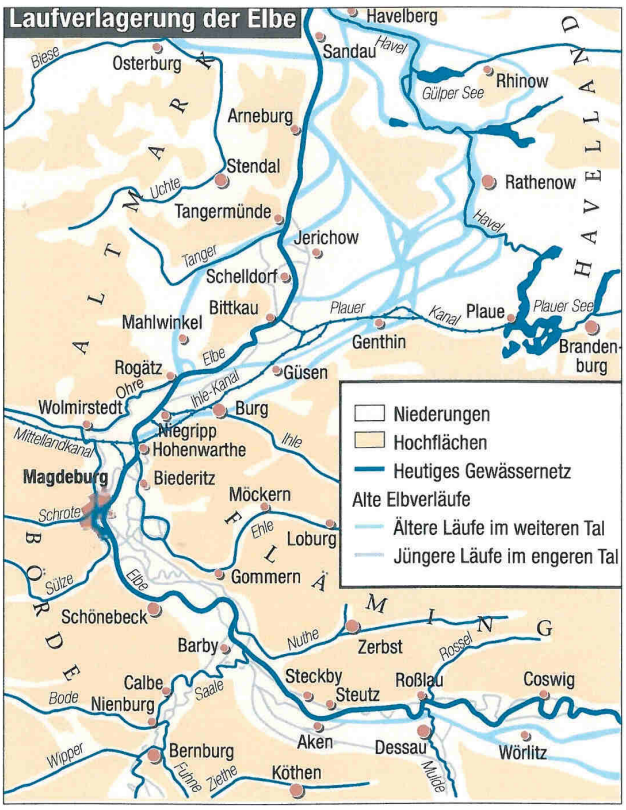


Abb.3.1: Laufverlagerung der Mittleren Elbe zwischen Lutherstadt-Wittenberg und Havelberg (Mitteldeutscher Heimatatlas – überarbeitet durch Cicero Fotosatz GmbH)

Seit der Besiedlung der Flusstäler und Flussniederungen waren die Menschen bestrebt, der Hochwassergefahr durch verschiedene Maßnahmen zum eigenen Schutz und zum Schutz ihres Vermögens zu begegnen. Schon um 1100 wurden die ersten Verwallungen gegen Hochwasser im Bereich der Altmark und oberhalb von Magdeburg angelegt. Um 1160 wurde mit dem Bau von Ringdeichen um einzelne Dörfer begonnen, die in den folgenden Jahrhunderten miteinander verbunden wurden. Damit entstanden zusammenhängende Deichabschnitte. Die Deiche waren damals weitaus geringer dimensioniert als heute. Die Deichhöhe und die Form der Deiche ließen nur einen bedingten Hochwasserschutz zu. Die schützenswerten Gebiete wurden zeitweise trotzdem überschwemmt, wenn auch eingeschränkt. Darum wurden die Deiche in der Folgezeit entsprechend den örtlichen Erfordernissen und Möglichkeiten mehrfach erhöht und verstärkt und Sommerdeiche wurden zu Winterdeichen ausgebaut. Trotzdem kam es bei Hochwasser noch oft zu Deichbrüchen und die Elbe suchte sich teilweise wieder ihren ursprünglichen Verlauf. Dies trat insbesondere häufig unterhalb von Magdeburg auf (Abb. 3.1). Aus Abb. 3.1 ist zu erkennen, dass die Elbe auch nach ihrer (zu niedrigen) Eindeichung immer wieder den Weg in das tiefer liegende Havelgebiet suchte. So hatte ein Deichbruch bei Burg am 12. Februar 1566 verheerende Auswirkungen für die Stadt Rathenow. Noch Anfang des 18. Jahrhunderts nahmen Elbehochwasser ihren Weg über Rathenow und Havelberg. Erst nach dem extremen Hochwasser vom März/April 1845, bei dem es sehr viele Deichbrüche gab, wurden die rechtselbischen Deiche unterhalb von Magdeburg auf einen den damaligen Anforderungen entsprechenden modernen Stand gebracht. Dafür sorgte auch Otto von Bismarck, der von 1846 an als Deichhauptmann für den Deichabschnitt von Hohenwarthe bis Sandau im Einsatz war. Besagte Deiche wurden im 20. Jahrhundert noch verstärkt und erhöht. Nach den Hochwassern vom August 2002, vom Januar 2011 und vom Juni 2013 wurden verschiedene Deichabschnitte den neuesten technischen Anforderungen angepasst.

1425 verursachte ein Deichbruch an der Elbe zwischen Tangermünde und Hämerten eine Überflutung der Niederung der Uchte von Stendal bis Osterburg, weil dieses Gelände bei großen Hochwassern der Elbe mehrere Meter unter dem Wasserstand der Elbe liegt. Die Altmarkstadt Stendal wurde überflutet. An der Marienkirche auf dem Stendaler Marktplatz stand das Wasser gut 40 Zentimeter hoch.

In der Darstellung des Gebiets der Elbe unterhalb von Magdeburg ist gut zu sehen, wie wichtig der Bau von sicheren Deichen und deren regelmäßige Unterhaltung sind. Dies hat der Deichbruch bei Fischbeck im Juni 2013 eindeutig bestätigt (siehe Kapitel 6.2). Große Deichbaumaßnahmen wurden Mitte des 19. Jahrhunderts vom preußischen Staat durch Gesetzgebung festgelegt, die vor allem die Elbe von der Mündung der Saale bis zur Havelmündung betrafen. Dabei wurden auch einheitliche Deichhöhen auf beiden Seiten der Elbe angestrebt.

Vor dem Extremhochwasser im August 2002 galt für den Deichbau an der Elbe unterhalb von Magdeburg ein Bemessungshochwasser von 745 Zentimeter am Pegel Wittenberge. Die Höhen der Deichkronen wurden unter Beachtung des Gefälles der Elbe auf eine Höhe von 745 Zentimeter am Pegel Wittenberge zuzüglich 100 Zentimeter Freibord ausgebaut. Mit der Auswertung des Hochwassers vom August 2002 wurde ab Ende 2008 das Bemessungshochwasser am Pegel Wittenberge von 745 auf 799 Zentimeter bei einem Abfluss von

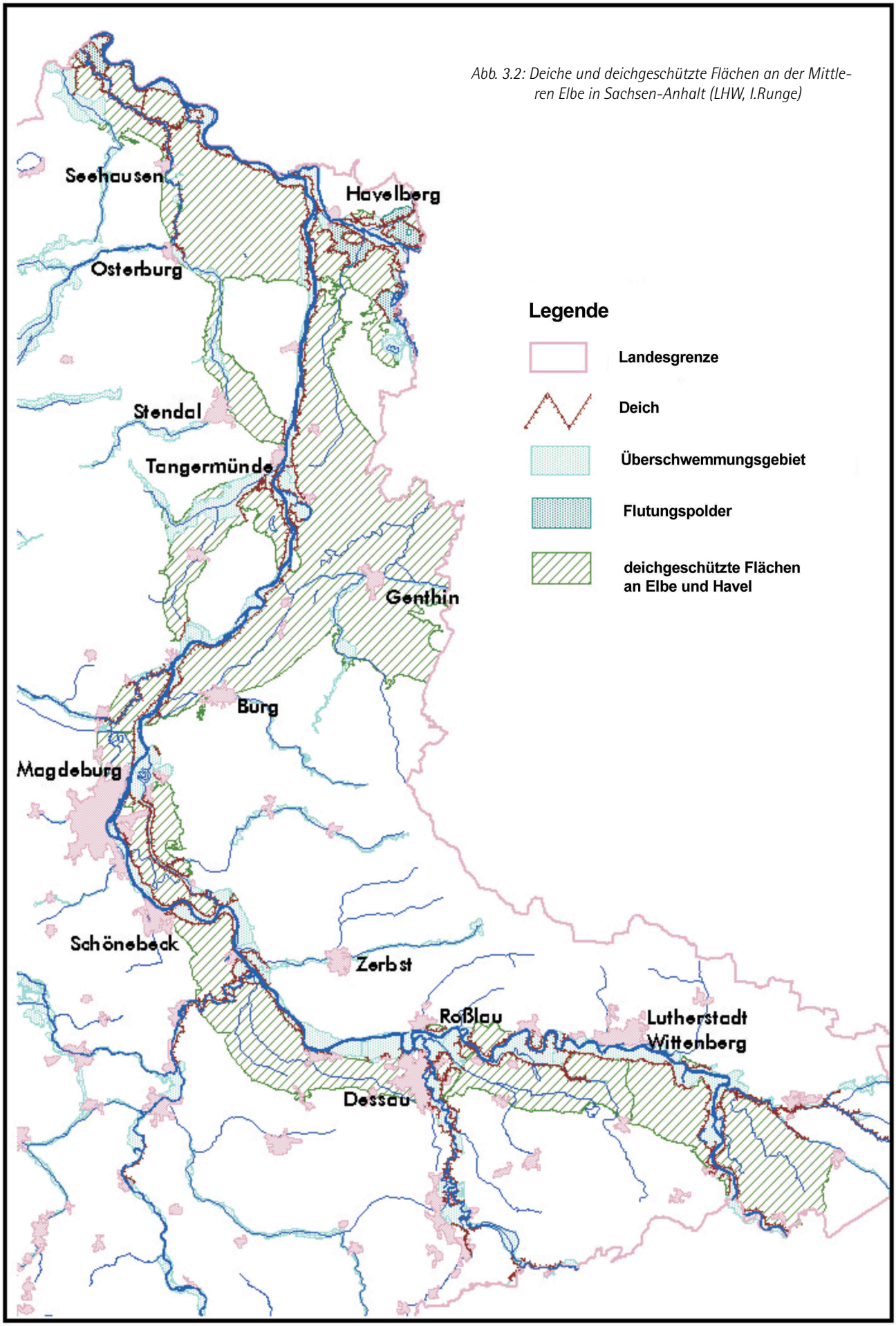


Abb. 3.2: Deiche und deichgeschützte Flächen an der Mittleren Elbe in Sachsen-Anhalt (LHW, I.Runge)

4545 Kubikmeter/Sekunde erhöht. In Sachsen-Anhalt gibt es mit Stand vom Dezember 2017 insgesamt 1356 Kilometer Deiche. Davon befinden sich unter anderem 375 an der Elbe, 102 an der Saale, 96 an der Havel, 84 an der Mulde und 40 Kilometer an der Schwarzen Elster. Von den Deichen an der Elbe befinden sich 204 Kilometer am linken Ufer und 171 Kilometer am rechten Ufer. Sie bestehen aus den Winterdeichen entlang der Elbe, ohne die Rückstaudeiche in den Nebenflüssen der Elbe (228 Kilometer) und die beidseitigen Deiche entlang des Elbeumflutkanales (33,4 Kilometer) bei Magdeburg. Durch die Deiche an der Elbe und die Rückstaudeiche an den Elbenebenflüssen wie Schwarze Elster, Mulde, Saale, Ohre, Tanger und Havel, wird landesweit eine Fläche von 2338 Quadratkilometer geschützt (Abb. 3.2).

Zwischen 1991 und 2002 wurden in Sachsen-Anhalt lediglich 44 Kilometer der sanierungsbedürftigen Deiche saniert. Im Zeitraum von 2003 bis 2011 wurden dagegen weitere 219 Kilometer den technischen Anforderungen entsprechend Instand gesetzt. Damit sicherten seit 2011 insgesamt 263 Kilometer (72 Prozent) der sanierungsbedürftigen 366 Deichkilometer den erforderlichen Schutz. (Abb. 3.3). Bis 2020 soll die Deichsanierung, unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem Hochwasser vom Juni 2013 abgeschlossen sein.

In der Abb. 3.2 ist zu erkennen, dass im Falle eines Deichbruches große Flächen überflutet werden können. Die letzten Deichbrüche an der Elbe vor dem Hochwasser vom August 2002 waren beim Eishochwasser im Februar 1941 oberhalb Tangermünde bei Parey und Bittkau. Die Überflutungen erstreckten sich bis Genthin und Tangermünde.

Abb. 3.3: Sanierter linksseitiger Elbdeich bei Neukirchen (unterhalb Werben; Elbe-Kilometer 436) am 24. August 2002 mit den für diesen Elberaum typischen Qualmwasserpoldern (links) hinter den Deichen (Foto: M. Simon)

4. DIE EINDEICHUNGEN IM MAGDEBURGER RAUM

4.1 Historische Deichbaumaßnahmen

Oberhalb von Magdeburg wurden Deiche ab Schönebeck nur am rechten Ufer der Elbe errichtet. Erste Deichbauarbeiten wurden im 12. Jahrhundert durch holländische Siedler ausgeführt. Im Laufe der Jahre wurden die Deiche immer wieder erhöht und verstärkt. Im Magdeburger Stadtgebiet selbst setzt sich diese Deichanlage am rechten Ufer der Elbe ab Randau-Calenberge über Prester fort (Abb. 4.1 und 4.2) und verläuft dann am rechten Ufer der Alten Elbe bis kurz vor der ersten Eisenbahnbrücke (Abb. 4.3). Die vorgenannten Stadtteile und auch der Stadtteil Cracau werden also von Deichen geschützt und würden im Falle eines Deichbruchs überflutet werden.

Auf der rechten Elbseite gibt es erst wieder im Bereich Herrenkrug von oberhalb der Eisenbahnbrücke bis unterhalb des Herrenkrugparks (unterhalb des Herrenkrugstegs) seit 1840 beziehungsweise 1890 Deiche (Abb. 4.4).

Abb. 4.1: Rechter Elbdeich in Magdeburg-Prester mit der engen Bebauung an der Luftseite (Foto: M. Simon)

Das linke Ufer der Elbe im Magdeburger Stadtgebiet ist hauptsächlich durch Hochufer und Ufermauern geschützt. Dem Hochufer vorgelagerte Gelände, wie beispielsweise oberhalb Westerhüsen im Bereich der Salbker Seen sowie am „Mückenwirt" in Buckau werden natürlich bei großen Hochwassern überflutet. Das geschah beim Hochwasser im Juni 2013 (Abb. 4.5). Auch Teile des Rotehornparks sind bei großen Hochwassern betroffen.

Ein linker Elbdeich in Magdeburg wurde zwischen 1859 und 1862 in Rothensee errichtet und beim Bau des Mittellandkanals und der Hafenanlagen zwischen 1934 und 1938 um durchschnittlich 800 Meter an das Elbufer vorverlegt. Deichverlegungen waren auch schon während des Baus der Werft Rothensee (1916 bis 1922) und dem Ausbau des Werftgeländes (1924 und 1925) erfolgt. Deichanlagen erstrecken sich auch an beiden Ufern des Rothenseer Verbindungskanals bis fast zu den Schleusenanlagen in Rothensee. Die Deiche entlang der Elbe im Raum Magdeburg von Glinde bis Glindenberg im Jahre 1896 sind aus der historischen Karte (Abb. 4.6) ersichtlich. Die Deiche an der Elbe und dem Elbeumlutkanal sind als stärkerer Strich am Rande der Überschwemmungsgebiete zu erkennen.

Die Auswirkungen des Deichbaus auf die Wasserstände in der Elbe müssen in Verbindung mit den flussaufwärts liegenden Deichbaumaßnahmen bis in den

Abb. 4.2: Hochwasserdeich der Elbe (Bildmitte) zwischen Prester und Cracau mit dem davorliegenden Prester See. Im Vordergrund ist die Elbe mit dem Gebäude der ehemaligen Wasserentnahme aus der Elbe für das Wasserwerk Buckau, dem so genannten „Mäuseturm", zu sehen (Foto: M. Simon)

Abb. 4.3: Rechtsseitiger Deich an der Alten Elbe unterhalb des Cracauer Wehres am 17. Januar 2011 bei einem Wasserstand von 562 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke. Der Hochwasserscheitel lag am 19. Januar 2011 bei 630 Zentimeter (Foto: M. Simon)

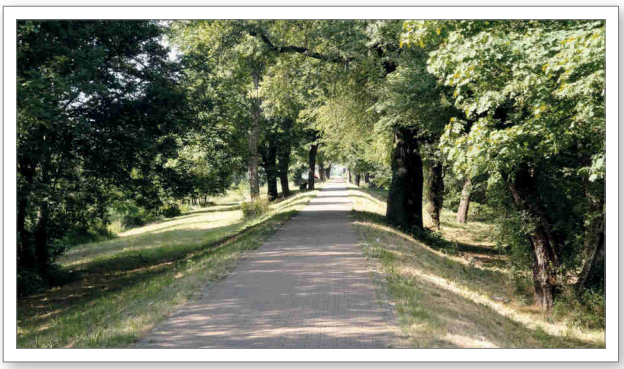


Abb. 4.4: Rechter Elbedeich im Bereich des Herrenkrugparks – dieser Deich war beim Hochwasser im Juni 2013 vollständig überflutet (Foto: M. Simon)

Abb. 4.5: Ausgeuferte Elbe an der Gaststätte „Mückenwirt" am 11. Juni 2013 bei einem Wasserstand von 675 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke (Foto: M. Simon)

Raum Dresden und in den Mündungsbereichen der Hauptnebenflüsse Schwarze Elster, Mulde und Saale betrachtet werden. All diese Baumaßnahmen haben zu einer drastischen Verringerung der ursprünglichen Überschwemmungsflächen geführt. Allein in Sachsen-Anhalt kam es wegen der Deichbaumaßnahmen zu einer Reduzierung der Überschwemmungsflächen um 2338 Quadratkilometer mit einem verringerten Retentionsvolumen von 1,17 Milliarden Kubikmeter. Bei Hochwasser treten so höhere Wasserstände und größere Fließgeschwindigkeiten auf und der Hochwasserscheitel wird geringfügig beschleunigt. Am Beispiel des Magdeburger Stadtgebiets haben Experten berechnet, dass die Hochwasserscheitel bei einem 100-jährlichen Hochwasser maximal 15 Zentimeter höher liegen als vor dem Deichbau. Der größte Entzug von Überschwemmungsflächen durch den Deichbau liegt allerdings unterhalb von Magdeburg (Abb. 3.2). Andererseits haben der Bau von großen Talsperren mit Ihren Hochwasserrückhalteräumen in den Einzugsgebieten von Moldau, Eger und Saale zu einer Reduzierung von Hochwasserscheitelabflüssen beigetragen. Neueste Berechnungen haben ergeben, dass allein die großen Talsperren im Einzugsgebiet der Moldau den Wasserspiegel in Magdeburg beim Hochwasser im August 2002 um 19 Zentimeter gesenkt haben.

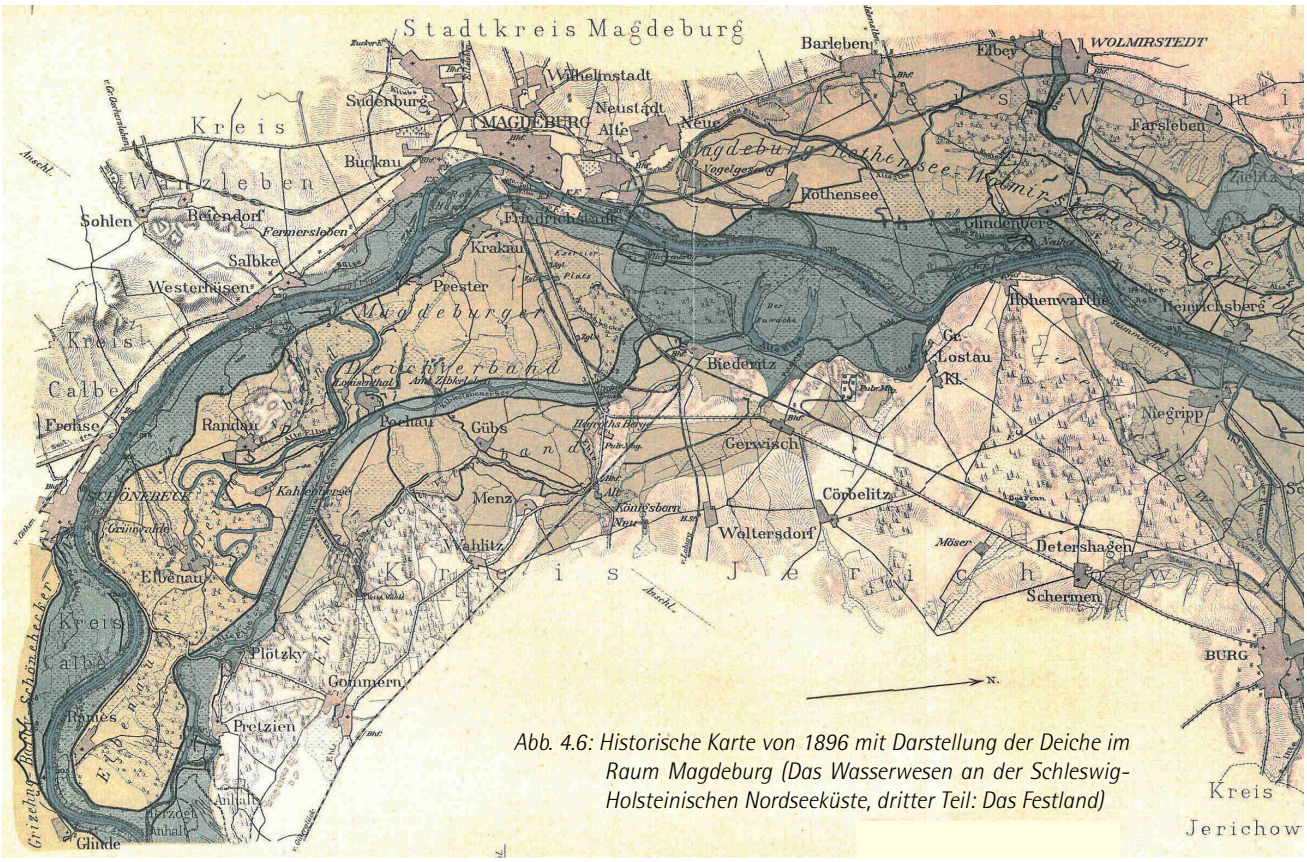


Abb. 4.6: Historische Karte von 1896 mit Darstellung der Deiche im Raum Magdeburg (Das Wasserwesen an der Schleswig-Holsteinischen Nordseeküste, dritter Teil: Das Festland)

4.2 Hochwasserschutzmaßnahmen in Magdeburg und im Magdeburger Raum nach 2002

Das Hochwasser vom August 2002 hat durch seine Intensität und Wucht zu vielen Deichbrüchen an der Elbe oberhalb von Magdeburg und im Raum Magdeburg geführt. Dazu zählen unter anderem die Deichbrüche am Elbeumflutkanal bei Heyrothsberge und auf dem Gelände des Herrenkrugs (Abb. 4.7 und 4.8) mit seinen Rennwiesen. Die Schäden wurden schnell beseitigt und im Jahr 2003 umfangreiche Sanierungsarbeiten am rechtselbischen Deich von Randau bis Cracau realisiert.

Abb. 4.7: Bruchstelle des rechten Deichs des Elbeumflutkanals bei Heyrothsberge am 22. August 2002. Durch die 40 Meter breite Lücke wurde eine 10,2 Quadratkilometer große deichgeschützte Fläche bei Gübs, Wahlitz und Menz überflutet (Foto: M. Simon)

Abb. 4.8: Bruchstelle des Rückstaudeichs der Elbe in Magdeburg-Herrenkrug an den Rennwiesen vom 19. August 2002 (Foto: M. Simon)

Im Raum Magdeburg wurden nach dem Hochwasser von 2002 umfangreiche Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes durchgeführt. So wurde der rechte Elbedeich zur Erhöhung der Standsicherheit auf einer Länge von zwei Kilometer von Randau bis zur Seestraße in Cracau im Jahre 2003 saniert. Dabei wurde in Deichmitte eine Spundwand als Kerndichtung bis in die bindigen Schichten unter der Deichsohle gerammt (Abb. 4.9). Außerdem wurden die Deichbrüche im Bereich Herrenkrug und der Deichbruch am Elbeumflutkanal bei Heyrothberge kurzfristig beseitigt. Die Fertigstellung des beim Hochwasser 2002 zerstörten Heyrothsberger Siels erfolgte 2004.

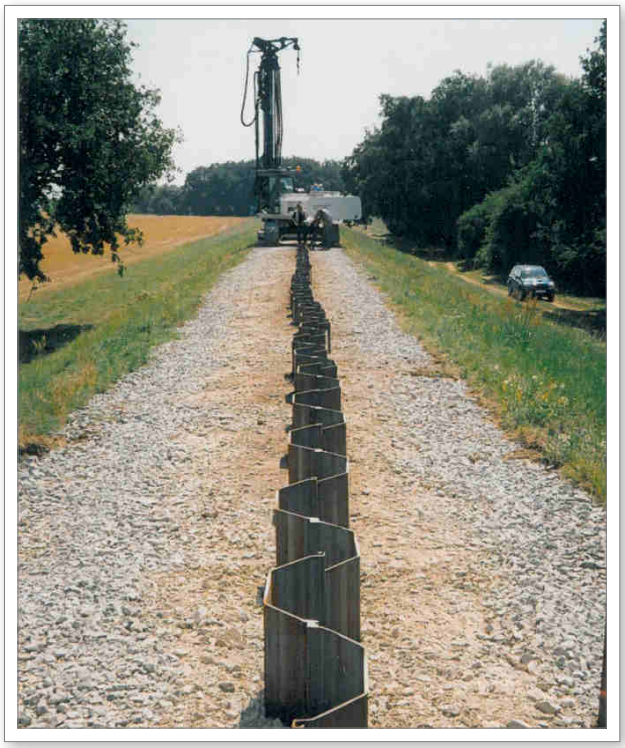


Abb. 4.9: Sanierung des rechten Elbedeichs bei Randau mittels Spundwand im August 2003 (Foto: M. Simon)

Darüber hinaus wurde von 2008 bis 2011 auch der gesamte rechtsseitige Deich des Elbeumflutkanals von Plötzky bis Heyrothsberge auf einer Länge von 10,4 Kilometer mit Anlage eines Deichverteidigungsweges komplett saniert. Dabei wurde der Deich um durchschnittlich 20 Zentimeter erhöht. Von Heyrothsberge bis in den Raum Biederitz wurde der rechte Deich des Elbeumflutkanals auf einer Länge von 2,3 Kilometer bereits 2005 Instand gesetzt. Beim Hochwasser im Juni 2013 haben sich diese sanierten Deichabschnitte bewährt, denn es waren keine Standsicherheitsprobleme zu verzeichnen und es bestand noch ein Freibord von 20 bis 30 Zentimeter. (Abb. 4.10). Der Deichlückenschluss in Biederitz von 2,6 Kilometer wurde im April 2013 abgeschlossen. Beim Hochwasser im Juni 2013 stellte sich heraus, dass die Deichkrone in diesem Bereich auf einer Länge von einen Kilometer eine maximale Überstauung von 9 Zentimeter hatte. Langfristig ist hier noch eine Anpassung der Deichhöhe ab 2022 vorgesehen.

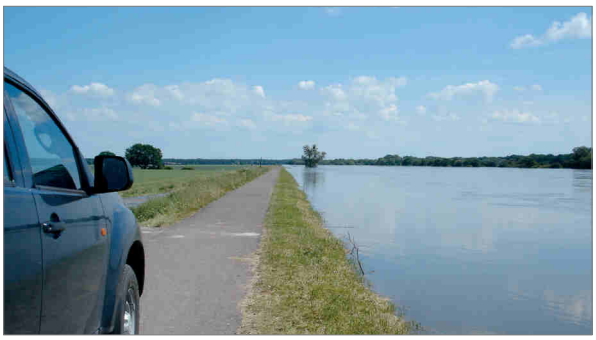


Abb. 4.10: Rechtsseitiger sanierter Elbeumflutdeich oberhalb von Heyrothsberge am 7. Juni 2013 (Foto: LHW, P. Rogge)

Der linke Deich des Elbeumflutkanals wurde zwischen der B 1 und der Bahnlinie Magdeburg-Berlin im Jahr 2010 auf einer Länge von 2,1 Kilometer saniert. Der linke Deich des Elbeumflutkanals oberhalb des Pretziener Wehrs, der sich dann als rechter Elbedeich in Richtung Schönebeck erstreckt, wurde zwischen 2004 und 2010 zwischen Pretziener Wehr und der Abfahrt der B 246a nach Ranies (Steinablage) auf einer Länge von 8,6 Kilometer saniert. Bei der Sanierung wurde die Deichkrone um 10 bis 20 Zentimeter erhöht, das Deichprofil generell hinsichtlich der Böschungsneigungen angepasst, eine landseitige Berme mit Deichverteidigungsweg und ein Deichkontrollweg auf der Krone angelegt. In Teilbereichen erfolgte ein vollständiger Neuaufbau mit Einbau einer wasserseitigen Dichtung. In Bereichen mit engen Platzverhältnissen wurde der Einbau einer Spundwand vorgenommen. Bei den Hochwassern im Januar 2011 und Juni 2013 wurden die bis dahin sanierten Deiche ihrer Bestimmung uneingeschränkt gerecht. Sie funktionierten einwandfrei und leisteten ihren Beitrag zum Schutz der betroffenen Regionen. Zur Verbesserung des Hochwasserschutzes sind in Auswertung des Hochwassers vom Juni 2013 zahlreiche Maßnahmen auf der Grundlage der Hochwasserschutzkonzeption des Landes Sachsen-Anhalt bis 2020 geplant und teilweise bereits realisiert.

Im Stadtgebiet Magdeburg gehören dazu folgende Vorhaben:

An zahlreiche Stellen war die Errichtung von Hochwasserschutzmauern anstelle der bisherigen Geländer auf dem Werder in der Zollstraße an der Elbe (1035 Meter) und in der Oststraße an der Alten Elbe (850 Meter) sowie im Stadtteil Brückfeld in der Turmschanzenstraße an der Alten Elbe (660 Meter) vorgesehen. Die durchschnittliche Höhe der Hochwasserschutzmauern beträgt 1,20 Meter über Gelände (Abb. 4.11 bis 4.13). Die Baumaßnahmen waren Ende 2017 abgeschlossen. Die hinter den Hochwasserschutzmauern liegenden Gebiete sind nun bis zu einem Wasserstand von 780 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke (Konstruktionshöhe der zu errichtenden Hochwasserschutzanlagen) geschützt.

Abb. 4.11: Sandsackverbau an der Stromelbe in der Zollstraße auf dem Werder am 7. Juni 2013 bei einem Wasserstand von 714 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke - 33 Zentimeter unter dem Hochwasserscheitel (Foto: M. Simon)

Abb. 4.12: Hochwasserschutzmauer in der Zollstraße mit teilweise integrierten Glaselementen als „Elbeblick" (Foto: M. Simon)

Abb. 4.13: Blick auf einen Teil der Hochwasserschutzmauer in der Zollstraße im September 2016 (Foto: M. Simon)

Im Stadtteil Buckau wurde zum Schutz des Wohngebiets am sogenannten Speicher Buckau, parallel zur Straße „An der Elbe" entlang der Elbpromenade, eine 660 Meter lange und bis zu 1,30 Meter hohe Hochwasserschutzmauer gebaut. Dabei wird auch die 2013 schwer betroffene Bleckenburgstraße geschützt. Auch wurde auf der südlichen Böschung des Flusses Klinke in einer Höhe von 1,20 Meter über Gelände eine 150 Meter lange Hochwasserschutzmauer gebaut (Abb. 4.14 und 4.15). Diese Hochwasserschutzmauer, parallel zum Fluss und zur Benediktinerstraße, schützt vor allem vor dem rückgestauten Elbewasser in die Klinke, wie es im Sommer 2013 der Fall war. In Verbindung mit einem mobilen Hochwasserschutzsystem für die Wegquerungen durch die Mauer entstand somit insgesamt ein geschlossenes Schutzsystem für das Wohngebiet, das im April 2017 fertiggestellt wurde. Zukünftig erfolgt noch die Instandsetzung der linken Ufermauer an der Elbe zwischen der Gaststätte „Mückenwirt" und der Mündung der Klinke in die Elbe.

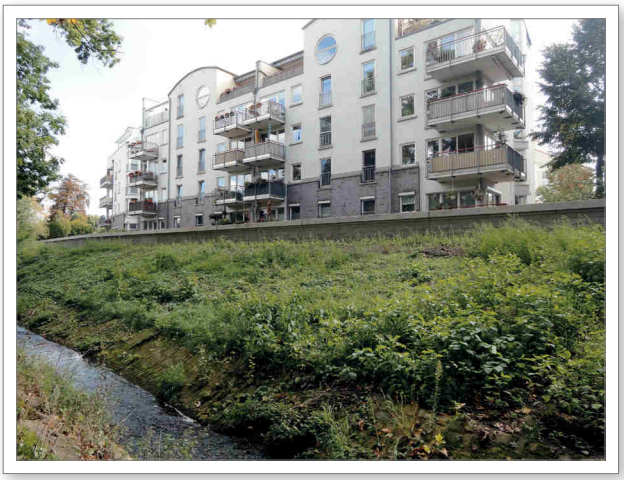


Abb. 4.14: Hochwasserschutzmauer am südlichen Ufer der Klinke (Foto: M. Simon)

Abb. 4.15: Hochwasserschutzmauer entlang der Straße „An der Elbe". Rechtwinklig ist der Abzweig der Mauer entlang der Böschung der Klinke (Foto: M. Simon)

Im Herrenkruggelände werden die Herrenkrugdeiche auf ihrer gesamten Länge von 3,4 Kilometer saniert. Die Deiche waren beim Hochwasser im Juni 2013 vollständig überströmt worden, wodurch neben den kompletten Parkanlagen auch das Hotel, die Galopprennbahn mit allen Stallanlagen sowie alle Gebäude des „Life"-Sportparks überflutet wurden. Die Deiche müssen auf die neuen Bemessungswasserstände angepasst werden, wodurch sie um 80 bis 140 Zentimeter erhöht werden. Auf Grund der Besonderheiten des geschützten Herrenkrugparks werden hier verschiedene Varianten bei der Sanierung der Hochwasserschutzanlagen umgesetzt. Diese beinhalten unter anderem eine wasserseitige Tondichtung, aber auch Spundwände zur Verringerung des Platzbedarfs sowie mobile Elemente. Mit diesem Mix aus verschiedenen Ausführungsvarianten soll der Charakter des Parks erhalten werden. In fünf Bauabschnitten wird bis Ende 2018 der Hauptanteil der Sanierungsarbeiten erledigt sein. Restarbeiten sind für 2019 vorgesehen. Außerdem haben sich das Hotel durch eine 536 Meter lange mobile Hochwasserschutzwand und der die Sportanlage durch eine 975 Meter lange und 2,50 Meter hohe feste Hochwasserschutzwand zusätzlich gesichert.

Im Bereich des Wissenschaftshafens gibt es Planungen des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW), um ein Einströmen der Elbe in das dortige Stadtgebiet künftig auszuschließen. Die Planungen umfassen aktuell in der ersten Ausbaustufe eine Länge von 2,2 Kilometer. Hier werden Bauwerkshöhen zwischen 1,20 Meter und 1,60 Meter erforderlich. Auf Grund der Platzverhältnisse wird es ein Mix aus Mauern und Erdbauwerken sein. Auch im Bereich der Sülze, einem Nebenfluss der Elbe, werden durch den LHW Sicherungsmaßnahmen geplant, die die Auswirkungen des Rückstaus aus der Elbe eindämmen werden. Die Maßnahmen werden sich bis zur Hauptbahnlinie erstrecken. Ein Beginn der Arbeiten ist in 2019 vorgesehen.

Zur zukünftigen Sicherung des Stadtteiles Magdeburg-Rothensee sind in Verbindung mit den Hafenanlagen umfangreiche und kostenspielige Baumaßnahmen notwendig. Bis zu deren Realisierung ist weiterhin ein mobiler Schutz mit Sandsäcken, Big Bags und Betonblöcken vorgesehen. Im Magdeburger Raum sind nachfolgende Maßnahmen der Deichsanierung geplant oder bereits fertiggestellt. Grundsätzlich wird bei der Deichsanierung,

egal ob Ausbau oder Hochwasserschadensbeseitigung, angestrebt, einen Regeldeich nach DIN 1912 mit Böschungsneigungen von 1:3, einer landseitigen Berme mit Deichverteidigungsweg und den per Gesetz vorgegebenen Deichschutzstreifen herzustellen. Hinzu kommt auf der Krone ein Deichkontrollweg. Dieser ist erforderlich, um bis zur Alarmstufe 2 die Deiche durch den LHW mit dem begrenzten Personal auch durch Befahrung kontrollieren zu können. Die Wege unterliegen in den meisten Fällen auch einer politisch gewollten Zweitnutzung durch die Freigabe für die Nutzung durch Fußgänger und Radfahrer. Als Magdeburger Raum wird nachfolgend die Elbe zwischen Schönebeck und Heinrichsberg sowie der Elbeumflutkanal verstanden.

Die Sanierung des linken Elbeumflutdeichs auf einer Länge von 16,8 Kilometer vom Pretziener Wehr bis zu Berliner Chaussee (B1) in Magdeburg ist ein Schwerpunktvorhaben. Nach Öffnung des Pretziener Wehres beim Hochwasser im Juni 2013 mit der Ableitung von 1270 Kubikmeter/Sekunde über den Umflutkanal konnte der linke Umflutdeich nur durch massive Sandsackverbaue gesichert werden. Besonders gefährdet war die Deichstrecke unterhalb des Pretziener Wehrs bis zum Pechauer Siel auf einer Länge von 8,4 Kilometer. Die Verteidigung gestaltete sich wegen der fehlenden Zugänglichkeit äußerst schwierig. Der Deich konnte trotz beginnender Böschungsrutschungen an mehreren Stellen gehalten und ein vollständiges Versagen verhindert werden (Abb. 4.16) Bei Bruch des Deichs wären alle östlichen Ortsteile von Magdeburg überflutet worden.

Abb. 4.16: Sicherung des linken Elbeumflutdeichs unterhalb des Gasthauses „Alte Fähre" am 9. Juni 2013 (Foto: LHW, B. Fiedler)

Unmittelbar nach dem 2013er Hochwasser wurde die Standsicherheit wieder hergestellt. Die Schäden wurden zwischen der Überfahrt vor dem Pretziener Wehr bis zur Haberlandbrücke auf einer Länge von 4,5 Kilometer beseitigt und der Deich umfassend saniert (Abb. 4.17). Dabei wurde der gesamte Abschnitt an das neue Bemessungshochwasser angepasst. Die Erhöhung des Deichs betrug durchschnittlich 100 Zentimeter und in Spitzen 120 Zentimeter.

Abb. 4.17: Sanierter linker Elbeumflutdeich unterhalb des Gasthauses „Alte Fähre" (Foto: M. Simon)

Die übrigen Baumaßnahmen sind in vollem Gange. Die Sanierung des Deichs zwischen der B1 und der Ortslage Pechau ist in Abschnitten bereits fertiggestellt und wird 2018 beendet. Der Deich wird in diesem Bereich um 60 bis 100 Zentimeter erhöht. Die Hochwasserschutzmaßnahmen im Bereich Pechauer Siel bis zur Haberlandbrücke verzögern sich wegen der Notwendigkeit der Erarbeitung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Um die Hochwassersicherheit des geschädigten Deichs in diesem Bereich auch in der Zeit der Erarbeitung der UVP sowie in der Planungsphase zu gewährleisten, erfolgte bis Juli 2017 als Sofortmaßnahme das Einbringen einer statischen Spundwand in den Deich. Aktuell laufen die Planungen, um in einem erweiterten Betrachtungsraum Lösungen für einen auf das Minimum beschränkten Eingriff in den sensiblen Naturraum zu finden. Diese sollen bis 2019 vorliegen.

Die Sanierung des rechten Elbedeichs mit Anlage eines Deichverteidigungswegs auf einer landseitigen Berme gut einen Meter unter der Deichkrone von Schönebeck-Grünewalde (Kreisverkehr) bis Magdeburg-Cracau (Büchnerstraße) auf einer Länge von 13 Kilometer ist in bis 2020/2021 eingeplant. Die Wasserseite soll möglichst unangetastet bleiben, wodurch auch der Hochwasserschutz während der Bauphase gesichert ist. Die Erhöhungen der Deiche reichen hier von null bis 100 Zentimeter. Der Freibord wird mit 100 Zentimeter zum aktuellen Bemessungshochwasser berücksichtigt.

Die zwischen Randau und der Seestraße in Magdeburg bereits 2003 in den Deich als Dichtung eingebrachte Spundwand wird in die künftigen Deichprofile integriert. In Magdeburg selbst werden aus Platzgründen aber Sonderlösungen zum Einsatz kommen, um den künftigen Hochwasserschutz zu gestalten.

Der 2013 gefährdete Bereich in Schönebeck-Grünewalde unterhalb des Kreisverkehrs (Abb. 4.18) konnte bereit 2016 auf einer Länge von 1,5 Kilometer sanierte werden (Abb. 4.19). Die Deichstrecke des rechten Elbdeichs oberhalb des Kreisverkehrs bis zur Abfahrt der B 246a nach Ranies (Steinablage) auf einer Länge von drei Kilometer wird bis 2020 saniert.

Abb. 4.18: Deichsicherung durch Kammkaskaden am rechten Elbedeich in Schönebeck-Grünewalde am 14.Juni 2013 (Foto: LHW, W.-A. Meier)

Abb. 4.19: Sanierter rechter Elbdeich in Schönebeck-Grünewalde im September 2016 (Foto: M. Simon)

Am linken Ufer der Elbe im Stadtgebiet Schönebeck sind neben den bereits im Rahmen des Deichlückenprogrammes von Barby bis Schönebeck errichteten Deichabschnitten und Hochwasserschutzmauern weitere Maßnahmen geplant. Eine Fertigstellung erfolgt bis 2020, so dass ein durchgehender Hochwasserschutz von Barby bis Schönebeck-Frohse besteht.

Im Juli 2016 erfolgte die Fertigstellung der Sanierung des linken Elbedeichs mit einer landseitigen Berme mit Deichverteidigungsweg zwischen Glindenberg und Heinrichsberg auf einer Länge von 6,8 Kilometer. Dabei wurde der vorhandene Deich zwischen 10 und 140 Zentimeter erhöht (Abb. 4.20 und 4.21). Bei der Deichsanierung wurde die künftige Bergsenkung infolge des Abbaus von Kali unter Tage durch zusätzliche Erhöhung des Deichs berücksichtigt.

Abb. 4.20: Blick über den linken Elbdeich von Heinrichsberg in Richtung Glindenberg beim Hochwasser am 9. Juni 2013 (Foto: U. Höhne)

Abb. 4.21: Sanierter linker Elbdeich bei Glindenberg im August 2016 (Foto: W.-A. Meier)

Die Sanierung des linken Elbdeichs zwischen Heinrichsberg und dem Ohrerückstaudeich mit einer Länge von 2,8 Kilometer wird 2018 begonnen. Bereits im Jahr 2006 wurde die Deichstrecke von den Spülhalden gegenüber dem Magdeburger Handelshafen bis zur

A2 auf fast einen Kilometer Länge saniert. Der rechte Elbdeich bei Gerwisch wurde ebenfalls 2016 auf der vorhandenen Trasse auf einer Länge von 1,8 Kilometer saniert. Er erhielt aber einen vollständig neuen und in Richtung Biederitz verlängerten Aufbau. Die Erhöhung zum alten Deich beträgt 105 bis 133 Zentimeter. Die Schutzwirkung der Hochwasserschutzanlage betrifft den gesamten Ort Gerwisch. Im Bereich der Gemeinde Lostau wird um den Ortsteil Alt-Lostau ein Deich gebaut. Aus Platzgründen wird eine Kombination aus Deich und Stützwand vorgesehen. Aktuell laufen die Planungen, ein Maßnahmebeginn ist 2019 realistisch.

Für das gesamte Land Sachsen-Anhalt sind weitere „Hochwasserschutzmaßnahmen in der Hochwasserschutzkonzeption des Landes Sachsen-Anhalt bis 2020" vom 1. Juli 2015 vorgesehen.

5. DEICHRÜCKVERLEGUNGEN AN DER ELBE UND STEUERBARE FLUTUNGSPOLDER

Tatsache ist, dass durch den Deichbau an der Elbe und in den Unterläufen der Nebenflüsse seit Beginn des Deichbaus im 12. Jahrhundert die natürlichen Überschwemmungsflächen sehr stark reduziert wurden. So wurden an der Elbe von Dresden bis zum Wehr Geesthacht, unterhalb von Lauenburg sowie an den Unterläufen der Elbenebenflüsse wie Schwarze Elster, Mulde, Saale und Havel, die ursprünglich natürlichen Überschwemmungsflächen bei HQ100 von 4359 Quadratkilometer (vor dem Deichbau) um 3344 Quadratkilometer deichgeschützte Fläche (76,7 Prozent) auf 1015 Quadratkilometer Überschwemmungsfläche reduziert (Stand: IKSE, 2001). Dadurch standen zu diesem Zeitpunkt nur noch 23,3 Prozent als natürliches Überschwemmungsgebiet zur Verfügung. Damit verbunden war ein Verlust von rund 2,3 Milliarden Kubikmeter Retentionsvolumen.

Auf dem Gebiet des jetzigen Sachsen-Anhalt wurde die ursprünglich natürliche Überschwemmungsfläche von 2860 Quadratkilometer sogar um 81,7 Prozent (2338 Quadratkilometer) verkleinert. Das bedeutet, dass

Abb. 5.1: Natürliches Überschwemmungsgebiet der Elbe bei Griebo oberhalb von Coswig beim Hochwasser am 7. März 1999 (Foto: M. Simon)

nur noch 18,3 Prozent (522 Quadratkilometer) für die Hochwasserableitung verfügbar sind. Der Verlust beim Retentionsvolumen beträgt 1,17 Milliarden Kubikmeter. Dabei ist zu bemerken, dass der größte Anteil der deichgeschützten Flächen in Sachsen-Anhalt unterhalb von Magdeburg liegen (Abb. 3.2). Die noch vorhandenen natürlichen Überschwemmungsflächen im Land mit einer Fläche von 522 Quadratkilometer sind aber immerhin 51 Prozent der an der gesamten Elbe von Dresden bis Geesthacht noch verfügbaren natürliche Überschwemmungsflächen (1015 Quadratkilometer). Große, noch vorhandene Breiten an der Elbe in Sachsen-Anhalt sind bei Griebo oberhalb von Coswig/Anhalt mit 5,2 Kilometer (Abb. 5.1), unterhalb der Mündung der Saale mit 4,2 Kilometer, bei Magdeburg-Rothensee/Gerwisch mit 3,4 Kilometer (Abb. 5.2), bei Buch/Jerichow mit 3.3 Kilometer (Abb. 5.3) und bei Beuster mit 3,7 Kilometer.

Abb. 5.2: Natürliches Überschwemmungsgebiet im Bereich des Altarms bei Gerwisch infolge des Durchstichs bei Magdeburg-Rothensee (Foto: A. Prange)

Eine generelle Deichrückverlegung mit Annäherung an den ursprünglichen Zustand ist auf Grund der inzwischen entstandenen Infrastruktur nicht möglich, so dass sich nur punktuell Standorte für nicht steuerbare Deichrückverlegungen und steuerbare Flutungspolder ergeben. Auch die manchmal angesprochenen mittelalterlichen Ringdeiche sind keine Lösungen. Im Hochwasserfall entstehen dabei eine Reihe von Insellagen mit den damit verbundenen Problemen wie Erreichbarkeit über überflutete Verkehrswege, Versorgung von Mensch und Tier, Sicherung der Stromversorgung sowie der Abwasserableitung usw. Dies haben die durch Deichbrüche überschwemmte Gebiete bei den Hochwassern im August 2002 und im Juni 2013 eindeutig gezeigt. Ringdeiche können daher nur auf besonders begründete Einzelfälle beschränkt bleiben.

Nach dem Hochwasser im August 2002 einigten sich die Bundesländer entlang der Elbe darauf, den Hochwasserschutz nachhaltig zu verbessern. Sie beschlossen an 18 Standorten Deichrückverlegungen an der Elbe, allein zehn liegen in Sachsen-Anhalt. Auch die Errichtung von steuerbaren Flutungspoldern an sieben Standorten gehörte zum Maßnahmepaket, davon in Sachsen-Anhalt der Flutungspolder bei Axien-Mauken im Landkreis Wittenberg. In Auswertung des Hochwassers vom Juni 2013 sind in der „Hochwasserschutzkonzeption des Landes Sachsen-Anhalt bis 2020 – Aktualisierung vom 01. Juli 2015" und in dem „Umsetzungskonzept zur Realisierung potenzieller Standorte für Hochwasserpolder und Deichrückverlegungen im Land Sachsen-Anhalt – vom 12. Januar 2016" alle Maßnahmen für Flutungspolder und Deichrückverlegungen in drei Prioritätsstufen zusammengefasst. Mit hoher Priorität (Priorität 1) sind fünf

Abb. 5.3: Blick vom Burgberg in Tangermünde in Richtung Jerichow beim Hochwasser am 20. August 2002 (Foto: M. Simon)

potenzielle Polderstandorte [Elbe (2), Mulde (1), Saale (1) und Weiße Elster (1)] und 18 Deichrückverlegungen [Elbe (11), Mulde (4) und Saale (3)] enthalten. Außerdem gibt es noch zehn potenzielle Maßnahmen mit einer mittleren Priorität und vier Maßnahmen mit geringerer Priorität.

Im Zuge der Vorbereitung der Deichrückverlegungen erwiesen sich die Planungsphasen oft zäh und schwierig. Teilweise erstreckten sie sich über einen Zeitraum von mehreren Jahren, weil die Grundstückseigentümer ihre Flächen nicht problemlos in Überflutungsflächen umwandeln lassen wollten oder die Bürger Angst vor höheren Grundwasserständen bei Hochwasser haben. Immer wieder gibt es Bedenken, weil die rückverlegten Deiche näher an die Wohnorte der Menschen heranrücken. Langwierige Abstimmungen der betroffenen Bundesländer an der Elbe gab es auch bei der Festlegung eines neuen Bemessungshochwassers, das als Grundlage für die neuen Deichhöhen gilt. Ende 2008 gab es eine Einigung, so dass die laufenden Planungen zügig weiter geführt werden konnten.

5.1 Deichrückverlegungen an der Elbe

Bei den Deichrückverlegungen werden an geeigneten Stellen hinter den vorhandenen Deichen in Richtung Deichhinterland in einem gewissen Abstand neue Deiche errichtet. Nach deren Fertigstellung werden die Altdeiche an mehreren Stellen geschlitzt, so dass bei Hochwasser ein bestimmter Anteil der Abflussmenge über die neu gewonnene Überschwemmungsfläche abfließen kann. Durch diese Strömungsaufteilung verringert sich der im Hauptstrom abzuführende Durchflussanteil bei Hochwasser und der Wasserspiegel im Flussbett sinkt örtlich begrenzt gegenüber dem Urzustand ab. Der Umfang des Durchflussanteiles, der über das neu gewonnene Vorland abgeführt wird, ist abhängig von der Größe des neuen Vorlandes und vom Umfang des dort vorhandenen Bewuchses. Je größer der Bewuchs ist, um so geringer ist der Abfluss über die neue Auenfläche.

Das durch die Deichrückverlegung neu gewonnene Überschwemmungsgebiet wird mit steigendem Wasserstand aufgefüllt. Bei Durchgang des Hochwasserscheitels erfolgt somit keine nennenswerte Speicherung von Wasservolumen und deshalb auch keine Abminderung des Hochwasserscheitels unterhalb der Rückdeichung. Am Ende der Deichrückverlegung fließt das Wasser aus der durch die Deichrückverlegung gewonnene Fläche über die unteren Schlitze im Altdeich wieder dem Hauptstrom zu, so dass unterhalb der Deichrückverlegung keinerlei Vorteile für den Hochwasserschutz entstehen, da der ursprüngliche Zustand nach Unterstrom nicht geändert ist.

Im Bereich der Deichrückverlegung und auf einer gewissen Flussstrecke oberhalb tritt aber durch die Aufweitung der Abflussfläche eine Wasserspiegelabsenkung ein. Die größte Absenkung wird dabei am oberen Rand der Deichrückverlegung, also an der obersten Schlitzung des Altdeichs erreicht. Die Wasserspiegelabsenkung klingt dann nach Oberstrom allmählich ab. Das bedeutet, dass Deichrückverlegungen für den Hochwasserschutz nur eine örtlich begrenzte Wirkung auf die Flussstrecke nach oberhalb haben, da stromabwärts keinerlei Veränderungen eintreten. Vorteilhaft können dabei durch die Schlitzung des Altdeiches auch die Beseitigung von hydraulischen Engstellen sein. Die ökologischen Zielstellungen zur Vergrößerung einer funktionsfähigen Auenlandschaft zur Verbesserung der Bedingungen der Pflanzen- und Tierwelt im direkten, neuen Auenbereich der Deichrückverlegungen werden aber in jedem Fall erreicht.

Deichrückverlegung Lenzen

Nach Fertigstellung der ersten Deichrückverlegung an der Elbe bei Oberluch/Rosslau in Sachsen-Anhalt im Jahre 2007 mit einer 140 Hektar großen Retentionsfläche wurde im Jahre 2011 die bisher größte Deichrückverlegung an der Elbe bei Lenzen in Brandenburg mit einer Retentionsfläche von 420 Hektar fertiggestellt. Im Jahr 2005 erfolgte nach zehnjähriger Planungsphase der Baubeginn. Die Deichrückverlegung wurde zwischen Elbe-Kilometer 476,5 und 483,7 realisiert. Der neue Deich (6,1 Kilometer) wurde von 2005 bis 2008 errichtet (Abb. 5.4). Die Schlitzung, also die stellenweise Abtragung des Altdeiches (7,2 Kilometer), durch sechs Schlitze mit einer mittleren Breite von 250 Meter erfolgte in den Jahren 2009 und 2010. Der obere (erste) Schlitz unmittelbar unterhalb des Standorts „Böser Ort" ist 390 Meter breit (Abb. 5.5). Die Baukosten (ohne Grunderwerb) betrugen 12,4 Millionen Euro. Durch die Deichrückverlegung wurde die hydraulische

Engstelle von 450 auf 1300 Meter aufgeweitet und es wurden rund 420 Hektar Überflutungsaue zurückgewonnen. Während des Hochwassers im Januar 2011 kam es zu Beschädigungen der Befestigungen in den Deichschlitzen, die aber noch im selben Jahr beseitigt wurden. Damit wurde die Maßnahme endgültig erst nach sieben Jahren Bauzeit im Jahr 2011 beendet.

Abb. 5.4: Neuer Deich der Deichrückverlegung bei Lenzen unterhalb des Standorts „Böser Ort" bei Elbe-Kilometer 476,7 im August 2011 (Foto: M. Simon)

Abb. 5.5: Erster Deichschlitz mit einer Breite von 390 Meter unterhalb des Standortes „Böser Ort" im August 2011 (Foto: M. Simon)

Damit konnte beim Hochwasser im Januar 2011 zum ersten Mal die Wirkung einer großen Deichrückverlegung beobachtet werden. Die Modelle der Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe (BAW) prognostizierten ein Absinken des Wasserspiegels oberhalb der Deichrückverlegung mit maximalen Absenkungswerten am ersten Deichschlitz (Elbe-Kilometer 477,0) mit 35 Zentimeter bei einem Durchfluss von 4000 Kubikmeter/Sekunde. Die Wasserspiegelabsenkung baut sich nach Oberstrom über den Pegel Schnackenburg (Elbe-Kilometer 474,6) bis zum Pegel Wittenberge (Elbe-Kilometer 453,9) ab. Unterhalb der Deichrückverlegung am Pegel Lenzen (Elbe-Kilometer 484,6) ist kein Einfluss auf die Hochwasserstände zu erwarten. Diese Modellberechnungen wurden auch beim Vergleich der Hochwasser vom April 2006 (Pegel Wittenberge mit 3720 Kubikmeter/Sekunde) vor der Deichrückverlegung und vom Januar 2011 (Pegel Wittenberge mit 3790 Kubikmeter/Sekunde) nach der Deichrückverlegung bestätigt. Am Pegel Schnackenburg war eine Wasserspiegelabsenkung von 25 bis 30 Zentimeter eingetreten. Über das neu gewonnene Vorland wurden bis zu 30 Prozent des Gesamtabflusses abgeleitet. Am Pegel Lenzen war aber kein Einfluss der Deichrückverlegung mehr zu erkennen.

In Auswertung des Hochwassers vom Juni 2013, bei dem an allen Pegeln der Elbe unterhalb von Wittenberg flussabwärts (ab Pegel Coswig) bis Pegel Hohnstorf, oberhalb des Wehrs Geesthacht, alle seit 1845 beobachteten höchsten Wasserstände bei eisfreien Hochwassern wesentlich überschritten wurden, konnte die Wirkung der Deichrückverlegung Lenzen erneut bestätigt werden. Modellberechnungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde zeigten, dass bei einem Abfluss von 4250 Kubikmeter/Sekunde (HQ100-200) eine Wasserspiegelabsenkung am Beginn der Deichrückverlegung am ersten Schlitz von 49 Zentimeter, am Pegel Schnackenburg von 40 Zentimeter und am elbaufwärts liegenden Pegel Wittenberge von acht Zentimeter eintrat. Am unterhalb der Deichrückverlegung liegenden Pegel Lenzen war keinerlei Wasserspiegelabsenkung eingetreten (Abb. 5.6).

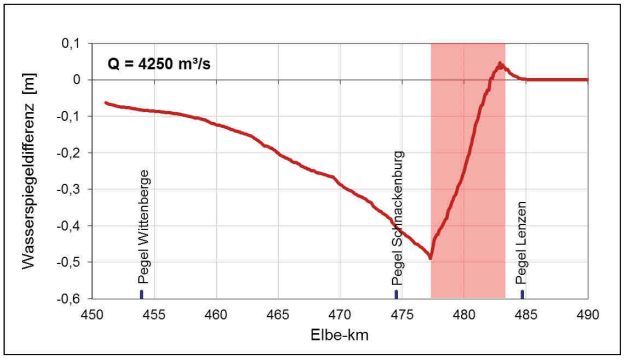


Abb. 5.6: Längsschnitt der Wasserspiegeldifferenz entlang der Gewässerachse der Elbe im Bereich der Deichrückverlegung Lenzen für den Maximalabfluss des Hochwassers 2013 (stationäre Rechnung). Der Bereich der Deichrückverlegung ist farblich hinterlegt (M. Promny, BfG)

Da die Deichrückverlegung bei Lenzen vorwiegend mit dem Ziel der Umwandlung von landwirtschaftlich genutzten Flächen in Auenwald vorgenommen wurde, wird bei zunehmendem Bewuchs der bereits vorgenommenen Bepflanzung der Umfang des Durchflussanteiles

über das neu gewonnene Deichvorland von derzeitig etwa 30 Prozent des Gesamtabflusses wesentlich verringert werden.

Deichrückverlegung Lödderitzer Forst

Die Deichrückverlegung Lödderitzer Forst in Sachsen-Anhalt am linken Ufer der Elbe unterhalb von Aken wurde nach einer Planungsphase von sieben Jahren im Herbst 2009 begonnen. Es handelt sich um die größte Deichrückverlegungsmaßnahme Deutschlands. Die Überflutungsaue wird um 600 Hektar vergrößert und es werden echte Auenwaldflächen in das natürliche Überschwemmungsgebiet wieder eingegliedert.

Die Deichrückverlegung wurde zwischen Elbe-Kilometer 278,25 (3,55 Kilometer unterhalb des Pegels Aken) und Elbe- Kilometer 283,9 (3,3 Kilometer oberhalb der Fähre Breitenhagen) realisiert (Abb. 5.7). Im Spätherbst 2015 wurde die Deichlinie des neuen Deiches (7,32 Kilometer) geschlossen (Abb. 5.8). Die Fertigstellung des Deichverteidigungswegs, des Kronenkontrollwegs und der Oberbodenarbeiten erfolgte 2016. Die Arbeiten am Binnenentwässerungssystem wurden 2017 beendet. Die Schlitzung des Altdeiches (5,87 Kilometer) erfolgte an zehn Stellen mit Schlitzbreiten von 100 bis 650 Meter auf insgesamt 2,3 Kilometern Länge der Trasse ab Mai 2017 bis Oktober 2017, so dass Ende 2017 die Fertigstellung der Maßnahme erfolgte.

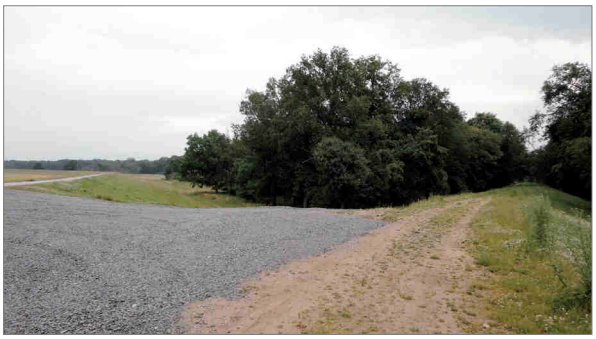


Abb. 5.7: Beginn der Deichrückverlegung bei Elbe-Kilometer 278,25. Rechts ist der Altdeich, links der neue Deich (Foto: M. Simon)

Nach dem hydraulischen Modell Mead Flow ergeben sich durch die Deichrückverlegung bei HQ100, was etwa dem Hochwasser von 2002 mit 4040 Kubikmeter/Sekunde entspricht, folgende Veränderungen: Unterhalb des Endes der Deichrückverlegung bei Elbe- Kilometer 283,9 treten ab Breitenhagen keine Veränderungen der Wasserspiegellagen auf. Damit ist die örtliche Begrenzung der Deichrückverlegung gegeben. Es wurde eine maximale Wasserspiegelabsenkung bei HQ100 von 28 Zentimeter bei Elbe- Kilometer 279,0 bei Obselau (Ortsteil von Aken) ermittelt, was 0,75 Kilometer unterhalb des Anfangs der Deichrückverlegung, im Bereich des ersten Schlitzes, liegt. Am Pegel Aken bei Elbe-Kilometer 274,7 wurde eine Wasserspiegelabsenkung bei HQ100 von 20 Zentimeter ermittelt. Am Modellende oberhalb von Aken bei Elbe- Kilometer 272 wurde eine Wasserspiegelabsenkung von 15 Zentimeter ermittelt. Die Länge der gesamten Wirkungsstrecke nach weiter Oberstrom wurde nicht festgestellt.

Abb. 5.8: Neuer Deich im oberen Bereich der Deichrückverlegung (Bauzustand im Juni 2014) mit wasserseitiger Pflegeberme (im Bau) und luftseitigem Deichverteidigungsweg (Foto: M. Simon)

Die neu gewonnene Überschwemmungsfläche bei Lödderitz von 600 Hektar ist fast vollständig mit Auenwald bestockt, wodurch für das in der Deichrückverlegung abfließende Wasser ein hoher Reibungsverlust entsteht und das Abflussvermögen des Wassers reduziert wird. So ist zu erklären, dass bei der geringeren Deichrückverlegungsfläche in Lenzen von 420 Hektar (derzeitig nur geringer Bewuchs) eine größere Wasserspiegelabsenkung eintritt.

Deichrückverlegung Sandau Nord und Sandau Süd

Als weitere Maßnahme ist die Deichrückverlegung Sandau Nord mit einer neuen Überflutungsaue von 60 Hektar fertig und die Deichrückverlegung Sandau Süd mit einer neuen Überflutungsfläche von 124 Hektar in der Planung. Bei beiden Deichrückverlegungen erfolgt der Deichneubau mit wasserseitiger Tondichtung, Deichverteidigungsweg auf der luftseitigen Berme und mit Deichkontrollweg auf der Deichkrone.

Abb. 5.9: Mittlerer Deichabschnitt der Deichrückverlegung Sandau Nord im Oktober 2017 (Foto: Planungsgesellschaft für Wasserbau & Wasserwirtschaft mbH, PROWA Neuruppin)

Die Deichrückverlegung Sandau Nord wurde unterhalb der Ortslage Sandau zwischen Elbe- Kilometer 417,2 und 420,0 realisiert. Der Baubeginn war im Mai 2015. Die Fertigstellung des neuen Deichs (2,8 Kilometer) erfolgte 2017 (Abb. 5.9). Die Schlitzung des alten Deichs (3,6 Kilometer) ist für Mitte 2018 vorgesehen. Durch die Deichrückverlegung erfolgt gleichzeitig die Beseitigung einer hydraulischen Engstelle durch Aufweitung der Durchflussbreite von 800 auf 1400 Meter. Damit wird die engste Stelle der Elbe unterhalb von Magdeburg beseitigt.

Die Deichrückverlegung Sandau Süd ist oberhalb der Ortslage Sandau zwischen Elbe- Kilometer 412,5 und 416,0 vorgesehen. Die vorbereitenden Arbeiten haben im Herbst 2017 begonnen, der Bau des neuen Deiches (3,4 Kilometer) soll 2018 und 2019 erfolgen. Im Frühsommer 2020 sind Restarbeiten und 2021 die Schlitzung des Altdeiches (4,9 Kilometer) geplant.

Nach dem hydraulischen Modell Mead Flow ergeben sich durch die Deichrückverlegungen bei Sandau bei einem HQ100 folgende örtlich begrenzte Veränderungen der Wasserspiegellagen: Unterhalb des Endes der beiden Deichrückverlegungen bei Elbe-Kilometer 420,0 unterhalb von Sandau treten keine Veränderungen der Wasserspiegellagen gegenüber dem ursprünglichen Zustand auf. Am Anfang der Deichrückverlegung Sandau Süd bei Elbe- Kilometer 412,5 nahe Wulkau ergibt sich unter Beachtung beider Deichrückverlegungen eine maximale Wasserspiegelabsenkung von sechs bis sieben Zentimeter.

Weitere Deichrückverlegungen

In dem „Umsetzungskonzept zur Realisierung potentieller Standorte für Hochwasserpolder und Deichrückverlegungen im Land Sachsen-Anhalt – Kurzfassung vom 12. Januar 2016" sind neben den beschriebenen Deichrückverlegungen weitere Vorhaben mit hoher Priorität (Priorität 1) enthalten. Dazu zählen auch acht Deichrückverlegungen an der Elbe, wozu die größten Retentionsflächen bei den Deichrückverlegungen Buro (270 Hektar) und Schützberger Deich (244 Hektar) geplant sind. Vier Deichrückverlegungen an der Mulde, mit der größten Maßnahme bei Altjeßnitz (125 Hektar) und drei Deichrückverlegungen an der Saale mit der größten Maßnahme bei Schellsitz (51 Hektar) haben ebenfalls höchste Priorität.

5.2 Steuerbare Flutungspolder

Steuerbare Flutungspolder werden im Nebenschluss von Wasserläufen als zusätzlicher Speicherraum geschaffen. Dieser wird erst kurz vor Eintreffen des Hochwasserscheitels bei großen Hochwassern über ein Einlaufbauwerk zur Kappung des Hochwasserscheitels im Wasserlauf eingestaut. Erst nach Rückgang des Hochwassers wird der Flutungspolder über ein Auslaufbauwerk wieder entleert. Die steuerbaren Flutungspolder haben für den Hochwasserschutz gegenüber den nicht steuerbaren Deichrückverlegungen einen wesentlich größeren Effekt. Sie wirken nicht nur örtlich begrenzt, sondern die erreichten Wasserspiegelabsenkungen erstrecken sich über die unterhalb des Polders liegende Flusslänge.

Wehrgruppe Quitzöbel und Flutungspolder der Havel

Zur Vermeidung von Rückstau der Elbe in die Havel wurden das Durchstichwehr 1936 und das Altarmwehr 1937 in Betrieb genommen. Durch die Schließung dieser Wehre konnte bei Hochwasser der Elbe ein Rückstau in die Havel vermieden werden. Für große Schiffe wurde 1936 ein 2,5 Kilometer langer Durchstichkanal mit Schleuse bei Havelberg von der Havel in die Elbe errichtet, der bei Elbe-Kilometer 422,8 mündet. Zur weiteren Erhöhung des Schutzes vor Elbehochwasser wurde 1954 die Mündung der Havel durch die Fertigstellung des Gnevsdorfer Vorfluters erneut von Elbe-Kilometer 431,3 auf 438,0, also um 6,7 Kilometer verlegt. Dadurch wurde die Rückstauhöhe aus der Elbe um weitere 1,1 Meter gesenkt. Außerdem wurde kurz vor der Mündung

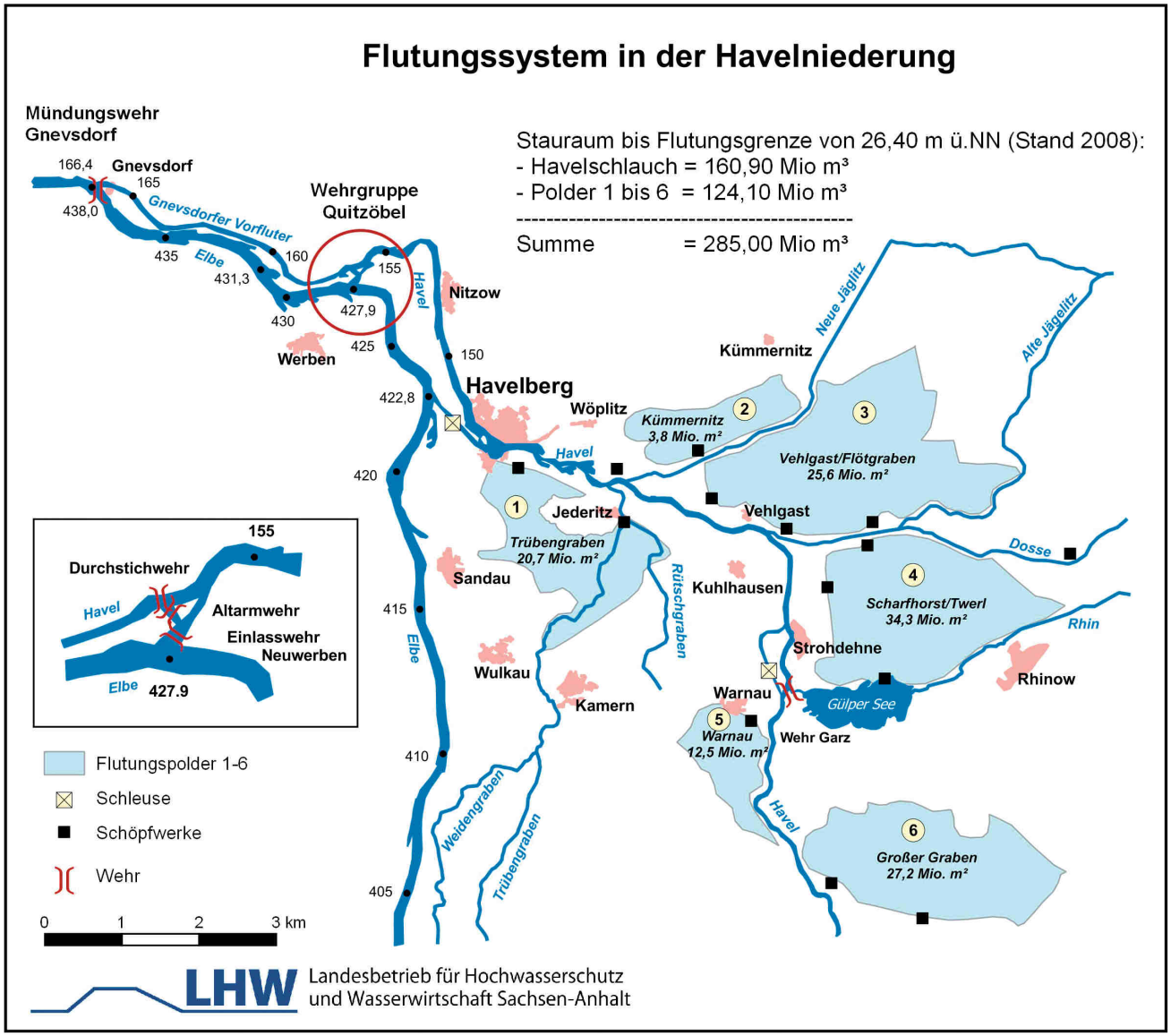


Abb. 5.10: Lageplan des Flutungssystems der Havelniederung mit der Wehrgruppe Quitzöbel im Mündungsbereich der Havel und den Havelpoldern (LHW, Gewässerkundlicher Landesdienst, C. Lüdemann)

Abb. 5.11: Wehrgruppe Quitzöbel bei Havelberg beim Hochwasser im August 2002 mit geöffnetem Einlasswehr Neuwerben (rechts) zur Flutung der Havelniederung sowie dem Altarmwehr (Mitte) und dem Durchstichwehr (links) – Foto: M. Simon

in die Elbe das Mündungswehr Gnevsdorf (Abb. 1.8) errichtet. Andererseits hat man im Mündungsbereich der Havel nach Möglichkeiten gesucht, durch Flutung der Havel eine Entlastung der Elbe bei außergewöhnlichen Hochwassern zu schaffen. In einem Durchstich zwischen der Elbe (Elbe-Kilometer 427,9) und der Havel wurden 1954 das Einlasswehr Neuwerben und in den Folgejahren sechs Flutungspolder oberhalb von Havelberg gebaut. Mit diesem Flutungssystem in der Havel im Raum Havelberg stehen bis zu einer Flutungsgrenze von 26,40 Meter ü. NN im Havelschlauch 160,9 Millionen Kubikmeter und in den sechs Flutungspoldern 124,1 Millionen Kubikmeter, also insgesamt 285,0 Millionen Kubikmeter Speicherraum zur Verfügung (Abb. 5.10 und 5.11). Durch Öffnung des Einlasswehres Neuwerben kurz vor Eintreffen des Hochwasserscheitels der Elbe können kontrolliert bis zu 720 Kubikmeter/Sekunde Wasser schlagartig aus der Elbe in die Havelniederung eingeleitet werden (Abb. 5.12). Diese Wassermenge wird der Hochwasserwelle der Elbe entzogen und erst beim Rückgang der Hochwasserwelle wieder schadlos zugeführt.

Beim Hochwasser im August 2002 wurden 75,6 Millionen Kubikmeter Elbewasser der Havel zugeleitet, wodurch der Hochwasserscheitel der Elbe nicht nur am

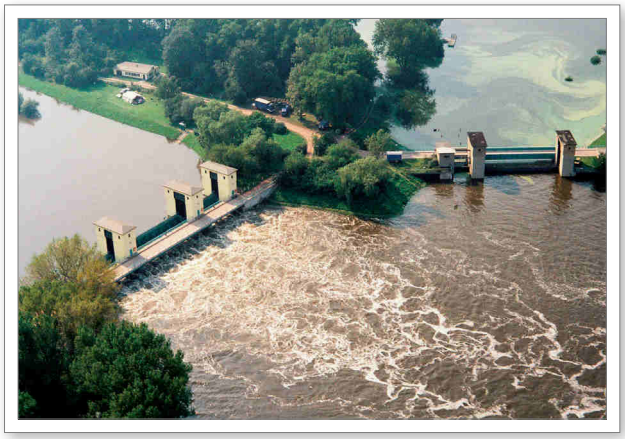


Abb. 5.12: Flutung des Unterlaufes der Havel mit Elbewasser über das Einlasswehr Neuwerben (links) am 22. August 2002 (Foto: M. Simon)

unterhalb liegenden Pegel Wittenberge, sondern auch weiter flussabwärts, dauerhaft um 41 Zentimeter abgesenkt wurde. Beim Hochwasser im Juni 2013 wurde das Einlasswehr Neuwerben nur vom 9. bis 10. Juni 2013 geöffnet (Abb. 5.13), da über die linksseitigen Havelpolder Trübengraben und Warnau und die Havel das aus dem Deichbruch bei Fischbeck zufließende Elbewasser über die Havel abgeleitet werden musste. Trotzdem brachte die kurzzeitige Flutung der Havelniederung mit Elbewasser nach Berechnungen der Bundesanstalt für

Gewässerkunde noch eine Wasserspiegelabsenkung von 25 Zentimeter am Pegel Wittenberge (Elbe-Kilometer 453,9) und von 24 Zentimeter am Pegel Neu-Darchau (Elbe-Kilometer 536,4). Durch die Flutung des Havelschlauches und der Polder in der Havelniederung mit Elbewasser und Eigenwasser der Havel wurden beim Hochwasser im Juni 2013 etwa 92 Millionen Kubikmeter des maximal verfügbaren Retentionsvolumens von 285 Millionen Kubikmeter eingestaut.

Abb. 5.13: Beginn der Flutung der Havelniederung über das Einlasswehr Neuwerben am 9. Juni 2013 (Foto: LHW, A. Mahlke)

Flutungspolder an der Mulde

Der Flutungspolder Rösa, rechts der Mulde bei Fluss-Kilometer 54,0 bis 62,0 oberhalb des Muldestausees, befindet sich bereits im Bau und soll 2020 fertig sein. Er hat ein Retentionsvolumen von 19,54 Millionen Kubikmeter bei einer Retentionsfläche von 520 Hektar. Der Polder wird bei einem HQ200 (2140 Kubikmeter/Sekunde) eine Scheitelreduktion des Muldehochwassers auf 1700 Kubikmeter/Sekunde erreichen. Das bewirkt eine Wasserspiegelabsenkung in der Mulde flussabwärts von 35 bis 40 Zentimeter über den Muldestausee hinaus bis in den Raum Dessau. Die Baukosten für 6,1 Kilometer Neudeich sowie Einlauf- und Auslaufbauwerk betragen rund 25 Millionen Euro. Als Einlaufbauwerk wird eine baufachlich vorbereitete Sprengöffnung vorgesehen.

Linksseitig der Mulde, gegenüber dem Polder Rösa, wird im Freistaat Sachsen der Flutungspolder Löbnitz mit einem Retentionsvolumen von 17,0 Millionen Kubikmeter (bei HQ200) und einer Retentionsfläche von 1436 Hektar gebaut, der auch 2020 fertig werden soll. Im Gegensatz zur Flutung des Polders Rösa ab über HQ100 wird der Polder Löbnitz schon ab HQ25 durchströmt und nimmt auch kleinere Hochwasserscheitel auf.

Weitere Flutungspolder

In dem Umsetzungskonzept vom 12. Januar 2016 sind mit der Priorität 1 neben dem Flutungspolder Rösa noch zwei Polder an der Elbe, ein Polder an der Saale und ein Polder an der Weißen Elster eingeordnet. An der Elbe sind die Polder Axien-Mauken (Elbe-Kilometer 181,0 bis 188,8) mit einem Retentionsvolumen von 51,92 Millionen Kubikmeter, einer Scheitelreduktion von 340 Kubikmeter/Sekunde und einer Wasserspiegelabsenkung von 21 Zentimeter in der Elbe flussabwärts sowie der Polder Tangermünde (Elbe-Kilometer 384,4 bis 387,3) mit einem Retentionsvolumen von 70,0 Millionen Kubikmeter, einer Scheitelreduktion von 200 Kubikmeter/seknde und einer Wasserspiegelabsenkung von 18 Zentimeter in der Elbe von besonderer Bedeutung.

Unter Beachtung der Tatsache, dass besonders nach den Hochwassern vom August 2002 und vom Juni 2013 entlang der Elbe ab Dresden flussabwärts eine Vielzahl von technischen Hochwasserschutzmaßnahmen (Deichneubau, Deichsanierungen mit Erhöhung der Deichkronen, Bau von Hochwasserschutzmauern, Ersatz von Geländern durch Hochwasserschutzmauern, Bau von Hochwasserschutztoren, Schaffung der Voraussetzungen für mobile Hochwasserschutzwände usw.) durchgeführt wurden, ist dem Wasser der Elbe der Zutritt zu bis dahin überflutungsgefährdeten Flächen entlang der Elbe entzogen worden. Damit wird der Hochwasserabfluss der Elbe stärker konzentriert, was bei Hochwasser in der Regel zur Erhöhung der Wasserstände und der Strömungsgeschwindigkeit und damit zur Beschleunigung der Hochwasserscheitel gegenüber dem Zustand 2002 führt. Deshalb sollte verstärkt auf die Vorbereitung und Durchführung von steuerbaren Flutungspoldern entlang der Elbe, insbesondere in Sachsen und Sachsen-Anhalt, gegenüber von ungesteuerten Deichrückverlegungen orientiert werden.

Durch die Retentionsvolumen der Flutungspolder werden merkbare Wasserspiegelabsenkungen entlang der Elbe erreicht, während die Deichrückverlegungen nur örtlich begrenzt wirken. Deshalb sollten neben den bereits erwähnten Poldern Axien-Mauken und Tangermünde mit der Priorität 1 an der Elbe in Sachsen-Anhalt auch die Polder mit mittlerer Priorität zügig vorbereitet werden. Dazu gehören die Polder Schartau-Blumenthal (Elbe-Kilometer 348,5 bis 356,0 mit einem

Abb. 5.14: Aland mit Abschlussbauwerk vor der Mündung des Alands in die Elbe (oben rechts) bei Schnackenburg und den Poldern Garbe (rechts) und Wrechow (links) – Foto: A. Prange

Retentionsvolumen von 41,3 Millionen Kubikmeter) und Klietz-Schönfeld (Elbe-Kilometer 400,4 bis 411,2 mit 47,8 Millionen Kubikmeter).

Flutungspolder am Aland

Die Polder Garbe und Wrechow am unteren Aland sind besondere Flutungspolder. Sie dienen nicht dazu, die Hochwasserscheitel des Alands durch Flutung zu kappen, um für den Unterlauf des Alands und die Elbe eine Wasserspiegelabsenkung zu erreichen, sondern sie dienen zum Einstau des Alandhochwassers oberhalb des 1991 in Betrieb genommenen Alandabschlussbauwerks. Das Einzugsgebiet des Alands beträgt an dieser Stelle 1947 Quadratkilometer. Beide Polder sind durch den Bau von neuen Deichen als Querdeiche (Wischedeiche), parallel zur Grenze zu Niedersachsen, und in Fortführung als linker Elbedeich (Wischedeich) flussaufwärts in Richtung Wittenberge ab 1978 im Rahmen des Projektes „Elbe-Alanddeiche" entstanden. Dabei wurde der vorhandene Sommerdeich am linken Ufer der Elbe ab der Grenze zu Niedersachsen flussaufwärts als Winterdeich ausgebaut. Die Alanddeiche wurden in der Deichhöhe bis 1990 angepasst, entsprechen aber nicht dem Niveau der Elbdeiche. Der Deichbau der Elbe-Alanddeiche wird voraussichtlich 2020 abgeschlossen sein.

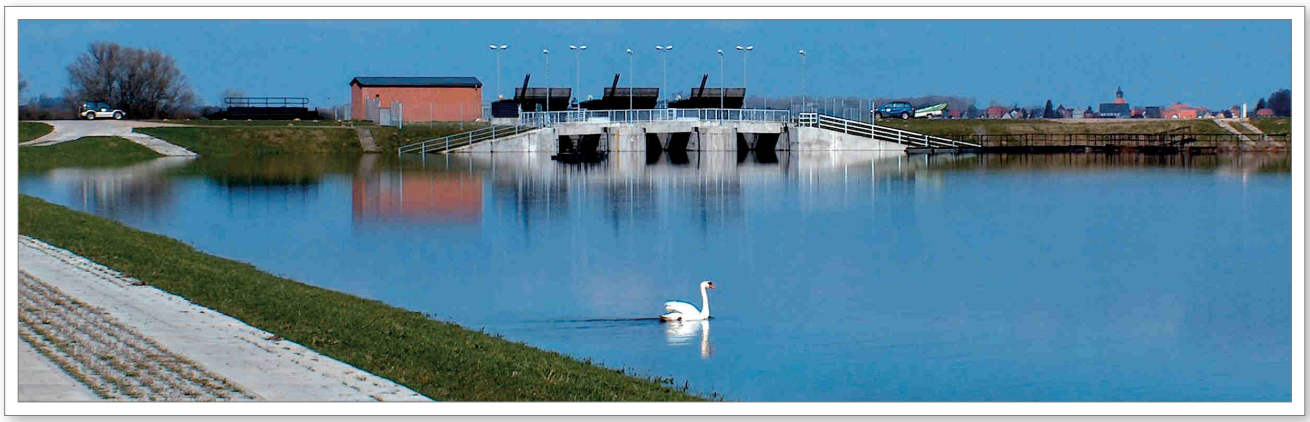


Abb. 5.15: Alandabschlussbauwerk vom Oberwasser aus (Foto: LHW, FB Osterburg)

Die durch den Deichbau entstandenen Polder haben bis zu einem Einstau auf die Höhe von 20,77 Meter ü. NN ein Speichervolumen von 16,33 Millionen Kubikmeter im Polder Garbe rechtsseitig des Alands und von 5,42 Millionen Kubikmeter im Polder Wrechow linksseitig des Alands (Abb. 5.14). Parallel dazu wurde ab 1986 der Bau des Alandabschlussbauwerks begonnen und 1991 in Betrieb genommen. Es liegt 3,43 Kilometer oberhalb der Mündung des Alands in die Elbe bei Schnackenburg (Niedersachsen). Es handelt sich um ein Wehr mit drei Durchflussöffnungen mit je einer lichten Durchflussbreite von fünf Meter. Darin befinden sich Segmentschütze mit einer Höhe von 6,90 Meter (Abb. 5.15).

Das Alandabschlussbauwerk wird bei großen Hochwassern der Elbe geschlossen, um den Rückstau aus der Elbe in den Aland zu verhindern. Das Wehr wird nur geschlossen, wenn die Hochwasservorhersage für die Elbe einen Scheitel über 630 Zentimeter am Pegel Wittenberge vorhersagt und der Elbewasserstand am Pegel Wittenberge den Wert von 515 Zentimeter überschritten hat oder die Strömung am Alandabschlussbauwerk kentert und die Elbe beginnt, in den Alandschlauch einzuströmen. Nach Schließung des Wehres erfolgt der Einstau in den Alandflussschlauch, der bis zur Höhe von 20,77 Meter ü. NN ein Speichervolumen von 19,42 Millionen Kubikmeter hat. Damit können mit den beiden Poldern (21,75 Millionen Kubikmeter) insgesamt 41,17 Millionen Kubikmeter gespeichert werden. Sobald der Aland wieder eine freie Vorflut zur Elbe hat, wird das Alandabschlussbauwerk geöffnet. Die Flutung des Garbepolders, zur Ableitung von Alandwasser in den Garbepolder, erfolgt über ein Flutungsbauwerk und drei Siele (Oevelgüne, Groß Wanzer und Klein Wanzer) mit einem Rohrdurchmesser von 0,80 Meter bzw. einem Rechteckprofil von 1,50 x 2,00 Meter (Siel Klein Wanzer) im rechten Alanddeich oberhalb des Alandabschlussbauwerkes (Abb. 5.16).

Das Flutungsbauwerk wurde 2007 fertig gestellt und hat zwei Öffnungen von jeweils fünf Meter (Abb. 5.17). Bis 2007 erfolgte die Flutung des Polders Garbe ausschließlich über die Siele aus DDR-Zeiten. Die Entscheidung über den Zeitpunkt der Flutung des Polders trifft der LHW in Abstimmung mit dem Stab „Außergewöhnliche Ereignisse" im Landkreis Stendal. Über die beabsichtigte Flutung des Polders sind die im Polder wirtschaftenden Landwirte mindestens 24 Stunden vorher zu informieren. Die Entleerung des Garbepolders erfolgt über das Flutungsbauwerk und vier Siele (mit Siel Stresow) im rechten Alanddeich.

Abb. 5.16: Lageplan des unteren Alands mit den Deichen und wasserwirtschaftlichen Bauwerken (LHW, FB Osterburg, H.-J. Steingraf)

Abb. 5.17: Öffnung des Flutungsbauwerkes Garbe beim Hochwasser im Januar 2011 (Foto: LHW, FB Osterburg)

Die Flutung des Polders Wrechow erfolgt im Hochwasserfall über zwei Siele (Siel 1 und 2) mit einem Rohrdurchmesser von 60 Zentimeter im linken Alanddeich (Wrechowdeich) oberhalb des Alandabschlussbauwerkes und selbsttätig über einen in den Jahren 2003/2004 errichteten befestigten Hochwasserüberlauf im linken Alanddeich oberhalb des Alandwehres. Die Überlaufkante des Hochwasserüberlaufs liegt bei 19,97 Meter ü. NN. Der Polder wird über drei Siele (mit Siel 3) entleert (Abb. 5.16). Auch diese Siele entstanden schon zu DDR-Zeiten. Die langen Bauzeiten der Deiche und des Alandabschlussbauwerks waren durch die besondere Lage unmittelbar an der damaligen Staatsgrenze zwischen der DDR und der BRD (Niedersachsen) begründet, was oft zu Bauunterbrechungen führte. Es durf-

ten von Seiten der DDR nur ausgewählte Personen mit Passierschein in den Grenzbereich (Schutzstreifen) und zeitweilig wurden die Bauarbeiten auch bei Hochwasser, Nebel oder sonstigen besonderen politischen Lagen eingestellt.

Bei gleichzeitig extremen Hochwassern in der Elbe und im Aland kann der Fall eintreten, dass bei geschlossenem Alandabschlussbauwerk das vorhandene Speichervolumen Im Alandschlauch und den beiden Poldern von insgesamt 41,17 Millionen Kubikmeter zur Hochwasserrückhaltung nicht ausreicht. Deshalb ist bereits seit längerer Zeit eine Überleitung von Alandwasser im Hochwasserfalle in die Seegeniederung in Sachsen-Anhalt und Niedersachsen zum Schutz der Orte in Sachsen-Anhalt (unter anderem der Stadt Seehausen mit rund 12 000 Einwohnern) geplant. Dazu ist die Errichtung eines Aland-Überleitungsbauwerkes vorgesehen, das aus vier Wehröffnungen mit je 5 Meter Öffnungsbreite mit Doppelschützen mit einer Stauhöhe von drei Meter besteht. Bei einer Aufstauhöhe von 17,00 bis zu 18,60 Meter ü. NN am Pegel Meetschow in der Seege in Niedersachsen können über den Elberückstau in die Seege bis zu 60 Kubikmeter/Sekunde Alandwasser übergeleitet werden. Es ist eine automatische, durchflussabhängige Wehrsteuerung mit Datenfernübertragung vorgesehen. Als Vorleistungen für die Alandwasserüberleitung wurden bereits der linke (2003) und rechte (2007) Seegeflutmuldendeich, der Bömenziener Deich (2015-2016) und einige Straßendurchlässe fertig gestellt (Abb. 5.16).

Eine sehr kritische Lage war bereits beim Hochwasser im Januar 2011 eingetreten, als das Eigenhochwasser des Alands am Pegel Wanzer, oberhalb des Alandabschlussbauwerks, einen Wasserstand von 20,50 Meter erreicht hatte. Das Alandabschlussbauwerk konnte nur fünf Tage geschlossen werden. Trotzdem betrug die Wasserspiegeldifferenz zwischen Elbe und Aland noch 59 Zentimeter. Bei der Entlastung des Alandsystems, nach dem der Elbescheitel das Alandabschlussbauwerk passiert hatte, wurde der Abfluss bis zu 69,2 Kubikmeter/Sekunde am Pegel Wanzer ermittelt. Im Juni 2013 hatte der Aland bei einer geringen Wasserführung einen Wasserstand von 18,90 Meter ü. NN erreicht. Die Elbe stand 2,26 Meter höher.

Spatenstich für das Aland-Überleitungsbauwerk war am 20. November 2015. Mitte Juni 2018 soll es fertig sein. (Abb. 5.18).

Aus den Darstellungen ist ersichtlich, dass die Deichrückverlegungen und auch die Flutungspolder tiefe Einschnitte in die Landschaft darstellen und deshalb nicht in kurzer Zeit realisiert werden können. Das anspruchsvolle Programm der Deichrückverlegungen soll im Rahmen der „Hochwasserschutzkonzeption des Landes Sachsen-Anhalt" bis 2020 realisiert werden. Mit dem Bau des Flutungspolders Axien-Mauken im Landkreis Wittenberg mit einer Gesamtfläche von 1700 Hektar und kalkulierten Kosten von 73 Millionen Euro ist allerdings erst nach 2020 zu rechnen.

Abb. 5.18: Aland-Überleitungsbauwerkes am 16. Februar 2018 (Foto: LHW, H.-J. Steingraf)

6. EXTREME HOCHWASSEREREIGNISSE DER ELBE

6.1 Historische Hochwasserereignisse

Hochwasser und damit verbundene Überschwemmungen sind eine Folge von meteorologischen Ereignissen, die eine natürliche Ursache haben und untrennbarer Bestandteil des Wasserkreislaufs und der Natur sind. Diese Naturereignisse werden immer dann zur Katastrophe, wenn sie schwerwiegende Folgen für den Menschen und die Umwelt nach sich ziehen. Unstrittig ist aber auch, dass der Mensch in den Naturhaushalt und den Wasserkreislauf eingegriffen und die Hochwassersituation entweder positiv oder negativ beeinflusst hat. Eingriffe in die natürlichen Speichereigenschaften von Bewuchs, Boden, Gelände und Gewässernetz mit Deichbau haben häufig negative Auswirkungen auf das Hochwassergeschehen. Talsperren, Hochwasserrückhaltebecken und Flutungspolder können dagegen, je nach Ausmaß des Hochwassers, eine Minderung der Hochwasserwelle bewirken. Der Mensch kann Hochwasser nicht verhindern, aber die Schäden durch weitgehende Vorsorge in den gefährdeten Gebieten begrenzen. Zum Einsatz kommen Frühwarnsysteme, rechtzeitige Vorhersagen des Hochwasserverlaufs und eine Vielzahl technischer Maßnahmen wie der Bau von Deichen, Hochwasserschutzmauern, Flutungspoldern, Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken. Im Hochwasserfall werden teilweise auch mobile Hochwasserschutzwände aufgestellt, um die Überschwemmungen punktuell zu steuern. Der technische Hochwasserschutz ist und bleibt deshalb ein wichtiges Element des Hochwasserschutzes.

Hauptursache für große Hochwasser an der Elbe ist die tückische Kombination von intensiver Schneeschmelze durch einen starken Temperaturanstieg und gleichzeitig auftretenden, ergiebigen Regen. Rund 80 Prozent der jährlichen Hochwasser treten im Winterhalbjahr auf, statistisch gesehen am häufigsten im März (27 Prozent). Kommt es in der warmen Jahreszeit an der Elbe zu Hochwasserereignissen, hat es meistens lange und großflächig stark geregnet. Das war beispielsweise im August 2002 und Juni 2013 der Fall.

Regelmäßige Wasserstandsbeobachtungen gibt es an der Elbe für die Pegel Magdeburg-Strombrücke ab 1727, Meißen ab 1775, Dresden ab 1776, Lenzen ab 1810, Torgau ab 1817, Lutherstadt Wittenberg ab 1817, Barby ab 1841, Wittenberge ab 1848, Boizenburg ab 1858, Darchau ab 1874, Aken ab 1886 und Dömitz ab 1886. Der Pegel Magdeburg-Strombrücke ist also der Elbepegel, der die längste Beobachtungsreihe vorweisen kann. Nachdem der Standort des Pegels Magdeburg-Strombrücke im Bereich der ehemaligen hölzernen Strombrücke seit 1727 dreimal gewechselt hatte, wurde nach der Inbetriebnahme der „neuen" Strombrücke im Jahre 1862 der Pegel Magdeburg-Strombrücke am linken Landpfeiler beim heutigen Elbe-Kilometer 326,61 angebracht. Es handelte sich um einen in Stein gehauenen Pegel mit einer Einteilung in Fuß (ein Fuß = 31,38 Zentimeter) und Zoll (ein Zoll = 2,615 Zentimeter), wobei zwölf Zoll einen Fuß ergeben. Diese Angaben entsprechen den preußischen Maßeinheiten.

Nach Einführung des metrischen Systems in Preußen mit Metern und Zentimetern im Jahr 1872 wurde im Januar 1872 ein neuer Lattenpegel aus Keramikplatten mit Zwei-Zentimeter-Einteilung unmittelbar neben dem in Stein gehauenen Pegel mit gleichem Pegelnullpunkt angebracht. Beide Pegel wurden vom 1. Februar 1872 bis 31. Januar 1875 parallel in allen angezeigten Maßeinheiten abgelesen. Im Februar 1875 wurde dann ausschließlich auf die Zentimeter-Angabe umgestellt. Beide Pegel sind heute noch am ehemaligen linken Landpfeiler von der jetzigen Strombrücke (Inbetriebnahme 1965) aus erkennbar, wobei der in Stein gehauene Pegel infolge Verwitterung nur noch vor Ort ablesbar ist (Abb. 6.1).

Abb. 6.1: Alter Pegel Magdeburg-Strombrücke in Keramikplatten mit Zentimetereinteilung (links) und der in Stein gehauene Pegel in Fuß und Zoll (rechts) – Foto: M. Simon

In Abb. 6.1 sind auf der rechten Seite noch die Zahlen von 9 und 10 Fuß zu erkennen. Die Zahl 10 entspricht einem Wasserstand von 313,8 Zentimeter. Die Zahl 6 steht für sechs Zoll. Die Einteilung in Zoll ist auf der gesamten Höhe auch noch erkennbar.

Im Jahr 1896 wurde am linken Ufer unterhalb des Landpfeilers ein Schreibpegel in einem Pegelhaus in Betrieb genommen. Er zeichnet kontinuierlich den Wasserstand der Elbe auf. Zeitgleich entschied man sich einen neuen Lattenpegel 30 Meter unterhalb des Keramikpegels anzubringen. Der Nullpunkt dieses Lattenpegels wurde ab 1. November 1935 um 100 Zentimeter abgesenkt. Alle historischen Wasserstände in Magdeburg werden auf diesen neuen Pegelnullpunkt bezogen, damit eine Vergleichbarkeit gegeben ist. Der alte Schreibpegel wurde 2011 restauriert (Abb. 6.2).

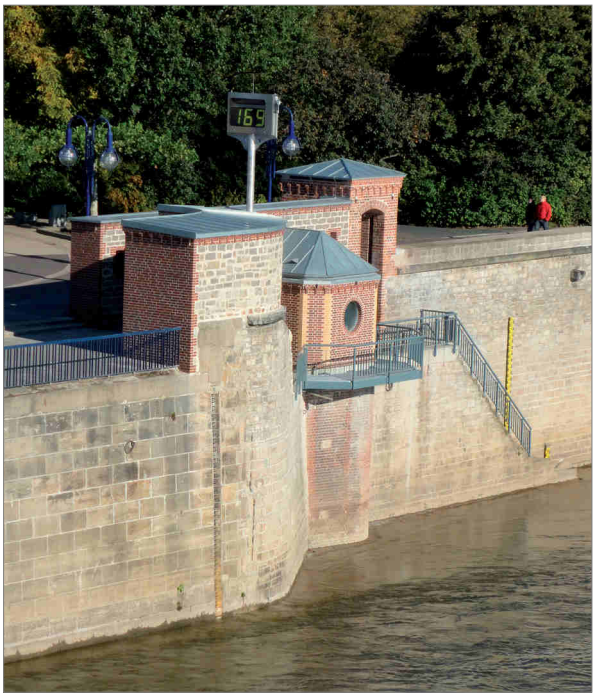


Abb. 6.2: Restaurierter Schreibpegel Magdeburg-Strombrücke am 15. Oktober 2011 bei einem Wasserstand von 169 Zentimeter (Foto: M. Simon)

Die Abb. 6.2 zeigt alle noch sichtbaren und verfügbaren Pegel. Links vom Schreibpegel aus der alte Lattenpegel aus Keramikplatten am linken Landpfeiler der Strombrücke und rechts unterhalb des Schreibpegels der neue Lattenpegel an der Ufermauer. Kommt es im Raum Magdeburg zu größeren Hochwassern, herrschen sehr komplizierte Abflussbedingungen. Bedingt durch Stromelbe, Alte Elbe und den Elbeumflutkanal nach Öffnung des Pretziener Wehrs müssen deshalb in allen drei Teilströmen zeitgleich Abflussmessungen durchgeführt werden. Die Summe der drei Abflussmengen ergibt dann den Gesamtabfluss, der auf den Wasserstand am Pegel Magdeburg-Strombrücke bezogen wird. So setzte sich beispielsweise beim Hochwasser im August 2002 der Abfluss im Raum Magdeburg von 4060 Kubikmeter/Sekunde am 20. August 2002 beim Wasserstand von 662 Zentimeter aus folgenden Teilströmen zusammen: Stromelbe 1799 Kubikmeter/Sekunde, Alte Elbe 1361 Kubikmeter/Sekunde und Elbeumflutkanal 900 Kubikmeter/Sekunde. Der Hochwasserscheitel war am 19. August 2002 mit 680 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke und einem Abfluss von 4180 Kubikmeter/Sekunde. Eine Übersicht über die größten Hochwasserereignisse im Stadtgebiet Magdeburg seit 1845 am Pegel Magdeburg-Strombrücke mit einem Wasserstand über 575 cm zeigt die Tab. 6.1.

Die Aufschlüsselung in Tab. 6.1 zeigt, dass von den 42 Hochwassern in den 173 Jahren von 1845 bis 2017 allein 25 im Zeitraum 1845 bis 1900 (56 Jahre) eingetreten sind, davon allein 22 Hochwasser über 600 Zentimeter. Die Hochwasserhäufigkeit in den übrigen 117 Jahren, mit Ausnahme des Zeitraumes ab 2002, war also wesentlich geringer. Im Zeitraum 1950 bis 2000 (51 Jahre) war eine relative Ruhe vor großen Hochwassern, da nur vier Hochwasser über 575 Zentimeter lagen, aber kein Hochwasser über 600 Zentimeter war. Der bisher höchste beobachtete Wasserstand war also beim Hochwasser am 9. August 2013 mit 747 Zentimeter. Der hohe Wasserstand von 701 Zentimeter am 18. Februar 1941 ist allerdings durch Eisversetzungen entstanden, wodurch der Wasserstand vom 17. Februar zum 18. Februar 1941 sprunghaft um 101 Zentimeter angestiegen war. Der durch Eis bedingte Wasserstand wird auch anhand der Abflussmengen deutlich. Am 18. Februar 1941 gab es einen Abfluss von 3100 Kubikmeter/Sekunde, beim Hochwasser 2002 waren es am 19. August bei einem Wasserstand von 680 Zentimeter 4180 Kubikmeter/Sekunde (Abb. 6.3, 6.4 und 6.5).

Im Zeitraum zwischen 1845 bis 2016 wurden acht Hochwasserstände registriert, für die ursächlich Eisversetzungen oder eine geschlossene Eisdecke über die gesamte Flussbreite verantwortlich waren. Vergleicht man die Hochwasserstände, so kann man dafür nur eisfreie Hochwasser verwenden.

Datum	Wasserstand (cm)	Datum	Wasserstand (cm)
09.06.2013	747	17.03.1888	612
18.02.1941	(701)	20.01.1920	610
03.04.1845	688	29.03.1886	(608)
05./06.02.1862	(680)	20.03.1940	607
19.08.2002	680	10.09.1890	604
09.02.1850	(665)	15.02.1856	602
02.02.1846	660	27.02.1871	602
12.04.1865	657	14.04.1900	602
09.03.1855	(654)	15.02.1946	(602)
14.03.1881	653	18.12.1851	599
23.02.1876	652	04.02.1867	597
25.02.1847	(649)	15.02.1948	596
06.04.1860	644	14./15.07.1954	592
31.03.1895	636	11.02.1924	(588)
12./13.02.1852	633	09.01.2003	588
19.01.2011	630	06.08.1897	587
04./05.04.2006	626	21.03.1947	587
15.02.1848	(619)	08.02.1923	584
05.05.1853	619	02.04.1988	583
07.01.1883	614	18.03.1981	580
14./15.07.1854	612	11.07.1958	575

(...) durch Eis beeinflusste Wasserstände

Tab. 6.1: Große Hochwasserereignisse der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke ab 1845 mit einem Wasserstand über 575 Zentimeter (geordnet nach der Höhe des Wasserstandes) – alle Wasserstände sind auf den heutigen Pegelnullpunkt bezogen (M. Simon)

Bemerkenswert ist, dass nach dem großen Hochwasserereignis vom August 2002 eine deutliche Häufung von weiteren großen Hochwasserereignissen zu verzeichnen war. Das waren die Hochwasser vom Januar 2003 (588 zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke), April 2006 (626 Zentimeter), Januar 2011 (630 Zentimeter) und das Extremhochwasser vom Juni 2013 (747 Zentimeter). Das bedeutet, dass im Zeitraum von 2006 bis 2013 drei Hochwasser mit einem Wasserstand von über 600 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke aufgetreten waren. Das Hochwasser vom Januar 2011 (Abb. 6.6) lag somit 4 Zentimeter über dem Hochwasser vom April 2006 und war damit das größte Hochwasser seit dem Hochwasser im August 2002. Letzteres lag mit 680 Zentimeter um 50 Zentimeter höher. Übertroffen wurden diese Wasserstände dann durch das Extremhochwasser vom 9. Juni 2013 mit 747 Zentimeter. Einen Vergleich von ausgewählten eisfreien Hochwassern im Längsschnitt der Elbe zeigt Tab. 6.2.

Abb. 6.3: Dombereich an der Elbe beim Sommerhochwasser am 18. August 2002 bei einem Wasserstand von 635 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke. Der Hochwasserscheitel war am 19. August 2002 mit 680 Zentimeter (Foto: M. Simon)

Abb. 6.4: Elbe im Bereich unterhalb der Strombrücke beim Augusthochwasser 2002 bei einem Wasserstand von 665 Zentimeter (Foto: M. Simon)

Abb. 6.5: Mobile Hochwasserschutzwände auf dem Deich der Alten Elbe in Cracau am 23. August 2002 bei einem Wasserstand von 575 Zentimeter (Foto: M. Simon)

Daraus ist zu erkennen: Die Wasserstände der Pegel entlang der Elbe waren beim Hochwasser vom August 2002 bis auf die Wasserstände an den Pegeln Barby, Magdeburg-Strombrücke, Lenzen, Boizenburg und Hohnstorf höher als die seit 1845 beobachteten eisfreien Hochwasser. Obwohl am Pegel Barby am 29. März 1845 und am Pegel Magdeburg-Strombrücke am 31. März 1845 der Eisgang nach vorhergehendem Eisstand endete, können die Wasserstände an beiden Pegeln am 3. April 1845 noch durch Randeis erhöht worden sein. Die niedrigeren Wasserstände beim Hochwasser im August 2002 gegenüber dem Hochwasser im April 1895 an den Pegeln Lenzen, Boizenburg und Hohnstorf sind nicht erklärbar, da die Wasserstände an den Pegeln Dömitz, Hitzacker und Neu Darchau 2002 höher lagen als 1895. Beim Hochwasser im August 2002 gab es an der Elbe oberhalb von Magdeburg insgesamt 20 Deichbrüche Abb. (6.7). Hinzu kamen noch 115 Deichbrüche an der Mulde und drei Deichbrüche an der Schwarzen Elster. Hätte es diese Brüche nicht gegeben, hätte der Scheitelwasserstand in Magdeburg am 19. August 2002 nach Berechnungen von Experten um 43 Zentimeter höher gelegen, was zu größeren Überschwemmungen in verschiedenen Teilen des Stadtgebietes Magdeburg geführt hätte.

Obwohl die Wasserstände an den Pegeln Wittenberge (Elbe-Kilometer 453,9) und Schnackenburg (Elbe-Kilometer 474,6) bei den Hochwassern im April 2006 und Januar 2011 niedriger waren als beim Hochwasser im August 2002, waren bei den weiteren Pegeln flussabwärts von Lenzen (Elbe-Kilometer 484,6) bis Hohnstorf (Elbe-Kilometer 568,9) im April 2006 und Januar 2011 höhere Wasserstände gegenüber August 2002 zu ver-

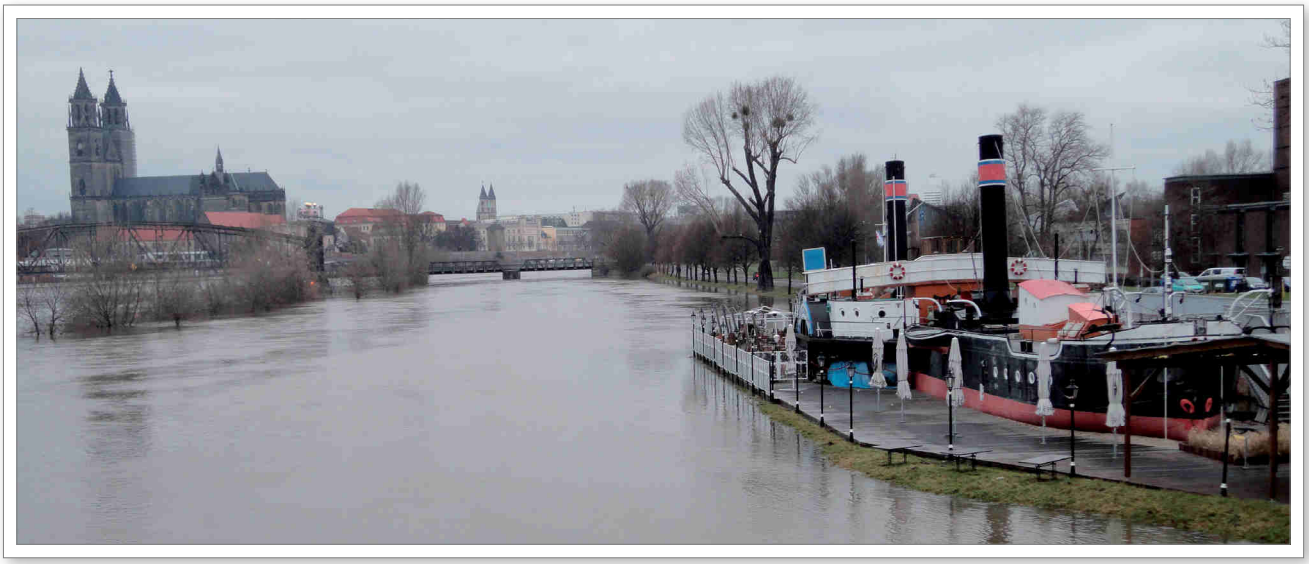


Abb. 6.6: Rechtsseitiges Überschwemmungsgebiet der Elbe unterhalb der Sternbrücke im Bereich der Rotehorninsel und des Museumsschiffs „Württemberg" beim Winterhochwasser am 20. Januar 2011 bei einem Wasserstand von 625 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke. Der Hochwasserscheitel war am 19. Januar 2011 mit 630 Zentimeter (Foto: M. Simon)

Gewässer	Pegel Elbe-km	Einzugsgebiet (km^2)	Bisherige eisfreie Extremhochwässer ab 1845			Hochwasser 2002			Hochwasser 2006			Hochwasser 2011			Hochwasser 2013			Beginn regelmäßiger Beobachtungen
			Datum	Wasserstand (cm)	Durchfluss (m^3/s)	Datum	Wasserstand (cm)	Durchfluss (m^3/s)	Datum	Wasserstand (cm)	Durchfluss (m^3/s)	Datum	Wasserstand (cm)	Durchfluss (m^3/s)	Datum	Wasserstand (cm)	Durchfluss (m^3/s)	
Elbe	Dresden 55,6	53 096	06./07.09.1890	837	3 885 [1]	17.08.	940	4 580	04.04.	749	2 870	17.01.	680	2 280	06.06.	878	3 950	1776 – W 1806 – Q
			03.02.1862	824	4 490													
Elbe	Torgau 154,2	55 211	06.09.1890	906		18.08.	949	4 420	04.04.[2]	805	2 880	18.01.	741	2 280	07.06.	923	4 090	1817 – W 1936 – Q
			04.02.1862	896	(4 100)													
Schwarze Elster	Löben [3]	4 327	30.09.2010	334	108	16.08.	282	80,7	29.03	246	77,9	16.01.[2]	323	128	06.06.	306	98	1973 – W 1973 – Q
			05.01.2003	282	114													
Elbe	Wittenberg/L. 214,1	61 879	05.02.1862	628		18.08.	706	4 130	05.04.[2]	620	2 940	18.01.	594	2 400	08.06.	691	4 210	1817 – W 1951 – Q
			02.04.1845	626														
Mulde	Priorau	6 990	30.09.2010	538	606	14.08.	684	971	29.03.[2]	543	607	16.01.	602	749	03.06.	702	1 440	1995 – W 1995 – Q
									02.04.	532	590							
Elbe	Aken 274,8	70 093	03.04.1845	740		19.08	766	4 040	03.04.[2]	686	3 180	18.01.	661	2 830	09.06.	791	4 600	1886 – W 1936 – Q
			19.01.1920	703	(3 890)													
Saale	Calbe-Grizehne	23 719	07.01.2003	751	741	16.08.	510	296	03.04.[2]	639	483	18.01.	746	729	06.06.	802	1 030	1886 – W 1925 – Q
			18.04.1994	741	716													
Elbe	Barby 294,8	94 260	03.04.1845	733	(5 015)	19.08.	701	4 320	04.04.	653	3 600	19.01.	654	3 610	09.06.	762	5 250	1841 – W 1883 – Q
			23.02.1876	703	(4 550)													
Elbe	Magdeburg-Strombrücke 326,6	94 942	03.04.1845	683	(4 480)	19.08.	680	4 180	04.04.[2]	626	3 670	19.01.	630	3 720	09.06.	747	5 140	1727 – W 1896 – Q
			02.02.1846	660	(3 780)													
Elbe	Tangermünde 388,2	97 780	20.01.1920	736	(4 310)	20.08.	768	3 850 [4]	06.04.	718	3 560	20.01.	726	3670	09.06.	838	5 150	1883 – W 1920 – Q
			01.04.1895	732	(4 180)													
Havel	Havelberg-Stadt	23 804	04.04.1988	405	345	21.08.	450 [5]	140	15.04.[2]	376	298	22.01.	439	337	10.06.	452	361	1930 – W 1981 – Q
			23.03.1981	394	322													
Elbe	Wittenberge 453,9	123 532	02.04.1895	729		20.08.	734 [6]	3 830 [6]	08.04.	723	3 720	22.01.	730	3 790	09.06.	785 [9]	4 330	1848 – W 1900 – Q
			23.01.1920	715	3 590													
Elbe	Schnackenburg 474,6	125 482	12.01.2003	695	–	21.08.	751	–	08.04.	748	–	22.01.	724 [7]	–	10.06.	781 [7]	–	1945 – W
			04.04.1988	692	–													
Elbe	Lenzen 484,6	125 491	02.04.1895	747	–	21.08.	734	–	08.04.	737	–	22.01.	743	–	10.06.	793	–	1810 – W
			24.01.1920	734	–													
Elbe	Dömitz 504,7	129 871	06.04.1895	643	–	21.08.[2]	657	–	08.04.	664	–	22.01.	672		10.06.	721		1886 – W
			25.01.1920	620	–													
Elbe	Hitzacker 522,9	131 910	06.04.1895	744	–	23.08.	750	–	09.04.	763	–	22.01.	770	–	11.06.	817	–	1946 – W
			05.04.1988	708	–													
Elbe	(Neu) Darchau [8] 536,4	131 950	07.04.1895	724	(3 840)	23.08.	732	3 420	09.04.	749	3 600	22.01.	749	3 600	11.06.	792	4 080	1874 – W [8] 1926 – Q
			26.01.1920	700	(3 290)													
Elbe	Boizenburg 559,5	134 512	08.04.1895	670	–	23.08.	645	–	09.04.	676	–	23.01.	690	–	12.06.	732	–	1858 – W
			26.01.1920	642	–													
Elbe	Hohnstorf 568,9	134 594	09.04.1895	933	–	23.08.	870	–	09.04.	912	–	23.01.	922	–	12.06.	955	–	1840 – W
			26.01.1920	892	–													

Tab. 6.2: Vergleich von Hochwasserscheiteln von ausgewählten eisfreien Hochwassern entlang der Elbe auf deutschem Gebiet (M. Simon)

1) Neuberechnung der Abflüsse der TU Dresden. 1890: neu 3 885 m^3/s anstelle bisher 4 350 m^3/s, 1845: neu 4 335 m^3/s anstelle bisher 5 700 m^3/s (Wasserstand durch Eis beeinflusst)
2) Danach noch an weiteren Tagen aufgetreten
3) Unterschiedliche Angaben von Durchflüssen bei gleichen oder ähnlichen Wasserständen sind durch mehrfache Veränderungen der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Abflussprofiles durch Verkrautung und Anlandungen bzw. deren Beseitigung bedingt.
4) Von der BfG korrigierter Wert: neu – 3 850 m^3/s anstelle ursprünglich 4 030 m^3/s
5) Wasserstand durch Flutung der Havelniederung mit Elbewasser über das Einlasswehr Neuwerben beeinflusst.
6) Kappung des Elbescheitels durch Flutung der Havelniederung und von fünf Flutungspoldern im Havelgebiet
7) Wasserspiegelabsenkung von 25 – 30 cm (2011) und 40 cm (2013) durch Wirkung der 2010 fertiggestellten Deichrückverlegung bei Lenzen
8) 1839 als Pegel Darchau am östlichen Elbeufer (Elbe-km 535,8) eingerichtet mit regelmäßiger Beobachtung aber erst ab 1874. Die Beobachtung des Pegels Darchau wurde am 31.10.1993 eingestellt. Ab 01.11.1945 wurde der Pegel Neu Darchau am westlichen Elbeufer (Elbe-km 536,4) regelmäßig beobachtet.
9) Kappung des Elbescheitels durch Deichbruch bei Fischbeck und zeitweiliger Flutung der Havelniederung und von sechs Flutungspoldern

(4 450) nachträglich ermittelte Durchflüsse
W Wasserstand
Q Durchflüsse

Abb. 6.7: Bruchstelle des linken Elbedeiches bei Seegrehna unterhalb von Wittenberg am 25. August 2002. Durch die Bruchstelle (100 Meter breite Lücke) wurden bis zu 200 Kubikmeter/Sekunde in die überschwemmte Fläche von 50 Quadratkilometern abgeleitet. (Foto: M. Simon)

zeichnen. Dabei waren die Wasserstände an den Pegeln Lenzen bis Hohnstorf beim Hochwasser im Januar 2011 nochmals höher als beim Hochwasser im April 2006. Lediglich am Pegel Neu Darchau waren 2006 und 2011 gleiche Wasserstände, eventuell verursacht durch veränderte Geschiebeführung.

Das Hochwasser im April 2006 war eine Folge intensiver Schneeschmelze in Verbindung mit großflächigem, ergiebigem Regen Ende März im gesamten Einzugsgebiet der Elbe. Die höheren Wasserstände beim Hochwasser im April 2006 gegenüber dem Hochwasser im August 2002 ab Pegel Lenzen flussabwärts bis Pegel Hohnstorf sind hauptsächlich durch mehr Niederschläge im Raum unterhalb Wittenberge gegenüber dem Zeitraum im August 2002 bedingt. Durch diese erhöhten Niederschläge waren auch zum Zeitpunkt des Durchganges des Hochwasserscheitels in der Elbe am 8. beziehungsweise 9. April 2006 generell höhere Abflüsse in den Elbenebenflüssen Aland, Müritz-Elde-Wasserstraße, Löcknitz, Jeetzel und Sude als beim Hochwasser im August 2002 eingetreten. Die durch die vielen Niederschläge bedingte hohe Bodensättigung vor dem Hochwasser und eventuell auch der zunehmende Bewuchs in den natürlichen Überschwemmungsgebieten (mit der damit einhergehenden Rauhigkeit des Vorlandes) könnten weitere Ursachen für die höheren Wasserstände bei dem Hochwasser 2006 gegenüber 2002 gewesen sein.

Die noch höheren Wasserstände bei dem Hochwasser im Januar 2011 gegenüber dem Hochwasser im April 2006 vom Pegel Lenzen flussabwärts bis Pegel Hohnstorf haben verschiedene Ursachen. Der August 2010 war deutschlandweit der nasseste seit 1881. Der Deutsche Wetterdienst ermittelte für Sachsen-Anhalt einen Gebietsniederschlag von 214 Prozent (126 Millimeter) des Mittels der Reihe 1961 bis 1990. Nach ergiebigen Regenfällen in der dritten Dekade im September 2010 (in Sachsen-Anhalt 291 Prozent/121 Millimeter) und im November 2010 (229 Prozent/98 Millimeter) betrug der Niederschlagsüberschuss in Sachsen-Anhalt Ende November 2010 bereits 150 Millimeter. Der Grundwasserstand lag im Mittel 61 Zentimeter über

dem mehrjährigen Mittelwert des Monats. Ähnliche Verhältnisse waren Ende November auch in den Einzugsgebieten der Teilflussgebiete der Elbenebenflüsse unterhalb Wittenberge eingetreten. Auf Grund des hohen Bodensättigungsgrades traten bereits in den Niederungen starke Vernässungen auf. Außerdem gab es im Dezember 2010 besonders viel Schnee. Selbst in den Niederungen gab es flächendeckend verbreitet eine geschlossene, bis zu 40 Zentimeter hohe Schneedecke.

Ursache für das Hochwasser im Januar 2011 war der schlagartige Abtauprozess dieser Schneedecke als Folge eines außerordentlich schnellen Temperaturanstiegs zwischen dem 6. und 7. Januar 2011. Gleichzeitig regnete es nahezu ununterbrochen stark. Wegen der hohen Grundwasserstände und des hohen Bodensättigungsgrades war eine Versickerung des Wassers im Boden kaum möglich. Fast gleichzeitig kam es deshalb auch in den Teilflussgebieten der Elbenebenflüsse wie Aland, Müritz-Elde-Wasserstraße (Elde), Löcknitz, Jeetzel und Sude zu Hochwassern. Sie führten dazu, dass am 22. und 23. Januar 2011 an den Pegeln Lenzen flussabwärts bis Hohnstorf noch höhere Wasserstände als bei dem Hochwasser vom April 2006 gemessen wurden. Der zunehmende Bewuchs in den Vorländern der Elbe könnte noch mit zur weiteren Erhöhung der Wasserstände beigetragen haben. Nur wegen der unterschiedlich langen Fließzeiten der Hochwasser in den angegebenen Elbenebenflüssen, flossen deren Hochwasserscheitel nicht gleichzeitig, sondern zeitversetzt der Elbe zu. Andernfalls wäre es wohl zu noch höheren Wasserständen in der Elbe gekommen.

Wer vermutet, dass die höheren Wasserstände bei den Hochwassern 2006 und 2011 gegenüber 2002 ab Lenzen, 101,3 Kilometer oberhalb des Wehrs Geesthacht (Elbe-Kilometer 585,9), Tide bedingt waren, der irrt. Die vier Sektoren des Wehrs an der Staustufe Geesthacht werden ab einem Abfluss mehr als 1400 Kubikmeter/Sekunde vollständig gelegt und das Wehr bleibt auch solange voll geöffnet bis der Abfluss diesen Wert wieder unterschreitet. Das bedeutet, dass ein Hochwasser vom Oberstrom der Elbe über das Wehr in die Tideelbe in Richtung Nordsee frei ausfließen kann. Anderseits kann aber bei einer Sturmflut in der Tidelbe der Flutscheitel wie vor dem Bau des Wehrs Geesthacht ungehindert flussaufwärts auslaufen. Die bisher schwerste Sturmflut am 3. Januar 1976 beeinflusste die Wasserstände der Elbe bis zum 49,5 Kilometer oberhalb des Wehrs liegenden Pegel Neu Darchau. In Bleckede (Elbe-Kilometer 550), also 36 Kilometer oberhalb des Wehrs, betrug damals der Tidehub 47 Zentimeter.

Während der Hochwasser im April 2006 und Januar 2011 ist beim Vergleich der Wasserstände in der Tideelbe an den Pegeln Zollenspieker (Elbe-Kilometer 598,2) und Cuxhaven-Steubenhöft (Elbe-Kilometer 724,0) zu erkennen, dass es bei diesen Hochwassern keine Sturmflut gab. Lediglich am 25. Januar 2011, also nach dem Hochwasserscheitel in Hohnstorf am 23. Januar, gab es in Cuxhaven eine leichte Sturmflut. Damit ist belegt, dass die höheren Wasserstände an den Pegeln Lenzen bis Hohnstorf bei den Hochwassern im April 2006 und Januar 2011 gegenüber dem Hochwasser vom August 2002 nicht Tide bedingt waren, sondern durch höhere Zuflüsse aus den Nebenflüssen der Elbe bei gleichzeitig hohen Grundwasserständen und wohl auch durch zunehmenden Bewuchs in den Überflutungsauen entstanden waren.

Beim Pegel Schnackenburg (Elbe-Kilometer 474,6) ist beim Hochwasser am 22. Januar 2011 eine deutliche Wasserstandsabsenkung auf 724 Zentimeter gegenüber dem Hochwasser vom 8. April 2006 mit 748 Zentimeter zu verzeichnen, obwohl am oberhalb liegenden Pegel Wittenberge (Elbe-Kilometer 453,9) beim Hochwasser im Januar 2011 der Zufluss um 70 Kubikmeter/Sekunde höher lag als beim Hochwasser vom April 2006. Für diese Absenkung des Wasserspiegels um 25 bis 30 Zentimeter ist erstmalig die 2010 fertig gestellte Deichrückverlegung bei Lenzen verantwortlich (siehe Kapitel 5). Beim Pegel Lenzen (Elbe-Kilometer 484,6) ist unterhalb der Deichrückverlegung kein Einfluss dieser Maßnahme auf den Hochwasserstand mehr vorhanden.

Hochwasser behindert immer auch die Schifffahrt. Bei Erreichen oder Überschreiten des höchsten schiffbaren Wasserstandes (HSW) kann zum Beispiel das Wasser- und Schifffahrtsamt Magdeburg in seinem Zuständigkeitsbereich die Schifffahrt innerhalb bestimmter Streckenabschnitte der Elbe ganz oder teilweise verbieten. Für die Strecke vom Hafen in Schönebeck-Frohse bis zur Einfahrt in den Industriehafen Magdeburg beträgt der HSW, bezogen auf den Richtpegel Magdeburg-Strombrücke, 550 Zentimeter.

6.2 Das Extremhochwasser vom Juni 2013

Die besondere Entwicklung des Niederschlagsgeschehens im Einzugsgebiet der Elbe setzte am 26. April 2013 ein und dauerte über drei mehrtägige Niederschlagsperioden bis zum 27. Mai 2013. Die durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) für Sachsen-Anhalt ermittelte Gebietsniederschlagshöhe betrug im Mai 122 Millimeter und erreichte somit 223 Prozent des Mittels der Reihe von 1981 bis 2010. Dies war prozentual betrachtet nach Thüringen (264 Prozent) und vor Sachsen (212 Prozent) der zweithöchste Niederschlag aller Bundesländer im Mai in Deutschland. Für das Einzugsgebiet der Elbe bis einschließlich der Saale wurde durch den DWD für Mai 2013 ein Gebietsniederschlag von 233 Prozent und für das Elbegebiet unterhalb der Saale von 190 Prozent ermittelt.

Die großräumigen Regen führte Ende Mai 2013 zu historisch hohen Bodenfeuchtewerten, wie sie seit Beginn der Messungen im Jahre 1962 noch nicht beobachtet wurden. Das bedeutete, dass alle weiteren Niederschläge fast ohne Rückhalt zum Abfluss kamen. Der entscheidende Niederschlagsimpuls als auslösendes Moment für das Extremhochwasser im Einzugsgebiet der Elbe ist großräumiger, mehrtägiger und ergiebiger Regen im Zeitraum vom 30. Mai bis 3. Juni 2013. An einer Vielzahl von Messstationen in den Einzugsgebieten von Mulde und Weißer Elster wurden in diesem Zeitraum Niederschläge von 177 bis 224 Millimeter gemessen. Diese Niederschläge hatten ein Wiederkehrsinterwall von 100 Jahren. Als Folge dieser Niederschläge traten an allen Pegeln der Elbe unterhalb von Lutherstadt Wittenberg flussabwärts (ab Pegel Coswig) bis zum Pegel Hohnstorf, oberhalb des Wehrs Geesthacht, Wasserstände auf, die nicht nur höher als im August 2002 waren, sondern alle seit 1845 beobachteten höchsten Wasserstände bei eisfreien Hochwassern wesentlich überschritten (Tab. 6.2). Der Zufluss aus dem tschechischen Gebiet lag beim Hochwasser 2013 allerdings um 1030 Kubikmeter/Sekunde niedriger als beim Hochwasser im August 2002. Wären 2013 an der Staatsgrenze ähnliche Abflussverhältnisse wie 2002 eingetreten, dann wären die Auswirkungen entlang der Elbe noch verheerender gewesen.

Die Hochwasserwelle der Mulde traf an ihrer Mündung mit einem Scheitel in Höhe von 1450 Kubikmeter/Sekunde rund fünf Tage vor der Elbewelle ein und vergrößerte das Abflussvolumen der Elbe bei Durchgang des Elbescheitels um rund 500 Kubikmeter/Sekunde. Der Saalescheitel mit 1030 Kubikmeter/Sekunde traf, bezogen auf den Elbescheitel im Mündungsbereich der Saale, mit zweieinhalbtägigem Vorlauf zum Elbescheitel ein. Beim Passieren des Elbescheitels in der Nacht zum 9. Juni 2013 betrug der Abfluss der Saale aber immerhin noch 820 bis 850 Kubikmeter/Sekunde. Am unterhalb der Saalemündung liegenden Pegel Barby erreichte der Hochwasserscheitel der Elbe am 9. Juni 2013 mit 5250 Kubikmeter/Sekunde eine neue Dimension mit einem Wiederkehrintervall von 100 bis 200 Jahren. Unter nur geringer Abminderung des Scheitels auf 5140 Kubikmeter/Sekunde durchströmte am gleichen Tag das Hochwasser Magdeburg und die dortige Stromspaltung. Damit verbunden war ein neuer Rekordwasserstand von 747 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke. Die statistische Klassifizierung der Hochwasserwahrscheinlichkeit von 100-200 Jahren blieb stromab der Elbe bis zum Wehr Geesthacht unverändert.

Auf dem sächsischen Abschnitt der Elbe kam es 2013 im Raum Riesa bis Torgau zu fünf Deichbrüchen. In Sachsen-Anhalt gab es an der Elbe in Magdeburg-Herrenkrug zwei und bei Hohenwarthe und Fischbeck jeweils einen Deichbruch. An der Mulde kam es in Sachsen zu 19 Deichbrüchen und zu zwei Deichbrüchen in Sachsen- Anhalt. An der Schwarzen Elster traten ein Deichbruch in Brandenburg und zwei in Sachsen-Anhalt auf.

Ein verheerender Deichbruch trat am 9. Juni 2013 gegen 8.00 Uhr am rechten Saaledeich bei Klein Rosenburg/Breitenhagen, oberhalb des Schöpfwerks Breitenhagen ein. Durch eine 140 Meter breite Bruchstelle strömten zu Beginn schätzungsweise maximal 500 Kubikmeter/Sekunde und dann abnehmend, wodurch rund 115 Millionen Kubikmeter aus der Saale ausgeleitet wurden (Abb. 6.8). Dadurch wurden 85 Quadratkilometer Deichhinterland im Elbe-Saale-Winkel überstaut und dabei sechs Ortschaften fast vollständig überflutet (Abb. 6.9 und 6.10). Der Deichbruch trat unmittelbar nach dem Scheiteldurchgang der Elbe am unterhalb der Saalemündung liegenden Pegel Barby ein und war damit nicht scheitelreduzierend an den Pegeln Barby und Magdeburg.

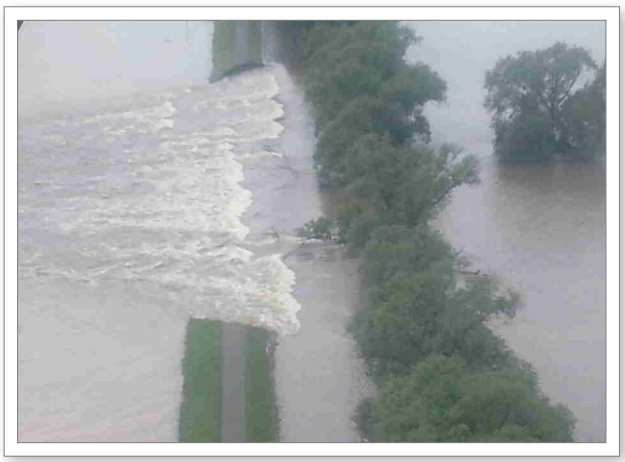


Abb. 6.8: Deichbruch bei Klein Rosenburg/Breitenhagen an der Saale am 9. Juni 2013 (Foto: LHW, Ch. Jung)

Abb. 6.9: Überschwemmte Straße in Groß Rosenburg am 15. Juni 2013, sechs Tage nach dem Deichbruch (Foto: LHW, D. Tyrock)

Abb. 6.10: Überschwemmungsgebiet am 10.Juni 2013 bei Breitenhagen, einen Tag nach dem Bruch des rechten Saaledeichs. Linksseitig des linken Elbedeichs ist ein Teil des Überschwemmungsgebiets und die völlig überflutete Ortslage Breitenhagen zu erkennen. Rechtsseitig des Elbedeiches befindet sich das natürliche Überschwemmungsgebiet der Elbe, wo der Verlauf der Elbe gut erkennbar ist (Foto: LHW, Ch. Jung).

Unmittelbar nach dem Abklingen des Hochwassers im Juni 2013 wurde mit der Schließung der Deichbresche oberhalb des Schöpfwerkes bei Breitenhagen begonnen (Abb. 6.11). Bis April 2014 wurde der Deichabschnitt zwischen dem Schöpfwerk Breitenhagen und der ersten Überfahrt in Richtung Klein Rosenburg auf einer Länge von 660 Meter vollständig saniert (Abb.6.12). Die Sanierung des anschließenden Deichabschnitts wurde zwischen 2014 und 2016 auf einer Länge von 2,94 Kilometer bis Klein Rosenburg durchgeführt (Abb. 6.13). Beide Abschnitte wurden mit einer landseitigen Berme mit Deichverteidigungsweg erstellt. Die Anpassung an das aktuelle Bemessungshochwasser erfolgte durch Erhöhung der Deichkrone zwischen 20 und 50 Zentimeter. Die künftige Durchwurzelung des Deichs verhindert eine Spundwand als Dichtung auf der Wasserseite.

Abb. 6.11: Schließung des Deichbruches im rechten Saaledeich oberhalb des Schöpfwerkes Breitenhagen im Jahre 2013 (Foto: LHW, R. Günther)

Abb. 6.12: Sanierter rechter Saaledeich im Bereich der ehemaligen Bruchstelle (Foto: LHW, P. Butz)

Abb. 6.13: Sanierter rechter Saaledeich unterhalb von Klein Rosenburg (Foto: LHW, P. Butz)

Die weitere Sanierung des rechten Saaledeichs auf einer Länge von 10,2 Kilometer bis zur Schleuse Gottesgnaden in Calbe erfolgt ab 2018 in mehreren Abschnitten. Während der Trabitzer Abschnitt (750 Meter) aktuell in der Umsetzung und der Ausführungsbeginn für weitere zwei Abschnitte noch für 2018 vorgesehen ist, laufen für die übrigen Abschnitte die Planungen. Im Abschnitt Nienburg wird eine Deichrückverlegung in die weitere Planung einbezogen. Der oberhalb der Schleuse liegende Saaledeich wurde bereits nach dem Saalehochwasser von 1994 auf einer Länge von 7,5 Kilometer repariert.

Schwer betroffen vom Hochwasser im Juni 2013 waren auch große Teile der Stadt Magdeburg. Der Wasserstand am Pegel Magdeburg-Strombrücke erreichte am 9. Juni 2013 eine Höhe von 747 Zentimeter und lag damit 67 Zentimeter über dem Hochwasser vom 19. August 2002. Es war der höchste Wasserstand seit Beginn der regelmäßigen Wasserstandsbeobachtungen im Jahre 1727 (Abb. 6.14).

Abb. 6.14: Elbe unterhalb der Strombrücke am 9. Juni 2013 bei einem Wasserstand von 746 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke. Der Hochwasserscheitel war am selben Tag mit 747 Zentimeter (Foto: M. Simon)

Im Stadtgebiet Magdeburg wurde die linke Uferpromenade auf einer Länge von sechs Kilometer sowie der gesamte Stadtpark mit einer großen Anzahl von Gebäuden überflutet. Zahlreiche Straßen in den Stadtteilen Buckau, Werder, Salbke und insbesondere Rothensee sowie Teile der Magdeburger Häfen standen unter Wasser. Im Bereich Magdeburg-Herrenkrug wurden nach Überströmen aller Deiche die komplette Hotelanlage, die Galopprennbahn mit allen Stallanlagen sowie alle Gebäude des dortigen Sportparks überflutet. Die Ortsteile Pechau, Prester und Cracau konnten nur durch massive Verteidigung des linken Elbeumflutdeichs vor einer Überflutung geschützt werden. Der Deich drohte an mehreren Stellen zu brechen. Nachstehend ist eine Auswahl von Fotos beim Hochwasser im Juni 2013 im Raum Magdeburg (Abb. 6.15 bis 6.23)

Abb. 6.15: Überschwemmungsgebiet der Elbe am Stadtpark unterhalb der Sternbrücke am 9. Juni 2013 bei einem Wasserstand von 744 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke. Die Gaststätte im Museumsschiff „Württemberg" (rechts) stand anderthalb Meter unter Wasser (Foto: M. Simon).

Abb. 6.16: Elbuferpromenade unterhalb der Hubbrücke am 9. Juni 2013 bei einem Wasserstand von 746 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke (Foto: M. Simon)

Abb. 6.17: Überflutete Bleckenburgstraße in Magdeburg-Buckau am 10. Juni 2013 (Foto: P. Simon)

Auf den Hochwasserabfluss in den Stadtgebieten Schönebeck und Magdeburg hat auch der Elbeumflutkanal bei geöffnetem Pretziener Wehr einen wesentlichen Einfluss (siehe Kapitel 7). Ein bedeutender Deichbruch trat auch am 9.Juni 2013 am rechten

Ufer der Elbe unterhalb der Ortslage Hohenwarthe ein. Die Wassermassen zerstörten nicht nur große Teile der Straße von Hohenwarthe nach Niegripp vor der Schleuse Niegripp (Abb, 6.24), sondern führten auch zu Schäden am unteren Schleusenhafen der Schleuse Niegripp. Die Deichbruchstelle wurde gesichert. In diesem Bereich ist eine Deichrückverlegung geplant.

Abb. 6.18: Sandsackverbau an der Stromelbe in der Zollstraße auf dem Werder am 11. Juni 2013 nach Rückgang des Wasserstandes auf 678 Zentimeter (Foto: M. Simon)

Abb. 6.19: Überflutete Akazienstraße in Magdeburg-Rothensee am 9. Juni 2013 (Foto: W. Ortlepp)

Abb. 6.20: Überschwemmtes Gelände im Magdeburg-Herrenkrug mit Hotel (Bildmitte), Galopprennbahn mit Stallanlagen (rechts) und Sportparkgebäuden (links) am 11. Juni 2013 (Foto: LHW, Ch. Jung)

Abb. 6.21: Sicherung des linken Deichs am Elbeumflutkanal bei Pechau am 7. Juni 2013, zwei Tage vor dem Hochwasserscheitel (Foto: LHW, B. Fiedler)

Abb. 6.22: Erhöhung des ehemaligen Eisenbahndammes in Lostau am 9.Juni 2013 zur Sicherung der noch nicht überfluteten Ortsteile von Lostau (Foto: S. Olbrich)

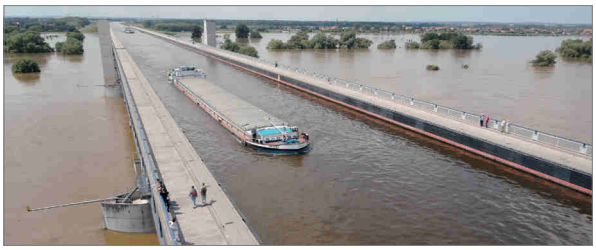


Abb. 6.23: Wasserstraßenkreuz bei Hohenwarthe mit Überschwemmungsgebiet der Elbe zwischen Hohenwarthe und Glindenberg und der Kanalbrücke des Mittellandkanals über die Elbe mit Schiffsverkehr am 8. Juni 2013 (Foto: M. Simon)

Abb. 6.24: Zerstörte Straße Hohenwarthe-Niegripp vor der Schleuse Niegripp nach dem Deichbruch (Foto: LHW, R. Kürschner)

Ein weiterer tragischer Deichbruch trat am 10. Juni 2013 kurz nach Mitternacht am rechten Elbedeich bei Fischbeck (Elbe-Kilometer 388), gegenüber von Tangermünde, ein (Abb. 6.25). Nach Versagen des Deichs auf einer Länge von etwa 90 Meter wurden 150 Quadratkilometer im Elbe-Havel-Winkel durch 210 Millionen Kubikmeter Elbewasser (ohne Havelpolder) überflutet. Der Durchfluss durch die Bruchstelle Fischbeck hat in der ersten Stunde nach dem Deichbruch im Mittel 700 Kubikmeter/Sekunde betragen. Das Wasser der Elbe suchte sich über ihren ursprünglichen Verlauf seinen Weg über das Gewässersystem des Trübengrabens in Richtung Norden zur Havel. Deshalb wurden 15 Ortschaften direkt überflutet (Abb. 6.26), sieben weitere Orte waren vom Wasser komplett umschlossen.

Abb. 6.25: Bruchstelle des Elbedeiches bei Fischbeck am 12. Juni 2013, zwei Tage nach Eintreten des Deichbruches (Foto: R. Jüppner)

Abb. 6.26: Völlig überflutete Ortschaft Fischbeck nach dem Deichbruch (Foto: LHW, F. Goreczka)

Zur Schließung der Deichbruchstelle wurden Schubeinheiten der Binnenschifferei benutzt, die vor der Deichbresche versenkt wurden. Zuerst wurden am 15. Juni 2013 zwei Schubeinheiten und am 16. Juni 2013 noch ein weiteres Schubschiff versenkt. Parallel dazu wurden weiter Betonteile, Big Bags und sonstige Materialien eingebracht. Die Summe aller Maßnahmen führte dann am 19. Juni 2013 zu einer weitgehenden Schließung des Deichbruchs (Abb. 6.27). Die sachgerechte Verschließung der Deichbruchstelle erfolgte anschließend durch Einbau einer Spundwand.

Die im Elbe-Havel-Winkel durch den Deichbruch eingeströmten Wassermengen wurden 2013 schrittweise über die Havel der Elbe zugeleitet. Seit November 2013 erfolgt auf der geplanten Strecke von Jerichow über Fischbeck bis zur Bundesstraße 188 auf einer Länge von 6,7 Kilometer die Sanierung des rechten Elbedeichs - auf 3,1 Kilometer in der alten Deichtrasse und auf 3,6 Kilometer durch Neubau (Austrassierung). Die Deichkrone wird dabei um bis zu 100 Zentimeter erhöht, auf der Wasserseite erfolgt der Einbau einer Tondichtung (Abb. 6.28). Auf der luftseitigen Berme wird ein Deichverteidigungsweg angelegt und der asphaltierte Kontrollweg auf der Deichkrone hat eine Breite von drei Meter (Abb. 6.29 und 6.30). Der Abschluss der Deichsanierung auf der gesamten Strecke erfolgt bis Mitte 2018.

Abb. 6.28: Aufbringen der mineralischen Dichtungsschicht auf den neuen Deichabschnitt westlich von Fischbeck (Elbe-Kilometer 389,0) – Foto: LHW, R. Kürschner

Abb. 6.29: Fertiger Deichabschnitt westlich von Fischbeck (Elbe-Kilometer 388,0), nördlich der Fährstraße Fischbeck (Foto: LHW, R. Kürschner)

Abb. 6.27: Geschlossene Bruchstelle des Deiches bei Fischbeck durch drei Schubschiffe und weitere Materialien am 22. Juni 2013 (Foto: LHW, St. Müller)

Abb. 6.30: Luftbildaufnahme vom sanierten Elbedeich bei Elbe-Kilometer 389,5 am 7. Juli 2016, links sind Altarme der Elbe (Foto: Ingenieurbüro Steinbrecher und Partner)

7. DER ELBEUMFLUTKANAL UND DAS PRETZIENER WEHR

Obwohl die Elbe seit dem 11. Jahrhundert Ihren Hauptwasserlauf ab Dornburg (unterhalb Barby) über Schönebeck nach Magdeburg hatte, floss immer noch bei niedriger Wasserführung, aber insbesondere bei Hochwasser, ein gewisser Anteil des Elbewassers über die alte Elbeniederung östlich von Magdeburg ab. Das bedeutete, dass an der Stromteilung bei Dornburg, die in den Jahren zwischen 967 und 1012 entstanden sein durfte, auch eine Teilung der Wasserströme erfolgte. Bei Niedrigwasser wurde die Schifffahrt über Schönebeck und Magdeburg beeinträchtigt und bei Hochwasser wurde die alte Elbeniederung von Dornburg über Pretzien, Kahlenberge, Pechau, Heyrothsberge bis Lostau nach wie vor überschwemmt (Abb. 2.1). Zwar wurden um diese Orte in der alten Elbeniederung Ringdeiche geschaffen, doch sie waren veraltet und genügten nicht mehr den Anforderungen an einen funktionierenden Hochwasserschutz. Trotzdem die Ringdeichanlagen verstärkt wurden, gab es unter anderem beim Hochwasser 1845 viele Deichbrüche. Auch 1862 und 1865 hielten die Deiche den Wassermassen nicht Stand und brachen. Zahlreiche Dörfer wurden überflutet. Um das zu verhindern, wurde von 1869 bis 1873 der Elbeumflutkanal als Kanalmulde mit beidseitigen Leitdeichen gebaut. Er beginnt beim heutigen Elbe-Kilometer 300,7 oberhalb von Schönebeck und endet nach 21 Kilometern Länge unterhalb von Heyrothsberge, wo er im Bereich der ehemaligen Elbemäander in das 3,5 Kilometer breite natürliche Überschwemmungsgebiet der Elbe übergeht (Abb. 7.1). Dort mündet auch oberhalb von Hohenwarthe bei Elbe-Kilometer 336,7 die Ehle, die bei Gommern in den Umflutkanal verlegt wurde. Der Elbeumflutkanal ist zwischen den Leitdeichen im Mittel 450 Meter breit.

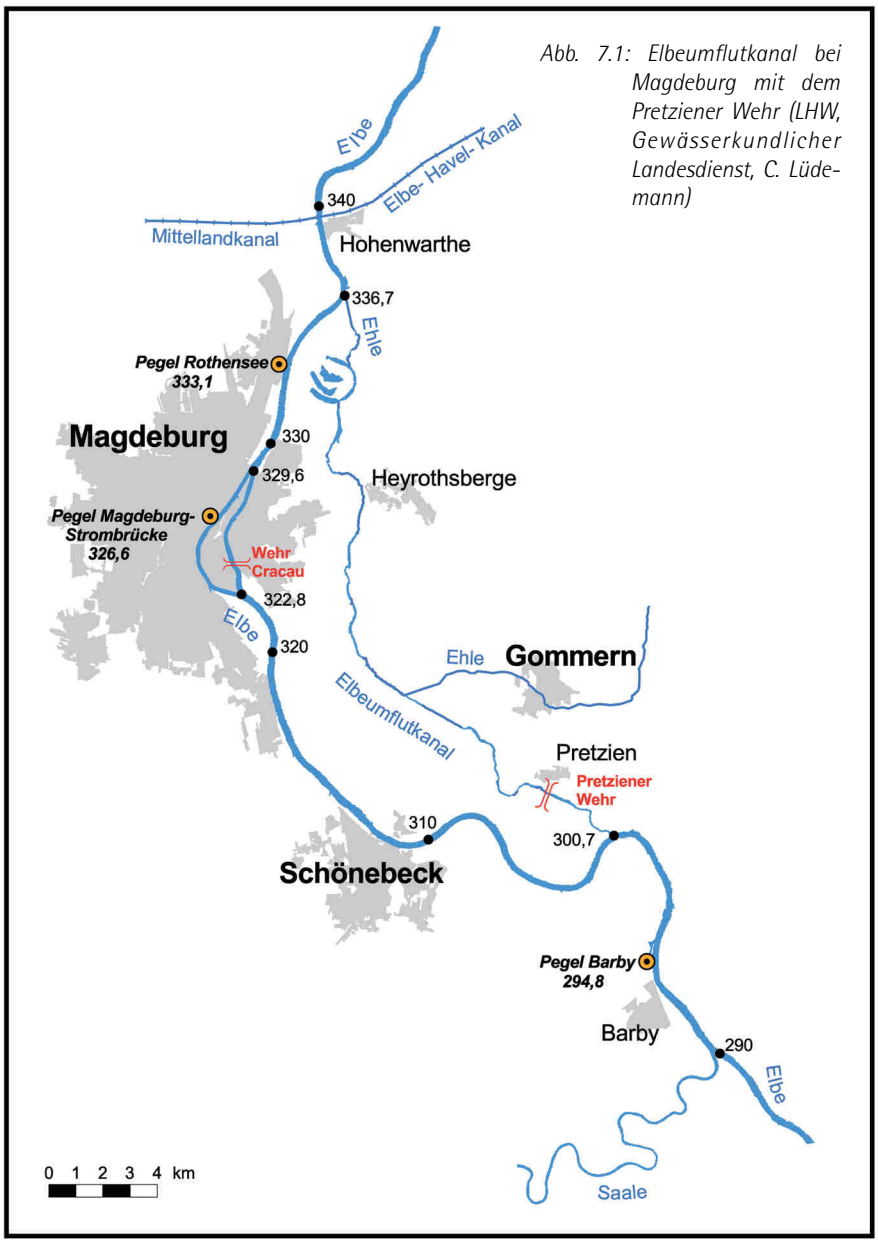


Abb. 7.1: Elbeumflutkanal bei Magdeburg mit dem Pretziener Wehr (LHW, Gewässerkundlicher Landesdienst, C. Lüdemann)

Um die Abflüsse der Elbe an der Stromspaltung bei Dornburg steuern zu können, wurde von 1871 bis 1875 das Pretziener Wehr gebaut. Die Anlage wurde drei Kilometer unterhalb der Abzweigung des Umflutkanals aus der Elbe errichtet. Das Pretziener Wehr ging im Herbst 1875 als größtes Schützentafelwehr Europas mit 72 Losständern in Betrieb. In neun Wehrfeldern mit einer Gesamtdurchflussbreite von 112,9 Meter befinden sich zwischen den Losständern insgesamt 324 Schützentafeln mit einer Größe von 1,31 x 0,84 Meter, die bei jeder Wehröffnung gezogen werden müssen (Abb. 7.2). Im Jahre 2015 erhielt das Wehr den Titel „Historisches Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst in Deutschland". Die erste Wehröffnung erfolgte beim Hochwasser im Februar 1876.

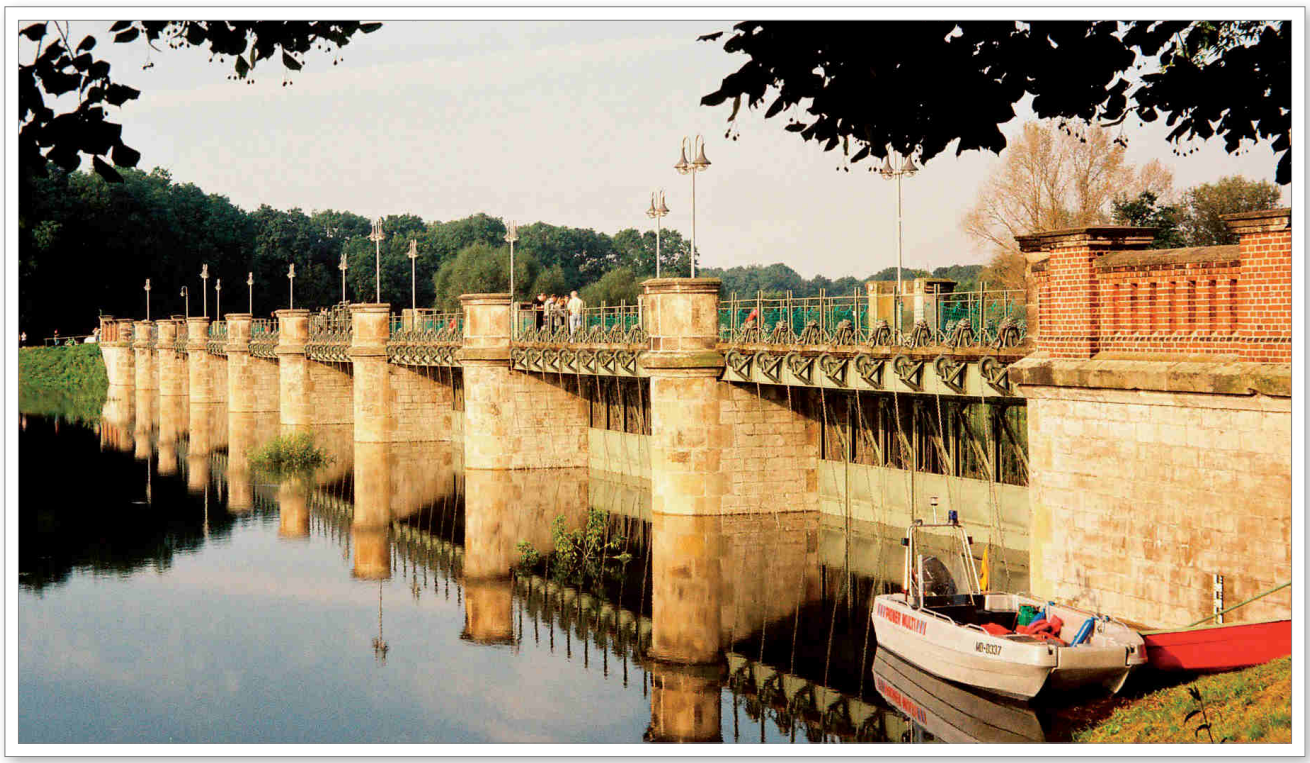


Abb. 7.2: Schützentafelwehr Pretzien im Elbeumflutkanal (Foto: M.Simon)

Von diesem Zeitpunkt an bis Juni 2013 wurde es insgesamt 63 Mal geöffnet, davon 14 Mal im Sommerhalbjahr zwischen Mai und Oktober. Die letzte Wehröffnung vor dem Juni 2013 war im Januar 2011 (Tab. 7.1). Jede Wehröffnung wird immer mit viel Interesse von zahlreichen Zuschauern verfolgt (Abb. 7.3).

Das Pretziener Wehr hat folgende Aufgaben: Bei niedrigen bzw. mittleren Wasserständen der Elbe wird durch das geschlossene Wehr ein Abfließen des Wassers in die alte Elbeniederung östlich von Magdeburg verhindert. Dadurch werden die Schifffahrtsverhältnisse in der Elbe in Schönebeck und Magdeburg wesentlich verbessert. Bei kleinen und mittleren Hochwässern der Elbe schützt das geschlossene Wehr vor Überschwemmungen der Niederung und der Verkehrswege zwischen den Leitdeichen des Elbeumflutkanals unterhalb des Wehrs. Bei größeren Hochwässern wird das Wehr geöffnet, um bis zu einem Viertel des Hochwassers der Elbe über den Elbeumflutkanal abzuleiten, wodurch in Schönebeck und Magdeburg der Wasserstand der Elbe abgesenkt wird. Laut Bedienungsvorschrift wird das Wehr bei einem Wasserstand von 550 Zentimeter am Pegel Barby geöffnet, wenn durch die Hochwasservorhersage ein Wasserstand von über 592 Zentimeter am Pegel Barby prognostiziert wird. Das Wehr wird erst wieder geschlossen, wenn der Wasserstand am Pegel Barby die Höhe von 535 Zentimeter unterschreitet. Beim Extremhochwasser vom August 2002 wurden zum Zeitpunkt des Scheitelabflusses am Pegel Barby am 19. August 2002 im Elbeumflutkanal 1050 Kubikmeter/Sekunde ermittelt. Das entsprach 24 Prozent des Scheitelabflusses der Elbe am Pegel Barby, der 5,9 Kilometer oberhalb der Abzweigung des Elbeumflutkanals liegt (Abb. 7.1). Der Scheitelabfluss in Barby betrug damals 4320 Kubikmeter/Sekunde bei einem Wasserstand von 701 Zentimeter.

Durch die Öffnung des Pretziener Wehrs im August 2002 (Abb.7.4) kam es zu einer Senkung des Wasserstandes in Barby um 20 Zentimeter, in Schönebeck um 70 und am Pegel Magdeburg-Strombrüche um 50 Zentimeter, wodurch eine wesentliche Entlastung der Stadtlagen erfolgte. In Magdeburg wird allerdings die Wirkung des Elbeumflutkanals unterhalb des Pegels in Rothensee (Elbe-Kilometer 333,1) durch die Einmündung des Elbeumflutkanals in die Elbe und dem damit bewirkten Rückstau wieder aufgehoben. Beim Hochwasser im Januar 2011 führte die Öffnung des Pretziener Wehres am 15. Januar 2011 zu einer zeitweiligen Absenkung der Wasserstände in Barby um 8 Zentimeter, in Schönebeck um 28 und am Pegel Magdeburg-Strombrücke um 29 Zentimeter. Weil jedoch immer wieder Wasser von der Elbe oberhalb der Saalemündung und aus der Saale nachfloss, kam es wieder zu einem Anstieg des

Jahr	Tage	Monate	vom	bis	Anzahl der Öffnungen
1876	30	Februar – März	21.02.	21.03.	1
1879	4	November			1
1880	7	Januar, **Oktober**			2
1881	8	März			1
1888	21	März – April			1
1889	15	März – April			1
1890	11	**September**, Dezember			2
1891	7	März			1
1895	18	März-April			1
1896	5	**Mai**			1
1897	17	Februar-März, **August**			2
1899	7	**Mai**			1
1900	20	Januar, April			2
1906	3	März			1
1907	4	März			1
1909	7	Februar, April			2
1914	4	März			1
1915	14	März, **Oktober**			2
1916	1	Januar			1
1917	12	Januar, April			2
1920	12	Januar			1
1923	7	Februar			1
1924	5	April			1
1926	16	Januar, **Juni**			2
1932	5	Januar			1
1939	12	Dezember	03.12.	14.12.	1
1940	22 6	März – April November	17.03. 09.11.	07.04. 14.11.	2
1941	51	Februar, April, **Juni**			3
1946	8	Februar	08.02.	15.02.	1
1947	15	März	16.03.	30.03.	1
1948	4	Februar	15.02.	18.02.	1
1954	7	**Juli**	13.07.	19.07.	1
1956	5	März	08.03.	12.03.	1
1958	7	**Juli**	08.07.	14.07.	1
1965	5 10	**Mai** **Juni**	16.05. 12.06.	20.05. 21.06.	2
1968	6	Januar	20.01.	25.01.	1
1974	17	Dezember	11.12.	27.12.	1
1975	12	Januar	02.01.	13.01.	1
1981	8	März	15.03.	22.03.	1
1982	6	Januar	10.01.	15.01.	1
1987	7 19	Januar April	05.01. 02.04.	11.01. 20.04.	2
1988	21	März – April	27.03.	16.04.	1
1995	6	Februar	02.02.	07.02.	1
1999	10	März	06.03.	15.03.	1
2002	11	**August**	15.08.	25.08.	1
2003	16	Januar	04.01.	19.01.	1
2005	6	März	22.03.	27.03.	1
2006	15	März – April	31.03.	14.04.	1
2011	15	Januar	15.01.	29.01.	1
2013	18	**Juni**	03.06.	20.06.	1
	605				**63**

Wasserstands. Beim Scheitelabfluss am Pegel Barby am 19. Januar 2011 von 3610 Kubikmeter/Sekunde, bei einem Wasserstand von 654 Zentimeter, wurden über den Elbeumflutkanal 852 Kubikmeter/Sekunde abgeleitet, was abermals etwa 24 Prozent der Abflussmenge in Barby entspricht. Die Städte Schönebeck und Magdeburg wurden spürbar entlastet.

Sowohl beim Hochwasser 2002 als auch beim Hochwasser 2011 ist erkennbar, dass nach der Öffnung des Pretziener Wehrs durch die Stromaufteilung zwischen Elbe und Elbeumflukanal, analog der Stromteilungen bei den Deichrückverlegungen, auch eine Wasserstandsabsenkung flussaufwärts über den Pegel Barby hinaus erfolgt ist.

Beim Extremhochwasser im Juni 2013 wurden während des Durchgangs des Hochwasserscheitels am Pegel Barby am 9. Juni 2013 mit 762 Zentimeter und einem Abfluss von 5250 Kubikmeter/Sekunde über den Elbeumflutkanal 1270 Kubikmeter/Sekunde abgeleitet. Diese Wassermenge entsprach ebenfalls 24 Prozent des Scheitelabflusses der Elbe am Pegel Barby. Dadurch wurden die Wasserstände in den Stadtlagen Schönebeck und Magdeburg wiederum merkbar abgesenkt.

Tab. 7.1: Übersicht über die Öffnungen des Pretziener Wehres von 1876 bis 2013 (LHW und M. Simon)

Abb. 7.3: Zuschauer bei der Öffnung des Pretziener Wehres am 6. März 1999 (Foto: M. Simon)

Abb. 7.4: Geöffnetes Pretziener Wehr beim Hochwasser am 22. August 2002 (Foto: M. Simon)

8. NIEDRIGWASSER DER ELBE

8.1 Historische Niedrigwasserereignisse

Niedrigwasserereignisse sind Perioden mit Wasserständen beziehungsweise Abflüssen, die einen mehrjährigen Durchschnitt deutlich unterschreiten und im Elbegebiet nicht ungewöhnlich sind. Wegen zu geringer Wasserstände für den Schiffsverkehr gesperrte Elbabschnitte wie in den Sommermonaten 2003, 2008, 2015 und 2016 gehören zu regelmäßig wiederkehrenden Erscheinungen. Allerdings sind Intensität, Ausmaß und Folgen des Niedrigwassers von Jahr zu Jahr unterschiedlich. Niedrigwasser ist das Resultat meteorologischer Ereignisse. Entweder sind Niederschlagsmangel in Verbindung mit einer hohen Verdunstungsrate die Ursache (vor allem im Spätsommer und Frühherbst), oder Frost ist für Niedrigwasser verantwortlich. Da werden bei Minustemperaturen große Teile des Niederschlags als Schnee und Eis gebunden und können somit für einen befristeten Zeitraum nicht abflusswirksam werden.

Vielfältig sind die Auswirkungen von Niedrigwasserzeiten der Elbe auf die Belange von Natur, Landwirtschaft, Verkehr und Industrie. So kann beispielsweise Wassermangel gepaart mit eingeschränkten Bewässerungsmöglichkeiten im Frühsommer in der Landwirtschaft zu Ertragsausfällen führen. Kühlwassereinleitungen von Kraftwerken können im Sommer zu Temperaturerhöhungen des Elbewassers mit negativen Folgen für das biologische Leben in der Elbe führen. Geringe Abflüsse sorgen für einen Anstieg der Konzentration von gelösten Schad- und Nährstoffen. In Verbindung mit niedrigen Sauerstoffverhältnissen kam es vor allem vor 1990 immer wieder zu Fischsterben. Niedrige Wasserstände bringen außerdem oft den Frachtschiffsverkehr zum Erliegen oder es kann nur eine Teilbeladung der Schiffe erfolgen. Die Fahrgastschiffe der Weißen Flotte in Magdeburg mit ihrem verhältnismäßig geringen Tiefgang von 80 bis 95 Zentimeter fahren in der Stadtstrecke von Magdeburg noch bis zu einem Wasserstand von 80 Zentimeter, in Ausnahmefällen und mit reduzierter Personenzahl bis 65 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke (Abb. 8.1). Flusskreuzfahrtschiffe mit ihrem Tiefgang von 140 bis 180 Zentimeter müssen dagegen schon wesentlich früher die Schifffahrt einstellen.

Abb. 8.1: Elbe unterhalb der Hubbrücke im Bereich des Domfelsens mit Fahrgastschiff der Weißen Flotte während des Niedrigwassers am 12. August 2008 bei einem Wasserstand von 77 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke. Teile des Domfelsens werden bereits bei einem Wasserstand unter 160 Zentimeter sichtbar (Foto: M. Simon)

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass der Wasserstand am Pegel nicht der Fahrrinnentiefe ent-

Datum	niedrigster Tagesabfluss (m^3/s)	Datum	niedrigster Tagesabfluss (m^3/s)
22.07.1934	102	26.10.1951	166
13.08.1921	104	15.08.1963	170
22.09.1947	112	02.09.2016	173
09.01.1954	112	03.09.1976	177
11.08.1952	119	10.09. und 16.-17.09.1973	178
14.12.1933	120	14.08.2003	179
05.08.1935	120	09.08.1990	183
14.07.1930	123	22.09.2008	183
10.08.1964	128	02.10.2009	194
22.09.1929	133	22.-24.09.2004	196
07.11.1947	134	19.09. und 21.09.1991	197
04.09.1950	136	23.-24.09.1992	201
14.08.2015	147	28.-29.08.1993	202
17.09.1953	159	15.09.1999	208

Tab. 8.1: Extreme Niedrigwasserereignisse der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke im Zeitraum ab 1900 mit den niedrigsten Tagesabflüssen im Jahr unter 208 Kubikmeter/Sekunde – geordnet nach der Größe des Abflusses (M. Simon)

spricht. Die Nullpunkte der Pegel entlang der Elbe sind aus historischen Gründen in unterschiedlicher Höhe festgelegt worden - sowohl über als auch unter der Flusssohle. Die Fahrrinnentiefe, als seichteste Stelle der Flusssohle der Elbe (erhöhte Stelle der Sohle) liegt beispielsweise derzeitig auf der Elbestrecke von der Saalemündung bis zum Pegel Magdeburg-Strombrücke um 60 Zentimeter höher als der Wasserstand am Pegel. Ein Pegelwasserstand von 166 Zentimeter entspricht somit einer Fahrrinnentiefe von 226 Zentimeter. Die Niedrigwasserextreme der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke sind in der Tab. 8.1 aufgelistet.

Wegen der Eintiefungsstrecke unterhalb von Rothensee infolge der Erosion der Elbesohle (siehe Kapitel 2) und die damit verbundene Vertiefung ist ein Vergleich der Niedrigwasserverhältnisse über 116 Jahre nur über den Abfluss und nicht über den Wasserstand möglich. So lag der Abfluss am 5. August 1935 bei einem Wasserstand von 66 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke bei nur 120 Kubikmeter/Sekunde, während der Abfluss am 14. August 2003 bei einem etwa gleichen Wasserstand von 67 Zentimeter 179 Kubikmeter/Sekunde betrug. Er war also um 59 Kubikmeter/Sekunde höher. Das bedeutet, dass bei gleichen Wasserständen heute mehr Wasser zum Abfluss kommt als bis zu Beginn der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.

Bei den in der Tab. 8.1 angegebenen Abflüssen ist zu beachten, dass es sich dabei ab 1. April 1993, gemäß Pegelvorschrift, um Tagesmittelwerte handelt. Angaben vor 1993 dagegen stellen Terminwerte dar. Die Tagesmittel werden aus 15-Minuten-Werten berechnet. So ergibt sich der für den 14. August 2015 ermittelte Abfluss von 147 Kubikmeter/Sekunde aus dem Tagesmittel des Wasserstandes von 51 Zentimeter. Am 15. August 2015 traten zeitweilig auch Wasserstände von 49 Zentimeter (142 Kubikmeter/Sekunde) auf, aber der Tagesmittelwert lag höher.

In der Tab. 8.1 ist zu erkennen, dass von den dargestellten 28 niedrigsten Tagesabflüssen unter 208 Kubikmeter/Sekunde zwölf im September und acht im August aufgetreten sind. Den niedrigsten Abfluss am Pegel gab es am 22. Juli 1934 mit 102 Kubikmeter/Sekunde bei einem Wasserstand von 48 Zentimeter. Seit 1965 hat der niedrigste Tagesabfluss, mit Ausnahmen vom 14. August 2015 und 2. September 2016, nicht mehr unter 177 Kubikmeter/Sekunde gelegen, im Zeitraum zwischen 1900 und 1964 war das noch insgesamt 15 Mal der Fall. Selbst in den langen Niedrigwasserperioden von Juli bis Dezember 2003 und von Juli bis Oktober 2008 lagen die mittleren Niedrigwasserabflüsse noch bei 198 Kubikmeter/Sekunde. Der Grund dafür liegt im Bau der Talsperren im tschechischen Einzugsgebiet der Elbe. Mit einem Stauraum von insgesamt 2563 Millionen Kubikmeter und der damit verbundenen Niedrigwasseraufhöhung unterhalb der Talsperren sind die Auswirkungen bis in den Raum Magdeburg spürbar. Der größte Anteil der Talsperren liegt im Einzugsgebiet der Moldau mit einem Stauraum von 1891 Millionen Kubikmeter und in der Eger mit 405 Millionen Kubikmeter. Die größten Talsperren sind Orlík/Moldau mit 716,5 Millionen Kubikmeter (Inbetriebnahme 1963), Lipno I/Moldau mit 309,5 Millionen Kubikmeter (1960), Nechranice/Eger mit 272,4 Millionen Kubikmeter (1968) und Slapy/Moldau mit 269,3 Millionen Kubikmeter (1957). Zum Vergleich: Alle deutschen Talsperren im Einzugsgebiet der Elbe weisen mit einem Stauraum von 1555 Millionen Kubikmeter

Abb. 8.2: Große Talsperren im Einzugsgebiet der Elbe mit einem Stauraum von mehr als 15 Millionen Kubikmeter und Talsperren mit einem Stauraum unter 15 Millionen Kubikmeter, aber mit einem gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum über 3 Millionen Kubikmeter (IKSE, M. Simon)

deutlich weniger Stauraum auf als die der Moldau. Die großen Talsperren in der Saale bei Bleiloch mit 212,9 Millionen Kubikmeter (1932) und Hohenwarte mit 181 Millionen Kubikmeter (1941) sind berücksichtigt. Die angegebenen Werte für die Stauräume wurden mit Stand 2011 ermittelt. Alle Talsperren mit einem Stauraum ab 0,30 Millionen Kubikmeter wurden einbezogen (Abb. 8.2 mit Tabelle). Beeindruckend ist, dass zwischen dem 9. August 1990 (Wasserstand von 69 Zentimeter mit einem Abfluss von 183 Kubikmeter/Sekunde) und dem 2. Oktober 2009 (Wasserstand von 74 Zentimeter mit einem Abfluss von 194 Kubikmeter/Sekunde) ganze acht Jahre lang die niedrigsten Jahreswasserstände am Pegel Magdeburg-Strombrücke unter 80 Zentimeter

(204 Kubikmeter/Sekunde) lagen. Die Abflüsse waren aber immer über 179 Kubikmeter/Sekunde (niedrigster Wert am 14. August 2003 bei einem Wasserstand von 67 Zentimeter – Abb. 8.3). Die Tendenz der zunehmend extremen Niedrigwasserereignisse wurde durch die Niedrigwasserperioden vom August 2015 und September 2016 bestätigt.

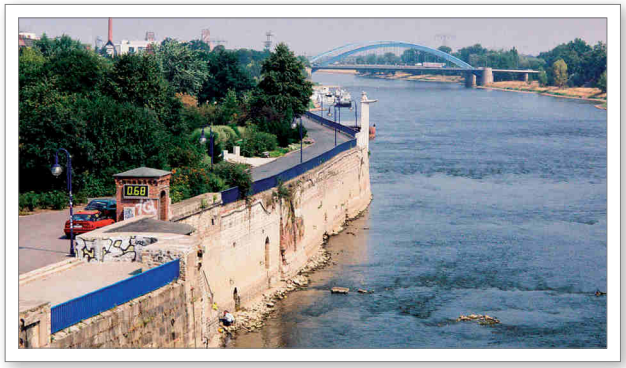


Abb. 8.3: Elbe im Bereich des Pegels Magdeburg-Strombrücke am 13. August 2003 bei einem Wasserstand von 68 Zentimeter. Der niedrigste Wasserstand lag am 14. August 2003 bei 67 Zentimeter (179 Kubikmeter/Sekunde) – Foto: M. Simon

Der langjährige mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) der Elbe in der Jahresreihe 1961 bis 2005 beträgt in Dresden 118 Kubikmeter/Sekunde, in Lutherstadt Wittenberg 138 Kubikmeter/Sekunde, in Magdeburg 235 Kubikmeter/Sekunde und in Wittenberge 297 Kubikmeter/Sekunde.

8.2 Das Extremniedrigwasser vom August 2015

Dem Trend der seit 1990 immer häufiger auftretenden Zeiträume mit niedrigen Wasserständen und Abflüssen folgend, reiht sich das Niedrigwasser vom August 2015 ein. Es war aber ein extremes Niedrigwasser, das sich mit einem Tagesmittelwert von 51 Zentimeter und einem Abfluss von 147 Kubikmeter/Sekunde am 14. August 2015 am Pegel Magdeburg-Strombrücke (Abb. 2.7 und 8.4) in der Niedrigwasserstatistik der Tab. 8.1 weit nach vorn in die Niedrigwasserereignisse der 1950er Jahre eingeordnet hat.

Hauptursache für das extreme Niedrigwasser vom August 2015 waren die geringen Niederschläge im Einzugsgebiet der Elbe ab November 2014. Während nur der Januar 2015 übernormal hohe Niederschläge

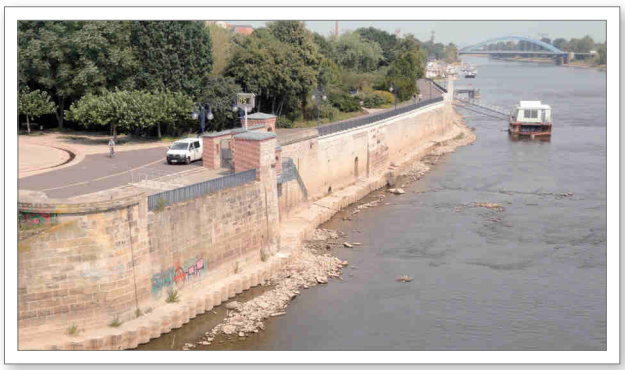


Abb. 8.4: Elbe im Bereich des Pegels Magdeburg-Strombrücke am 14. August 2015 bei einem Wasserstand von 51 Zentimeter und einem Abfluss von 147 Kubikmeter/Sekunde (Foto: M. Simon)

brachte, führte das Ausbleiben großflächiger und nachhaltiger Niederschläge in den übrigen Monaten im Einzugsgebiet der Elbe auf tschechischem und deutschem Gebiet zu hohen Niederschlagsdefiziten mit stetigem Rückgang der Wasserstände und Abflüsse. Allein die vom November 2014 bis Juli 2015 aufsummierten Niederschläge brachten im Einzugsgebiet der Elbe bis einschließlich der Saale ein Niederschlagsdefizit von 135 Millimeter im Vergleich zu der Normalperiode 1981/2010. Hinzu kam noch die enorme Verdunstung bedingt durch hohe Lufttemperaturen. Die dadurch seit April 2015 stetig abnehmende Wasserführung der Elbe führte somit im August 2015 zu dem extremen Niedrigwasser mit den zuvor angegebenen Werten.

Obwohl die festgelegten Mindestabgaben aus der Talsperre Vrane, der untersten Talsperre der Moldaukaskade, mit 40 Kubikmeter/Sekunde und aus der Talsperre Nechranice in der Eger mit 8 Kubikmeter/Sekunde durchgehend eingehalten wurden, führten die geringen Niederschläge bereits auf dem tschechischen Gebiet dazu, dass an der Staatsgrenze zu Deutschland am Pegel Schöna nur noch Abflüsse von 76 Kubikmeter/Sekunde auftraten. Die Abgaben aus den tschechischen Talsperren trugen also mehr als die Hälfte (63 Prozent) zum Abfluss im Grenzprofil bei. Derartige geringe Abflüsse waren letztmalig Anfang der 1960er Jahre aufgetreten als die große Talsperre Orlik in der Moldau eingestaut wurde. Die geringen Abflüsse sind auf dem tschechischen Gebiet auch daran zu erkennen, dass die Elbe (13 714 Quadratkilometer) bei ihrem Zusammenfluss mit der Moldau am 10. August 2015 nur einen Abfluss von 10 Kubikmeter/Sekunde hatte. Das mittlere Niedrigwasser an dieser Stelle liegt zum Vergleich bei 27,6 Kubikmeter/Sekunde. Auch die durchgängig geringen Niederschläge

im deutschen Einzugsgebiet der Elbe führten dann zu der extremen Niedrigwasserlage an der Mittleren Elbe.

Auch wirken sich bei solchen Niedrigwasserabflüssen in gewissem Umfang noch die Negativwirkungen durch die Stilllegung von Braunkohlentagebauen und die entstandenen Tagebauseen auf das Abflussgeschehen aus. Durch Rückgang der in die Gewässer abgeleiteten Sümpfungswässer infolge der Stilllegung und die erhöhte Verdunstung aus den großen Wasserflächen der entstandenen Tagebauseen entstand gegenüber dem Zeitraum vor 1990 ein merkbarer Rückgang des Abflusses. Das Sümpfungswasser entsteht aus der Grundwasserabsenkung zur Sicherung der Braunkohlenförderung. Diese Einleitung in die Gewässer wird mit der Stilllegung der Tagebaue eingestellt. In den Einzugsgebieten der Saale und Mulde, in denen das Mitteldeutsche Braunkohlenrevier liegt, reduzierte sich die in die Flüsse eingeleitete Sümpfungswassermenge durch die Stilllegung von 18 Braunkohlentagebauen im Zeitraum von 1989 bis 2004 im Jahresmittel von 457 Millionen Kubikmeter (14,5 Kubikmeter/Sekunde) im Jahre 1989 auf 175 Millionen Kubikmeter (5,55 Kubikmeter/Sekunde) im Jahre 1995 und auf 103 Millionen Kubikmeter (3,27 Kubikmeter/Sekunde) im Jahr 2008. Die Einleitung der 14,5 Kubikmeter/Sekunde Sümpfungswasser im Jahre 1989 erfolgte in die Flüsse Pleiße (1,7 Kubikmeter/Sekunde), Weiße Elster (4,0 Kubikmeter/Sekunde), Saale (1,6 Kubikmeter/Sekunde) und Mulde (7,2 Kubikmeter/Sekunde). Derzeit sind nur noch zwei Braunkohlentagebaue (Profen und Vereinigtes Schleenhain) im Saalegebiet in Betrieb, deren Sümpfungswässer aber zur Flutung anderer Tagebaue genutzt werden. Dadurch wird kein Sümpfungswasser mehr in frei fließende Gewässer eingeleitet. In das Einzugsgebiet der Elbe wurden 1989 noch Sümpfungswässer aus dem Einzugsgebiet der Schwarzen Elster (Lausitzer Revier) im Umfang von 4,9 Kubikmeter/Sekunde eingeleitet.

Die Flutung der Tagebaue dauert natürlich viele Jahre, sofern sie nicht zufällig durch Hochwasser geflutet werden. So wurde beispielsweise die Braunkohlenförderung im Tagebau Mücheln bei Merseburg 1993 eingestellt, die Flutung mit Überleitung von 2,3 Kubikmeter/Sekunde Wasser aus der Saale über eine 17,4 Kilometer lange Rohrleitung (NW 140 Zentimeter) begann 2003 und das Ende der Flutung war 2011. So entstand der Geiseltalsee. Er ist mit einer Wasserfläche von 18,5 Quadratkilometer der größte künstliche Binnensee Deutschlands. Der zweitgrößte See ist die Goitsche/Mulde mit 13,5 Quadratkilometer.

Insgesamt entsteht nach Abschluss der Flutung aller stillgelegter Braunkohlentagebaue in den Einzugsgebieten von Saale und Mulde eine Seenfläche von 116,7 Quadratkilometer. Diese neuen großen Wasserflächen verändern den Wasserhaushalt deutlich, da die Wasseroberflächenverdunstung höher liegt als die Verdunstung von Landflächen. Bedingt durch eine höhere Verdunstung in den wärmeren Monaten macht sich deshalb der Einfluss der Zusatzverdunstung besonders bei Niedrigwasser bemerkbar. Die Wiederherstellung eines vorbergbaulichen Zustandes des Wasserhaushaltes ist keinesfalls möglich.

Nach Ermittlung der BfG (3. Ergänzung zum BfG-Bericht Nr.1001 vom 16. Mai 1997) wird die zusätzliche Verdunstung von den Seenflächen nach abgeschlossener Tagebausanierung in den Flussgebieten Bode, Saale und Weiße Elster (78,2 Quadratkilometer) im Monat August 3,16 Kubikmeter/Sekunde betragen. Hinzu kommt noch die Verdunstung von den Wasserflächen der Tagebauseen im Einzugsgebiet der Mulde (38,5 Quadratkilometer), die im August bei 1,56 Kubikmeter/Sekunde liegt. Diese zusätzlichen Verdunstungsverluste, in der Summe von 4,72 Kubikmeter/Sekunde im Monat August, durch die Wasserflächen der Tagebauseen in den Einzugsgebieten von Saale und Mulde tragen zur weiteren Wasserspiegelabsenkung in der Elbe an den Pegeln Barby und Magdeburg-Strombrücke bei.

Durch Wegfall der in die Gewässer eingeleiteten 14,5 Kubikmeter/Sekunde Sümpfungswässer aus der Saale und der Mulde sowie von 4,9 Kubikmeter/Sekunde aus der Schwarzen Elster und durch die erhöhte Verdunstung von 4,7 Kubikmeter/Sekunde ergibt sich im Vergleich der Abflussverhältnisse von 1990 zum derzeitigen Zustand auf die Wasserstandsabflussbeziehung über dem mittleren Niedrigwasserabfluss bezogen am Pegels Barby/Elbe, unterhalb der Mündung der Saale, eine überschlägliche Wasserspiegelabsenkung von 13 Zentimeter und am Pegel Magdeburg-Strombrücke von 11 Zentimeter. Der Einfluss der stillgelegten Braunkohlentagebaue macht zwar durch den Rückgang der Sümpfungswässer und die erhöhte Verdunstung aus den neu entstandenen Wasserflächen

nur einen geringen Anteil an den Gesamtabflüssen aus, aber in Zeiten von extrem geringen Niederschlägen und den damit verbundenen Niedrigwasserabflüssen, wie im August 2015, macht sich das bemerkbar.

Auch das Niedrigwasser vom September 2016, bei dem am Pegel Magdeburg-Strombrücke am 2. September 2016 bei einem Wasserstand von 62 Zentimeter ein Abfluss von 173 Kubikmeter/Sekunde eintrat, reiht sich in den mittleren Teil der Tab. 8.1 ein. Mit derartigen Ereignissen werden wir in Zukunft häufiger rechnen müssen. Die Häufigkeit der Niedrigwasserperioden in den letzten Jahrzehnten und das Extremniedrigwasser vom August 2015 sind sicherlich hauptsächlich auf den eingetretenen Klimawandel zurückzuführen. Die negativen Auswirkungen durch Wegfall der Einleitung der Sümpfungswässer und der erhöhten Verdunstung aus den entstandenen Tagebauseen verstärken allerdings die Situation. Mit fortschreitendem Klimawandel und der zu erwartenden Umverteilung des Niederschlages vom Sommerhalbjahr in das Winterhalbjahr, kann es zukünftig zur weiteren Verschärfung der Niedrigwasserverhältnisse im Sommerhalbjahr kommen.

9. EISVERHÄLTNISSE DER ELBE

Die Elbe ist ein Fluss, der bei lang anhaltendem Frost schnell zur Bildung von Treibeis und Eisstand neigt. Für den deutschen Abschnitt der Elbe ist charakteristisch, dass die Eisbildung mit Treibeis einsetzt und bei viel Frost eine Verstärkung des Treibeises und ein Zusammenschieben der Eisschollen erfolgt – bis sich über die gesamte Flussbreite eine geschlossene Eisdecke gebildet hat. Das bezeichnet man als Eisstand, der immer eine Behinderung der Abflüsse bedeutet. Bei starkem Treibeis und Eisstand können auch keine Schiffe mehr fahren.

Der Eisstand begann immer in der Tideelbe oberhalb von Hamburg. Seit der Inbetriebnahme des Wehrs in Geesthacht im Jahr 1960 breitete er sich von dieser Stelle aus die Elbe aufwärts aus. Bis in das 20. Jahrhundert hi-

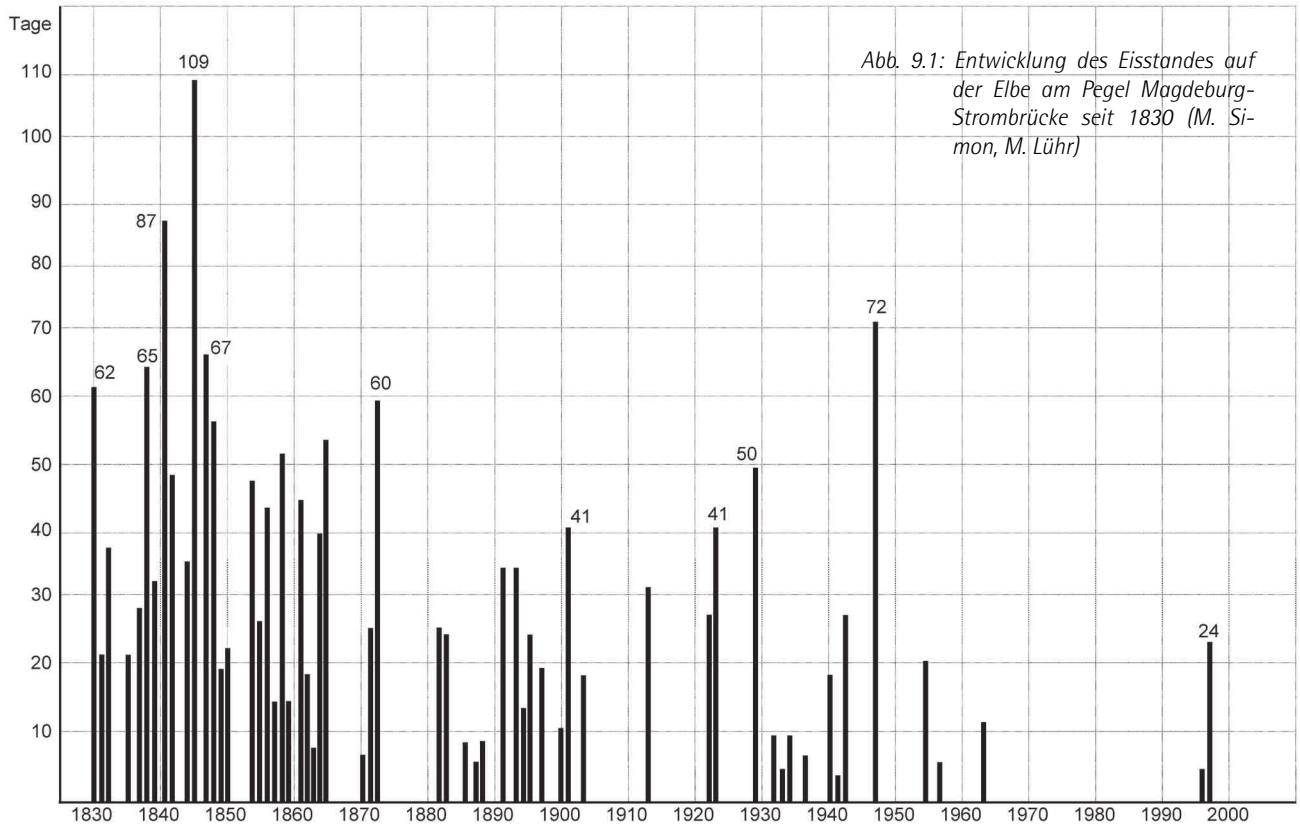


Abb. 9.1: Entwicklung des Eisstandes auf der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke seit 1830 (M. Simon, M. Lühr)

nein gab es Eisstand oft über die gesamte Strecke der deutschen Elbe bis in das tschechische Gebiet hinein, letztmalig im März 1963. In dem 70-jährigen Zeitraum von 1831 bis 1900 gab es am Pegel Magdeburg 42 Winter mit 1366 Tagen Eisstand. In sieben Wintern gab es mehr als 50 zusammenhängende Tage lang eine geschlossene Eisdecke. Ein Naturereignis, das mit der zunehmenden Industrialisierung und der damit verbundenen Einleitung warmer Abwässer nur noch selten vorkam. Häufigkeit und Dauer der Perioden mit geschlossener Eisdecke wurden nach 1900 immer weniger. So waren es in dem 70-jährigen Zeitraum von 1901 bis 1970 nur noch 19 Winter mit Eisstand an 410 Tagen und es gab nur noch zwei Winter, in denen an mehr als 50 zusammenhängenden Tagen Eisstand war. Eisverhältnisse mit sehr langen zusammenhängenden Tagen mit Eisstand traten im Stadtgebiet Magdeburg 1845 (109 Tage), 1841 (87 Tage) und 1947 (72 Tage) auf (Abb. 9.1).

Als zu Beginn der 1990er Jahre moderne Kläranlagen gebaut und große Industrieunternehmen und Kraftwerke stillgelegt wurden, sanken die Abwasserlast und die Erwärmung in der Elbe rapide ab. Dadurch wurde die Eisbildung in Frostperioden wieder begünstigt. Im Februar 1996 war die Elbe wieder von Geesthacht bis Magdeburg zugefroren. Ein Jahr später, im Januar 1997, gab es erstmals seit 1963 fast bis zur Saalemündung auf einer Länge von 307 Kilometer eine geschlossene Eisdecke. Am Pegel Magdeburg-Strombrücke wurden im Januar 1997 insgesamt 24 Tage mit Eisstand registriert (Abb. 9.1, 9.2 und 9.3).

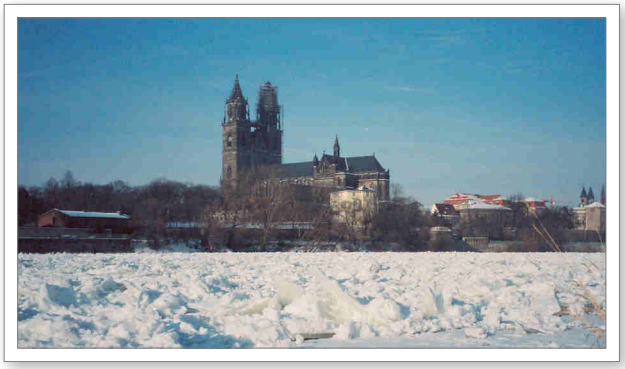


Abb. 9.2: Eisstand auf der Elbe in Magdeburg am 12. Januar 1997 (Foto: M. Simon)

Auch in den Januarmonaten der Jahre 2002, 2003, 2004, 2006, 2009, 2010 sowie im Februar 2012 war wieder häufiger Treibeis im Raum Magdeburg zu beobachten (Abb. 9.4 und 9.5). Wahrscheinlich durch den

Abb. 9.3: Eisstand auf der Elbe im Bereich der ehemaligen Wassergütemessstation Magdeburg-Westerhüsen (Elbe-Kilometer 318,1) am 22. Januar 1997 – Inbetriebnahme 1990, Außerbetriebnahme 2014 (Foto: M. Simon)

Einfluss des Klimawandels sind diese Ereignisse seit 2012 ausgeblieben. Durch natürlichen Aufbruch des Eisstands durch einsetzendes Tauwetter, einem sehr hohem Zufluss vom Oberstrom der Elbe oder durch künstlichen Eisaufbruch mit Eisbrechern entsteht Eisgang. Es ist das massenhafte Abschwimmen von Eis, das vorher bei Eisstand in Ruhe war. Das letzte Mal waren im Februar 1897 Eisbrecher zum Aufbrechen eines Eisstands auf der Elbe im Stadtgebiet Magdeburg im Einsatz. Indem sich Eisschollen bei Treibeis oder Eisgang über- und untereinander schieben, können teilweise mehrere Meter hohe Eisversetzungen entstehen. In der Phase des Eisstands kommt es oberhalb der geschlossenen Eisdecke zum starken Anstieg des Wasserstands, da der zugefrorene Fluss wie eine geschlossene Rohrleitung wirkt. Die Wasserstandserhöhungen infolge von Eisstand, ohne Anstieg der Abflussmengen der Elbe, betrugen zum Beispiel beim Eishochwasser im Dezember 1996 und im Januar 1997 am Pegel Magdeburg-Strombrücke 206 Zentimeter und im Februar 1996 insgesamt 73 Zentimeter. Den höchsten Wasseranstieg durch Eisverhältnisse gab es beim Hochwasser am 5. Februar 1862. Innerhalb eines Tages war der Wasserstand am Pegel Magdeburg-Stombrücke um 222 Zentimeter angestiegen.

Hochwasser mit starkem Eisgang, wie im Januar 2003 und Eisversetzungen sind Naturereignisse mit einem hohen Gefahrenpotenzial, denn das Verhalten des Eises ist oft unberechenbar. Eine besonders gefährliche Situation entsteht immer dann, wenn sich die Eisschollen auf die Deichkrone aufschieben und das gestaute Wasser die Deichkronen überströmt. Im schlimmsten Fall wird der Deich zerstört. Geschehen ist das unter anderem beim

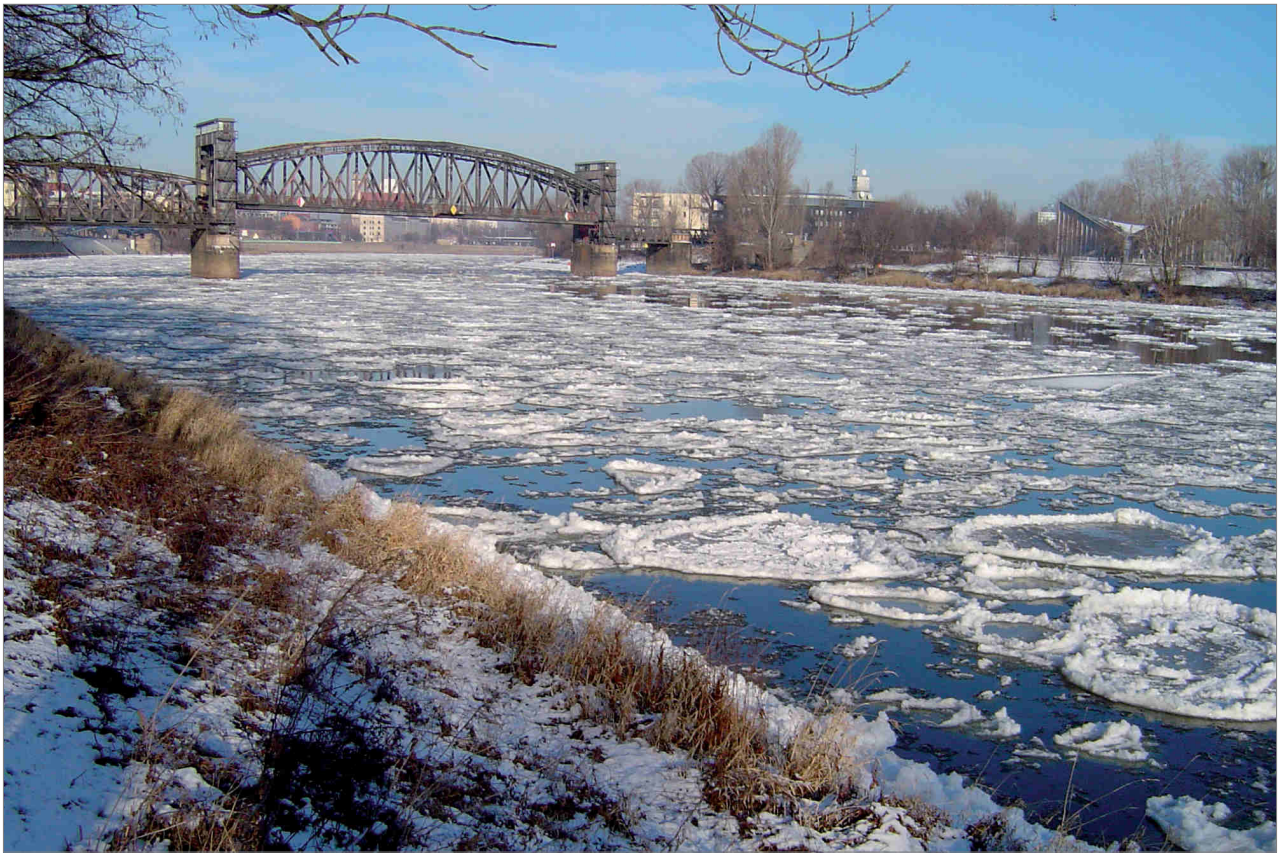


Abb. 9.4: Treibeis auf der Elbe im Bereich der Hubbrücke am 11. Januar 2009 (Foto: M. Simon)

Abb. 9.5: Treibeis auf der Elbe im Bereich der Kanalbrücke über die Elbe bei Hohenwarthe am 26. Januar 2006 (Foto: M. Simon)

Eishochwasser im Februar 1909 bei Berge (unterhalb Sandau) und im Februar 1941 bei Parey und Bittkau. Die scharfkantigen Eisschollen bei Eisgang können durch ihre Schäl- und Rammkraft zu großen Schäden an Deichen, Ufern und Bauwerken im und am Fluss führen. So kam es beim Hochwasser im Januar 2003 durch Eisschollen, resultierend aus dem Eisgang aus der Havel, unterhalb der Havelmündung in zahlreichen Bögen der Elbe infolge von Eisschälungen zu Schäden an den Deichböschungen mit massivem Volumenverlust im Deichkörper (Abb. 9.6).

Abb. 9.6: Deichschäden infolge des Eisganges beim Hochwasser im Januar 2003 am rechtsseitigen Elbedeich oberhalb von Müggendorf (Elbe-Kilometer 463,7) Foto: M. Simon

Viele ältere Magdeburger werden sich noch an die Eisverhältnisse auf der Elbe im Februar 1963 erinnern. Magdeburg wurde damals nur zu einem geringen Umfang mit Trinkwasser aus der Colbitz-Letzlinger Heide versorgt. Der Hauptanteil der Magdeburger erhielt das Trinkwasser vom Wasserwerk Buckau, das Elbewasser aufbereitete. Durch Niedrigwasser und Eisstand in der Elbe verschlechterte sich die Wasserqualität der Elbe infolge der Einleitung von phenolhaltigen Abwässern der Chemieindustrie in die Mulde und Saale so stark, dass eine Trinkwasserversorgung vom Wasserwerk Buckau, trotz starker Chlorung, nicht mehr gewährleistet werden konnte. Der Großteil der Magdeburger musste damals über Wasserwagen und aus Einzelbrunnen versorgt werden. Erst ab 1966 wurde Magdeburg vollständig an das neue Trinkwasserwerk in Colbitz angeschlossen und erhält seitdem Trinkwasser mit hoher Qualität aus der Heide.

10. DIE ÖKOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DER ELBE UND IHRER FLUSSTALAUEN

Die Elbe ist vom Wehr Střekov/Schreckenstein bei Ústí nad Labem/Aussig bis zum Wehr Geesthacht südlich von Hamburg auf einer Länge von 622,1 Kilometern ein frei fließender Fluss in einer seit Hunderten von Jahren entwickelten Kulturlandschaft. Die Elbe ist unmittelbarer Bestandteil der gleichnamigen Flusslandschaft und ist in den Flusstalauen eingebettet. Sie ist Lebensraum für eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen und spielt für die Wassernutzung sowie für die Freizeitgestaltung an, auf und in dem Fluss eine große Rolle. Die Elbe ist aber auch internationale Schifffahrtsstraße – und wird deshalb auch durch wasserbauliche Maßnahmen gestaltet. Vielfältige wasserbauliche und landnutzungsgeprägte Eingriffe sind in den letzten Jahrhunderten erfolgt. Vier Beispiele:

1. starke Einengung des Überflutungsraums des Elbetals durch Eindeichungen der Elbe und der Mündungsbereiche ihrer Nebenflüsse, verbunden mit häufiger Abtrennung von Altarmen
2. teilweise Laufregulierung der Elbe durch zahlreiche Durchstiche mit einer Laufverkürzung der Elbe um 48 Kilometer auf der Strecke von Mühlberg bis Kehnert
3. Festlegung des Elbebetts durch Uferbefestigungen (Deck- und Leitwerke) und Bau von Buhnen, insbesondere mit der Mittelwasserregulierung der Elbe ab 1844
4. teilweise intensive landwirtschaftliche Nutzung der Elbtalauen

Die Elbe wird im Vergleich zu anderen Flussauensystemen in Mitteleuropa als relativ naturnah eingestuft. Das hat sie auch den angrenzenden Talauen, vor allem an der Mittleren Elbe im Magdeburger Raum, zu verdanken. Deshalb wurden auch zahlreiche Gebiete entlang der Elbe als ökologische Schutzgebiete ausgewiesen (Abb. 10.1). Das Gebiet der Mittleren Elbe wird vor allem in Sachsen-Anhalt durch eine Vielzahl von Auenökosystemen charakterisiert. Diese bestehen aus

Abb. 10.1: Elbe bei Magdeburg-Prester mit Auenwald des Naturschutzgebietes „Kreuzhorst" (Foto: M. Simon)

Flussschlingen (Mäandern), Auenwaldresten (Hartholz- bzw. Weichholzauen), Flutrinnen, Randsenken, Altwässern, die entweder völlig von der Stromelbe abgeschnitten oder nur einseitig angebunden sind, aus wechselnden Sedimentablagerungen im Auenbereich und teilweise aus Qualmwasserbereichen hinter den Deichen (Abb. 10.2).

Von besonderer Bedeutung für den Arten- und Biotopenschutz sind auch die kleinflächig strukturierten Bereiche der Wasserflächen und der Verlandungsbereiche. Die Qualmwasserbereiche hinter den Deichen entlang der Elbe enthalten besondere floristische und faunistische Kleinodien. Das Mosaik aus Auenwäldern, Grünland der Flussauen und einer Vielzahl von Gewässern im Überflutungsgebiet bietet ideale Voraussetzungen für das Entstehen und den Erhalt von einzigartigen Tieren und Pflanzen und deren Symbiose. In den Vorländern, Flachwasserbereichen und Auenwäldern entlang der Elbe sind typische Stromtalbiotope noch weitgehend im Verbund erhalten geblieben. Die Ökosysteme funktionieren in weiten Teilen nach wie vor selbstregulierend und bieten einen Lebensraum für eine große Anzahl bedrohter Tier- und Pflanzenarten, die hier noch in repräsentativen Beständen anzutreffen sind. Als Rast- Ruhe- und Durchzugsgebiet für viele Vogelarten besitzen die Elbe und ihre Flussauen darüber hinaus eine überregionale Bedeutung. Die Elbe und ihre Talauen sind eine gesunde Mischung aus Natur- und Kulturlandschaft (Abb. 10.3).

An der Elbe gibt es auch noch eine vergleichsweise intakte Wasserstandsdynamik mit periodischen Überflutungen und durch an die Oberfläche tretendes Grundwasser. Wegen der häufigen Wechsel zwischen Vernässungs- und Austrocknungsphasen stellen die Auengebiete der Elbe deshalb in Bezug auf den Wasser- und Stoffhaushalt äußerst dynamische Systeme dar. Diese Flussdynamik und die reichhaltige Morphologie haben Strukturen geprägt, wie es sie in solch vielfältiger Ausstattung kaum an einem vergleichbaren, mitteleuropäischen Fließgewässer gibt.

Die Wasser- und Schifffahrtsämter in Dresden, Magdeburg und Lauenburg sind deshalb bei ihren Unterhaltungsmaßnahmen in der Flusssohle, an den Uferböschungen und an den Buhnen bestrebt, diesen besonderen Charakter der Elbelandschaft in en-

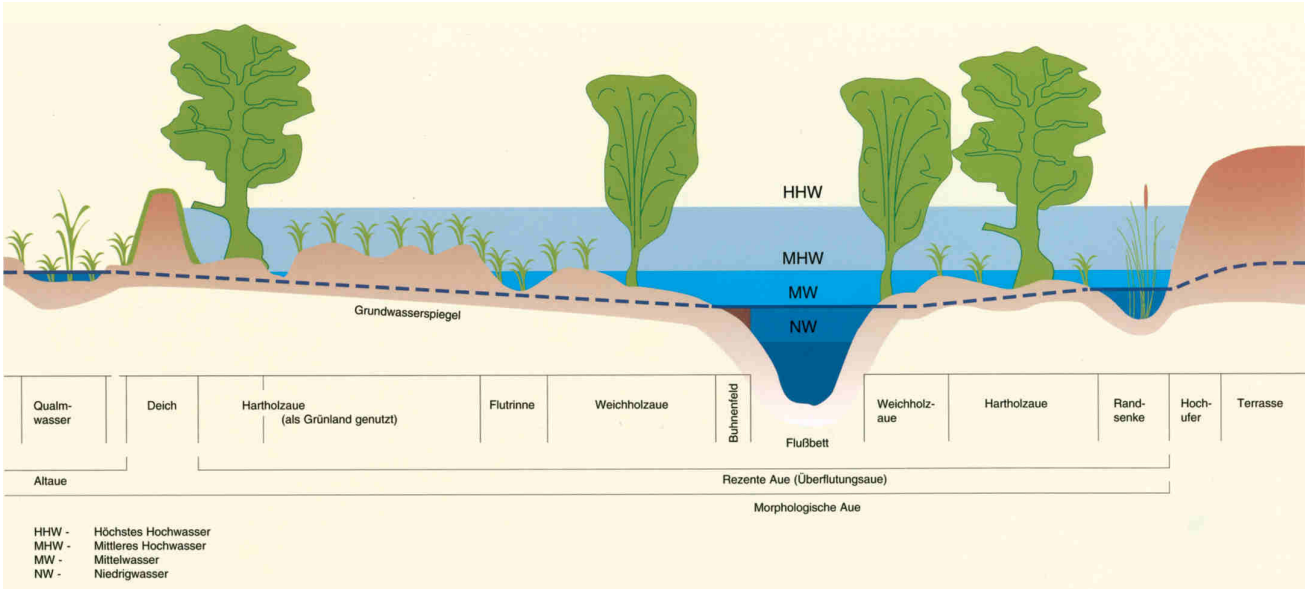


Abb. 10.2: Schematischer Querschnitt der Aue der Mittleren Elbe mit ihren morphologisch und ökologisch wichtigen Bereichen (WWF/IKSE)

Abb. 10.3: Mäandrierende Elbeoberhalb von Vockerode (Foto: M. Simon)

ger Zusammenarbeit und Abstimmung mit der Biosphärenreservatsverwaltung „Mittelelbe" bei Dessau und den unteren Wasserbehörden der Landkreise zu erhalten. In einigen Fällen ist die Interessenlage jedoch so unterschiedlich, dass es zu Konflikten kommt, die aber immer fachlich diskutiert und gelöst werden. Das wird und auch in Zukunft so sein.

In Auswertung der Hochwasser vom August 2002 und vom Juni 2013 sind durch den Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt an zahlreichen Standorten entlang der Elbe im Lande Deichrückverlegungen geplant und teilweise bereits umgesetzt worden. Erwähnenswert ist, dass es entlang der Elbe noch natürliche Überschwemmungsgebiete mit relativ großen Breiten gibt (siehe Kapitel 5).

Die Wasserbeschaffenheit der Elbe hat sich in den letzten 25 Jahren wesentlich verbessert. Dazu trugen zahlreiche Betriebsstilllegungen in den neuen Bundesländern Anfang der 1990er Jahre, der Bau neuer Kläranlagen sowie technologische Veränderungen in den Industriebetrieben bei. All das verbesserte die Wasserqualität der Elbe und ihrer Gewässer im Einzugsgebiet schrittweise. So wurde beispielsweise die für die Fische kritische Sauerstoffkonzentration von drei Milligramm/Liter seit 1993 nicht mehr unterschritten und liegt derzeitig im Mittel bei acht Milligramm/Liter. Die Jahresfrachten von Schwermetallen und organischen Stoffen wurden um 50 bis 90 Prozent reduziert. Die kontinuierliche Verbesserung der Wasserbeschaffenheit hatte auch eine deutliche Erhöhung der aquatischen Lebensgemeinschaften zur Folge. Zahlreiche Arten, die zu Zeiten stärkster Abwasserbelastung der Elbe nicht mehr vorhanden waren, besiedeln heute wieder die Elbe. Auch bei den Fischen ist eine deutliche Zunahme des Artenspektrums eingetreten. Während in der Mittleren Elbe in den 1980er Jahren nur 26 Arten lebten, konnten 2010 im Raum Magdeburg bereits 36 Arten von 41 potenziellen Fischarten ermittelt werden. Fische wie Lachs, Meerforelle und Wels sind längst wieder in der Elbe anzutreffen. Der „besorgniserregende Zustand" von einst gehört nun der Vergangenheit an. Zu erwähnen ist auch der ökologische Wert der Buhnenfelder, wie die Wasserfläche zwischen zwei Buhnen bezeichnet wird. Buhnen sind quer zur Fließrichtung liegende, dammartige Regelungsbauwerke. Sie wurden zur seitlichen Begrenzung des Abflussquerschnitts der Elbe und/oder zum Schutz des Ufers im Abstand von 60 bis 150 Meter errichtet. Buhnen wurden vorwiegend im Rahmen der Mittelwasserregulierung der Elbe von 1844 bis 1893 gebaut. 1869 gab es an dem deutschen Elbabschnitt bereits 5240 Buhnen, heute sind es rund 6900. Die Kronenhöhe der Buhnen wurde in der Regel auf den damals gültigen, langjährigen mittleren Wasserstand festgelegt. Dieser ist aber durch streckenweise Erosion der Elbesohle inzwischen abgesunken, weshalb die Kronenhöhe der Buhnen oft über dem derzeitigen Mittelwasserstand liegt. Die Buhnenfelder bieten mit ihren Wasserflächen auf Grund der örtlich erhöhten Strukturvielfalt durch unterschiedliche Wassertiefen, unterschiedliche Strömungsverhältnisse mit strömungsberuhigten Flachwasserbereichen und teilweise mit Stillwasserzonen sowie durch kurzzeitige inselartige Sandablagerungen günstige ökologische Bedingungen für viele Tier- und Pflanzenarten (Abb. 10.4).

Abb. 10.4: Buhnenfelder am rechten Ufer der Elbe bei Hohenwarthe bei einem Wasserstand von 50 Zentimeter unter Mittelwasser (Foto: M. Simon)

Bei der Unterhaltung von beschädigten Buhnen ist auch deshalb eine ökologisch orientierte Buhnengestaltung sinnvoll. Dazu gehören unter anderem die Herstellung einer Verbindung von Buhnenfeldern durch den Einbau von Durchlässen, eine örtliche Absenkung von Buhnenrücken unter Mittelwasser und eine Verbindung von Buhnen mit Längsbauwerken (Hakenbuhnen). In Uferbereichen, insbesondere in Buhnenfeldern, bei denen durch Bewuchs eine zuverlässige Standfestigkeit des Uferstreifens erreicht werden kann, sollte der Baum- und Strauchbestand erhalten bleiben. Auch kann in diesen Uferbereichen Totholz, wenn es kein Abflusshindernis für die Elbe darstellt, vor Ort verbleiben. Totholz an Gewässern bildet nicht nur eine natürliche Struktur, sondern ist auch Lebensraum für holzbewohnende Insektenarten und Unterstand für Fische (Abb. 10.5).

Abb. 10.5: Bewuchs am Ufer eines Buhnenfeldes und mit Totholz bei Magdeburg-Prester (Foto: M. Simon)

Die Darstellungen haben gezeigt, dass die Erhaltung der Elbe als Wasserstraße in ihrem Naturraum möglich und sinnvoll ist.

11. DIE BIOSPHÄRENRESERVATE AN DER ELBE

Die Elbe und ihre Auen haben für den Naturschutz in Mitteleuropa eine große Bedeutung. Im Gegensatz zu anderen europäischen Flüssen weisen die Elbe und ihre angrenzenden Flusstalauen hinsichtlich ihrer Struktur zahlreiche Abschnitte mit weitgehender Naturnähe auf. Der Schutz, die Erhaltung und die Verbesserung der ökologischen Verhältnisse entlang der Elbe waren deshalb schon seit Jahrzehnten das Bestreben der Elbanlieger. Dies war auch ein herausragendes Ziel der im Jahre 1990 gebildeten Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) mit Sitz in Magdeburg. Durch kontinuierliche Unterschutzstellung zahlreicher Gebiete in den Flusstalauen als Landschaftsschutzgebiete, Naturschutzgebiete und Nationalparke konnte erreicht werden, dass in Deutschland die an der Elbe anliegenden Auen auf fast 90 Prozent der Elbestrecken ein- oder beidseitig in Schutzgebieten unterschiedlichen Schutzgrades liegen.

Auf dem Gebiet des heutigen Sachsen-Anhalt wurde beispielsweise 1961 oberhalb der Saalemündung das Naturschutzgebiet „Steckby-Lödderitzer Forst" mit einer Fläche von 21 Quadratkilometer gebildet. Dieses wurde nach dem Programm „Mensch und Biosphäre"

Abb. 11.1: Elbe mit den beidseitigen Auenwäldern im Bereich des Totalreservates des Naturschurzgebietes „Steckby-Lödderitzer Forst" (Foto: M. Simon)

Abb. 11.2: Lage des Biosphärenreservates „Flusslandschaft Elbe" (BR Mittelelbe)

(MAB) der UNESCO 1979 als Biosphärenreservat „Steckby-Lödderitzer Forst", etwas vergrößert mit einer Fläche von 38,5 Quadratkilometer, anerkannt. Dieses Biosphärenreservat und das ebenfalls 1979 bestätigte Reservat „Vessertal-Thüringer Wald" waren die ersten Biosphärenreservate in Deutschland. 1988 wurde das Biosphärenreservat „Steckby-Lödderitzer Forst" um die „Dessau-Wörlitzer Kulturlandschaft" erweitert und es entstand das Biosphärenreservat „Mittlere Elbe", das 175 Quadratkilometer groß ist. Dieses wurde 1990 durch die Einbeziehung weiterer Bereiche der Auenlandschaft der Elbe zwischen Coswig und der Mündung der Saale in die Elbe auf 430 Quadratkilometer vergrößert. Hier befinden sich auch von der Mulde- bis zur Saalemündung mit 117,4 Quadratkilometer die größten zusammenhängenden Auenwaldkomplexe Mitteleuropas (Abb. 11.1).

Im Dezember 1997 erfolgte durch die UNESCO wegen der außerordentlichen ökologischen Bedeutung der Elbetalauen die Anerkennung eines länderübergreifenden Biosphärenreservats „Flusslandschaft Elbe". Dieses Großschutzgebiet erstreckt sich von Sachsen-Anhalt

über Niedersachsen, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern bis nach Schleswig-Holstein. Es umfasst auf einer Elbelänge von 394 Kilometern eine Fläche von 3428 Quadratkilometer. Mit diesem Großschutzgebiet, in das alle bis dahin unter Schutz gestellten Gebiete einbezogen wurden, entstand das größte Biosphärenreservat an einem mitteleuropäischen Strom (Abb. 11.2). An dem Zustandekommen dieses großen Schutzgebietes hat auch die IKSE einen wesentlichen Anteil.

Sachsen-Anhalt ist mit seiner gesamten Elbelänge von 300,1 Flusskilometern an dem Biosphärenreservat „Flusslandschaft Elbe" mit einer Fläche von 1255 Quadratkilometer in den Talauen der Elbe beteiligt. Der Anteil Sachsen-Anhalts an dem Großschutzgebiet wird als Biosphärenreservat „Mittelelbe" bezeichnet. Im Bereich Magdeburg gehören die Elbtalauen vorwiegend rechtsseitig der Elbe bis hinter den Elbeumflutkanal zum Biosphärenreservat. Darin einbezogen sind das Naturschutzgebiet „Kreuzhorst" oberhalb Prester, der obere Teil des Rotehornpaks (Abb.11.3) und das Landschaftsschutzgebiet „Zuwachs-Külzauer Forst" unterhalb vom Herrenkrug. Nicht einbezogen sind die bebauten Gebiete von Prester, Cracau, Brückfeld und Berliner Chaussee.

Abb. 11.3: Elbe im Stadtgebiet Magdeburg oberhalb der Gaststätte „Mückenwirt" mit dem oberen Teil des Rotehornparks (links) und dem Uferbereich bei Prester (im Hintergrund) – Foto: M. Simon

Das Biosphärenreservat „Flusslandschaft Elbe" ist eine internationale Schutzkategorie des Programms MAB der UNESCO. Es handelt sich dabei um ein großflächiges Schutzgebiet mit mehreren Zonen von verschiedener Schutzqualität (Kernzone, Pflegezone, Entwicklungszone). Biosphärenreservate sind teils genutzte Kulturlandschaften, sie dienen der Erhaltung und Wiederherstellung charakteristischer Lebensräume, der Forschung und Umweltbeobachtung, der Umweltbildung und der regionalen Entwicklung.

Naturnahe Flussniederungen wie die der Havel sind selten geworden in Mitteleuropa. Im Biosphärenreservat Mittelelbe stehen sie daher unter besonderem Schutz, unter anderem durch das europäische Schutzsystem Natura 2000. Intakte Auen sind auch Anziehungspunkt für den naturverbundenen Tourismus. Das neue, 2015 im Rahmen der Bundesgartenschau „Havelregion" eröffnete „Haus der Flüsse", das als Natura 2000-Informationszentrum des Biosphärenreservats „Mittelelbe" dient, bringt Besuchern die sensible und interessante Thematik der Flüsse und Auen näher. Das „Haus der Flüsse" befindet sich in der Hansestadt Havelberg (Abb. 11.4).

Abb. 11.4: Das 2015 in Havelberg eröffnete Informationszentrum „Haus der Flüsse" (Archiv der Biosphärenreservatsverwaltung Mittelelbe, Foto: M. Pannach)

Das mit multimedialer Technik eingerichtete Haus bietet dem Besucher fantastische Möglichkeiten, die Natur zu entdecken und zu erleben. Virtuelle „Nasse Füße" gibt es auf einem im LED-Fußboden strömenden Flusslauf. Mit einem fahrbaren Monitor kann das Leben der Aue entdeckt werden. Flug und Laute heimischer Fledermäuse sind im Dunkelraum zu sehen und zu hören. Im virtuellen Aquarium lassen sich Fische beobachten. Das funktionale Außengelände inszeniert eine Flussaue auf engstem Raum. Von den sandigen Ufern der Havel führt der Weg durch die von Weichhölzern bewachsenen Wiesen, hin zu höher gelegenen Bereichen, in denen Baumarten der Hartholzaue das Bild prägen. Themenstationen und ein Wasserspielplatz laden zu spielerischen Erkundungen der Aue ein. Die Bundesgartenschau 2015 in der Havelregion war ein sehr passender Rahmen, um

ein Natura 2000-Informationszentrum zu eröffnen. Als überregionaler Besuchermagnet war sie Anlass und Beitrag, Ziele und Dringlichkeit des europäisch koordinierten Naturschutzes, frei von Ländergrenzen, zu vielen Menschen zu transportieren und sie zu begeistern für die Vielfalt der Naturschätze in Deutschland. Dies sind hier insbesondere die naturnahen Flüsse und Flussauen im UNESCO-Biosphärenreservat „Mittelelbe". Rund die Hälfte der Natura 2000-Gebietsflächen in Sachsen-Anhalt liegen im Biosphärenreservat „Mittelelbe".

12. DER KLIMAWANDEL UND DESSEN MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN AUF DAS EINZUGSGEBIET DER ELBE

Auch durch den Menschen wird infolge des Ausstoßes klimaschädlicher Treibhausgase die Atmosphäre aufgeheizt. Der daraus entstehende Klimawandel mit nachfolgenden Wassernutzungskonflikten im Einzugsgebiet der Elbe ist Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen. Aus der Verknüpfung von Klimaszenarien und Wasserhaushaltsmodellen lassen sich potenzielle wasserwirtschaftliche Auswirkungen des Klimawandels ermitteln. Dies sind aber grundsätzlich keine Prognosen, sondern Projektionen, die von Szenarien der Klimaentwicklung ausgehen. Der Klimawandel und dessen mögliche Auswirkungen, besonders auf die Wasserwirtschaft, werden aber allseitig als Faktum anerkannt. Derzeitig gibt es eine relativ große Bandbreite bei den bisherigen Ergebnissen, je nachdem, von welchen Annahmen die jeweilige Forschungseinrichtung ausgeht. Als Beispiel sollen hier die Ergebnisse des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) vorgestellt werden.

Die Untersuchungen des PIK (Wechsung et al. 2005) zeigen, dass im deutschen Einzugsgebiet der Elbe die Temperaturen im Jahresmittel im Zeitraum 1951 bis 2003 um 1,2 Grad angestiegen sind und sich bis 2055 noch einmal um 2,1 Grad erhöhen werden. Die zu erwartenden Temperaturerhöhungen führen zur Steigerung der Wasserverdunstung aus Böden und Pflanzen und damit auch zur Minderung der Grundwasserneubildung. Bei den Niederschlägen wird in Zukunft eine weitere Umverteilung des Niederschlags vom hydrologischen Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) in das hydrologische Winterhalbjahr (November bis April) erwartet. Im Gebietsmittel ist mit einer Zunahme der Winterniederschläge bis 2055 gegenüber dem Zeitraum 1951 bis 2003 um bis zu zehn Millimeter im gesamten Einzugsgebiet der Elbe zu rechnen. Kleinere und mittlere winterliche Hochwasser werden damit häufiger im Winter auftreten (Abb. 12.1).

Abb. 12.1: Elbe beim Hochwasser am 6. April 2006 im Bereich des Pegels Magdeburg-Strombrücke bei einem Wasserstand von 620 Zentimeter (Foto: M. Simon)

Durch geringere Sommerniederschläge im deutschen Elbeeinzugsgebiet, im Gebietsmittel um 25 Millimeter weniger bis 2055, kommt es in Verbindung mit der höheren Verdunstung zur Reduzierung des ober- und unterirdischen Abflusses und somit zur Verschärfung der Niedrigwasserproblematik im Sommer. Dadurch entsteht ein geringeres Wasserdargebot mit Folgen für Natur, Landwirtschaft, Wassernutzung und auch für die Schifffahrt. Besonders betroffen sind dabei die schiffbaren Flüsse wie Elbe, Saale und Havel (Abb. 12.2).

Die Berechnungen des PIK gehen davon aus, dass Mitte des Jahrhunderts für eine wirtschaftlich sinnvolle Binnenschifffahrt in der Elbe die notwendigen Wassermengen häufiger als heute nicht erreicht werden. Das bedeutet, dass sich die Anzahl der Tage, an denen die Frachtschifffahrt wegen Niedrigwasser nicht möglich ist, erhöhen wird. Das trifft vor allem für den Elbabschnitt von der tschechischen Grenze bis Magdeburg zu, wo

Abb. 12.2: Elbe unterhalb der Hubbrücke im Bereich des Domfelsens während des Niedrigwassers am 12. August 2003 bei einem Wasserstand von 70 Zentimeter am Pegel Magdeburg-Strombrücke (Foto: M. Simon)

die Schiffe nicht über einen Elbeseitenkanal ausweichen können. Die Jahre 2003, 2006, 2008 und 2009 mit ihren Niedrigwasserereignissen werden als Beleg für diese Tendenz angesehen (Gewässerkundliche Jahrbücher). Das extreme Niedrigwasser vom August 2015 und das Niedrigwasser vom September 2016 haben diese Entwicklungstendenz erneut bestätigt. Zu teilweise etwas anderen Aussagen als die Untersuchungen des PIK kommen die Forschungsergebnisse des durchgeführten Forschungsprogramms „KLIWAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland". In Zusammenarbeit der Bundesanstalt für Gewässerkunde, des Deutschen Wetterdienstes, der Bundesanstalt für Wasserbau und des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie sowie der Einbeziehung einer Vielzahl von Kooperationspartnern und Auftragsnehmern wurde das Forschungsprogramm KLIWAS in den Jahren 2009 bis 2013 durchgeführt (BMVI, 2015). Auslöser für die Forschungsaktivitäten war das Erfordernis, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässersysteme in Deutschland und damit auf den Verkehrsträger Schiff/Wasserstraße wissenschaftlich belastbar zu erfassen. Durch die teilweise Nutzung anderer Klimaszenarien und Wasserhaushaltsmodelle sowie die Verwendung anderer Referenzzeiträume (PIK – 1951 bis 2003, KLIWAS – 1961 bis 1990) sind die Differenzen im Ergebnis beider Forschungsprogramme zu erklären.

In dem Abschlussbericht des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) von 2015 zu dem KLIWAS-Forschungsprogramm sind für das Flussgebiet Elbe im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961 bis 1990 nachstehende Aussagen enthalten:

Nahe Zukunft (2021 bis 2050)

Für die nahe Zukunft kann die mittlere Tagestemperatur im Sommer bis zu 2 Grad und im Winter bis zu 3 Grad ansteigen. Bei den Niederschlägen sind keine eindeutigen Trends der Niederschlagsänderung erkennbar. Die Projektionen für die mittleren Abflüsse tendieren im hydrologischen Sommerhalbjahr im Vergleich zum Referenzzeitraum mit Werten zwischen minus 15 und plus 5 Prozent insgesamt zu leicht trockneren Verhältnissen, während die Werte für das hydrologische Winterhalbjahr mit minus 10 bis plus 10 Prozent sich ebenso wie im Jahresmittel indifferent zeigen. Für Niedrigwasserabflüsse ergibt sich für das Einzugsgebiet der Elbe für die nahe Zukunft je nach Pegel mit Werten von minus 10 bis plus 20 Prozenz ein indifferentes Bild.

Ferne Zukunft (2071 bis 2100)

Die mittleren Tagestemperaturen werden weiter steigen. Bei den Niederschlägen zeichnen sich für die ferne Zukunft im Flussgebiet der Elbe deutliche Trends ab. Die Projektionen zu den Niederschlägen zeigen für diesen Zeitraum eine Abnahme im Sommer und eine Zunahme im Winter an. Die Projektionen der mittleren Abflüsse des gesamten Jahres und des Sommerhalbjahres zeigen für das Elbegebiet in der fernen Zukunft im Vergleich zum Referenzzeitraum eine überwiegend abnehmende Tendenz im Bereich von minus 30 bis plus 10 Prozent. Für das Winterhalbjahr vergrößert sich die Bandbreite auf Werte zwischen minus 30 und plus 15 Prozent. Bei den Niedrigwasserabflüssen liegen diese Grenzen in der fernen Zukunft zwischen minus 35 und plus 10 Prozent, wodurch sich teilweise deutliche Zunahmen der Anzahl von Unterschreitungstagen mit kritischen Wasserständen für die Schifffahrt ergeben. Wie am Rhein gilt auch an der Elbe, dass Niedrigwassersituationen auf Grund ihrer relativ langen Andauer für die Binnenschifffahrt relevanter sind als Hochwasserereignisse. Zu bemerken wäre noch, dass der Einfluss der Steuerung der Talsperren im tschechischen und deutschen Einzugsgebiet der Elbe und die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen der Braunkohlentagebaue auf die Abflussmengen der Elbe die Analyse der klimabedingten Veränderungen erschweren.

Erstmals haben auch Forscher im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Volksstimme vom

27. November 2015) Wetteraufzeichnungen von 380 Messstationen in Sachsen-Anhalt über den Zeitraum 1951 bis 2014 ausgewertet. Im Ergebnis konnten sie feststellen, dass der Klimawandel eine Tatsache ist und auch in Sachsen-Anhalt bereits in vollem Gange ist. Die Höchsttemperaturwerte sind im Zeitraum 1951 bis 2014 um 1,5 bis 2 Grad gestiegen, die Tiefsttemperaturwerte nahmen um 1 bis 1,5 Grad zu. Die Zahl der Sommertage mit mehr als 25 Grad erhöhte sich um 10 bis 15 Tage. Es gibt zwar keinen deutlichen Trend der mittleren Jahresniederschlagsmengen, aber eine Abnahme der Niederschläge im Sommer und eine Zunahme der Niederschläge im Winter ist sichtbar. In der Hauptwachstumsperiode von April bis Juni ging die Niederschlagsmenge teilweise bis zu 25 Prozent zurück. In diesem Zusammenhang wird auf zwei für das Land Sachsen-Anhalt im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt angefertigte Studien zum Klimawandel verwiesen. Es handelt sich um die Vulnerabilitätsstudie 2009 und die Klimafolgenstudie 2012. Beide Studien wurden durch den Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt fachlich begleitet und sind in den Berichten des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 2013 enthalten (02/03 2013 und 04/09 2013).

In der Vulnerabilitätsstudie (Kropp et al. 2009) wurden die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf verschiedenen Sektoren Sachsen-Anhalts untersucht. Hierfür wurden die Klimamodelle WETTREG und REMO sowie die Klimaszenarien A2, B1 und A1B verwandt, um die Spannbreite der Ergebnisse sichtbar zu machen. Die Reihe 1961 bis 1990 bildet den Referenzzeitraum, die Projektionszeiträume sind 2011 bis 2040, 2041 bis 2070 und 2071 bis 2100. Die wichtigsten Kernaussagen zum Sektor Wasser sind, dass bereits Änderungen im Abflussregime der Elbe und deren Nebenflüsse beobachtet wurden. Dies zeigt sich in Sachsen-Anhalt durch eine Verschiebung der Abflussspitzen in das zeitige Frühjahr und durch weniger Abflüsse im Sommer.

Für die Elbe und ihre Nebenflüsse zeigen die Projektionen unter WETTREG-Klimaszenarien und anderen Studien, dass sich dieser Trend in Zukunft fortsetzen wird. Die Abnahme der Abflüsse in der Elbe und Saale in den Sommermonaten könnte in den nächsten Jahrzehnten besonders ausgeprägt sein. Unter REMO-Klimaszenarien erhöht sich ebenfalls der Abfluss im Winter. Im Sommer verändert er sich allerdings wenig oder nimmt noch zu. Trotz einer insgesamt zu erwartenden Zunahme an Niederschlägen im Winter können aufgrund der starken Erhöhung der Verdunstung in weiten Regionen Abfluss und Grundwasserneubildung deutlich abnehmen. Dies trifft besonders im Lee der Mittelgebirge wie dem Harz zu, wo die Niederschläge einen abnehmenden Trend zeigen. Unter REMO-Klimaszenarien steigen die Niederschläge teilweise deutlich, unter diesen Bedingungen kann auch die Grundwasserneubildung in weiten Teilen Sachsen-Anhalts steigen.

Die Entwicklung der Hochwasser ist sehr unsicher, allerdings gibt es Anzeichen, dass die kleinen und mittleren Hochwasser häufiger auftreten können. Für extreme Hochwasser kann keine Aussage getroffen werden. In der Klimafolgenstudie (Kreienkamp et al. 2011) ging es zentral um die Bewertung der Folgen des Klimawandels in der Region als Basis für die Entwicklung von Strategien zur Anpassung an den Klimawandel. In einem weiteren Teilprojekt, Los 1.3 (Wasser), wurden die Wasserhaushaltsgrößen reale Verdunstung, Gesamtabfluss und Versickerung/ Grundwasserneubildung ausgewertet wie auch die Abflüsse im Gewässersystem analysiert, bezogen auf den Referenzzustand 1971 bis 2000 und die Zukunftszeiträume 2011 bis 2040, 2041 bis 2070 und 2071 bis 2100. Der Schwerpunkt lag auf den Änderungen gegenüber dem Referenzzustand (Pfützner et al. 2012).

Basierend auf dem Klimamodell WETTREG (Version 2010) und dem Emissionsszenario A1B nimmt der Niederschlag in der ersten Zukunftsperiode leicht zu, während er in der fernen Zukunft (2071 bis 2100) gegenüber dem Referenzzeitraum um 20 Prozent abnimmt. In Gebieten mit ausreichendem Wasserdargebot, beispielsweise in höheren Lagen des Harzes oder allgemein auf Wasserflächen und Grundwasser geprägten Standorten, nimmt die reale Verdunstung bis 2100 zu. Hingegen nimmt die reale Verdunstung in den mittleren und tieferen Höhenlagen, vor allem auf grundwasserfernen Flächen im Schwarzerdegürtel, zwischen 5 und 15 Prozent ab, weil das für die Verdunstung zur Verfügung stehende Wasser limitiert ist.

Bis zum Ende dieses Jahrhunderts wird eine sinkende (fallende) Grundwasserneubildung für grundwasserna-

he Gebiete Sachsen-Anhalts projiziert, beispielsweise für Niederungen und Auenbereiche. Hingegen kann unter Waldbeständen die Grundwasserneubildung sogar ansteigen. Im Harz und dem Harzvorland werden kaum Veränderungen bei der Grundwasserneubildung erwartet. Der Gesamtabfluss verringert sich insbesondere in der zweiten und dritten Zukunftsperiode. Besonders ausgeprägt ist diese Entwicklung im Harz sowie in den Gebieten Altmark und Elbtal, während in den mittleren Höhen die Verringerung des Gesamtabflusses weniger deutlich ausfällt (Pfützner et al. 2012). Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass es aber auch je nach Szenario teilweise unterschiedliche Aussagen zur zukünftigen Entwicklung des Wasserdargebotes bis 2055 gibt. Einige Simulationsmodelle gehen davon aus, dass die Abnahme der Wassermenge im Sommer nicht so dramatisch eintreten wird. Da aber langfristig eine Zunahme von Niedrigwasserperioden und Hochwasserereignissen erwartet wird, sind weitere Forschungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse im Einzugsgebiet der Elbe bei Vorliegen neuer klimatischer Eingangsdaten erforderlich sowie die Erfassung und Auswertung der Entwicklung der Abflussverhältnisse fortzusetzen.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BAW – Bundesanstalt für Wasserbau

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde

BR – Biosphärenreservat

ČHMÚ – Český hydrometeorolický ústav (Tschechisches Hydrometeorologisches Institut)

DWD - Deutscher Wetterdienst

FB – Flussbereich

IKSE – Internationale Kommission zum Schutz der Elbe

MAB – Man and the Biosphere Programme (Mensch und Biosphäre)

LHW – Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt

MQ – langjähriger mittlerer Abfluss

PIK – Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e. V.

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

WSA – Wasser- und Schifffahrtsamt

WSD Ost – Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost

m ü. NN – Meter über Normal Null

LITERATURVERZEICHNIS

Alexy, M.; Faulhaber, P. (2011): Hydraulische Wirkung der Deichrückverlegung Lenzen an der Elbe. Wasserwirtschaft, Heft 12, S. 17-22.

Bundesanstalt für Gewässerkunde (1997): Variantenberechnung mit dem Großraummodell Saale unter Berücksichtigung der Veränderungen der Verdunstung der Braunkohlentagebaue, 3. Ergänzung zum BfG-Bericht Nr. 1001 – GRM Saale – Kurzbeschreibung.

Bundesanstalt für Gewässerkunde (2014): Das Hochwasserextrem des Jahres 2013 in Deutschland, Dokumentation und Analyse, BfG-Mitteilungen Nr. 31.

Bundesanstalt für Gewässerkunde (2015): Niedrigwasser greift um sich, BfG-Bericht vom 11. August 2015.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015): KLIWAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland. Abschlussbericht des BMVI – fachliche Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen des Forschungsprogramms KLIWAS.

Elbstrombauverwaltung Magdeburg (1891): Graphische Darstellung verschiedener Hochwasser an der Elbe seit 1845.

Elbstrombauverwaltung Magdeburg (1936): Mitteilungen der Elbstrombauverwaltung über die Stombauten, die Wasserstände und die Schifffahrtsverhältnisse im Elbegebiet für die Jahre 1926-1935.

Gewässerkundliche Jahrbücher: 1895, 1920, 1936, 1970, 1988, 2002, 2003, 2006 und 2008.

Henning, B.; Jüppner, R. (2015): Deichbruch Fischbeck – zwei Jahre danach, Wasser und Abfall, Heft 11, S. 15-19.

IKSE- Internationale Kommission zum Schutz der Elbe - (2001): Bestandsaufnahme des vorhandenen Hochwasserschutzniveaus im Einzugsgebiet der Elbe.

IKSE (2004): Dokumentation des Hochwassers vom August 2002 im Einzugsgebiet der Elbe.

IKSE (2005): Die Elbe und ihr Einzugsgebiet – ein geographisch-hydrologischer und wasserwirtschaftlicher Überblick. Publikation von 258 Seiten.

IKSE (2007): Hydrologische Auswertung des Frühjahrshochwassers 2006 im Einzugsgebiet der Elbe.

IKSE (2012): Abschlussbericht über die Erfüllung des „Aktionsplans Hochwasserschutz Elbe" im Zeitraum 2003-2011.

IKSE (2014): Hydrologische Auswertung des Hochwassers vom Juni 2013 im Einzugsgebiet der Elbe.

Kirsch, F.; Pohl, R. (2011): Modellierung historischer Abflussverhältnisse für die Hochwasserprognose. Wasserwirtschaft, Heft 3, S. 14-19.

Kreienkamp, A.; Spekat, A.; Enke, W. (2011): Durchführung einer Untersuchung zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt. Bericht, Los 1.1 und 1.2. Climate and Environment Consulting Potsdam GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle (Saale).

Kropp, J. et al. (2009): Klimawandel in Sachsen-Anhalt – Verletzlichkeiten gegenüber den Folgen des Klimawandels. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK).

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (2006, 2010, 2011): Hydrologische Monatsberichte von einzelnen Monaten der angegebenen Jahre.

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (2014): Bericht über das Hochwasser im Juni 2013 in Sachsen-Anhalt.

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (2016): Umsetzungskonzept zur Realisierung potenzieller Standorte für Hochwasserpolder und Deichrückverlegungen im Land Sachsen-Anhalt (Kurzfassung).

Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt (2010): Hochwasserschutzkonzeption des Landes Sachsen-Anhalt bis 2020.

Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt (2015): Hochwasserschutzkonzeption des Landes Sachsen-Anhalt bis 2020, Aktualisierung vom 1. Juli 2015.

Möbs, Dr. H.; Maul, Ch. (1994): Sanierung der Braunkohlengebiete in Mitteldeutschland und der Lausitz, Wasserwirtschaft-Wassertechnik, Heft 3, S. 12-18.

Müller, S. (2016): Modellhafte Nachbildung des Deichbruches Fischbeck beim Hochwasser Juni 2013, Mitteilung Nr. 9 des Arbeitskreises Wasserwirtschaft am Institut für Umweltgeschichte und Regionalentwicklung e. V. an der Hochschule Neubrandenburg.

Pfützner, Dr. B.; Mährlein, M.; Schumann, Sc. A.; Hesse, P. (2012): Ergänzung zum Endbericht. Los 1.3 (Wasser). BAH Büro für Angewandte Hydrologie im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle (Saale).

Simon, M.; Kurik, P. (2006): Historische Entwicklung der Wasserstandsvorhersage an der Elbe. BfG-Mitteilung 2/2006, S. 5-17.

Simon, M. (2010): Untersuchungen zu anthropogenen Beeinträchtigungen der Wasserstände am Pegel Magdeburg-Strombrücke. PIK Report Nr. 118.

Simon, M. (2011): Teile 3,4,7,8,9,12,13 und 22 der Volksstimme-Serie „Magdeburg, die Elbe und die Schifffahrt".

Simon, M. (2012): Teile 69,70,74 und 75 der Volksstimme-Serie „Magdeburg, die Elbe und die Schifffahrt".

Simon, M.; Böhme, J. (2012): Historisch vereinbarte minimale mittlere Monatsabflüsse der Elbe im tschechisch-deutschen Grenzprofil bei Hrensko/Schöna, PIK Report Nr. 125.

Simon, M. (2012): Die Elbe im Raum Magdeburg, Darstellung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse, Broschüre des LHW.

Simon, M. (2013): Gebt den Flüssen mehr Raum !, Wasser und Abfall, Heft 11, S. 15-18.

Schmidt, R. (2016): Deichbau an der Elbe im Bundesland Brandenburg, einschließlich der Wirkung der Deichrückverlegung Lenzen, Mitteilung Nr. 9 des Arbeitskreises Wasserwirtschaft am Institut für Umweltgeschichte und Regionalentwicklung e. V. an der Hochschule Neubrandenburg.

Staatliches Amt für Umweltschutz, Magdeburg (2000): 125 Jahre Pretziener Wehr, 1875-2000. Geschichte und Gegenwart eines einzigartigen technischen Denkmals.

Tölle, L. (2011): Die Staustufe Magdeburg-Neustadt. Volksstimme-Serie „Magdeburg, die Elbe und die Schifffahrt", Teil 34 vom 11.06.2011.

Volksstimme (2015): Zwei Wochen mehr Sommer in Sachsen-Anhalt, Artikel vom 27.11.2015.

Wechsung, F.; Becker, A.; Gräfe, P. (2005): Auswirkungen des globalen Wandels auf Wasser, Umwelt und Gesellschaft im Elbegebiet. Weißensee Verlag, Berlin.

WSA -Wasser- und Schifffahrtsamt- Dresden (2011): Verschiedene Angaben zu historischen Wasserständen und Durchflüssen an den Pegeln der Elbe im Zuständigkeitsbereich des WSA.

WSA Magdeburg (2011): Verschiedene Angaben zu historischen Wasserständen und Durchflüssen an den Pegeln der Elbe im Zuständigkeitsbereich des WSA.

WSA Lauenburg (2011): Verschiedene Angaben zu historischen Wasserständen und Durchflüssen an den Pegeln der Elbe im Zuständigkeitsbereich des WSA.

Wolfram, E. (1936): Die Baugeschichte der Stadt und Festung Magdeburg. Magdeburger Kultur- und Wirtschaftsleben Nr. 10.

DER AUTOR

Ein Mann, ein Fluss - Diplomingenieur Manfred Simon

Das Berufsleben von Manfred Simon war entscheidend geprägt von den Städten Blankenburg, Dresden und Magdeburg - und von der Elbe. Dem Fluss gilt bis heute seine Begeisterung. Mit dieser Fachbroschüre erfüllte er sich einen weiteren Traum. Auf der Grundlage seines fundierten Wissens beschreibt er die Besonderheiten der Elbe in Sachsen-Anhalt.

Manfred Simon studierte an der Technischen Hochschule in Prag Bauingenieurwesen/Konstruktiven Wasserbau. Sein Arbeitsleben begann 1964 in der Wasserwirtschaftsdirektion Magdeburg. Zuerst war er in Magdeburg tätig und von 1965 bis 1975 in Blankenburg, wo er für das Einzugsgebiet des Flusses Bode zuständig war. Es folgten Jahre in der sächsischen Elbestadt Dresden, wo Manfred Simon von 1976 an in der dortigen Wasserwirtschaftsdirektion für den Bezirk Dresden arbeitete. An beiden Dienstorten kümmerte er sich engagiert unter anderem um die Instandhaltung und den Ausbau der ihm zugeordneten Flüsse und den Betrieb von wasserwirtschaftlichen Anlagen, insbesondere der Talsperren. Er war außerdem für Aufgaben in den Bereichen Hydrologie, Gewässeruntersuchung und Hochwasserschutz verantwortlich.

1982 kehrte er nach Magdeburg zurück. Bis zur deutschen Wiedervereinigung tat er das, worin er in den Jahren zuvor ein Fachmann und Routinier geworden war. Und sein Aufgabengebiet wuchs. Erstmals rückte in dieser Zeit die Elbe stärker in den Fokus seiner Arbeit. Manfred Simon kümmerte sich beispielsweise um deren Wasserbilanzierung und die Hochwasservorhersagen. Und die Elbe ließ ihn nicht mehr los. Zwischen 1991 und 2003 betreute er für die in Magdeburg ansässige Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) internationale Arbeitsgruppen, die sich mit Hydrologie, Hochwasserschutz, Abwasserbehandlung und Ökologie befassten.

2012 erschien sein erstes Werk über die Elbe. Mitte 2017 entschloss er sich, dieses zu aktualisieren. Für beide Publikationen sprach Manfred Simon mit Fachleuten und Zeitzeugen, sammelte akribisch Datensätze, archivierte sie und stellte sie in Tabellen und Grafiken dar. Er ordnete Bilder und sein Literaturverzeichnis wuchs und wuchs. Mit einigen seiner Wegbegleiter wertete Manfred Simon ausgewählte hydrologische und wasserbauliche Daten aus und diskutierte sie.

Entstanden ist ein beeindruckendes Nachschlagewerk in aktualisierter Auflage. Es hat die Elbe im Allgemeinen und die Elbe in Sachsen-Anhalt im Speziellen zum Thema. Für den Autor schließt sich damit der Kreis eines erfüllten, aufregenden Berufslebens am Elbufer.

DANKSAGUNG

Der Dank des Autors gilt einer Vielzahl von Dienststellen und Personen, die ihn bei der Bereitstellung von ausgewählten hydrologischen und wasserbaulichen Daten sowie von Karten, Fotos, Tabellen und Grafiken unterstützt haben. Ein besonderer Dank gilt:

Susanne Reinhardt und Guido Puhlmann von der Biosphärenreservatsverwaltung „Mittelelbe", Jörg Uwe Belz und Markus Promny von der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Petra Faulhaber von der Bundesanstalt für Wasserbau, Thomas Gabriel von der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (Außenstelle Ost, Magdeburg), Stefan Müller von der Hochschule Magdeburg-Stendal (Institut für Ökologie), Robert Schmidt vom Landesamt für Umwelt Brandenburg, Cornelia Lüdemann, Andrea Prüß (Halle), Christiana Mühlner (Halle), Gerd Dörre (Wittenberg/L.), Frank Goreczka und Andre Pasemann vom Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Ronald Günther vom Flussbereich Schönebeck, Karin Weipert und Hans-Jörg Steingraf vom Flussbereich Osterburg, Reinhard Kürschner vom Flussbereich Genthin, Jörg Priebe von der Planungsgesellschaft für Wasserbau & Wasserwirtschaft mbH, PROWA Neuruppin, Merit Lühr, Ines Hallmann und Petr Kuřík vom Sekretariat der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe sowie Kathrin Stoll und Ulf Möbius vom Wasser- und Schifffahrtsamt Magdeburg.

Besonderer Dank gilt auch der Vielzahl von Personen, die durch Bereitstellung von Fotos zur anschaulichen Darstellung des Textes beigetragen haben.