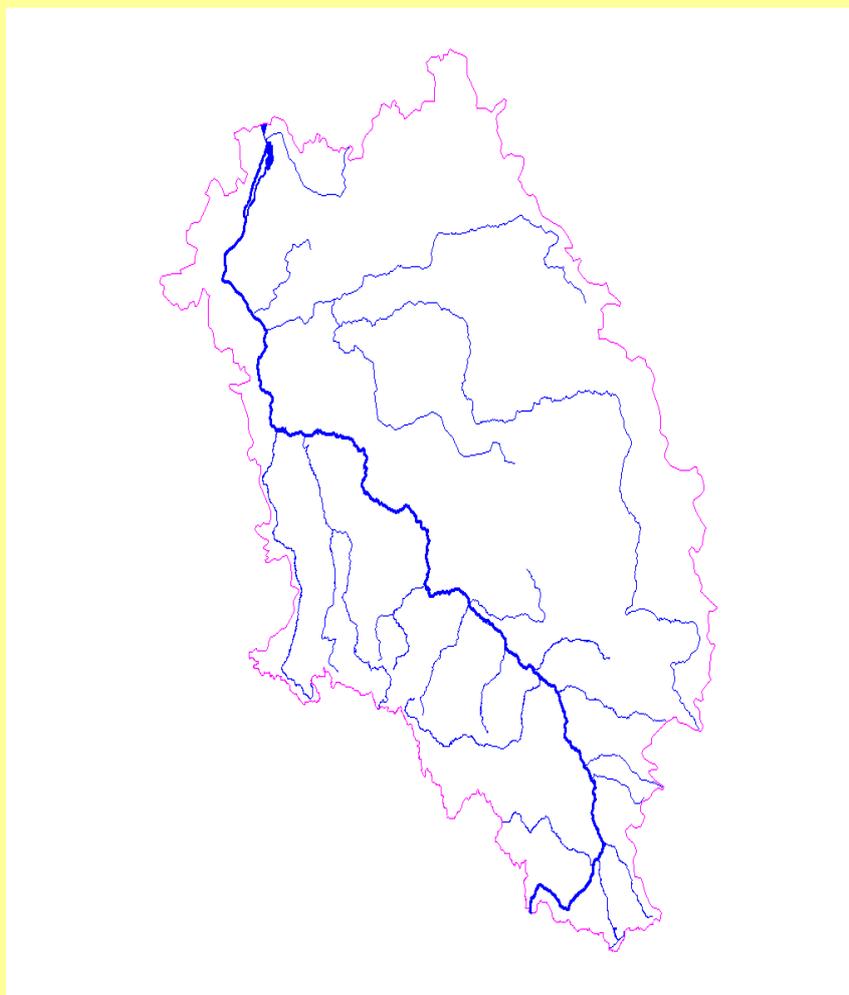


MEZINÁRODNÍ KOMISE PRO OCHRANU ODRY
MIĘDZYNARODOWA KOMISJA OCHRONY ODRY
INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DER ODER



DAS ODERHOCHWASSER 1997

Odra

Odra

Oder

Herausgeber : MIĘDZYNARODOWA KOMISJA OCHRONY ODRY
Ul.C.K.Norwida 34
50-375 Wrocław

Breslau 1999

Der Bericht wurde erarbeitet durch die Arbeitsgruppen Hochwasser und Außerordentliche Verunreinigungen unter Mitwirkung:

Český hydrometeorologický ústav
Povodí Odry a.s., Ostrava
Česká inspekce životního prostředí, oblastní inspektorát, Ostrava
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Główny Komitet Przeciwpowodziowy
Okręgowe Dyrekcje Gospodarki Wodnej w Gliwicach, Wrocławiu i Szczecinie
Urząd Szefa Obrony Cywilnej Kraju
Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska
Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu
Instytut Morski, Oddział w Szczecinie
Bundesanstalt für Gewässerkunde
Landesumweltamt Brandenburg

Vorwort

1	EINFÜHRUNG	8
2	DIE ODER UND IHR EINZUGSGEBIET	8
3	DIE METEOROLOGISCHEN URSACHEN DES HOCHWASSERS	10
4	DER ABLAUF DES HOCHWASSERS.....	12
4.1	DER HOCHWASSERABLAUF IM TSCHECHISCHEN EINZUGSGEBIET	12
4.2	DER HOCHWASSERABLAUF IM POLNISCH-DEUTSCHEN EINZUGSGEBIET	12
5	DIE HYDROLOGISCHE BEWERTUNG DES HOCHWASSERS.....	14
6	DER HOCHWASSERDIENST UND DIE HOCHWASSERABWEHR	17
6.1	INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT DER HYDROMETEOROLOGISCHEN DIENSTE	17
6.2	DIE TÄTIGKEIT DER NATIONALEN HOCHWASSERDIENSTE.....	18
6.2.1	DIE TÄTIGKEIT DES HOCHWASSERDIENSTES IN DER TSCHECHISCHEN REPUBLIK	18
6.2.2	DIE TÄTIGKEIT DES HOCHWASSERDIENSTES IN DER REPUBLIK POLEN	20
6.2.3	DIE TÄTIGKEIT DES HOCHWASSERDIENSTES IM LAND BRANDENBURG	23
6.3	EINFLUß DER TALSPERREN IN DER TSCHECHISCHEN REPUBLIK AUF DAS HOCHWASSER	24
6.4	EINFLUß DER TALSPERREN IN DER REPUBLIK POLEN AUF DAS HOCHWASSER	26
7	VORLÄUFIGE ZUSAMMENSTELLUNG DER HOCHWASSERSCHÄDEN UND VERLÜSTE	32
7.1	HOCHWASSERSCHÄDEN UND VERLUSTE IN DER TSCHECHISCHEN REPUBLIK.....	32
7.2	HOCHWASSERSCHÄDEN UND VERLUSTE IN DER REPUBLIK POLEN	32
7.3	HOCHWASSERSCHÄDEN UND VERLUSTE IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND	35
8	FESTSTOFFTRANSPORT IN DER DEUTSCH-POLNISCHEN GRENZODER.....	36

9	<u>AUSWIRKUNGEN DES HOCHWASSERS AUF DIE SCHWEBSTOFFQUALITÄT DER GRENZODER UND DEN SCHWEBSTOFFGEBUNDENEN SCHADSTOFFEINTRAG IN DAS STETTINER HAFF</u>	38
9.1	ZIELSTELLUNG UND UNTERSUCHUNGSPROGRAMM	38
9.2	HOCHWASSERBEDINGTE VERÄNDERUNGEN DER SCHWEBSTOFFZUSAMMENSETZUNG	39
9.2.1	STRUKTUR UND HAUPTBESTANDTEILE.....	39
9.2.2	NÄHRSTOFFEINTRAG UND ABWASSERBELASTUNG	39
9.2.3	SCHWERMETALLE	39
9.2.4	ORGANISCHE SCHADSTOFFE	40
9.3	SCHWEBSTOFFGEBUNDENER STOFFEINTRAG IN DAS STETTINER HAFF	41
10	<u>AUSWIRKUNGEN DES HOCHWASSERS AUF DIE WASSERQUALITÄT</u>	42
10.1	AUSWIRKUNGEN DES HOCHWASSERS AUF DIE WASSERQUALITÄT IM PROFIL	
	ODERBERG	42
10.2	AUSWIRKUNGEN DES HOCHWASSERS AUF DIE WASSERQUALITÄT IN DER DEUTSCH-POLNISCHEN GRENZODER	43
11	<u>AUSWIRKUNGEN DES ODER-HOCHWASSERS AUF DAS STETTINER HAFF UND DIE POMMERSCHE BUCHT</u>	44
11.1	ERGEBNISSE DES SONDERMEßPROGRAMMS	44
11.2	FRACHTEN	46
12	SCHLUßFOLGERUNGEN	47

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Alarmstufen in der Tschechischen Republik
- Anlage 2 Alarmstufen in der Republik Polen
- Anlage 3 Alarmstufen im Land Brandenburg

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 2.1 Einzugsgebiet der Oder
- Abb. 2.2a Pegel im Einzugsgebiet der Oberen Oder
- Abb. 2.2b Pegel im Einzugsgebiet der Mittleren und Unteren Oder
- Abb. 2.3 Hydrologischer Längsschnitt der Oder bei MW
- Abb. 3.1a Niederschlagsstationen im Einzugsgebiet der Oberen Oder
- Abb. 3.1b Niederschlagsstationen im Einzugsgebiet der Mittleren und Unteren Oder
- Abb. 3.2 Niederschlagssummen P (04.07.- 08.07.1997)
- Abb. 3.3 Niederschlagssummen P (17.07. - 21.07.1997)
- Abb. 3.4 Niederschlagssummen P (Juli 1997)
- Abb. 3.5 Niederschlagssummen für den Monat Juli für die Jahresreihe 1881-1997, Station Lysa hora
- Abb. 3.6 Mittlere monatliche Niederschlagssummen in Lysa hora, 1961-1990
- Abb. 3.7 Darstellung der täglichen Niederschläge P des Monats Juli 1997 für ausgewählte meteorologische Stationen
- Abb. 4.1 Wasserstandsganglinien der Oder und ausgewählter Nebenflüsse
- Abb. 4.2 Abflußganglinien für das tschechische Einzugsgebiet der Oder

- Abb. 4.3 Abflußganglinien für die Pegel Troppau / Oppa und Willmersdorf /Olsa
- Abb. 4.4 Wasserstandsganglinien für den polnischen Oderabschnitt von Oderfurt bis zur Neißemündung und der Glatzer Neiße sowie der Abflüsse aus dem Neiße-Reservoir vom 4.7.1997 bis zum 31.7.1997
- Abb. 4.5 Wasserstandsganglinien für den Oderabschnitt von der Neißemündung bis Treschen und der Glatzer Neiße sowie der Abflüsse aus dem Neiße-Reservoir
- Abb. 4.6 Wasserstandsganglinien für den Oderabschnitt von Maltsch bis Odereck
- Abb. 4.7 Wasserstandsganglinien für den Oderabschnitt von Neusalz bis Słubice
- Abb. 4.8 Wasserstandsganglinien für die deutschen Pegel im polnisch-deutschen Grenzoderabschnitt
- Abb. 5.1 Wasserstandsganglinien der Hochwasserereignisse 1930, 1947, 1977, 1985 und 1997 für den Pegel Frankfurt/Oder
- Abb.5.2a Abflußganglinien der Hochwasserereignisse 1903, 1939 und 1997 für den Pegel Oderberg
- Abb.5.2b Abflußganglinien der Hochwasserereignisse 1947, 1958, 1977, 1985 und 1997 für den Pegel Eisenhüttenstadt
- Abb. 5.3a Darstellung der Scheitelabflüsse für die Winter- und Sommerhalbjahre, Pegel Oderberg/Oder
- Abb.5.3b Darstellung der Scheitelabflüsse für die Winter- und Sommerhalbjahre, Pegel Eisenhüttenstadt/Oder
- Abb.5.3c Darstellung der Scheitelabflüsse für die Winter- und Sommerhalbjahre, Pegel Dresden/Elbe
- Abb. 5.4 Laufzeiten der Wellenscheitel von bedeutenden Sommerhochwasserereignissen der Oder
- Abb. 7.1 Karte der polnischen Überschwemmungsflächen
- Abb. 8.1a Zeitpunkte der Feststofftransportmessungen bei Frankfurt/Oder
- Abb. 8.1b Zeitpunkte der Feststofftransportmessungen bei Hohensaaten

- Abb. 8.2a Geschiebetransport bei Frankfurt/Oder
- Abb. 8.2b Geschiebetransport bei Hohensaaten und Bellinchen
- Abb. 8.3 Geschiebetransport im Abschnitt Hohensaaten - Bellinchen
- Abb. 8.4 Anteile der Schwebstoffkomponenten bei unterschiedlichen Abflüssen
- Abb. 8.5a Anteile der Schwebstoffkomponenten bei Hohensaaten am 17.7.1997
- Abb. 8.5b Anteile der Schwebstoffkomponenten bei Hohensaaten am 22.7.1997
- Abb. 8.6a Verlauf der Schwebstoffkonzentration der Oder bei Frankfurt während des Hochwassers
- Abb. 8.6b Verlauf der Schwebstofffracht der Oder bei Frankfurt während des Hochwassers
- Abb. 9.1 Probenahmen und Abflußentwicklung am Pegel Hohensaaten-Finow
- Abb. 9.2 Nährstoffbelastung an der Meßstelle Frankfurt/Oder
- Abb. 9.3 Schwebstoffproben der Oder in Frankfurt/Oder
- Abb. 9.4 Schwermetalle und Arsen in Schwebstoffen der Oder und Elbe
- Abb. 9.5 Vergleich der mittleren Monatsfracht 1996 und der Hochwasserfracht 1997 in Schwedt
- Abb.10.1 Beziehung zwischen dem Abfluß und dem unpolaren extrahierbaren Stoffen (NEL) bzw. den abfiltrierbaren Stoffen (NL) für Oderberg (01.07.-31.07.1997)

Tabellenverzeichnis

- Tab. 2.1 Verzeichnis der Pegelnamen
- Tab. 2.2 Verzeichnis der Flußnamen
- Tab. 2.3 Verzeichnis der geographischen Bezeichnungen
- Tab. 3.1 Niederschlagstageswerte für den 04.07.-08.07.97 im Einzugsgebiet der oberen und mittleren Oder in mm/Tag

Tab. 3.2	Niederschlagstageswerte des Monats Juli 1997 für ausgewählte Stationen in mm/Tag
Tab. 5.1a	Hauptwerte für den Durchfluß ausgewählter Pegel
Tab. 5.1b	Hauptwerte für den Wasserstand ausgewählter Pegel
Tab. 5.2	Höchste Alarmstufen, bisherige Höchstwasserstände (HHW) und Höchstwasserstände (Wmax) im Jahre 1997 an der Oder
Tab. 5.3	Höchstwasserstände (W), Scheitelabflüsse (Q) und Jährlichkeiten (T) für die tschechischen Pegel
Tab. 5.4	Niederschlagsvolumen, Abflußfüllen und abflußwirksame Niederschläge für die erste Welle im Juli 1997
Tab. 5.5	Bedeutende historische Ereigniswerte für die Pegel Eisenhüttenstadt und Hohensaaten-Finow
Tab. 6.1	Wasserstandsprognosen für den Pegel Slubice, angefertigt vom Institut für Meteorologie und Wasserwirtschaft, Filiale Breslau für den Zeitraum 9.07.– 2.8.1997
Tab. 6.2	Dauer der Alarm- bzw. Bereitstellungsstufen in ausgewählten Wojewodschaften des Odereinzugsgebietes
Tab. 6.3	Charakteristika der tschechischen Talsperren
Tab. 6.4	Grundsätze für die Bewirtschaftung der tschechischen Talsperren bei Hochwasser
Tab. 6.5	Reduktionseffekt der tschechischen Talsperren
Tab. 6.6	Charakteristik der polnischen Talsperren
Tab. 6.7	Grundsätze für die Speicherbewirtschaftung der polnischen Talsperren bei Hochwasser
Tab. 6.8	Reduktionseffekt der polnischen Talsperren - 1. Hochwasserwelle
Tab. 6.9	Reduktionseffekt der polnischen Talsperren - 2. Hochwasserwelle
Tab. 6.10	Charakteristik der Rückhaltebecken
Tab. 6.11	Stauhöhe der Rückhaltebecken während des Hochwassers

Tab. 9.1	Proben des Schwebstoffmeßprogramms
Tab. 9.2	Strukturelle und Grundparameter
Tab. 9.3	Nährstoffe
Tab. 9.4	Metalle und Arsen
Tab. 9.5	Daten der Vergleichsmeßstelle Wittenberge/Elbe
Tab. 9.6	Organische Schadstoffe
Tab. 9.7	Vergleich der mittleren Monatsfrachten 1996 und der Hochwasserfrachten 1997 in Schwedt
Tab. 10.1	Gemessene Höchstkonzentrationen vom 06.07.-31.10.1997 und die dazugehörigen 90-Percentilwerte nebst den Werten von 1996
Tab.10.2	Frachten vom 06.07. - 26.07.1997 für das Oderprofil Oderberg
Tab.10.3	Frachten vom 06.07. - 26.07.1996 für das Oderprofil Oderberg
Tab.10.4	Charakteristische Gütedaten im Oderprofil Oderberg im Juli 1997
Tab.10.5	Charakteristische Gütedaten im Oderprofil Oderberg im Juli 1996
Tab.11.1	Frachten der Oder in Tonnen für den Zeitraum 24.07.-09.08.1997 (LAUN, MV) bzw. 16.07.-14.08.1997 (BfG, AB)

1 Einführung

Das Sommerhochwasser an der Oder 1997 muß eindeutig als das größte Oderhochwasser in diesem Jahrhundert angesehen werden. Die Sommerhochwasser 1997 in der Tschechischen Republik, der Republik Polen, Deutschland, Österreich und der Slowakei haben den weltweit größten ökonomischen Schaden unter allen Naturkatastrophen des Jahres 1997 verursacht [1]. Der Einsatz von Menschen, Technik und Material zur Hochwasserbekämpfung war enorm. Allein in Polen wurden im Einzugsgebiet der Oder 106 000 Menschen evakuiert, und 465 000 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche wurden überflutet.

Die Zeit nach dem Hochwasser dient nicht nur der Beseitigung der Schäden, sondern auch der Auswertung des Geschehenen und der besseren Vorbereitung auf das nächste Hochwasser. Hier hat die quantitative Hydrologie einen wichtigen Beitrag zu leisten. Sie beschreibt die Hochwasserentstehung und den Wellenablauf und bewertet das Hochwasser mit statistischen Methoden. Im Ergebnis entstehen Bemessungsgrößen zur Dimensionierung von Retentionsflächen, Speichern, Hochwasserprofilen und Deichhöhen. Da das Hochwasser auch den Feststofftransport und die Gewässergüte stark beeinflussen kann, muß auch die qualitative Hydrologie in die Untersuchung mit einbezogen werden.

Die Arbeitsgruppe „Hochwasser“ der Internationalen Kommission zum Schutz der Oder gegen Verunreinigung (IKSO) hat eine internationale Expertengruppe mit der hydrologischen Analyse des Hochwassers beauftragt. Die Analyse der Gewässergüte hat die Arbeitsgruppe „Außerordentliche Verunreinigungen“ der IKSO übernommen.

Der vorliegende Bericht basiert auf den Untersuchungen der Länder und gibt einen Überblick über das Hochwasser aus hydrologischer Sicht. Nach der Beschreibung des Einzugsgebietes wird im 3. Abschnitt auf die meteorologischen Ursachen des Hochwassers eingegangen. Der Ablauf des Hochwassers wird getrennt für das tschechische und das polnisch-deutsche Einzugsgebiet beschrieben. Es wird deutlich, daß der schnelle und extreme Wasseranstieg im Gebirge zur Verwüstung ganzer Flußauen führen mußte, und warum sich an der Grenzoder eine so langanhaltend hohe Wasserführung ausbilden konnte. Im 5. Abschnitt wird das Hochwasser mit anderen historischen Hochwassern verglichen und eine Bewertung hinsichtlich der Wasserstände, der Abflüsse und Abflußfüllen vorgenommen. In den nächsten beiden Abschnitten wird auf den Hochwasserdienst, die Hochwasserabwehr und die Hochwasserschäden eingegangen. Die Untersuchungen zum Feststofftransport und der Gewässergüte beschränken sich im wesentlichen auf die deutsch-polnische Grenzoder; es wird aber auch auf die Wasserqualität in Oderberg (Bohumín) und im Oderhaff eingegangen.

2 Die Oder und ihr Einzugsgebiet

Die 855 km lange Oder (Odra) stellt den sechstgrößten Zufluß zur Ostsee dar (Abb. 2.1). Der Jahresabfluß [2] beträgt 17,103 Mrd.m³ (MQ 1921/90, Hohensaten-Finow). Die Oder entspringt in einer Höhe von 632 m ü. NN im Odergebirge (tsch.: Oderské vrchy, poln.: Góry Odrzańskie), dem südöstlichen Teil des Mittelgebirgszuges der Sudeten (Sudety) (Tab. 2.1-2.3).

Entsprechend der Geomorphologie und dem Abflußverhalten wird die Oder in folgende drei große Teile untergliedert:

Obere Oder: von dem Quellgebiet bis einschließlich Glatzer Neißemündung
Oberlauf: von dem Quellgebiet bis einschließlich Olsamündung
Unterlauf: von der Olsamündung bis einschließlich Glatzer Neißemündung
Mittlere Oder: von der Glatzer Neißemündung bis einschließlich Warthemündung
Untere Oder: von der Warthemündung zur Mündung in das Stettiner Haff (Zalew Szczeciński).

Den Charakter eines gebirgigen Wasserlaufes besitzt die Oder nur im oberen Flußabschnitt (Abb. 2.1, 2.2a und 2.3) auf einer Länge von etwa 47,4 km. Weiter fließt sie in nordöstlicher Richtung durch das Gebiet der Mährischen Pforte (Moravská brána) auf einem Niveau von ca. 250 m ü. NN. In diesem Gebiet wird sie unter anderem durch ihre Zuflüsse von den Nordwesthängen der Mährisch-Schlesischen Beskiden (Moravskoslezské Beskydy) gespeist. In Mährisch Ostrau (Ostrava) münden die vom Altwatergebirge (Hrubý Jeseník) kommende Oppa (Opava) und die von den Mährisch-Schlesischen Beskiden kommende Ostrawitza (Ostravice) in die Oder, an der tschechisch-polnischen Staatsgrenze dann die Olsa (Olše, Olza). Die Oder durchfließt das tschechische Territorium auf einer Länge von 120,1 km und verläßt bei Oderberg die Tschechische Republik. Sie wendet sich auf polnischem Gebiet nach Nordwesten und behält diese Richtung bis zur Mündung der Lausitzer Neiße (Lużycka Nisa/Nysa Łużycka) bei.

Nach dem Zusammenfluß mit der Lausitzer Neiße wendet sich die Oder als Grenzfluß (ca. 162 km) in nördliche Richtung (Abb. 2.2b). Sie tangiert Frankfurt/Oder und das rund 800 km² große Oderbruch und schwenkt nach der Warthe-Mündung nordwestlich ein, um ab Hohensaaten nach Nordost bis Nord zu fließen. Bei Fiddichow (Widuchowa) am Stromkilometer 704,1 wird die Oder in West- und Ostoder geteilt. Die Ostoder, im letzten Teil Reglitz (Regalica) benannt, ist als eigentliche Stromoder anzusehen.

Unterhalb des Dammschen Sees (Jezioro Dabie) fließt sie auf polnischem Gebiet wieder als ein Strom in das Stettiner Haff und wird über die drei Arme Peene-Strom, Swine (Swina) und Dievenow (Dziwna) zur Oderbucht in die Ostsee entwässert.

Die bedeutendsten Nebenflüsse der Oder (Abb. 2.1) sind linksseitig die Oppa, Glatzer Neiße (Nysa Kłodzka), Ohle (Olawa), Weistritz (Bystrzyca), der Katzbach (Kaczawa), der Bober (Bobr) und die Lausitzer Neiße sowie rechtsseitig die Ostrawitza, Olsa, Klodnitz (Kłodnica), Malapane (Mala Panew), Stober (Stobrawa), Weide (Widawa), Bartsch (Barycz), Warthe (Warta).

Größter Nebenfluß ist die am Kilometer 617,5 einmündende Warthe, die im langjährigen Mittel mit 224 m³/s etwa 40 % des Gesamtabflusses der Oder bringt. Mit einem Einzugsgebiet von über 54 000 km² stellt sie etwa die Hälfte des gesamten Odereinzugsgebietes und verleiht diesem die für das Einzugsgebiet typische Asymmetrie, die durch ein großes rechtsseitiges und ein kleines linksseitiges Areal gekennzeichnet ist.

Das Gesamteinzugsgebiet der Oder umfaßt eine Fläche von 118 861 km² (Abb.2.1). Davon liegt der mit rd. 89 % größte Teil auf dem Gebiet der Republik Polen. Etwa 6 % entfallen auf die Tschechische Republik und der mit etwa 5 % kleinste Anteil auf das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland.

Der weitaus größte Teil des Odereinzugsgebietes ist Tiefland mit Höhen unter 200 m (Abb.2.1). Nur die ca. 350 km lange südwestliche Grenze bilden Mittelgebirge: die nordwestlichen Ausläufer der Karpaten, die Mährisch-Schlesische Beskiden (bis 1 324 m ü. NN) und

die Sudeten (bis 1 602 m ü. NN), deren nördliche Ausläufer sämtlich von der Mährischen Pforte (Moravská brána) bis zur Lausitzer Pforte (Lužická brána) zur Oder hin entwässern. Diese schließt den westlichen Teil der Oberschlesisch-Polnischen Platte (Wyzyna Slaska/Wyzyna Malopolska) ein, zwischen der und den Vorhöhen der Sudeten sich ab der Mährischen Pforte nach Nordwesten die Schlesische Bucht (Nizina Slaska) des Norddeutschen Flachlandes (Nizina polnocno-niemiecka) ausdehnt.

Das Klima des Odereinzugsgebietes unterliegt zunehmend kontinentalem Einfluß von Osteuropa her. Es kann allgemein als Gebiet mit gemäßigt-kontinentalem Klima bezeichnet werden.

Die mittleren Jahresniederschlagssummen liegen in den Kammlagen der höheren Gebirgsregionen bei 1000-1300 mm. Der größte Teil des Odereinzugsgebietes jedoch liegt in einem Bereich mit Jahresniederschlagssummen zwischen 500 und 600 mm.

3 Die meteorologischen Ursachen des Hochwassers

Ausschlaggebend für das Hochwasser der Oder im Juli 1997 waren zwei kurz aufeinanderfolgende Starkregenereignisse, hervorgerufen durch eine sogenannte V b-Wetterlage [3]. Bei dieser Wetterlage bildet sich infolge eines massiven Kaltlufteinbruchs über Westeuropa - unterstützt durch die Lee-Wirkung der Alpen - zunächst ein Tief über Oberitalien. Es verlagert sich nord- oder nordostwärts und führt dabei feuchtwarme Meeresluft mit sich, die am Rande der Kaltluft zum Aufgleiten gezwungen wird. Im Grenzbereich der beiden Luftmassen entwickeln sich ausgedehnte Starkniederschläge längerer Dauer.

Der erste niederschlagsreiche Witterungsabschnitt begann im Einzugsgebiet der Oder etwa am 4.07.1997. Ein sich im Verlauf der V b-Wetterlage entwickelndes Tiefdruckgebiet über dem Balkan und weitere kleinere Tiefdruckgebiete über dem Karpatenraum sorgten für den Transport feuchtheiße Luftmassen aus dem Gebiet des östlichen Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres nach Norden, wo diese auf baltische Kaltluft trafen. Die extrem großen Temperaturgegensätze der aufeinandertreffenden Luftmassen, verbunden mit den durch das Höhentief verursachten hochreichenden vertikalen Umlagerungen, waren Auslöser des besonders über den Mährisch-Schlesischen Beskiden und dem Altvatergebirge fallenden Starkniederschlages [4,5].

Die Karte der Niederschlagshöhen vom 04.07.1997 bis 08.07.1997 weist zwischen Breslau (Wrocław), Kattowitz (Katowice) und Brünn (Brno), also in den Sudeten und Beskiden, die Maxima der Niederschläge auf (Abb.3.2, Tab. 3.1). Bis zum Morgen des 09.07.1997 fielen dort Gebietsniederschläge von mehr als 200 mm Höhe, über einen großen Anteil der Flächen auch von mehr als 300 mm. Spitzenwerte wurden für Praděd (Altvater) mit 455 mm und für die polnische Station Ratibor (Racibórz) mit 244 mm gemeldet. An der tschechischen Station Lysá hora (Kahler Berg) in den Mährisch-Schlesischen Beskiden fielen in den fünf Tagen vom 04.07.1997 bis 08.07.1997 586 mm Niederschlag, davon 510 mm in 72 Stunden (einschließlich 234 mm in 24 Stunden) (Abb. 3.1a, Abb. 3.1b, Abb. 3.7 und Tab. 3.1.). Auch im übrigen Einzugsgebiet des Oberlaufes der Oder gab es erhebliche Regenmengen. Selbst an der Station Görlitz im Einzugsgebiet der Lausitzer Neiße wurden in diesem Zeitabschnitt noch 58 mm Niederschlagshöhe verzeichnet. Im brandenburgischen Teil des Odereinzugsgebietes war es während dieses Zeitabschnittes nahezu niederschlagsfrei.

Von der Mitte der Republik Polen über die Tschechische Republik bis nach Niederösterreich fiel in diesen Tagen die durchschnittliche Niederschlagsmenge des Monats Juli, im Gebirge sogar doppelt soviel. Diese Regenmassen überschwemmten große Teile beider Länder und

lösten die erste Hochwasserwelle in der Oder aus.

Zur Verschärfung der Hochwassersituation kam es, als knapp zwei Wochen später ein weiteres Tiefdruckgebiet mit seinem Kern von Italien nach Böhmen zog. In Verbindung mit einem Höhentief stellte sich vom 18.07.1997 bis 22.07.1997 eine ähnliche Wetterlage wie im ersten niederschlagsreichen Witterungsabschnitt ein. Das Tief verursachte - diesmal etwas weiter westlich, mit dem Schwerpunkt über dem Iser- und dem Riesengebirge - wiederum anhaltende und ausgedehnte Regenfälle in den schon vom Hochwasser geschädigten Gebieten. So wurden in den vier Tagen vom 17.07.1997 bis 21.07.1997 wieder Niederschlagshöhen von mehr als 100 mm gemessen (Praděd: 139 mm, Lysá hora: 167 mm, Wielun: 116 mm, Czestochowa: 115 mm), (Abb. 3.3, Tab. 3.2). In nur vier Tagen fiel dort also nochmals die gesamte im langjährigen Mittel für den Monat Juli zu erwartende Regenmenge.

Diese Regenperiode sorgte für eine zweite Hochwasserwelle und die lange Dauer des Hochwassers. Da bei diesem zweiten Ereignis auch der deutsche Teil des Odereinzugsgebietes vor Starkregenfällen nicht verschont blieb (in drei Tagen z.T. mehr als 70 mm Gebietsniederschlagshöhe), wurden die ohnehin stark beanspruchten Deiche zusätzlich belastet.

Im gesamten Juli ist ein Vielfaches der im langjährigen Mittel liegenden Niederschlagsmenge des Monats Juli gefallen: das Dreifache im Süden der Republik Polen und im Osten der Tschechischen Republik, im Bergland sogar das Vier- bis Fünffache (Abb.3.4, sowie Tab.3.1 und 3.2). Die Zeitreihe der Juli-Niederschläge für die Station Lysa hora läßt keinen allgemeinen Trend erkennen (Abb. 3.5).

Der Jahrgang der monatlichen Niederschläge der Station Lysa hora im Mittel des Zeitraumes 1961 - 1990 zeigt, daß der Juli dort der regenreichste Monat des Jahres ist (Abb.3.6). Zwei derart extreme Niederschlagsperioden innerhalb von 14 Tagen, wie in diesem Jahr, stellen ein aus meteorologischer Sicht außergewöhnliches Wetterereignis dar und werden in den Kontext der historischen Starkniederschlagsereignisse eingeordnet.

Solche Starkniederschlagsereignisse entlang der Mittelgebirge an der polnisch-tschechischen Grenze sind in den letzten 110 Jahren mehrfach beobachtet worden (August 1888, Juli 1897, August 1913, Oktober 1930, August 1972, August 1977). Diese Beispiele legen nahe, daß es ähnlich extreme Niederschlagshöhen wie im Juli 1997 bei vergleichbaren Wetterlagen auch in früheren Jahrhunderten gegeben hat. Gleiches gilt für die aus den Niederschlägen resultierenden Sommerhochwasser, auch wenn nicht jedes dieser Niederschlagsereignisse ein katastrophales Oderhochwasser zur Folge hatte (z.B. 1897).

Die in den Mährisch-Schlesischen Beskiden gemessene Niederschlagshöhe von 510 mm in 3 Tagen (Lysá hora, vom 06.07.1997 -08.07.1997) stellt das bisherige Maximum in dieser Region dar. Diesem Ereignis dürfte eine Wiederkehrzeit von etwa 500 Jahren zuzuordnen sein.

4 Der Ablauf des Hochwassers

4.1 Der Hochwasserablauf im tschechischen Einzugsgebiet

Die außerordentlichen Niederschläge in der Zeit vom 04.07.1997 bis 08.07.1997 verursachten ein starkes Ansteigen der Wasserstände und Abflüsse im gesamten tschechischen Teil des Einzugsgebietes der Oder. Die größten Tagesniederschläge wurden am Sonntag, dem 06.07.1997 mit 40 bis 234 mm (max. 234 mm auf dem Berg Lysá hora) gemessen.

Am späten Abend des 05.07.1997 begannen die Wasserstände an den oberen und mittleren Wasserläufen zu steigen. Am Sonntag, dem 06.07.1997 setzte sich der Anstieg an den unteren Wasserläufen fort. Die Niederschläge fielen mit unterschiedlicher Intensität bis Dienstag, dem 08.07.1997 und die Wasserstände und Abflüsse stiegen weiterhin an. An den Tagen vom 06.07.1997 bis 08.07.1997 wurde bei allen Flüssen die Alarmstufe 2 oder 3 (Anlage 1) erreicht bzw. überschritten. Es kam zu Ausuferungen und zahlreichen Überschwemmungen.

Erneute Niederschläge in den frühen Abendstunden des 07.07.1997 bewirkten nach einem kurzzeitigen Absinken der Wasserstände in den oberen Abschnitten der Wasserläufe einen Wiederanstieg mit dem Scheitel um Mitternacht vom 08.07.1997 zum 09.07.1997. Im Odereinzugsgebiet der Beskiden wurden höhere Scheitelwerte als bei der ersten Welle am 07.07.1997 erreicht.

Nach Niederschlägen am 18.07.1997 fielen die Wasserstände langsamer, örtlich kam es sogar zu einem mäßigen Anstieg. Die ergiebigen Niederschläge vom 19.07.1997 erhöhten die Abflüsse bis um $100 \text{ m}^3/\text{s}$. An der Oder und Oppa wurde die Alarmstufe 1 erreicht. Am Sonntag, dem 20.07.1997 war ein starker Anstieg der Abflüsse in der Olsa, Ostrawitza und Oder zu beobachten. Die Alarmstufen 1 bis 2, in Schönbrunn (Svinov) sogar 3, wurden erreicht. Die Scheitelabflüsse der zweiten Welle erreichten etwa ein Drittel der ersten Welle (Abb. 4.2 und 4.3) [5].

4.2 Der Hochwasserablauf im polnisch-deutschen Einzugsgebiet

Die Starkniederschläge vom 04.07.1997 bis 09.07.1997 führten in allen drei typischen Hochwasserentstehungsgebieten der Oder, den Quellflüssen, den Flüssen der mittleren Sudeten wie Glatzer Neiße, Weistritz und Katzbach und den Flüssen der nördlichen Sudeten wie Bober und Lausitzer Neiße (letztere waren mäßig betroffen) zu starken Wasserstandsanstiegen und zu großflächigen Überschwemmungen. In ihrem Verlauf überschritt die Hochwasserwelle der Oder deutlich alle bisher bekannten Höchstwasserstände in der Republik Polen [6].

Der Wasseranstieg in der Oder, unterhalb der polnisch-tschechischen Staatsgrenze (km-20,0), setzte am 05.07.1997 ein. In Chalupi (Chalupki, km 20,7) wurde durch die große Breite des überschwemmten Tales der Höchstwasserstand nur um 30 cm überschritten. In Ratibor-Oderfurt (Racibórz-Miedonia) erreichte der Wasserscheitel zwischen 2.00 und 4.00 Uhr die Marke von 1 045 cm und war damit um 207 cm höher als das bisher beobachtete absolute Maximum (838 cm im Jahre 1985). Analog sah es in Oppeln (Opole, km 152,2) aus, wo der Wasserscheitel (777 cm am 11.07.1997 zwischen 10.00 und 14.00 Uhr) das absolute Maximum (604 cm im Jahre 1813) um 173 cm und den Wasserscheitel des Jahres 1985

(584 cm) um 193 cm überschritt (Tab. 5.2, Abb. 4.1, 4.4 - 4.8).

Der Maximaldurchfluß der Oder bei Oderfurt wurde bei einem Wasserstand von 1 045 cm mit 3 260 m³/s direkt gemessen [7,8]. Damit wurde der bisherige Höchstwert um das Doppelte überschritten. In Oppeln betrug der Scheitelabfluß der Oder 3 500 m³/s und stieg in Treschen (Trestno) nach den Berechnungen des Instituts für Meteorologie und Wasserwirtschaft auf 3 650 m³/s. Der Bemessungsabfluß für die Hochwasserschutzmaßnahmen in Breslau wurde nach dem Hochwasser 1903 mit 2 400 m³/s festgelegt. Der aktuelle Scheitelabfluß war um mehr als 1 000 m³/s größer und konnte nicht mehr gefahrlos abgeführt werden.

Der erste bedeutende Nebenfluß auf polnischem Gebiet ist die Glatzer Neiße. Der Anstieg des Wassers in Glatz (Kłodzko) begann am 05.07.1997. Der Scheitel erreichte eine Höhe von 655 cm (am 07.07.1997 um 17.00 Uhr) und überstieg damit den bisherigen Höchstwasserstand von 585 cm (1985) um 70 cm. Der Scheitelabfluß betrug 1 400 m³/s und die dazugehörige Abflußspende 1 300 l/skm². Vom Speicher »Nysa« wurden 1 500 m³/s abgelassen, das ist 2,5mal mehr als der höchste Durchfluß in den vier Jahrzehnten 1951–1990 und 50% mehr als das 100jährige Hochwasser mit 930 m³/s. Die Abflußwelle von der Speicherkaskade an der Glatzer Neiße erreichte die Oder am 09.07.1997 in den Morgenstunden und war geringfügig schneller als die Oderwelle aus dem Oberlauf. Der Scheitelwasserstand am Pegel Neißemündung (Ujście Nysy) wurde am 10.07.1997 um 20.00 Uhr erreicht.

Vor dem Hochwasser lagen die Wasserstände im Grenzoderabschnitt im Bereich von 30 cm bis 60 cm unter dem langjährigen MW. Im Zuge der abfließenden Hochwasserwelle kam es in der Republik Polen zu einer Reihe von Deichbrüchen, die die Hochwasserwelle in Scheitelausbildung, -höhe und -laufzeit verformten, so daß eine Vorhersage von Scheitelwasserstand und -eintrittszeit sehr erschwert wurde. Nach vorübergehenden Wasserstandsrückgängen durch Flutung der durch die Deichbrüche betroffenen Niederungen setzte sich aber die grundlegende Wasserstandsentwicklung fort. Dies ist in der Darstellung der Ganglinien der Oder anhand der regionalen Wasserstandsschwankungen im Scheitelbereich nachvollziehbar (Abb. 4.4 - 4.8).

Während der Phase der abklingenden ersten Hochwasserwelle führten die erneuten Starkniederschläge vom 18.07.1997 bis 21.07.1997 zur Ausbildung einer zweiten Hochwasserwelle. Besonders betroffen waren die Zuflüsse aus den Sudeten. Dadurch wurden die Scheitelwasserstände der ersten Hochwasserwelle von Weistritz, Katzbach, Bober und Lausitzer Neiße überschritten. Die bisherigen Höchstwasserstände wurden nur an der Weistritz und Katzbach mit 50 bis 60 cm überschritten. Die Anstiege des Bober und der Lausitzer Neiße kompensierten den Rückgang der Oder nach dem ersten Scheiteldurchgang, so daß sich ab Crossen (Krosno) eine gleichbleibende Wasserführung einstellte, an die sich die zweite Hochwasserwelle der Oder direkt anschloß. Somit bewirkte das zweite Starkniederschlagsereignis im Grenzoderabschnitt zwar keine ausgeprägte zweite Welle, aber eine wesentliche Verlängerung der extrem hohen Wasserführung (Abb. 4.1).

Auch im oberen Grenzoderabschnitt kam es zu mehreren Deichbrüchen, die eindeutig im Wasserstandsganglinienvergleich der Oderpegel Eisenhüttenstadt und Frankfurt/Oder nachweisbar sind (Abb. 4.8). Der erste Deichbruch betraf in der Nacht vom 21. zum 22.07.1997 den polnischen Deich bei Schwetig (Swiecko) oberhalb Frankfurt/Oder [9,10], der einen vorübergehenden Wasserstandsrückgang am Pegel Frankfurt/Oder von rund 15 cm bewirkte. Seine Auswirkungen hielten noch an, als am 23.07.1997 der Oderdeich bei Brieskow-Finkenherd, und in dessen Folge am 24.07.1997 der Deich bei Aurith brach. Am Pegel Frankfurt/Oder fielen die Wasserstände vorübergehend um rund 75 cm. Die Ziltendorfer Niederung füllte sich nach dem zweiten Deichbruch sehr schnell, und der Rückstaudeich zum Brieskower Seedeich wurde teilweise überspült. Drei dann folgende Deichbrüche im

Brieskower Seedeich am 26./27.07.1997 erzeugten eine zusätzliche kleine Flutwelle in der Oder. Am Pegel Frankfurt/Oder wurde damit das neue HHW von 657 cm erreicht. Dieser vorübergehende Einfluß der Deichbrüche läßt sich in den Wasserstandsganglinien mit abnehmender Amplitude bis zur Unteren Oder verfolgen (Abb. 4.8).

Die Niederschläge vom 04.07.1997 bis zum 09.07.1997 riefen auch ein Anschwellen der rechten Odernebenflüsse Bartsch und Warthe hervor. In Dzialoszyn an der oberen Warthe wurde der Höchstwasserstand um fast 30 cm überschritten, in den tieferliegenden Orten Sieradz und Konin fehlten nur wenige cm. Das Wiederkehrintervall lag in der Größenordnung von 30 bis 60 Jahren. Ähnlich gestaltete sich die Situation am Fluß Bartsch. An beiden Flüssen dominieren Schmelzhochwasser. Niederschlagsbedingte Hochwasser sind ungewöhnlich und weisen auf die außerordentliche Ergiebigkeit der Niederschläge hin. Die Hochwasserwelle bewegte sich in der Warthe sehr langsam und brauchte von Dzialoszyn bis nach Landsberg (Gorzów Wielkopolski) über einen Monat (vom 10.07.1997 bis zum 10.08.1997). An der stufenweisen Abflachung war der Speicher »Jeziorsko« maßgeblich beteiligt. Der Hochwasserscheitel in Landsberg, oberhalb der Mündung in die Oder, überschritt die Alarmstufe um 33 cm [11]. Der Scheiteldurchfluß betrug $487 \text{ m}^3/\text{s}$, was einem 2jährigen Wiederkehrintervall entspricht. Der stark verzögerte Wartheabfluß wirkte sich günstig auf die Untere Oder aus. Während der Anstiegs- und Scheitelphase der Oder im Raum Kietz stellte sich ein starker Rückstau im Warthebruch ein, der dort großflächige Überschwemmungen bewirkte [12].

Im Bereich der Nebenwasserläufe der Unteren Oder stellten sich infolge der Gefällereduzierung starke Rückstauerscheinungen ein. Diese reichten über die Westoder, die Hohensaaten-Friedrichsthaler-Wasserstraße und das überstaute Wehr Hohensaaten bis in den Raum Wriezen des Oderbruches hinein. Der Freiauslauf des Glietzer Polders am Schöpfwerk Neutornow wurde geschlossen. Durch die langanhaltend sehr hohe Wasserführung der Oder ergab sich ein verstärkter Drängewasserzufluß in den Niederungsgebieten, wobei es örtlich zu Ausuferungen und Überschwemmungen kam. Ein zusätzlicher Windstau des Oderbruchs hätte die Situation weiter verschlechtern können.

Das Hochwasser des Jahres 1997 war ein langanhaltendes Ereignis. Die Dauer des Hochwasserstandes oberhalb der Alarmstufe betrug in Oderfurt (Miedonia) 16 Tage, in Oppeln 17 Tage, Treschen 25 Tage, Steinau (Ścinawa) 32 Tage, Glogau (Głogów) 36 Tage, Pollenzig (Połeczko) 35 Tage und Slubice (Ślubice) 34 Tage. Die Dauer des Hochwasserstandes oberhalb des bisherigen Höchstwasserstandes betrug 4 bis 7 Tage an der Oberen Oder, ca. 16 Tage in Pollenzig (oberhalb des Grenzoderabschnittes) und 6 Tage im Mündungsbereich.

5 Die hydrologische Bewertung des Hochwassers

Typisch für die Oder sind Sommerhochwasser mit kurzen steilen Wellen. Sie werden verursacht durch die schon im Abschnitt 3 beschriebene V b-Wetterlage, die sich besonders häufig in den Monaten Juni, Juli und August einstellt. Der Volksmund nennt diese Hochwasser deshalb auch „Johanni-Hochwasser“ oder „Johannisflut“. Hellmann [13] weist anhand älterer historischer Quellen nach, daß es verheerende Sommerhochwasser an der Oder auch in den vergangenen Jahrhunderten gegeben hat. Verantwortlich dafür war immer eine V b-Wetterlage. So sind im Juni 1608 im Quellgebiet des Katzbaches und des Bober starke und großflächige Regenfälle aufgetreten. 123 Personen kamen durch die Überschwemmungen ums Leben. Im Juli 1702 regnete es mehrere Tage im Riesengebirge. Verheerende Überschwemmungen vom Katzbach bis zur Queis waren die Folge. 800-900 Menschen sollen umgekommen sein. Weitere Hochwasser waren 1711, 1734, 1736, 1755, 1783, 1804, 1810

und 1829. Danach beginnt der Zeitraum der hydrologischen Beobachtung und Auswertung der Hochwasser.

Fischer [14] untersuchte die Sommerhochwasser von 1813-1903 an der Oder. Im Vergleich zu anderen deutschen Flüssen stellte er fest, daß die Elbe weit seltener von großen Sommerhochwassern heimgesucht wird als die Oder, und sich die bedeutenderen Hochwassererscheinungen an der Weser, der Ems, am Mittel- und Niederrhein nahezu ausschließlich auf die Jahreshälfte vom November bis April beschränken. Obwohl die Sommerhochwasser an der Elbe die gleichen meteorologischen Ursachen wie an der Oder haben, wird das Elbegebiet weit weniger bedroht als die Oder und die Weichsel. Während die bedeutenderen Hochwasser im Elbegebiet meist Frühjahrshochwasser sind, stehen an der Oder die Sommerhochwasser vom August 1813, vom September 1831, vom August 1854 und vom Juli 1903 an der Spitze. Um zu überprüfen, ob diese Aussagen auch für den Zeitraum von 1921-1997 noch gültig sind, wurden in den Abbildungen 5.3a-c die Sommer- und Winterhochwasser von Oderberg, Eisenhüttenstadt und Dresden als Säulendiagramme dargestellt. Als Schwellenwert wurde ein Wiederkehrintervall von 5 Jahren gewählt. Seit 1921 sind in Oderberg 11 Sommerereignisse, aber kein Winterereignis und in Eisenhüttenstadt 5 Winterereignisse (ohne November 1930) und 9 Sommerereignisse aufgetreten. Für Dresden sind es 12 Winterereignisse und 5 Sommerereignisse. Damit können die Aussagen von Fischer grundsätzlich bestätigt werden. Eine Besonderheit muß aber angemerkt werden. Das letzte bedeutende Winterhochwasser in Eisenhüttenstadt mit einem Wiederkehrintervall über 5 Jahren war 1947. In Dresden traten nach 1947 nur drei Winterhochwasser dieser Größenordnung auf. Das Fehlen einer starken Schneedecke durch zu warme Winter könnte eine Ursache für diese Erscheinung sein.

Das Sommerhochwasser 1997 ist eindeutig das größte Hochwasser an der Oder in diesem Jahrhundert, was sowohl Größe und Dauer des Hochwassers als auch das Ausmaß des betroffenen Gebietes betrifft. Für Mähren und Schlesien ist die heutige Situation vergleichbar mit dem Hochwasser 1903 (Oder in Oderberg $1\,500\text{ m}^3/\text{s}$ gegenüber $2\,160\text{ m}^3/\text{s}$, Ostrawitz in Mährisch Ostrau $980\text{ m}^3/\text{s}$ gegenüber $1\,040\text{ m}^3/\text{s}$, Oppa in Diehlau $450\text{ m}^3/\text{s}$ gegenüber $743\text{ m}^3/\text{s}$). Zuletzt gab es große Überschwemmungen in den Jahren 1960, 1972 und 1985, bei denen die Wasserstände allerdings 25 bis 50% niedriger waren.

Die außergewöhnliche Höhe, Dauer und die daraus folgende Abflußfülle des Sommerhochwassers 1997 läßt sich am eindruckvollsten im Vergleich zu anderen bedeutenden Hochwassern in diesem Jahrhundert darstellen (Abb. 5.1 und 5.2). Für den deutsch-polnischen Grenzoderabschnitt kommt das Hochwasser vom Oktober 1930 mit einem Scheitelabfluß von $2\,500\text{ m}^3/\text{s}$ dem aktuellen mit $2\,600\text{--}2\,900\text{ m}^3/\text{s}$ am nächsten. Allerdings sind sowohl Dauer als auch Abflußfülle bedeutend geringer (Tab. 5.4).

Ein Vergleich der bisherigen Höchstwasserstände (HHW) mit den aktuellen ist den Tabellen 5.2 und 5.3 zu entnehmen. Die Hauptwerte für den Wasserstand und den Abfluß sind in den Tabellen 5.1a und 5.1b dargestellt. Die Überschreitung der bisherigen HHW war in der Oberen Oder am größten (Oderfurt um 207 cm und Krappitz um 221 cm). Für den Grenzoderabschnitt sind die Überschreitungen für Eisenhüttenstadt mit 62 cm und Frankfurt/Oder mit 22 cm am größten.

Die Maximaldurchflüsse sind den Tabellen 5.3 und 5.4 zu entnehmen. So wird am Oberlauf der Oder für den Pegel Oderfurt ein Abfluß von $3\,100\text{ m}^3/\text{s}$ eingeschätzt, was bei einem Einzugsgebiet von $6\,738\text{ km}^2$ einer Abflußspende von 460 l/skm^2 entspricht. Da die Abstimmung der Abflüsse in der deutsch - polnischen Grenzgewässerkommission noch nicht abgeschlossen ist, können für Eisenhüttenstadt, Slubice, Güstebiese (Gozdowice) und Hohensaaten nur vorläufige Abflüsse angegeben werden. Für den Grenzoderabschnitt wird

am deutschen Pegel Eisenhüttenstadt ein Abfluß von ca. 2 600 m³/s (Einzugsgebiet :52 033 km²; Abflußspende: 50 l/skm²) angenommen. Für den polnischen Pegel Slubice mit gleichem Einzugsgebiet wird in der Tabelle 5.5 ein Abfluß von 2 870 m³/s angegeben.

Die Abflußfüllen sind für ausgewählte Pegel der Tabelle 5.4 zu entnehmen. So wurde für Eisenhüttenstadt eine Abflußfülle über MQ mit ca. 4,2 Mrd. m³ ermittelt. Die Hochwasser von 1977 mit 2,8 Mrd. und 1947 mit 2,7 Mrd. m³ liegen deutlich niedriger. Langanhaltende Sommerhochwasser hat es schon früher gegeben. So weist Fabian [15] auf die Bedeutung des Sommerhochwassers von 1926 hin, weil es von so langer Dauer war. Schon Mitte Mai 1926 zeigte die Untere Oder ein allmähliches Ansteigen des Wasserstandes als Folge sehr ergiebiger Niederschläge. Durch erneute Hochwasserwellen aus der Oberen und Mittleren Oder und ihren Nebenflüssen erfolgte von Anfang Juni an in der Unteren Oder ein beständiges Ansteigen des Stromes, das erst Ende Juni seinen Höhepunkt erreichte. Alle nachfolgenden Wellen verzögerten den Wasserstandsrückgang, der den ganzen Monat Juli andauerte. Allerdings war der Scheitelabfluß für Eisenhüttenstadt mit 1 925 m³/s bedeutend niedriger als 1997.

Die Niederschlagsmengen werden in der Tabelle 5.4 angegeben. Für Eisenhüttenstadt wurde das erste Starkregenereignis mit ca. 7,2 Mrd. m³ und das zweite mit ca. 4,1 Mrd. m³, insgesamt also mit 11,3 Mrd. m³ ermittelt. Im Vergleich mit der errechneten Abflußfülle wurden nach dieser ersten Abschätzung 35% der Niederschläge abflußwirksam.

Für die tschechischen Oderpegel werden Wiederkehrintervalle von 100 Jahren angegeben. Für die meisten tschechischen Nebenflußpegel der Oder werden 100 bzw. 50-100 Jahre genannt. Nur für die Pegel der Stenava, Olsa, Lomna und Smeda liegen sie bedeutend niedriger (Tab. 5.3).

Eine Berechnung der Wiederkehrintervalle für die deutschen Pegel ist gegenwärtig nur für Eisenhüttenstadt auf der Basis vorläufiger Daten möglich. Für die Berechnung wurde die Reihe von 1921-1997 verwendet. Die Tabelle 5.5 zeigt die Scheitelabflüsse verschiedener Hochwasser für Eisenhüttenstadt und Hohensaaten und die Wiederkehrintervalle für Eisenhüttenstadt. Das Sommerhochwasser 1997 liegt mit einem Wiederkehrintervall von 80 - 120 Jahren deutlich über den anderen Hochwassern seit 1921. Einzige Ausnahme ist das Novemberhochwasser von 1930 mit einem Wiederkehrintervall von 70-90 Jahren.

Durchschnittlich beträgt die Laufzeit der Hochwasserwellen vom Oberlauf der Oder, ab dem Meldepegel Oderfurt, bis zum Erreichen des Grenzoderabschnittes 7 bis 10 Tage. Bis zum Erreichen des Unterlaufes im Raum Stützkow/Schwedt(O.) vergehen ab Oderfurt in der Regel etwa 9-12 Tage, bei größeren Ereignissen bis zu 13 Tagen (Abb. 5.4). Unterhalb von Kietz führt die jeweilige Wasserführung der Warthe allgemein zu Kompensationen bzw. Überlagerungen mit der Oderwasserführung, so daß das Verfolgen des eigentlichen Oderscheitels unterhalb teilweise nicht mehr eindeutig möglich ist. Entscheidend für die Laufzeiten im Unterlauf der Oder sind zudem die Windrückstauverhältnisse vom Stettiner Haff, die zusätzliche Wasserstandsanstiege von bis zu 50 cm hervorrufen können. Durch die zahlreichen Deichbrüche, Überschwemmungen und erneuten Niederschläge wurde bei dem Sommerhochwasser Juli/August 1997 ein völlig ungewöhnliches Laufzeitverhalten registriert. Für dieses Hochwasser stieg die Laufzeit auf 22 Tage an (Abb. 5.4).

6 Der Hochwasserdienst und die Hochwasserabwehr

6.1 Internationale Zusammenarbeit der hydrometeorologischen Dienste

Die Grundsätze des Datenaustausches zwischen dem Land Brandenburg und der Republik Polen sind durch die Beschlüsse der Grenzgewässerkommission festgelegt. Danach erfolgt der Datenaustausch zwischen den beiden Ländern grundsätzlich über den zentralen Bereitschaftsdienst des Landesumweltamtes (LUA) in Potsdam und die Zentrale des Institutes für Meteorologie und Wasserwirtschaft (IMGW) in Warschau. Analog erfolgt der Datenaustausch nach den „Prinzipien der Zusammenarbeit“ zwischen dem IMGW in Breslau und Kattowitz und dem Tschechischen Hydrometeorologischen Institut (ČHMÚ) in Mährisch Ostrau, Prag (Praha), Königgrätz (Hradec Králové) und Außig (Ústí nad Labem).

Die Zusammenarbeit der hydrometeorologischen Dienste wird von allen drei Ländern als sehr wertvoll und konstruktiv eingeschätzt [16]. In Anbetracht der Größe des Hochwassers wurden die Informationen unbürokratisch über das vereinbarte Maß hinaus ausgetauscht. So wurden z. B. durch den tschechischen und den polnischen hydrometeorologischen Dienst die Wasserstände mehrfach alle 3 Stunden übermittelt.

Trotzdem traten erhebliche Lücken im Datenaustausch auf. Sie wurden insbesondere durch Hochwasserschäden an den technischen Anlagen verursacht:

- überflutete Pegel- und Niederschlagsstationen
- zerstörte Registriervorrichtungen
- unterbrochene Telefonverbindungen
- unterbrochene Stromversorgung
- fehlender Zugang zu den Pegeln
- Evakuierung der Beobachter.

Die Vorhersage der Wasserstandsentwicklung erfolgte durch das ČHMÚ und das IMGW. Das Land Brandenburg verfügt über kein eigenes Vorhersagemodell. Neben dem Ausfall der Pegelstationen haben auch die Überschwemmungen infolge der Deichbrüche und die sehr langsame langanhaltene Fortbewegung der Welle die Erstellung von Vorhersagen sehr erschwert. Die Tabelle 6.1 gibt einen Überblick über die Vorhersagefehler für den Pegel Šlubice.

Für die Erstellung der **Prognosen im ČHMÚ** wurden folgende Daten genutzt

- Prognosen aus vorhandenen Niederschlagsmodellen der französischen, deutschen und britischen Wetterdienste,
- Informationen meteorologischer Radarstationen in Skalka u Boskovic und Prag-Libus
- Wasserstandsdaten der tschechischen Pegelstationen
- Informationen über aktuelle Abflüsse aus Speichern im Einzugsgebiet von Moravica, Ostrawitza und Olsa,
- Informationen von den Beobachtungs- und Meßstationen des IMGW.

Für die Erstellung der **Prognosen im IMGW** wurden folgende Daten genutzt:

- Wasserstandsdaten der polnischen Pegelstationen

- Daten ausgewählter tschechischer Pegel- und Niederschlagsstationen
- Informationen über Abflüsse aus den Speichern an den Oder-Zuflüssen auf der tschechischen und der polnischen Seite
- laufende Informationen der meteorologischen Bodenstationen
- Satellitenfotos
- Prognosekarten des DWD in Offenbach, die die Höhenverteilung der 850, 700 und 500 hPa-Druckflächen mit den Temperaturfeldern sowie die Feuchtigkeitsfelder für 700 hPa Höhe darstellen, und die Niederschlagshöhenkarten, die alle 12 Stunden mit einem Prognosezeitraum von 168 Stunden übermittelt wurden
- Warnungen und Prognosen sowie Analysen der hydrologisch-meteorologischen Situationen des ČHMÚ Prag und Mährisch-Ostrau.

In Auswertung des Hochwassers sind zwei Hauptschwerpunkte für die Verbesserung der internationalen Zusammenarbeit zu nennen:

- Schaffung der technischen, organisatorischen und rechtlichen Voraussetzungen für einen schnellen und zuverlässig arbeitenden Informationsaustausch. An erster Stelle sind hier die Automatisierung der Meldepegel und der Niederschlagsstationen zu nennen.
- Verbesserung der Vorhersagemodelle. In den Einzugsgebieten ist eine engere Verknüpfung von Niederschlagsprognosen und Niederschlags - Abflußmodellen vorzusehen. Für die Oder selbst sollte ein hydrodynamisches Modell zur Anwendung kommen, daß auch Deichbruchsimulationen zuläßt. Die Hochwasserzentrale des Landes Brandenburg muß zur Einschätzung der hydrologischen Lage an der Grenzoder eigene Szenarienrechnungen durchführen können.

6.2 Die Tätigkeit der nationalen Hochwasserdienste

6.2.1 Die Tätigkeit des Hochwasserdienstes in der Tschechischen Republik

Der Hochwasser-Vorhersagedienst wurde in Übereinstimmung mit dem Gesetz über die staatliche Verwaltung in der Wasserwirtschaft vom Tschechischen Hydrometeorologischen Institut (ČHMÚ) in Zusammenarbeit mit der Aktiengesellschaft „Povodi“ abgesichert. Bei diesem Hochwasser war neben der wasserwirtschaftlichen Dispatcherzentrale des Unternehmens Einzugsgebiet-Oder-AG (Povodi) vor allem die meteorologische und hydrologische Zentrale des ČHMÚ in Prag und deren regionalen Zweigstellen in Mährisch Ostrau und Königgrätz (Hradec Králové) betroffen.

Für die Öffentlichkeit wurde der erste Hinweis auf ergiebige Niederschläge am Freitag, dem 04.07.1997, im Rahmen der üblichen Wettervorhersage gegeben. In den Nachmittagsstunden versandte die Vorhersagezentrale des ČHMÚ in Prag standardmäßig schriftliche Hinweise an die Empfänger der zentral herausgegebenen Hochwasserwarnungen, einschließlich des Hauptamtes für Zivilschutz der Tschechischen Republik, des Hochwasserdienstes des Ministeriums für Umwelt der Tschechischen Republik, der wasserwirtschaftlichen Dispatcherzentralen der Aktiengesellschaften „Povodi“, die die Hochwasserkommissionen der gesamten Einzugsgebiete informatorisch absichern, sowie an die Staatliche Meliorationsverwaltung.

Der erste Hinweis ließ jedoch noch keine Rückschlüsse auf die kommende Katastrophe zu. Die Warnung vom Sonnabend, dem 05.07.1997, ging jedoch bereits von einem deutlichen Ansteigen der Wasserstände und dem Erreichen der Alarmstufen 2 und 3 aus. Gleichzeitig wurde mit der stündlichen Messung der Niederschläge an den hauptamtlichen meteo-

rologischen Stationen begonnen. Im Verlaufe des Wochenendes nahmen die Kreis-Hochwasserkommissionen der betroffenen Gebiete und am Sonntag auch die Hochwasserkommission des gesamten Einzugsgebietes der Oder ihre Arbeit auf. Am Montag, dem 07.07.1997, bildete die Zentrale Hochwasserkommission der Tschechischen Republik in Ölmütz (Olomouc) einen Krisenstab, der Informationen über den aktuellen Stand und die Entwicklung der Hochwassersituation erfaßte, sowie die Sicherungs- und Rettungsarbeiten koordinierte.

Im Einzugsgebiet der Oder wurde der ununterbrochene Betrieb des regionalen hydrologischen Vorhersagedienstes in der Zweigstelle des ČHMÚ in Mährisch Ostrau in den Morgenstunden des 06.07.1997 aufgenommen. Dieser verschickte dann die Warnungen an die regionalen und Kreis-Hochwasserbehörden und stand im direkten Kontakt mit der wasserwirtschaftlichen Dispatcherzentrale der Aktiengesellschaft „Povodi“. Im Rahmen seiner Möglichkeiten stellte der Vorhersagedienst die erforderlichen Informationen weiteren Interessenten, den Massenmedien und der Öffentlichkeit zur Verfügung. Weitere Aufgaben ergaben sich aus dem Regierungsvertrag über die Zusammenarbeit an den Grenzgewässern mit der Republik Polen. So wurden die aktuellen und zugänglichen hydrometeorologischen Daten und Vorhersagen gemäß den gültigen Grundsätzen der Zusammenarbeit an das Institut für Meteorologie und Wasserwirtschaft in Breslau und Kattowitz übergeben.

Für den Hochwasserdienst waren während des Hochwasserereignisses die Informationen über die Prognose der Niederschläge auf der Basis des numerischen Vorhersagemodells ALADIN (das vom ČHMÚ seit 1997 in Zusammenarbeit mit dem französischen meteorologischen Dienst betrieben wird) und die Informationen über die Niederschlagssummen von den meteorologischen Radarstationen sowie vom staatlichen Beobachtungsnetz der meteorologischen und klimatologischen Stationen sehr wertvoll. Bewährt haben sich sowohl die Vorhersagen des Abflusses aus dem wasserwirtschaftlichen System der Aktiengesellschaft „Povodi“ als auch deren Daten der Niederschlagsmeßstationen, die von ihrer wasserwirtschaftlichen Dispatcherzentrale zur Verfügung gestellt wurden.

Vom Sonntag zum Montag, dem 07.07.1997, nahm auch die technische Sicherheitsaufsicht an den bedeutenden wasserwirtschaftlichen Anlagen in den von extremen Niederschlägen betroffenen Einzugsgebieten der Morawitza und Ostrawitza ihre Arbeiten auf.

In die Rettungsarbeiten wurden bereits ab Sonntag, dem 06.07.1997, auf Forderung der Bürger und Gemeinden die örtlichen Einheiten der Feuerwehr einbezogen. Im Laufe der Nacht zum 07.07.1997, wurde auf Ersuchen der betroffenen Kreise mit der Verlegung weiterer Feuerwehreinheiten als Verstärkung begonnen. Bereits ab Sonntag, dem 06.07.1997, wurden auf Anforderung durch die Leiter der Kreisämter die Kräfte und Mittel, die dem Hauptamt für Zivilschutz und der Armee der Tschechischen Republik unterstanden, in die Rettungsarbeiten eingeschaltet. Die betroffenen Gebiete erhielten in ausreichendem Maße und in kürzestmöglicher Zeit Hilfe.

Im Rahmen der Zentralen Hochwasserkommission wurden einzelne Arbeitsgruppen geschaffen. Diese sicherten unter anderem folgendes ab:

- zentrale Erfassung und Verteilung humanitärer Hilfe,
- Einsatz der Kräfte und Mittel der Armee der Tschechischen Republik,
- Einsatz der Militärpolizei,
- Prognose der Hochwasserentwicklung,
- Monitoring der hygienischen Situation in den betroffenen Gebieten usw.

Die Zentrale Hochwasserkommission wertete regelmäßig die Situation aus und stellte erst nach Abklingen der beiden Hochwassersituationen am 24.07.1997 die Tätigkeit ihres Krisenstabes ein.

6.2.2 Die Tätigkeit des Hochwasserdienstes in der Republik Polen

Der Hochwasserschutz gehört zu den Aufgaben der Regierungsadministration und der kommunalen Organe. Den unmittelbaren Hochwasserschutz übernehmen das Hauptkomitee für Hochwasserschutz, die Wojewodschaftlichen Hochwasserkomitees (WKP) und die von den Wojewoden berufenen regionalen, kommunalen und betrieblichen Hochwasserkomitees.

Zum Aufgabenbereich des Wojewodschaftlichen Hochwasserkomitees gehören u.a.:

- die Begutachtung von wasserwirtschaftlichen Entwicklungsplänen aus der Sicht des Hochwasserschutzes
- die Aufstellung von operativen Hochwasserschutzplänen
- die Übernahme der Leitung von Hochwasserschutzaktionen, verbunden mit der Entscheidung über die Vorentlastung oder Entleerung eines Wasserspeichers
- die Übernahme der Leitung von Evakuierungsmaßnahmen der Bevölkerung aus den unmittelbar gefährdeten Gebieten sowie Rettung des Lebens und des Vermögens in den vom Hochwasser betroffenen Gebieten
- Hilfsleistungen für die von der Hochwasserkatastrophe betroffene Bevölkerung
- die Durchführung von Kontroll- und Aufsichtsmaßnahmen bei der Beseitigung von Hochwasserschäden
- die Bewertung der Hochwasserschutzaktionen.

Angesichts des gewaltigen Ausmaßes des Hochwassers an der Oder und seiner Nebenflüsse, hauptsächlich an der Glatzer Neiße, bildete der Ministerrat am 08.07.1997 unter Leitung des Unterstaatssekretärs im Ministerium für Inneres und Verwaltung eine Kommission zur Koordinierung der Hochwasserschutzmaßnahmen. Ihr gehörten Vertreter folgender Ministerien an:

- Umweltschutz, Naturressourcen und Forsten
- Transport und Seewirtschaft
- Telekommunikation
- Nationale Verteidigung
- Gesundheit und Sozialfürsorge
- Land- und Nahrungsgüterwirtschaft
- Nationale Bildung
- Arbeit und Sozialpolitik.

Im Zuge der wachsenden Bedrohung durch das Hochwasser, der einfließenden Warnungen, Meldungen und Informationen über die hydrologisch-meteorologische Lage, riefen die jeweiligen wojewodschaftlichen Hochwasserkomitees (WKP) den Bereitschaftszustand bzw. den Hochwasseralarm für die gefährdeten Regionen aus. In den Leitungszentren des Hochwasserschutzes wurden auf allen Ebenen ganztägige Bereitschaftsdienste eingeführt.

Die Koordinierung der Hochwasserschutzaktionen der WKP übernahm ein Stab unter Leitung des Unterstaatssekretärs im Ministerium für Inneres und Verwaltung [17]. Das Dispositions- und Informationszentrum des Hauptkomitees für Hochwasserschutz befand sich im Ministerium für Umweltschutz, Naturressourcen und Forsten und war verantwortlich für

- den aktuellen Informationsdienst über die Hochwassersituation im Land
- die Bereitstellung von Geräten und Materialien in den am schwersten vom Hochwasser betroffenen Gebieten
- die Sicherung von Hilfeleistungen für die vom Hochwasser betroffene Bevölkerung.

Der Hochwasseralarm (Anlage 2) wurde in den meisten Wojewodschaften am 06. und 07.07.1997 ausgelöst und dauerte durchschnittlich 28 Tage, in sieben WKP-Bereichen länger als 30 Tage (Tab.6.2). An den Sitzungen der WKP nahmen teil: die Direktoren der Bezirkswasserwirtschaftsdirektionen, der Wojewodschaftlichen Verwaltungen für Melioration und Wasseranlagen, die Abteilungsleiter der Wojewodschaftsämter, die Chefs der Staatlichen Feuerwehrkommandanturen, der Polizei, der Armee und der Wojewodschaftsinspektorate für Zivilverteidigung des Landes, desweiteren Vertreter der Bezirksdirektionen für öffentliche Straßen, der Energiewerke, der Telekommunikation und andere. In einigen WKP (z. B. in Breslau) wurden Operativgruppen, bestehend aus Offizieren im Dauerdienst der Armeeformationen, der Polizei und der Feuerwehr, gebildet, die in unmittelbarer Zusammenarbeit mit den Operativeinheiten die Koordinierung der geführten Aktionen erleichterten.

Aufgaben der Armeeeinheiten waren:

- Durchführung von Wiederaufbaumaßnahmen
- selbständige Durchführung oder Unterstützung bei Rettungs- und Sicherungsaktionen, beim Lebensmitteltransport u.a.m.
- Beseitigung der Hochwasserfolgen.

Neben den regulären Verpflichtungen hatte die Polizei ein breites Aufgabengebiet zu bewältigen, darunter u.a.:

- Sicherung der Straßen und Zufahrtswege für Rettungsdienste, Hilfskonvois, Spezialtransporte usw.
- Mitwirkung an der Evakuierung der Bevölkerung, ihres Eigentums und der Tiere
- Kontrolle der Gebiete nach der Evakuierung der Bevölkerung.

Die Einheiten der Staatlichen Feuerwehr und der Freiwilligen Feuerwehr wurden eingeteilt für:

- die Durchführung von Rettungsaktionen mittels Spezialausrüstung
- die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser
- die Teilnahme an der Überwachung der Deiche und der hydrotechnischen Objekte sowie an deren Befestigung
- die Entwässerung überschwemmter Objekte, Gelände, Immobilien usw..

An den Hochwasserschutzaktionen nahmen auch Einheiten des Zivilschutzes (OCK) teil. Ihre Aufgaben waren:

- Koordinierung der Armee, der OCK-Einheiten und anderer, den WKP's zur Verfügung stehenden Kräften
- Organisieren von Diensten während der Hochwasseraktionen
- Teilnahme bei der Evakuierung und beim Schutz des Eigentums sowie bei der Beseitigung von Hochwasserfolgen
- Bekanntmachung und Weiterleitung von Informationen,
- Überwachung und Befestigung von Hochwasserschutzdeichen sowie Verteilung von Säcken, Sand etc.,
- Erstellung von Sammelmeldungen über die Beteiligung der Armee und der OCK-Einheiten bei den Hochwasserschutzaktionen.

Neben den Einheiten der Ressortdienste schlossen sich den Rettungsaktionen Freiwillige an, die ein enormes Engagement beim Kampf gegen das Hochwasser zeigten. Eine besondere Beachtung soll hierbei der Bevölkerung von Großstädten geschenkt werden, die in spontan organisierten Hochwasserschutzkomitees in einer »non stop«-Arbeit die Deiche mit Sand-

säcken befestigten, diese erhöhten oder Sickerstellen beseitigten, um damit ihre Siedlungen oder Straßen vor Überschwemmung zu schützen.

Mit dem Einsetzen der Hochwasserschutzaktionen wurden auch das Polnische Rote Kreuz, das Polnische Komitee für Sozialhilfe und die Pfadfinder wirksam. Sie brachten Ausrüstung, Lebensmittel, Bekleidung, Arzneimittel und führten im Rahmen ihrer Möglichkeiten Evakuierungen aus den am meisten bedrohten Orten durch.

Insgesamt waren im Einsatz:

- die Staatliche Feuerwehr – am 09.07.1997 und 25.07.1997
 - Menschen 3618 am 09.07.1997, 4755 am 25.07.1997
 - Motorpumpen 786
 - Hochleistungspumpen 44
 - Hubschrauber 20
 - Schwimmgeräte 68
 - Autobusse 7
 - Trinkwassertanks 92
 - Spezial- und Löschfahrzeuge 891

- Freiwillige Feuerwehr – am 09.07.1997 und 21.07.1997
 - Menschen 6986 am 09.07.1997, 2972 am 21.07.1997
 - Motorpumpen 1029
 - Hochleistungspumpen 18
 - Schwimmgeräte 36
 - Spezial- und Löschfahrzeuge 1252

- Streitkräfte – am 21.07.1997
 - Menschen 14 385
 - Boote 147
 - Fahrzeuge 824
 - Spezialfahrzeuge 501
 - Hubschrauber 61
 - Flugzeuge 5

- Polizei – am 11.07.1997, 20.07.1997 und 22.07.1997
 - Menschen 18 196
 - Fahrzeuge 3 177
 - Boote 150

- Grenzschutz – am 11.07.1997, 16.07.1997 und vom 23.07.1997 – 27.07.1997
 - Menschen 820
 - Fahrzeuge und Autobusse 109
 - Boote und Pontons 13

- Weichsel-Militäreinheit des Ministeriums für Inneres und Verwaltung – am 10.07.1997, 18.07.1997 und 22.07.1997
 - Menschen 1176
 - Fahrzeuge 69
 - Boote 62
 - Hubschrauber 8
 - Funkstationen 26

– Formationen der Zivilverteidigung – 15 Fliegereinheiten, 2102 andere	
Menschen	32 830
Flugzeuge	29

6.2.3 Die Tätigkeit des Hochwasserdienstes im Land Brandenburg

Nur 5 % des Einzugsgebietes der Oder (5 587 km²) liegen in der Bundesrepublik Deutschland. Die Lausitzer Neiße von der Staatsgrenze bis zur Mündung in die Oder und die Oder von der Einmündung der Neiße bis Mescherin sind Grenzgewässer. Damit bilden rd. 237 km Wasserlauf direkt die Grenze zur Republik Polen. Das begründet die Notwendigkeit eines intensiven Datenaustausches zwischen der Republik Polen und der Bundesrepublik Deutschland. Insbesondere zu Hochwasserereignissen sind in kurzen Intervallen aktuelle Daten auszutauschen.

Die gesetzliche Grundlage für den Hochwassermeldedienst im Bundesland Brandenburg bildet die Hochwassermeldedienstverordnung (HWMDV). Hochwassermeldezentrum für das Einzugsgebiet der Grenzoder ist das Landesumweltamt Brandenburg (LUA), Außenstelle Frankfurt/Oder. Das Einzugsgebiet der Lausitzer Neiße gehört in die Zuständigkeit des LUA, Außenstelle Cottbus, das Hochwassermeldezentrum für Spree, Schwarze Elster und Lausitzer Neiße.

Die HW-Meldezentren sind verantwortlich für die Verbreitung von Wasserstandsmeldungen, die Herausgabe von HW-Berichten, Warnungen und Prognosen (Anlage 3).

Da die Oder eine Bundeswasserstraße ist, ist für den Betrieb und die Unterhaltung der Hochwasser-Meldepegel das Wasser- und Schifffahrtsamt Eberswalde zuständig. Die Hochwasser-Meldepegel an der Neiße werden durch das LUA betrieben.

Die Übermittlung der Wasserstandsmeldungen auf nationaler Ebene verlief über den gesamten Zeitraum nahezu störungsfrei. Durch die Hochwassermeldezentrale (HWMZ) Frankfurt/Oder wurden vom 09.07.97 bis 12.08.97 83 Hochwasserberichte zur Information von Dienststellen, Einsatzstäben, Kreisen, Gemeinden und sonstigen Betroffenen herausgegeben. Weiterhin erfolgten zusätzliche Informationen zu speziellen Problemstellungen.

Der Informationsaustausch mit der Republik Polen konnte nicht wie vereinbart erfolgen, da durch das Hochwasser das Pegelnetz im Oberlauf teilweise ausfiel und auch die Verbindungsnetze gestört waren. So erfolgte ein direkter Austausch, je nach Möglichkeit, mit den Dienststellen des IMGW in Posen und Breslau. Vorteilhaft war der direkte Kontakt zum Wasserstraßenamt in Słubice. Dort hielt sich in gegenseitiger Abstimmung zeitweise ein Dolmetscher im Auftrag der HWMZ Frankfurt/Oder auf.

Eine Vorhersage der Wasserstandsentwicklung der Oder mit Modellen erfolgte durch die HWMZ Frankfurt/Oder nicht. Die Prognosen wurden durch die Auswertung der Wasserstandsganglinien und Vergleiche zu anderen Ereignissen erstellt. Die Verformung der Hochwasserwelle durch Deichbrüche und der Einfluß von Speicherabgaben erschwerten die Prognosen erheblich.

Die außergewöhnliche Höhe des Hochwasserscheitels und die gleichfalls extrem lange Dauer von Wasserständen innerhalb der Alarmstufe IV (Katastrophenabwehr) bedingten einen enorm hohen Einsatz an Kräften, Material und Technik.

Insgesamt waren im Einsatz:

30 000	Soldaten der Bundeswehr
3 500	Mann Bundesgrenzschutz
6 560	Mann Technisches Hilfswerk
1 500	Mann Polizeibeamte
2 100	Mann der Feuerwehr
1 100	Mann Hilfsorganisationen, Katastrophenschutz und freiwillige Helfer
430	Mann des Landesumweltamtes Brandenburg
400	Mann der Straßenbauverwaltung.

An Technik waren im Einsatz:

61	Hubschrauber
1394	Lkw
219	Räumgeräte
85	Boote
180	Baumaschinen und Transportfahrzeuge
150	Busse
370	Löschfahrzeuge der Feuerwehr sowie Spezialpumpen
11	Wasserwerfer
104	Beleuchtungsfahrzeuge
3	Trinkwasseraufbereitungsanlagen.

7,5 Mio. Sandsäcke wurden gefüllt und auch größtenteils verbaut. Dazu kamen 5 000 m Folie sowie 200 000 Faschinen.

6.3 Einfluß der Talsperren in der Tschechischen Republik auf das Hochwasser

Eine positive Rolle beim Hochwasserschutz spielten alle sieben vorhandenen Talsperren (Tab.6.3, 6.4). Obwohl diese Speicher in den höheren Lagen des Einzugsgebietes gelegen sind (insbesondere diejenigen in den Beskiden), zeichneten sie sich, wie nachfolgende Auswertungen zeigen, durch eine 33- bis 10prozentige Verringerung der Scheitelabflüsse mit günstigem Einfluß auch auf die in die Polnische Republik abfließenden Wassermengen aus [18]. Die Wasserabgaben an den Talsperren richteten sich zum Zeitpunkt des Hochwasserereignisses nach den gültigen Wasserabgabeordnungen und den Entscheidungen der Hochwasserkommission des Gesamteinzugsgebietes der Oder. Sie wurden auf Grund der Entwicklung des Talsperrenzuflusses, der gefallenen und der prognostizierten Niederschläge sowie auf Grund der Entwicklung der Situation an den Wasserläufen unterhalb der Talsperren vorgeschlagen. Für die Vorhersage der Zuflüsse und den Vorschlag der optimalen Wasserabgaben wurde bei den Talsperren in den Beskiden ein Niederschlags-Abfluß-Simulationsmodell des Einzugsgebietes der Ostrawitza verwendet. Insgesamt haben die Stauanlagen in der Verwaltung des Unternehmens Povodí Odry, a.s. ("Einzugsgebiet-Oder-AG") während des Hochwasserereignisses durch ihre Hochwasserschutzräume 78 Mio. m³ Wasser zurückgehalten, wobei sie in Bezug auf die Scheitelabflüsse ihre Rückhaltefunktion wie folgt erfüllten (Tab. 6.5):

Stauanlage Šance

Während des höchsten Zuflusses (am 07.07.1997 um 2.00 Uhr) von $290 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{100} \sim 313 \text{ m}^3/\text{s}$) zur Stauanlage betrug der Abfluß aus der Stauanlage lediglich $70 \text{ m}^3/\text{s}$, was einer Scheitelkappung um $220 \text{ m}^3/\text{s}$ entspricht. Beim zweiten Scheitelwert (ab 22.30 Uhr am 08.07.1997 bis 2.00 Uhr am 09.07.1997) mit $260 \text{ m}^3/\text{s}$ konnte nur eine Absenkung um $30 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $230 \text{ m}^3/\text{s}$ erreicht werden. Entscheidend zu diesem Zeitpunkt war jedoch der Umstand, daß die Wassermenge bereits in den absteigenden Ast des Hochwassers abgelassen wurde. Insgesamt wurde der Hochwasserschutzraum beim Scheitelwasserstand zu 94,4 % gefüllt, und es wurden $14,746 \text{ Mio. m}^3$ Wasser zurückgehalten.

Stauanlage Morávka

Der Einfluß der Stauanlage Morávka auf die Absenkung der ersten Hochwasserwelle (am 07.07.1997) war am ausgeprägtesten. Der Höchstzufluß von $130 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{20} \sim 142 \text{ m}^3/\text{s}$) konnte halbiert werden. Beim Eintreffen der zweiten Hochwasserwelle (08.07.1997-09.07.1997) war der Einfluß der Stauanlage bereits geringer, da noch keine Entlastung des Hochwasserschutzraumes möglich war, und der Höchstzufluß von $129 \text{ m}^3/\text{s}$ wurde nur um $8 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $121 \text{ m}^3/\text{s}$ verringert. Der Verringerungseffekt der Stauanlage während des Hochwasserereignisses wurde bei der ersten Hochwasserwelle dadurch beeinflusst, daß der Hochwasserschutzraum des Speichers vor dem Hochwasser nur zu 21 % gefüllt worden war (zur Klärung der Ursachen für die Störung eines Dichtungselementes im Damm im Vorjahr).

Beim Scheitelwasserstand war der Hochwasserschutzraum zu 99,3 % gefüllt, und es wurden $6,5 \text{ Mio. m}^3$ Wasser zurückgehalten.

Stauanlage Olešná

Die größte Absenkungswirkung zeigte die Stauanlage bei der ersten Zuflußwelle und reduzierte diese (am 06.07.1997 um 10.00 Uhr) von $55 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{20} \sim 50 \text{ m}^3/\text{s}$) auf $42 \text{ m}^3/\text{s}$. Bei den folgenden Scheitelwerten waren die Reduktionswirkungen des Speichers angesichts der bereits teilweisen Füllung des Hochwasserschutzraumes geringer. Dieser war beim Scheitelwasserstand zu 62,3 % gefüllt, und insgesamt wurden $0,564 \text{ Mio. m}^3$ Wasser zurückgehalten. Das Gesamtvolumen des dem Speicher zugeführten Wassers betrug zwischen dem 05.07.1997 und 12.07.1997 $7,8 \text{ Mio. m}^3$.

Stauanlage Žermanice

Der Gesamtzufluß hatte zwei ausgeprägte Scheitelwerte. Der erste Scheitelwert (am 06.07.1997 um 24.00 Uhr) mit $48 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{20} \sim 53 \text{ m}^3/\text{s}$) wurde durch den Speicher auf $20 \text{ m}^3/\text{s}$, der zweite (am 08.07.1997 um 24.00 Uhr) von $98 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{100} \sim 80 \text{ m}^3/\text{s}$) auf $40 \text{ m}^3/\text{s}$ verringert. Das Gesamtvolumen des der Stauanlage zugeführten Wassers (vom 05.07.1997 bis zum 12.07.1997) betrug $12,2 \text{ Mio. m}^3$, wobei der Hochwasserschutzraum beim Scheitelwasserstand zu 69,8 % gefüllt war, und $4,064 \text{ Mio. m}^3$ Wasser zurückgehalten wurden.

Stauanlage Těrlicko

Der Zufluß zum Speicher wies mehrere Scheitelwerte auf, von denen zwei am ausgeprägtesten waren. Der erste (um 24.00 Uhr am 06.07.1997) mit $77 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{10} \sim 79 \text{ m}^3/\text{s}$), der zweite

(am 09.07.1997 um 2.00 Uhr) mit $124 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{50} \sim 124 \text{ m}^3/\text{s}$). Der erste Scheitelwert wurde um $26 \text{ m}^3/\text{s}$, der zweite um $31 \text{ m}^3/\text{s}$ gesenkt. Das Gesamtvolumen des der Stauanlage zugeführten Wassers (05.07.1997 - 12.07.1997) betrug $17,5 \text{ Mio. m}^3$, der Hochwasserschutzraum war beim Scheitelwasserstand zu $74,7 \%$ gefüllt, und es wurden $3,541 \text{ Mio. m}^3$ Wasser zurückgehalten.

Talsperrensystem Slezská Harta und Kružberk

Der nicht fertig gebaute Speicher Slezská Harta befand sich vor Hochwasserbeginn in der 4. Etappe der ersten Flutung (die durch Unterbrechung der Flutung beim Wasserstand von $488,00 \text{ m ü. NN}$ abgeschlossen werden sollte). Wegen der Instandsetzung der Rinne unterhalb des Dammes wurde der Abfluß der Anlage zunächst mit einem Wert von $1 \text{ m}^3/\text{s}$, später (nach dem 07.07.1997) mit $12 \text{ m}^3/\text{s}$ begrenzt.

Die Zuflüsse zum Speicher Slezská Harta erreichten (am 08.07.1997 um 12.00 Uhr) den Höchstwert von $192 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{50} \sim 197 \text{ m}^3/\text{s}$). Das Wasservolumen im Speicher erhöhte sich (zwischen dem 05.07.1997 und 26.07.1997) von $125,9 \text{ Mio. m}^3$ auf $174,1 \text{ Mio. m}^3$, und es wurden auf diese Weise $48,2 \text{ Mio. m}^3$ Wasser zurückgehalten. Bei dem genannten Abfluß aus dem Wasserspeicher Slezská Harta erreichten die Zuflüsse aus dem Zwischeneinzugsgebiet in den Speicher Kružberk (am 08.07.1997 um 20.00 Uhr) einen Maximalwert von $45 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_1 \sim 53 \text{ m}^3/\text{s}$). Aus der Stauanlage Kružberk wurden also - bis zum Ende des kritischen Teils des Hochwassers an dem niedriger gelegenen Fluß Opava (bis zum 12.07.1997) - $1 \text{ m}^3/\text{s}$ abgelassen. Die Stauanlage Slezská Harta, deren Fertigstellung nach 1989 auf Kritik gestoßen war, hielt während des Hochwasserereignisses im Juli 1997 das gesamte fünfzigjährige Hochwasser aus einem Einzugsgebiet mit einer Fläche von 567 km^2 zurück und wurde bei ihrer Flutung auf diese Weise bereits das dritte Mal im Verlaufe der kurzen Zeit von zwei Jahren 1996 und 1997 ihrer Hochwasserschutzfunktion in hervorragender Weise gerecht.

6.4 Einfluß der Talsperren in der Republik Polen auf das Hochwasser

Eine wesentliche Rolle bei der Reduzierung der Größe von Hochwasserwellen erfüllten im Juli 1997 die mehrfach genutzten Wasserspeicher, deren allgemeine technische Charakteristik in der Tabelle 6.6 aufgeführt ist. Die Bewirtschaftung der Speicher (Tabelle 6.7) obliegt vor allem den Bezirkswasserwirtschaftsdirektionen – gemäß den bestätigten Instruktionen und in enger Absprache mit den zuständigen Wojewodschaftlichen Hochwasserkomitees [19].

Die Nutzung des beherrschbaren und unbeherrschbaren Hochwasserschutzraumes der Speicher führte zu einer erheblichen Senkung der Scheitelabflüsse der ersten und zweiten Hochwasserwelle, wodurch die Hochwassergefahr gesenkt wurde. Der Reduktionseffekt der Speicher, der seinen Ausdruck in der Größe der Minderung des Maximalzuflusses findet, ist der Tabelle 6.8 für den ersten Scheitel und der Tabelle 6.9 für den zweiten Scheitel zu entnehmen.

Folgendes ergab die Analyse des Speicherbetriebs während des Hochwasserereignisses:

- Während des Durchgangs der ersten Hochwasserwelle stand eine größere Hochwasserreserve zur Verfügung, es wurde ein besserer Reduktionseffekt in der Größenordnung von 35% bis über 90% der Größe des Maximalzuflusses erreicht.
- Aufgrund des zu kurzen Zeitraumes zwischen der Entstehung der ersten und der zweiten Welle konnte bei den meisten Speichern die erforderliche Hochwasserschutzreserve nicht erzielt werden.

- Da die Möglichkeit fehlte, das Fassungsvermögen bei Hochwasser wiederherzustellen, und es größere Maximalzuflüsse zu den Speichern, die im Einzugsgebiet von Weistritz, Bober und Katzbach liegen, während der zweiten Hochwasserwelle gab, wurde ein geringerer Reduktionseffekt erreicht.
- Das Fassungsvermögen der Speicher wurde während des Hochwassers 100prozentig genutzt. Einige Speicher arbeiteten sogar unter Überlast.
- Eine besonders gefährliche Situation entstand während der ersten Hochwasserwelle an der Kaskade des Speichers »Otmuchow-Nysa« an der Glatzer Neiße, wo der Maximalzufluß die Gesamtkapazität der Ablaßanlagen erheblich überstieg (08.07.1997), dabei kam es zu einem Teilbruch der Dammsirnböschung des Speichers »Nysa«. Unter kritischen Bedingungen arbeiteten ebenfalls andere Speicher, wie z.B. »Pilchowice«, »Jeziorsko« und »Lubachów«.
- Während der zweiten Hochwasserwelle wurden unter Überlastbedingungen Rückhaltespeicher wie »Mietków« und »Lubachów« an der Weistritz, »Slup« an der Nysa Szalona, »Dobromierz« an der Strzegomca und »Jeziorsko« an der Warta betrieben [20].

Eine lokale Wirkung bei der Minderung der Hochwassergefahr erfüllten auch die Rückhaltebecken ohne Dauerstau, die im oberen Odereinzugsgebiet in Niederschlesien vorhanden sind. Deren Charakteristik ist in der Tabelle 6.10 und die Auffüllung der Speicher während der ersten und zweiten Hochwasserwelle in der Tabelle 6.11 dargestellt.

Während der ersten Hochwasserwelle wurden die Speicher in der Wojewodschaft Walbrzych innerhalb des Zuflußbereiches der Neiße, insbesondere »Miedzygorze« am Flübchen Potok Wilczy sowie der Speicher »Stronie Sl.« am Fluß Morawca, unter Überlast betrieben.

Während der zweiten Hochwasserwelle wurde das Fassungsvermögen der Speicher »Świerzawa«, »Kaczorów« und »Bolków« im Einzugsgebiet des Flusses Katzbach sowie der Speicher »Cieplice«, »Mysłakowice« und »Krzyszów 1« fast 100prozentig genutzt.

Für die einzelnen Speicher wird nachfolgend die Steuerung während des Hochwassers beschrieben.

Speicher Otmuchów und Nysa

Die Wasserwirtschaft an den Speichern Otmuchów und Nysa wurde von der Bezirkswasserwirtschaftsdirektion ODGW Breslau in Abstimmung mit dem Wojewodschaftlichen Hochwasserkomitee Oppeln auf der Grundlage der Daten, die direkt vom Inspektorat der ODGW Otmuchów übergeben wurden, sowie der an den Pegeln Wartha, Ziegenhals und Oderfurt vom IMGW gewonnenen Daten, reguliert.

Vom 04.07.1997 bis 06.07.1997 lag die Füllung der Speicher unterhalb des normalen Stauraums.

	<u>Otmuchów</u> [Mio m ³]	<u>Nysa</u> [Mio m ³]
04.07.1997	63,91	56,7
05.07.1997	64,24	56,53
06.07.1997	65,37	57,54

Der Zufluß zu den Speichern nahm in den Nachtstunden vom 06.07.1997 zum 07.07.1997 zu; am 07., 08. und 09.07.1997 wurde der maximale Anstieg notiert.

Der Speicher Nysa war am 07.07.1997 mit 74,87 Mio. m³ (Normalstau: 85,7 Mio. m³) und der Speicher Otmuchów mit 72,74 Mio. m³ (Normalstau: 85,8 Mio. m³) gefüllt.

Die Speicher hatten somit freie beherrschbare und unbeherrschbare Hochwasser-schutzreserven sowie eine zusätzliche Reserve mit insgesamt 90,49 Mio. m³, wodurch die Hochwasserwelle mit einem Gesamtscheitelabfluß (Glatzer Neiße + Bielau) vom 2 594 m³/s auf einen Wert unter 1 500 m³/s reduziert werden konnte.

Der langanhaltende hohe Zufluß der Bielau machte eine Abgabebegrenzung aus dem Speicher Otmuchów erforderlich, um den Gesamtzufluß zum Speicher Nysa zu verringern. Es wurde beschlossen, den unbeherrschbaren Stauraum des Speichers Otmuchów vollständig auszunutzen und gleichzeitig den Wasserabfluß aus dem Speicher Nysa am 07.07.1997 ab 10.00 Uhr zu erhöhen.

Der maximale Abfluß aus dem Speicher Nysa betrug 1 500 m³/s (am 08.07.1997 um 18.30 Uhr), wobei der Zufluß zu den Speichern (gesamt) am 08.07.1997 um 15.00 Uhr, der 2 050 m³/s (08.07.1997 um 16.00) betrug, lediglich auf 1 933 m³/s sank.

Die maximale Leistung der Ablässe in Otmuchów und Nysa beträgt 2 000 m³/s, der Gesamtzufluß zu den Speichern während des Durchgangs der Hochwasserwelle betrug dagegen 2 594 m³/s. Am 08.07.1997 war der Speicher Nysa mit 117,60 Mio. m³ (maximaler Stauraum 113,6 Mio. m³) und der Speicher Otmuchów mit 136,0 Mio. m³ (maximaler Stauraum 124,5 Mio. m³) gefüllt, der Zufluß zu den beiden Speichern lag bei 1 472 m³/s.

Der Abfluß aus dem Speicher Nysa wurde ab 24.00 Uhr auf 1 300 m³/s und am 09.07.1997 ab 15.00 Uhr auf 1 150 m³/s reduziert. Am 08.07.1997 kam es zu einem Ausspülen der Dammböschung des Speichers Nysa, und die Durchsickerungen in der Region von Zamłyń wurden viel stärker.

Am 08. und 09.07.1997 wurde unter der Aufsicht einer Expertengruppe aus Breslau an der Sicherung der Brüche an der Böschungsbasis gearbeitet (unter Teilnahme der Armee). Es entstand eine ernsthafte Gefahr für den Damm des Speichers Nysa. Bis zum 10.07.1997 wurde der Abfluß bei 1 150 m³/s gehalten.

Der Wasserstand in Oderfurt betrug am 09.07.97 um 8.00 Uhr 1 021 cm. Die Hochwasserwelle der Oberen Oder wurde am 12.07.97 um 5.00 Uhr an der Neißemündung erwartet. Um den Einfluß der Hochwasserwelle der Glatzer Neiße auf die Oder zu begrenzen, wurde die Abgabe aus dem Speicher Nysa am 10.07. auf 1 000 m³/s und ab 11.07.1997 auf 100 m³/s reduziert.

Die Bewirtschaftung der Rückhaltebecken erfüllte folgende Aufgaben:

1. Die Sicherheit der Rückhaltebecken wurde trotz Beschädigungen aufrechterhalten,
2. der Scheitel an der Glatzer Neiße wurde von 2 594 m³/s auf einen Abfluß von 1.500 m³/s unterhalb des Speichers Nysa reduziert,
3. während des Scheiteldurchgangs an der Oder wurde die Abgabe aus dem Speicher Nysa stark reduziert.

Am 12.07.1997 wurde die Abgabe aus dem Speicher Nysa auf 250 m³/s erhöht und mit der Vorbereitung der Speicher auf die nächste Hochwasserwelle begonnen.

Am 18.07.1997 stieg der Wasserstand im Speicher Nysa und am 19.07.1997 auch im Speicher

Otmuchów erneut an. Die maximale Füllung des Speichers Nysa betrug am 21.07.1997 um 21.00 Uhr 84,93 Mio. m³, während die maximale Füllung des Speichers Otmuchów am 22.07.1997 um 19.00 Uhr 108,62 Mio. m³ betrug. Während der zweiten Hochwasserwelle betrug der maximale Gesamtzufluß in die Speicher 925 m³/s und die maximale Abgabe aus dem Speicher Nysa 600 m³/s.

Um den Durchfluß in Breslau zu reduzieren, wurde der Abfluß aus dem Speicher Nysa auf 300 m³/s verringert, wodurch die Stadt Breslau vor einer zweiten Überflutung gerettet werden konnte (viele Deiche waren noch beschädigt).

Speicher Turawa

Die Bewirtschaftung des Rückhaltebeckens Turawa während des Juli-Hochwassers 1997 richtete sich nach den meteorologischen und hydrologischen Meldungen sowie nach den Wasserständen der Pegel Kruppamühle (Krupski Młyn) und Kl. Zeidel (Staniszczce) der Malapane. Am 04.07.1997 betrug der Stauraum des Speichers 46,7 Mio. m³, die mittlere Tagesabgabe 2,5 m³/s, der mittlere Tageszufluß 5,98 m³/s und die Hochwasserschutzreserve 46,7 Mio. m³.

Am 08.07.1997 stieg der Zufluß zum Speicher an und erreichte um 22.00 Uhr 126 m³/s. Die Abgabe wurde auf den maximal zulässigen Wert von 54 m³/s erhöht. Gemäß Bedienvorschrift (Bewirtschaftungsplan) ist bei einem prognostizierten Zufluß bis zu 160 m³/s eine Abgabe von 54 m³/s bis zum Auffüllen der Hochwasserschutzreserve aufrechtzuerhalten.

Nach Absinken des Zuflusses zum Speicher wurde die Abgabe am 14.07.1997 auf 20 m³/s reduziert. Während des Hochwassers wurde das Volumen für den Normalstau von 92,5 Mio. m³ nicht überschritten.

Speicher Mietków

Die Bewirtschaftung des Rückhaltebeckens Mietków während des Juli-Hochwassers 1997 richtete sich nach den meteorologischen und hydrologischen Meldungen sowie den Pegeln im Einzugsgebiet der Weistritz, insbesondere Kratzkau (Krasków) und Arnoldsühle (Jarnoltów).

Am 04.07.1997 betrug der Stauraum des Speichers 41,88 Mio. m³, die mittlere Tagesabgabe 0,55 m³/s, der mittlere Tageszufluß 1,45 m³/s und die Hochwasserschutzreserve 40,07 Mio. m³.

Ab dem 07.07.1997 kam es aufgrund der Niederschläge zu einem Anstieg des Zuflusses zum Speicher Mietków. Am 08.07.1997 um 8.00 Uhr betrug er maximal 200,6 m³/s. Ab dem 05.07.1997 wurde die Abgabe aus dem Speicher auf 30 m³/s erhöht und bis zum 15.07.1997 gehalten. Die Scheitelreduktion führte zu einer maximalen Füllung des Speichers von 70,07 Mio. m³ am 12.07.1997 bei einer Hochwasserschutzreserve von 11,88 Mio. m³.

Am 18.07.1997 kam es aufgrund intensiver Niederschläge zu einem erneuten Anstieg des Zuflusses zum Speicher, die Abgabe wurde auf 30 m³/s erhöht. Am 19.07.1997 wurde der Abfluß auf 40 m³/s erhöht. Nach dem Auffüllen des beherrschbaren Hochwasserstauraumes mußte bei weiter ansteigendem Zufluß die Abgabe schrittweise auf 230 m³/s (max. am 20.07.1997 um 14.00 Uhr) erhöht werden. Der mittleren Zufluß lag bei 280 m³/s (max. 303 am 20.07.1997 um 14.00 Uhr).

Nach dem 20.07.1997, 22.00 Uhr, wurde die Abgabe von 230 m³/s sukzessiv reduziert. Am 21.07.1997 erreichte der Speicher eine maximale Füllung von 80,28 Mio. m³. Am 24.07.1997,

6.00 Uhr, wurde wieder das Volumen für den Normalstau von 66,46 Mio. m³ erreicht.

Speicher Stup

Die Bewirtschaftung des Rückhaltebeckens Stup während des Juli-Hochwassers 1997 richtete sich nach den meteorologischen und hydrologischen Meldungen sowie Pegeln im Einzugsgebiet des Flusses Katzbach, insbesondere Jauer (Jawor), Dohnau (Dunino) und Pfaffendorf (Piątnica). Am 4.07.1997 betrug der Stauraum des Speichers 23,06 Mio. m³, der mittlere Tageszufluß und -abfluß 0,65 m³/s und die Hochwasserschutzreserve 17,44 Mio. m³. Ab dem 07.07.1997 kam es aufgrund der Niederschläge zu einem Anstieg des Zuflusses zum Speicher Stup bis zum 08.07.1997, 5.00 Uhr, auf maximal 98,6 m³/s. Am 07.07.1997 wurde die Abgabe auf 5,7 m³/s und am 13.07.1997 auf 7,74 m³/s erhöht.

Die Scheitelreduktion führte auf eine maximale Füllung des Speichers am 11.07.1997 von 32,44 Mio. m³ bei einer Hochwasserschutzreserve von 8,06 Mio. m³. Am 18.07.1997 erfolgte ein erneuter Anstieg des Zuflusses zum Speicher, der am 19.07.1997 einen maximalen Wert von 263 m³/s erreichte. Ab dem 18.07.1997 wurde die Abgabe aus dem Speicher sukzessiv von 15 m³/s auf 120 m³/s erhöht. Am 20.07.1997, 10.00 Uhr, wurde der Vollstau mit einem Stauraum von 40,5 Mio. m³ erreicht, damit kam es zu einem Ausgleich zwischen dem Zufluß und dem Abfluß, der ca. 100 m³/s betrug.

Zur Wiederherstellung der Hochwasserschutzreserve wurde der Abfluß am 20.07.1997 ab 21.00 Uhr auf maximal 146 m³/s erhöht. Am 23.07.1997 wurde der Normalstau mit einem Stauraum von 31,1 Mio. m³ erreicht.

Speicher Bukówka

Die Bewirtschaftung des Rückhaltebeckens Bukówka während des Juli-Hochwassers 1997 richtete sich nach den meteorologischen und hydrologischen Meldungen sowie Pegeln im Einzugsgebiet des Flusses Bober, insbesondere Landeshut (Kamienna Góra) und Hirschberg (Jelenia Góra).

Am 4.07.1997 betrug der Stauraum des Speichers 11,85 Mio. m³, der mittlere Tageszufluß und die mittlere Tagesabgabe 0,50 m³/s und die Hochwasserschutzreserve 6,35 Mio. m³. Am 07.07.1997 und 08.07.1997 kam es aufgrund der Niederschläge im oberen Einzugsgebiet des Bober zu einem Anstieg des Zuflusses (max. 61,9 m³/s am 07.07.1997 um 20.00 Uhr). Für den Zeitraum vom 07.07.1997 bis zum 12.07.1997 wurde die Abgabe auf 8 m³/s festgelegt, die während des ganzen Hochwassers geringer als die zulässige war. Somit konnte die Hochwasserwelle bei einer teilweisen Ausnutzung der beherrschbaren Reserve beträchtlich reduziert werden. Am 8.07.1997 betrug die maximale Füllung des Speichers 15,87 Mio. m³. Die Hochwasserschutzreserve wurde bis zum 16.07.1997 wiederhergestellt. Vom 18.07.1997 bis 22.07.1997 stieg der Zufluß erneut etwas an, so daß die Abgabe auf 8 m³/s erhöht werden mußte. Am 30.07.1997 erreichte der Speicher erneut den Normalstau.

Speicher Dobromierz

Die Bewirtschaftung des Rückhaltebeckens Dobromierz während des Juli-Hochwassers 1997 richtete sich nach den meteorologischen und hydrologischen Meldungen sowie Pegeln im Einzugsgebiet des Flusses Striegauer Wasser (Strzegomka), u.a. der Pegel Quolsdorf (Chwaliszów) und Laasan (Łazany).

Am 04.07.1997 betrug der Stauraum des Speichers 6,16 Mio. m³, die mittlere Tagesabgabe 0,24 m³/s, der mittlere Tageszufluß 0,13 m³/s und die Hochwasserschutzreserve 2,59 Mio. m³.

Am 08.07.1997 kam es aufgrund der Niederschläge zu einem Anstieg des Zuflusses auf 35 m³/s, die Abgabe wurde bis zum zulässigen Wert von 15 m³/s erhöht. Somit konnte die Welle bei Ausnutzung des beherrschbaren und unbeherrschbaren Hochwasserstauraums reduziert werden. Am 19.07.1997 stieg der Zufluß zum Speicher erneut beträchtlich an und betrug maximal 131 m³/s. Bei diesem hohen Zufluß war nur eine Reduktion in der Abgabe auf 124 m³/s möglich. Die Hochwasserschutzreserve wurde am 23.07.1997 wiederhergestellt.

Speicher Pilchowice

Die Bewirtschaftung des Rückhaltebeckens Pilchowice während des Juli-Hochwassers 1997 richtete sich nach den meteorologischen und hydrologischen Meldungen sowie Pegeln im Einzugsgebiet des Flusses Bober, u.a. der Pegel Buchwald (Bukówka) und Hirschberg (Jelenia Góra).

Vom 04.-06.07.1997 betrug die Füllung des Speichers 20,40 Mio. m³, 20,76 Mio. m³, 20,73 Mio. m³, bei einem Stauziel für diesen Zeitraum von 24,0 Mio. m³.

Am 07.07.1997 füllte der plötzlich zunehmende Zufluß zum Speicher (208 m³/s) die Hochwasserschutzreserve. Eine zusätzliche Abgabe aus dem Speicher wurde durch Öffnung von drei Schiebern des Umlaufstollens und nach Außerbetriebnahme des Turboaggregats Nr. 5 des Kraftwerkes durch die Öffnung der Schieber des Grundablasses realisiert. Bei einer maximalen Abgabe von 495 m³/s betrug der freie Speicherraum noch 6,98 Mio. m³ bei einer Füllung des Speichers von 43,02 Mio. m³.

Am 8. Juli erreichte die Stauhöhe die Überfallkrone (50 Mio. m³). Die maximale Überfallhöhe betrug 93 cm und lag damit 67 cm unter der Dammkrone. Die maximale Füllung betrug 52,325 Mio. m³. Der höchste Abfluß durch die Kaskade wurde bei einer Überfallhöhe von 128 cm erreicht. Der Überlauf hielt 32,5 Stunden an.

Bis zum 10. Juli wurde der Abfluß durch alle Ablaßanlagen aufrechterhalten und betrug ca. 200 m³/s. Am 18.07.1997 betrug der freie Hochwasserschutzraum 30,575 Mio. m³. Es handelte sich um die größte Hochwasserschutzreserve, die im Speicher Pilchowice vor dem Erscheinen der zweiten Hochwasserwelle auf der Bober gebildet wurde. Nach der 180-Stunden-Vorhersage des IMGW vom 18.07.1997 war dieser Freiraum ausreichend, um die zweite Hochwasserwelle aufzunehmen.

Entgegen der Vorhersage erreichte der Speicher am 20.07.1997 ein gefülltes Volumen von 50 Mio. m³, und der Überlauf setzte ein. Der maximale Zufluß zum Speicher erreichte 584 m³/s, die Füllung lag bei 53,2 Mio. m³, bis zur Dammkrone waren es noch 32 cm. Bis zum 26.07.1997 wurde ein langsamer, aber stetig sinkender Zufluß zum Speicher Pilchowice festgestellt.

Speicher Złotniki-Leśna

Die Bewirtschaftung des Rückhaltebeckens Złotniki-Leśna während des Juli-Hochwassers 1997 richtete sich nach den meteorologischen und hydrologischen Meldungen im Einzugsgebiet des Flusses Queis (Kwisa).

Am 7. Juli begann der Zufluß zum Speicher Złotniki plötzlich anzusteigen und erreichte 116 m³/s. Die Abgabe aus dem Speicher Leśna wurde auf 36 m³/s erhöht. Die Füllung des Speichers Złotniki betrug 10,83 Mio. m³ und des Speichers Leśna 9,4 Mio. m³. Infolge der Niederschläge nahm der Zufluß zum Speicher Złotniki am 18. Juli schnell zu. Am 19. Juli

erreichte der Zufluß zum Speicher Złotniki $143 \text{ m}^3/\text{s}$. Alle Ablaßanlagen, mit Ausnahme des Kronenüberlaufs, waren in Betrieb. Am 20. Juli betrug der Zufluß $140 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Summe der Speichereinhalte Złotniki-Leśna erreichte mit $22,217 \text{ Mio. m}^3$ sein Maximum während der 2. Hochwasserwelle.

Am 24. Juli konnten bei einem Zufluß zum Speicher Złotniki von $<14 \text{ m}^3/\text{s}$ und ein Gesamthalt der Speicher von $<17,5 \text{ Mio. m}^3$ die Hochwasserschutzmaßnahmen beendet werden.

7 Vorläufige Zusammenstellung der Hochwasserschäden und Verluste

7.1 Hochwasserschäden und Verluste in der Tschechischen Republik

Zum Einzugsgebiet der Oder gehören insgesamt 7 Kreise: Bruntál, Frýdek-Místek, Jeseník, Kraviná, Nový Jičín, Opava und Ostrava. Insgesamt waren von den 325 Gemeinden des Einzugsgebietes 202 Gemeinden vom Hochwasser betroffen, d.h. fast zwei Drittel. Das Hochwasser forderte 20 Menschenleben. Über 300 Häuser (vorwiegend im Kreis Bruntál - 150, und im Kreis Ostrava-Stadt - 77) wurden zerstört, ca. 5 500 Häuser wurden beschädigt. Zerstört und beschädigt wurden fast 500 km Straßen und örtliche Verkehrswege sowie 100 km Eisenbahnstrecke. Die Gesamtschäden in den Kreisen des Einzugsgebietes der Oder erreichten 17,4 Milliarden Kč (470 Mio. EURO).

Der am meisten betroffene Kreis hinsichtlich der gesamten Hochwasserschäden (6,5 Milliarden Kč - 176 Mio. EURO) sowie der Anzahl der Opfer an Menschenleben (7) war der Kreis Bruntál. 90 % der angeführten Schäden waren im Einzugsgebiet der Flüsse Oppa und Opawitza zu verzeichnen.

Die Schäden an den Wasserläufen (Beseitigung von Hindernissen, Beschädigungen von Ausbau- und Eindeichungsanlagen, Gefälleobjekten, Wehren) werden auf 1,7 Milliarden Kč (46 Mio. EURO) geschätzt, wovon für die Aufräumungsarbeiten 1997 bereits 189 Mio. Kč (5,1 Mio. EURO) freigegeben wurden.

Vollkommen verwüstet wurden die Talauen von drei Wasserläufen des Altvatergebirges in einer Gesamtlänge von 70 km: an der Bělá von der Kreisstadt Jeseník bis zur Staatsgrenze, an der Opavice von Spálené bis nach Město Albrechtice und an der Oppa von Vrbno pod Pradědem bis Krnov.

Es kam zur Überschwemmung von mehreren bedeutenden Städten (Krnov, Troppau, ein Teil von Mährisch Ostrau, Oderberg und Jeseník), obwohl deren Hochwasserschutzstufe als angemessen angesehen wurde [18].

7.2 Hochwasserschäden und Verluste in der Republik Polen

Durch das Hochwasser kamen 54 Personen ums Leben. Aus den überfluteten bzw. bedrohten Gebieten wurden 106 000 Personen evakuiert. 47 000 Wohn- und Wirtschaftsgebäude wurden überflutet. Unter Wasser standen 465 000 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (Abb. 7.1), davon 300 000 ha Ackerland und 147 000 ha Grünfläche. Beschädigt bzw. zerstört wurden 2 000 km Straße und Bahnstrecke sowie 1 700 Brücken und Verkehrsdurchlässe. Beschädigt

wurden Industriebetriebe, 71 Krankenhäuser in den Städten, 190 Einrichtungen des Gesundheitswesens, 252 Kulturobjekte, 300 Objekte des Denkmalschutzes, 937 Schulen und Kindertagesstätten, 33 wissenschaftliche Einrichtungen, ca. 300 Sportobjekte, ca. 120 km des Wasserversorgungsnetzes, 100 Trinkwasserentnahmestellen und über 200 Schachtbrunnen. Überflutet wurden ca. 70 Kläranlagen und 7 kommunale Abfalldeponien. Abb. 7.1 zeigt eine Karte der polnischen Überschwemmungsflächen.

Der Gesamtschaden infolge des Hochwasserereignisses vom Juli und August 1997 wird auf 9,24 Mrd. Złoty (2,38 Mrd. EURO) (ohne Berücksichtigung der mittelbaren Schäden) geschätzt.

Am empfindlichsten traf es die Einwohner der Wojewodschaft Oppeln. Hier standen 87 000 ha unter Wasser. 40 000 Menschen mußten aus 26 000 überfluteten bzw. beschädigten Gebäuden evakuiert werden.

Schäden über 1 Mrd. Złoty (258 Mio. EURO) wurden in den folgenden vier Wojewodschaften geschätzt:

- Breslau – 2 745 Mio. zł (707,66 Mio. EURO)
- Kattowitz – 1 830 Mio. zł (471,77 Mio. EURO)
- Waldenburg – 1 335 Mio. zł (344,16 Mio. EURO)
- Oppeln – 1 088 Mio. zł. (280,49 Mio. EURO)

In der Wojewodschaft Breslau, die die größten Schäden zu verzeichnen hatte (ca. 30%), wurden 23 000 Personen evakuiert und 40 315 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche überflutet. Das Hochwasser betraf 6 300 landwirtschaftliche Betriebe sowie eine Reihe öffentlicher Objekte von regionaler Bedeutung. Darunter befanden sich 9 Krankenhäuser, 24 Kirchen, 23 Kulturobjekte (darunter das Theater Polski Teatr in Breslau), 23 Gerichtsgebäude, Archive, Banken, 8 städtebauliche Ensembles und 24 städtische Parkanlagen. Empfindliche Verluste erlitt die kommunale Infrastruktur, weil 21 Wasseraufbereitungsanlagen (darunter zwei Betriebe in Breslau, 23 Kläranlagen und 6 Mülldeponien überflutet wurden.

Zum Hochwasserschutzsystem gehören die Einrichtungen der Grundmelioration, des Deichsystems, der hydrotechnischen Gebäude und der Fluß- und Kanalregulierung. Diese Objekte, insbesondere die Staudämme, Rückhaltebecken und die Deichsysteme, arbeiteten während des Hochwassers unter extremer hydraulischer Belastung, was sich negativ auf ihren technischen Zustand auswirken mußte. Eine erste Sonderinspektion der Wasserstauanlagen im August 1997 durch das Technische Kontrollzentrum für Staudämme des Instituts für Meteorologie und Wasserwirtschaft ergab:

- Beschädigungen an Staudammkörpern wurden an 12 Objekten festgestellt, darunter an den Speichern »Otmuchów«, »Pilchowice«, »Mietków« und »Lubachów«. Hauptsächlich traten Risse, Beschädigung der Abdichtungen, Verluste an Beton und Verkleidungen sowie Schäden durch Dilatation auf.
- Beschädigungen an den unteren Stellen in Form von Ausspülungen der Befestigungsstellen am Sturzbett, Verschiebung der Böschungsbefestigung, Änderung der Flußströmung usw. wurden an 11 Objekten festgestellt, u.a. an den Speichern »Nysa«, »Otmuchów«, »Pilchowice«, »Lubachów«.
- Beschädigungen wurden an den Drainageeinrichtungen der Speicher »Lubachów«, »Ślup« und »Jeziorsko« festgestellt.

Der Gesamtschaden an hydrotechnischen Bauwerken (Bezirksdirektionen für Wasser-

wirtschaft) wurde auf 0,82 Mrd. Złoty (0,21 Mrd. EURO) im Odereinzugsgebiet geschätzt.

Aufgrund des außerordentlich hohen Wasserstandes brachen die Deichsysteme an vielen Stellen, außerdem zeigten sich Risse, Ausspülungen, Sickerstellen und Absenkungen der Deichkronen.

Auf einer Länge von 25 km wurden die Hochwasserschutzdeiche im Odereinzugsgebiet völlig zerstört (1,9 km in der Wojewodschaft Czêstochowa, 0,1 km in der Woj. Landsberg, 0,1 km in der Woj. Hirschberg, 2,5 km in der Woj. Kattowitz, 0,7 km in der Woj. Liegnitz, 11,8 km in der Woj. Oppeln, 2,7 km in der Woj. Waldenburg, 2,0 km in der Woj. Breslau und 3,2 km in der Woj. Grünberg) .

Die Schätzungen gehen davon aus, daß die Gesamtlänge der Deiche, die wiederaufgebaut, repariert oder zusätzlich instandgesetzt bzw. konserviert werden müssen, 467 km betragen wird, darunter 153 km Hochwasserschutzdeiche, die das Gebiet der Wojewodschaft Grünberg schützen [21]. Die Kosten für die Wiederherstellung des technischen Zustandes der Deiche liegen in einer Größenordnung von 265 Mio. Złoty. Dabei belaufen sich die Verluste auf dem Gebiet der 3 Wojewodschaften Breslau, Hirschberg und Oppeln auf 156 Mio. Złoty (40,22 Mio. EURO).

Bedeutende Verluste im Bereich des Wasserbaus sind durch Schäden und Zerstörungen an Uferreguliereinrichtungen an den Flüssen und Bächen, die oft über den Trassenverlauf von Kabeln und Leitungen für Telekommunikation, Wasser, Kanalisation und andere entscheiden, entstanden. Die Gesamtlänge der beschädigten bzw. zerstörten Fluß- und Bachufer beträgt 4 090 km, darunter 2 270 km in den vier am stärksten betroffenen Wojewodschaften Oppeln, Grünberg, Waldenburg und Breslau.

Neben der Verschlammung vieler Abschnitte des Flußbetts aufgrund des Hochwassers kam es auch zu einer beträchtlichen Verschlammung der Speicher (wodurch deren Fassungsvermögen verringert wird), der Sektorenkammern und anderer Staustufeneinrichtungen.

Zur Beseitigung bzw. Einschränkung der Gefahren, die von den beschädigten bzw. zerstörten Kläranlagen, Kanalisationssystemen, Mülldeponien, Trinkwasserentnahmestellen und Wasseraufbereitungsanlagen ausgehen, führte die Staatliche Umweltinspektion eine Kontrollpflicht für Objekte ein, die eine Verschmutzung der Umwelt zur Folge haben könnten, u.a. für Chemiewerke, Kläranlagen, Deponien für Haushalts- und Industrieabfälle. Bei 116 Objekten wurden große Beschädigungen festgestellt, wodurch 84 Objekte vollständig und 36 teilweise außer Betrieb genommen werden mußten. Der Umfang der Auswirkung der beschädigten Objekte auf die Umwelt wurde ebenfalls untersucht. Es wurde festgestellt, daß in 52 Fällen auch Auswirkungen auf die Umgebung vorlagen. Dies betrifft vor allem Kläranlagen, in denen die technologischen Anlagen beschädigt und gleichzeitig der Belebtschlamm bzw. der biologische Körper ausgespült wurden (zu den größten gehören dabei die Kläranlagen in Oppeln, Hirschberg, Krappitz, Heydebreck-Cosel und Glatz), aber auch Deponien für Haushalt- und Industrieabfälle, wo gefährliche Substanzen bzw. Schadstoffe infolge der Überflutung freigesetzt wurden. Derartige Fälle wurden in der Umgebung der für Opole aktiven Müllhalde Groschowitz und der für Breslau zuständigen in Masselwitz festgestellt. Es wurden auch Fälle von Oberflächenwasserverunreinigung mit Erdölprodukten aus Tankstellen und Heizöltanks registriert. Zu einer derartigen Situation kam es u.a. in den Wojewodschaften Hirschberg, Kattowitz, Oppeln, Breslau und Grünberg. Trotz der überfluteten Objekte ergaben die Analysen der Staatlichen Umweltinspektion keine Überschreitung der für Verunreinigungsfälle festgelegten Normwerte [22].

Das Juli-Hochwasser verursachte auch beträchtliche Schäden in den Wäldern und National-

parks. Hier wurden u.a. Baumschulen und Waldwege, Brücken, Passierstellen, touristische Einrichtungen und Wanderwege beschädigt. Infolge der langen Verweildauer des Wassers in den Waldgebieten und Parks wird sich der Gesundheitszustand der Wälder verschlechtern, und ein Teil des Baumbestandes wird vernichtet werden.

Nach dem Rückgang des Wassers wurde in allen Wojewodschaften sofort zur Beseitigung der Hochwasserfolgen übergegangen. Zur Koordinierung dieser Aufgaben richtete der Ministerpräsident am 29.07.1997 die Stelle eines Ministers ein, dem er die Aufgaben zur Initiierung, Programmearbeitung und Koordinierung von Aktivitäten der staatlichen Verwaltung im Bereich der Beseitigung der Hochwasserfolgen übertrug [23]. Der Minister arbeitet mit den entsprechenden Ministern, Leitern der zentralen Ämter, den Wojewoden und anderen Organen der staatlichen Verwaltung und der Selbstverwaltung sowie den nichtstaatlichen Organisationen zusammen.

Für die vom Hochwasser betroffenen Regionen wurde ein Nationales Wiederaufbau- und Modernisierungsprogramm erarbeitet, das vom Ministerrat und vom Sejm der Republik Polen angenommen wurde. Es handelt sich um ein strategisches Regierungsprogramm, das einen Komplex von Sofortmaßnahmen und langfristigen Maßnahmen zur schnellsten und wirksamsten Beseitigung der Hochwasserfolgen enthält.

Das Nationale Wiederaufbau- und Modernisierungsprogramm hat folgendes zum Ziel:

- Hilfeleistung für die geschädigten Menschen, Haushalte und Institutionen, Beseitigung der unmittelbaren Hochwasserfolgen und der damit verbundenen Gefahren sowie Wiederherstellung normaler Arbeits- und Lebensbedingungen
- Schaffung von ökonomischen und Rechtsgrundlagen für den Wiederaufbau und die Instandsetzung der Wohnsubstanz, den Wiederaufbau der für die öffentliche Nutzung notwendigen Gebäude, Hilfeleistung für landwirtschaftliche Betriebe bei der Wiederherstellung der Grundlagen für die Pflanzen- und Tierproduktion, Hilfeleistung bei der Wiederherstellung der Tätigkeit wirtschaftlicher Objekte
- Modernisierung und Ausbau der Hochwasserschutzeinrichtungen, der technischen Infrastruktur und der öffentlichen Objekte.

7.3 Hochwasserschäden und Verluste in der Bundesrepublik Deutschland

Das Hochwasser forderte keine Menschenleben. – Auch die Überflutung des Oderbruchs konnte abgewehrt werden. Große Schäden entstanden nur durch die Überflutung der Ziltendorfer Niederung.

Die Schäden und Aufwendungen im Grenzoderabschnitt werden gegenwärtig mit 648 Mio. DM angegeben. Diese spezifizieren sich wie folgt:

- | | |
|---|-------------------------------|
| • <i>Bevölkerung</i> : Gebäude, Hausrat | 37,5 Mio.DM (18,98 Mio.EURO) |
| • <i>Wirtschaft</i> | 27,9 Mio.DM (14,12 Mio.EURO) |
| • <i>Landwirtschaft</i> | 30,7 Mio.DM (15,54 Mio.EURO) |
| • <i>Kommunen</i> : Straßen, HW-Abwehr, Feuerwehr | 100 Mio.DM (50,61 Mio.EURO) |
| • <i>Land Brandenburg</i> :Straßen, Deiche, HW-Abwehr | 222,5 Mio.DM (112,6 Mio.EURO) |
| • <i>Bund</i> : Bundeswehr, Straßen, Infrastruktur | 229,4 Mio.DM.(116,1 Mio.EURO) |

Die aufgetretenen Schäden infolge der Überflutung der Ziltendorfer Niederung konzentrieren

sich im Landkreis Oder-Spree.

Unmittelbar nach dem Abfließen des Wassers begannen die Aufräumungs- und Wiederaufbauarbeiten. Der Ministerpräsident des Landes Brandenburg berief eine Regierungskommission zur Koordinierung der Soforthilfe und zur Vorbereitung der Kabinettsbeschlüsse für den Wiederaufbau.

8 Feststofftransport in der deutsch-polnischen Grenzoder

Die deutsch-polnische Grenzoder unterscheidet sich in ihrem morphodynamischen Charakter deutlich von anderen großen Fließgewässern wie beispielsweise Elbe und Rhein. Aufgrund ihres ausgesprochen feinkörnigen Sohlaufbaus ist die Sohle ständig im Umbruch unter Ausbildung von Dünen und Bänken, die sich in Abhängigkeit der geometrischen, hydrologischen und sedimentologischen Randbedingungen abwärts bewegen. Dies manifestiert sich auch in einem mit etwa 30 % im Vergleich zu Elbe (-20 %) und Rhein (-10 %) hohen Anteil des Geschiebetransports an der Gesamtfeststofffracht.

Der Geschiebetransport ist, insbesondere bei einer ausgesprochen dynamischen Sohle, wie sie für die Grenzoder charakteristisch ist, ein meßtechnisch schwer zu quantifizierender Prozeß, so daß zuverlässige Aussagen eine Vielzahl von Messungen bei unterschiedlichsten Abflußsituationen voraussetzen. Es liegt gerade bei den für die Oder typischen Transportkörperbewegungen in der Natur dieser Prozesse, daß bei vergleichbaren Abflüssen oftmals unterschiedlich hohe Geschiebetransportraten beobachtet werden können, zumal gerade bei Hochwassersituationen ein beträchtlicher Anteil des Sohlmaterials in Schwebelagerung übergeht.

Bisher konnten in der Oder nur wenige Geschiebe- und Schwebstofftransportmessungen durchgeführt werden, so daß eine Einordnung der im Zuge des Hochwassers ermittelten Transportraten nur bedingt möglich ist. Bilanzierungen zur Ausweisung von beispielsweise Ablagerungsbereichen lassen sich allein auf der Grundlage dieser Messungen noch nicht durchführen. Die dargestellten Extremwerte sollten somit als erste größenordnungsmäßige Anhaltswerte verstanden werden.

Die Messungen wurden sowohl im Anstieg als auch während des Rückganges der Hochwasserwelle an drei verschiedenen Meßprofilen vom Schiff aus durchgeführt: bei Frankfurt (km 587,0), Hohensaaten (km 666,9) und Bellinchen (km 674,3). Für diese oder nahliegende Profile stehen bereits einige Ergebnisse früherer, bei niedrigen und mittleren Abflüssen durchgeführten Messungen zur Verfügung.

Während der höchsten Wasserstände war der Einsatz von Schiffen für Feststofftransportmessungen nicht möglich, daher wurden während dieser Zeit von der Frankfurter Stadtbrücke aus täglich Schwebstoffproben über das ganze Profil (jeweils 6 Meßpunkte) entnommen. Abbildungen 8.1a und 8.1b zeigen die Wasserstandsentwicklung für den Zeitraum des Sommerhochwassers und die Zeitpunkte der wichtigsten Geschiebe- und Schwebstoffmessungen. Die folgenden Darstellungen beschränken sich jedoch ausschließlich auf Ergebnisse, die Rückschlüsse auf die Sohlentwicklung zulassen. Ergebnisse von Schwebstoff- und Trübungsmessungen wurden bereits an anderer Stelle veröffentlicht [24, 25].

Wie die Abbildungen 8.2a und 8.2b verdeutlichen, nimmt der Geschiebetransport in allen untersuchten Profilen tendenziell mit steigendem Abfluß deutlich zu, wenn auch die Messungen bei Hohensaaten und Bellinchen bereits deutlich machen, mit welcher starken Transportunterschieden schon bei mittleren Abflüssen gerechnet werden muß. Abbildung 8.2b zeigt

jedoch auch, daß sich die Transportraten zwischen den Meßstellen Hohensaaten und Bellinchen nur wenig unterscheiden. Abbildung 8.3 zeigt die Ergebnisse der Geschiebemessungen im Längsschnitt für diesen Abschnitt. Es sind in dieser Darstellung jeweils die Punkte miteinander verbunden, bei denen die Messungen an einem Tag, oder zumindest innerhalb weniger Tage stattfanden, so daß für diesen relativ kurzen Abschnitt von einer annähernd vergleichbaren Abflußsituation für die jeweilige Meßkampagne ausgegangen werden kann.

Auch wenn die Anzahl der bisher vorliegenden Messungen nicht ausreicht, diesen Abschnitt endgültig zu bewerten, machen die bisherigen Ergebnisse doch deutlich, daß der betrachtete Abschnitt großräumig ein Geschiebetransportgleichgewicht aufzuweisen scheint. Trotz lokal deutlich unterschiedlicher Transportraten, die sicherlich mit der beobachteten Transportkörperdynamik zusammenhängen, lassen sich für diesen Abschnitt insgesamt kaum nennenswerte Transportunterschiede ausmachen.

Berücksichtigt werden muß allerdings, daß bei dominant sandiger Sohle wie in der Oder ein Großteil des Sohlmaterials mit steigendem Abfluß in Schwebelagerung übergeht und somit nicht mehr als Geschiebe auftritt. So wurden bei Hohensaaten und Bellinchen während des extrem hohen Abflusses (etwa 2250 m³/s) nicht so viel als Geschiebe transportiert, wie die Messungen im Abflußbereich unter 1400 m³/s es vielleicht hätten vermuten lassen. Daher liegen die Geschiebetransportwerte vom 13.8. bei bereits seit etwa 10 Tagen fallendem Abfluß höher als die Werte, die am 22.07. bei deutlich höherem Abfluß, kurz vor Scheiteldurchgang, gemessen wurden (Abb. 8.3). Für eine Beurteilung von Sohlumlagerungsprozessen müssen daher die bei solchen Abflußsituationen mengenmäßig erheblichen Anteile an suspendiertem Sand in die Berechnungen zum Teil mit einbezogen werden. Als Beispiel für die mit steigendem Abfluß sich stark ändernde Zusammensetzung des suspendierten Feststoffs (stark zunehmender Sandanteil) sind in Abbildung 8.4 Ergebnisse von Messungen in unterschiedlichen Profilen im Abschnitt Hohensaaten-Bellinchen dargestellt. Abbildungen 8.5a und 8.5b verdeutlichen diesen Sachverhalt anhand von Ergebnissen zweier Schwebstoffmessungen bei Hohensaaten (km 666,90) an verschiedenen Tagen: einmal für einen Wasserstand unter MHW (17.07.97) und für einen Wasserstand deutlich über MHW (22.07.97).

Insgesamt ist entsprechend diesen ersten Messungen für den Abschnitt Hohensaaten-Bellinchen mit einem sohlbildenden Transport von 150 000–200 000 t für ein durchschnittliches hydrologisches Jahr zu rechnen.

Für die Beurteilung der Schwebstoffkonzentration bzw. des Schwebstofftransports während der Hochwassersituation sind in den Abbildungen 8.6a und 8.6b die Ergebnisse der Probenahme von der Stadtbrücke in Frankfurt (jeweils sechs oberflächennahe Schöpfproben über das ganze Profil) dargestellt. Die Schwebstofffrachten ergeben sich aus den mittleren Schwebstoffkonzentrationen im Profil und den zeitlich entsprechenden Abflüssen (vorläufige Werte!).

Wie diese Gegenüberstellungen zeigen, war die Schwebstoffkonzentration in der Oder bei Frankfurt bereits am 20.07. mit etwa 18 g/m³ erheblich niedriger, als für die Jahreszeit zu erwarten war. Die werktäglichen Probenahmen bei Frankfurt in den letzten Jahren (1992-1996) ergeben eine durchschnittliche Schwebstoffkonzentration von etwa 50 g/m³ für den Monat Juli. An diesem Tag war allerdings der Hochwasserscheitel der ersten Welle praktisch erreicht, hohe Konzentrationswerte treten üblicherweise in der ansteigenden Welle auf. Die einzige Beprobung bei deutlich steigendem Wasserstand (26.07.) zeigt mit einem querschnittsgemittelten Wert von 18,7 g/m³ dementsprechend auch den höchsten der registrierten Konzentrationswerte. Danach fällt die Konzentration entsprechend der durch die Wassermengen zunehmenden Verdünnung deutlich bis auf unter 5 g/m³ ab, ein in den

Sommermonaten sonst nicht registrierter Wert.

Die Schwebstofffrachten hingegen liegen infolge der extrem hohen Abflüsse um das Mehrfache über den Mittelwerten der in diesen Monaten üblicherweise registrierten Tagesfrachten von 500 bis 1 000 t. Daß die Fracht am 3.8. wieder einer durchschnittlichen Tagesfracht für August entspricht, liegt daran, daß der ungewöhnlich niedrige Konzentrationswert durch einen entsprechend hohen Abflußwert kompensiert wird.

9 Auswirkungen des Hochwassers auf die Schwebstoffqualität der Grenzoder und den schwebstoffgebundenen Schadstoffeintrag in das Stettiner Haff

9.1 Zielstellung und Untersuchungsprogramm

Mit diesen Messungen werden vorrangig zwei Ziele verfolgt. Zum einen sollen Aussagen über qualitative Veränderungen in der Schwebstoffzusammensetzung infolge des Hochwassers getroffen werden. Dies ist deshalb möglich, weil die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) seit mehreren Jahren an den Meßstellen Frankfurt/Oder und Schwedt Schwebstoffsammler betreibt und damit gut gesicherte Bezugswerte aus der Zeit vor dem Hochwasser zur Verfügung hat. Zum anderen wird der Versuch unternommen, eine Abschätzung des hochwasserbedingten Schadstoffeintrages in das Stettiner Haff vorzunehmen. Diese Abschätzung muß weiter präzisiert werden, da sie auf vorläufigen Abflußdaten beruht, sich auf eine begrenzte Zahl von Stichproben sowohl für die Ermittlung der Schwebstoff- als auch der Schadstoffkonzentrationen stützt und methodische Fragen, die im Rahmen eines Forschungsvorhabens [26] beantwortet werden sollen, ausklammert.

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die Meßstellen Frankfurt/Oder-Stadtbrücke (F) und Schwedt-Grenzbrücke (S). Insgesamt wurden zwischen dem 16.07. und 14.08. 9 Proben entnommen (vgl. Tabelle 9.1). In Abbildung 9.1 sind die entnommenen Proben der Wasserstandsentwicklung in Abhängigkeit vom Datum zugeordnet.

Die Probengewinnung erfolgte mittels Durchflußzentrifuge entweder direkt vor Ort oder nach Transport von Schöpfproben in das Labor. Das zur Beurteilung der Schwebstoffsituation herangezogene Parameterspektrum umfaßt strukturelle Kenngrößen, die Hauptnährstoffe, Schwermetalle, Arsen und organische Schadstoffe. Einzelheiten können den Tabellen 9.2-9.6 entnommen werden. Schwermetalle und Arsen wurden zur Eliminierung des Korngrößeneffektes in der Fraktion $<20 \mu\text{m}$ bestimmt. Während für die Mehrzahl der Parameter auf Standardverfahren zurückgegriffen werden konnte, war zur Bestimmung des organischen Stoffspektrums eine vom Üblichen abweichende Vorgehensweise erforderlich, um Besonderheiten der Hochwassersituation zu erkennen. Deshalb kam auch ein Aufbereitungsschema zur Anwendung, das die Trennung der organischen Stoffe in fünf Fraktionen nach Polarität und die Identifizierung biogener Stoffe ermöglicht [27].

9.2 Hochwasserbedingte Veränderungen der Schwebstoffzusammensetzung

9.2.1 Struktur und Hauptbestandteile

Die Ergebnisse sind in Tabelle 9.2 enthalten. Im Hinblick auf ihre Hauptbestandteile entsprechen die Proben aus der Periode vor dem Hochwasser weitgehend der Situation von 1996. In Frankfurt/Oder ist der Tonanteil, erkennbar am Al- und Li-Gehalt, leicht erhöht. Dies ist möglicherweise bereits ein Vorbote des Hochwassers, da die Sammelperiode bis zum 14.07. reichte. In den Hochwasserproben 1F - 6F bzw. 1S - 3S treten im Vergleich zu den Vorperioden deutlich höhere organische Anteile (TOC) auf. Sie durchlaufen ein Maximum (siehe Abbildung 9.2). Signifikant geringer ist dagegen der Tonanteil, der außerdem einen fallenden Trend aufweist. Infolge der gegenüber normalen Verhältnissen erhöhten Fließgeschwindigkeit hat der Anteil größerer mineralischer Bestandteile zugenommen (vgl. hierzu auch Kapitel 8). Im Mittel der Hochwasserproben treten zwischen den Meßstellen Frankfurt/Oder und Schwedt keine signifikanten Differenzen auf. Unterschiede aus der ansteigenden Hochwasserphase (1F bzw. 1S) haben sich im weiteren Verlauf weitgehend ausgeglichen.

9.2.2 Nährstoffeintrag und Abwasserbelastung

Die Ergebnisse sind in Tabelle 9.3 aufgeführt. Gegenüber den Werten von 1996 treten in den Proben aus der Periode unmittelbar vor dem Hochwasser 1997 keine Auffälligkeiten auf.

Im Vergleich der Meßstellen war die Nährstoffbelastung in Schwedt 1996 infolge des Warthe-Einflusses um ca. 30% höher als an den anderen Meßstellen. Durch das Hochwasser hat die Abwasser- und Nährstoffbelastung der Oder stark zugenommen. Die Gehalte in den Schwebstoffen haben sich beim Gesamtphosphor um 30% (Schwedt) bzw. 50% (Frankfurt/Oder) und beim Gesamtstickstoff um 250% bzw. 140% erhöht. Die besonders starke Erhöhung in Frankfurt/Oder hat im Verlauf des Hochwassers zu einer Angleichung der Verhältnisse an beiden Meßstellen geführt. Der Gesamtstickstoffgehalt ist besonders stark gestiegen. Dies ist deutlich erkennbar am C/N-Verhältnis. C, N und P gehen durch ein Maximum (Abbildung 9.2). Hauptursachen für den starken Anstieg der N-Gehalte sind Düngerausträge von Überflutungsflächen und vor allem kommunale Abwässer und Fäkalien. Dies wird auch durch das Auftreten einer Vielzahl typischer Organostickstoffverbindungen gestützt (vgl. Abs. 9.2.4).

Als Folge des vermehrten Nährstoffangebotes in Verbindung mit der warmen Witterung setzt eine verstärkte Phytoplanktonentwicklung ein. Indikator dafür sind hohe Gehalte an biogenen Kohlenwasserstoffen (vgl. Tabelle 9.6), die sich eindeutig dieser Quelle, nicht jedoch terrestrischen Pflanzen zuordnen lassen. Damit kann auch der starke Anstieg der TOC-Gehalte, v.a. auf kommunale Abwassereinträge und Algen, weniger jedoch auf den Eintrag von terrestrischem Pflanzenmaterial oder Humus zurückgeführt werden.

Durch Abbildung 9.3 werden auffällige Veränderungen in der mikroskopischen Schwebstoffzusammensetzung dokumentiert.

9.2.3 Schwermetalle

Die Ergebnisse zur Schwermetallbelastung sind in Tabelle 9.4 enthalten. 1996 traten bei Cu, Cr und Hg in Frankfurt/Oder im Mittel höhere Gehalte auf als in Schwedt. Vor allem Cu wird

vermutlich zu einem bedeutenden Teil aus dem schlesischen Industrieviertel stromabwärts verfrachtet. Wahrscheinlich über die Warthe eingetragen, ist der Cd-Gehalt an der Meßstelle Schwedt im Unterschied zu allen anderen Elementen signifikant höher. Das Vorhandensein einer zusätzlichen Cd-Quelle unterhalb von Frankfurt/Oder ist auch an der Verschiebung des Zn/Cd-Verhältnisses ablesbar, das in Frankfurt/Oder ca. 230, in Schwedt dagegen nur 170 beträgt.

Die Aussagen bzgl. der Schwermetallbelastung werden durch Abbildung 9.4 verdeutlicht.

Die Gehalte der Proben aus den Vorperioden des Hochwassers ordnen sich in das 1996er Bild im wesentlichen ein und liegen zumeist an der unteren Grenze des beobachteten Konzentrationsbereiches. Für die Hochwasserproben wird im Mittel ein zweifacher Anstieg der meisten Schwermetallkonzentrationen beobachtet, der zu Gehalten im Bereich der 1996 gemessenen Maximalwerte oder deutlich darüber führt (Pb, Cu, Ni, Zn). Besonders stark erhöht sind die aus der Buntmetallurgie Schlesiens stammenden Metalle. Dies kann sowohl auf remobilisierte, höher kontaminierte Altablagerungen als auch auf Austräge aus überfluteten Industrieflächen zurückgeführt werden. Demgegenüber sind der Cr- und Cd-Gehalt nicht erhöht und der Hg-Gehalt der Hochwasserproben im Mittel geringer als 1996. Hg wird offensichtlich überwiegend diffus eingetragen. Es tritt ein merklicher Verdünnungseffekt ein. Beim Cd tritt der Warthe-Einfluß in Schwedt gegenüber der hochwasserfreien Zeit zurück. Innerhalb der Serie 1F - 6F während der Hochwasserphase beträgt die relative Standardabweichung zwischen 16 % (As) und 48% (Cu). Die Schwankungen innerhalb dieser Serie sind damit deutlich größer als die Unterschiede der mittleren Hochwassergehalte an den beiden Meßstellen, die maximal 40% (Hg) betragen.

Um das Bild für die Oder im Vergleich mit der bereits gut untersuchten Elbe zusätzlich zu schärfen, wurden in Tabelle 9.5 repräsentative Daten aus Wittenberge aufgeführt [28]. Es ist ablesbar, daß mit den Ausnahmen Cd und Hg die Schwermetallgehalte der Oder bereits unter Normalbedingungen höher sind als in der Elbe. Das ist ein Erfolg des tschechisch-deutschen Sanierungsprogramms zur Reduzierung der Schadstofffrachten in der Elbe und ihrem Einzugsgebiet. Die Ausgangssituation war in der Elbe ungleich schlechter als in der Oder.

9.2.4 Organische Schadstoffe

Die Ergebnisse sind in Tabelle 9.6 enthalten. Die Proben aus der Vorperiode des Hochwassers ordnen sich in das Bild des Jahres 1996 ein. Wie für die Schwermetalle wurden auch für die organischen Schadstoffe repräsentative Daten aus Wittenberge/Elbe aufgeführt (Tabelle 9.5) [28]. Es fällt auf, daß in diesem Vergleich Chlorpestizide und HCB in der Oder eine geringere Rolle als in der Elbe spielen. Dort traten im Mittel 5-10fach höhere Werte auf. Chlororganische Verbindungen als Summe (AOX) sind dort etwa in doppelter Konzentration vertreten.

Zwischen den Meßstellen Frankfurt/Oder und Schwedt gibt es 1996 keine bedeutenden Unterschiede. Ein geringer Verdünnungseffekt im Längsverlauf ist erkennbar. Eine Ausnahme bildet davon nur die PCB-Konzentration, die zwischen Frankfurt/Oder und Schwedt auf mehr als das Doppelte ansteigt. Folglich existiert unter normalen Abflußbedingungen unterhalb von Frankfurt/Oder eine PCB-Quelle mit signifikantem Einfluß. In erster Linie kommt die Warthe in Frage. Trotz dieses Anstieges bleibt der PCB-Gehalt auch in Schwedt unter dem Vergleichswert der Elbe.

Von den schwebstofftypischen, prioritären Schadstoffen spielen in der Oder die PAKs eine dominierende Rolle. Sie traten 1996 im Mittel in höheren Konzentrationen auf als in der Elbe.

Das PAK-Muster läßt auf Verbrennung fossiler Brennstoffe und auf diffusen Eintrag aus Ballungsräumen oder größeren Kommunen als Hauptquelle schließen. Damit erklärt sich auch der im Mittel höhere Gehalt in Frankfurt/Oder als in Schwedt.

Im Verlauf des Hochwassers bleibt das die prioritären Schadstoffe betreffende Belastungsmuster im wesentlichen erhalten. Die PAKs sind auch jetzt stark vertreten. Ihr Muster verschiebt sich in einzelnen Proben in Richtung auf einen höheren Anteil aus Mineralölen. Die PAK-Gehalte während des Hochwassers liegen, wie die Gehalte der anderen, in diesem Abschnitt diskutierten Stoffgruppen auch, in der Mitte der Konzentrationsskala von 1996. Nur bei den PCBs tritt hochwasserbedingt ein auffälliger Verdünnungseffekt ein. Dies erscheint auch logisch, da für sie als wichtige Quelle die vom Hochwasser nicht so stark betroffene Warthe vermutet wird.

Neben diesem, sich an Standardprogrammen orientierenden Bild, treten in der Hochwasserperiode qualitativ andere Schad- und Fremdstoffmuster auf. Ganz deutlich ist diese Veränderung zum einen an den Kohlenwasserstoffen ablesbar. Die Schwebstoffe sind durch signifikante Rohölgehalte gekennzeichnet. Leichtöl (leichtes Heizöl und Dieselmotortreibstoff) tritt in stark wechselnden Gehalten auf. Quellen der Mineralölverschmutzung dürften Öltanks oder abgeschwemmte Ölfässer sein. Das Beispiel der Probe 1F zeigt, daß für Oderverhältnisse extreme Belastungsspitzen zu verzeichnen waren. Ähnliche Werte stellten 1995/96 in der ständig mit Leichtöl kontaminierten Mulde bei Dessau Maximalkonzentrationen dar [29].

Neben den anthropogenen Kohlenwasserstoffen treten in erheblichen Mengen biogene Kohlenwasserstoffe als Folge der Algenentwicklung nach Abwassereintrag (vgl. 9.2.2) auf. Abwasserbelastung und Fäkalverunreinigungen sind eine zweite Besonderheit der Hochwassersituation. Sie lassen sich deutlich an einer Vielzahl typischer Organostickstoffverbindungen, wie Pyrrole, Pyridine oder Carbazole nachweisen.

Eine dritte Auffälligkeit bilden sporadisch auftretende Verbindungen, die sich industriellen Quellen zuordnen lassen. Ein markantes Beispiel hierfür ist das Vorhandensein der Terpenketone α - und β - Jonon, veilchenartiger Duftstoffe der Kosmetikindustrie sowie von Zwischen- und Begleitstoffen aus deren Produktion in der Probe 1S.

9.3 Schwebstoffgebundener Stoffeintrag in das Stettiner Haff

Die Abschätzung des schwebstoffgebundenen Stoffeintrages in das Stettiner Haff beruht für die Hochwasserphase zwischen dem 16.07. und dem 14.08. auf vorläufigen Abflußwerten und Schwebstoffkonzentrationen (vgl. vorhergehende Kapitel).

Die hochwasserbedingten Frachten werden mit denen des hydrologischen Jahres 1996 verglichen. Diesen Angaben liegen mittlere monatliche Schwebstoffkonzentrationen handgeschöpfter, oberflächennaher Proben der Jahre 1993-95 und mittlere Monatsabflüsse 1996 in Hohensaaten sowie Schadstoffkonzentrationen in Schwebstoffen als Monatsmischproben aus Schwedt zugrunde. Die daraus errechnete Gesamtfracht 1996 und die mittlere Monatsfracht sind in Tabelle 9.7 aufgeführt.

Die weiterhin in Tabelle 9.7 für den 30tägigen Hochwasserzeitraum aufgeführten Frachten wurden aus den mittleren Konzentrationen in den Schwebstoffproben (Tabelle 9.1 und Tabellen 9.2-9.6), den Abflußdaten für Hohensaaten und den mittleren Schwebstoffkonzentrationen während des Hochwassers geschöpfter, oberflächennaher Proben ermittelt.

Im Vergleich der mittleren Monatsfrachten 1996 und der im Hochwasserzeitraum ermittelten lassen sich die betrachteten Stoffe in vier Gruppen einteilen. Diese Abstufung ist aus Abbildung 9.5 ersichtlich. Hochwasserbedingt stark erhöhte Frachten zwischen 300 und 400% des Monatsmittels 1996 treten beim Stickstoff, dem organischen Kohlenstoff, bei Kupfer, Blei und Zink auf. Hier wird bis zu einem Drittel der Jahresfracht 1996 erreicht. Mit 200-300% des Monatsmittels 1996 sind auch die Frachten für Phosphor, Arsen, Chrom, Nickel, chlororganische Verbindungen (AOX) und für Hexachlorbenzen (HCB) signifikant erhöht. Mit ca. 150% fällt die Frachterhöhung dagegen für Cadmium, Quecksilber, PAKs und Chlorpestizide moderater aus. Schließlich erwies sich die PCB-Fracht als geringer als in einem mittleren Monat 1996.

10 Auswirkungen des Hochwassers auf die Wasserqualität

10.1 Auswirkungen des Hochwassers auf die Wasserqualität im Profil Oderberg

Gemäß dem Abkommen zwischen der Tschechischen Republik und der Republik Polen zum Schutz der Grenzgewässer vor Verunreinigungen wurden im Juli im Grenzprofil der Oder in Oderberg täglich Wasserproben entnommen und analysiert [30]. In der Zeit vom 08.07.-11.07.1997 war die Probenahmestelle jedoch nicht erreichbar.

Die Tabelle 10.1 enthält die gemessenen Höchstkonzentrationen der wichtigsten Kennwerte vom 06.07.1997-31.10.1997 und die 90Percentilwerte für diesen Zeitraum sowie vergleichshalber ebenfalls den für 1996 ausgewerteten charakteristischen Wert. Die Ergebnisse der einzelnen Analysen der wichtigsten Kennwerte für die Monate Juli 1997 und Juli 1996 sind in den Tabellen 10.4 und 10.5 enthalten.

Für die am meisten durch die extremen Abflüsse und Havarien beim Hochwasserereignis beeinflussten Kennwerte (abfiltrierbare und unpolare extrahierbare Stoffe) wurden die Frachten für den Zeitraum beider Hochwasserwellen im Zeitraum von 06.07.1997-26.07.1997 (Tab. 10.2) erstellt. Die Konzentrationen des Zeitraumes vom 08.07.1997-11.07.1997 wurden von der Abbildung 10.1 abgeleitet, wobei zum Zeitpunkt des Hochwassers eine gewisse Abhängigkeit zwischen dem Abfluß und der Konzentration der unpolaren extrahierbaren Stoffe und abfiltrierbaren Stoffe angenommen wurde. Aus Tab.10.2 ist ein extremer Anstieg der Schwebstofffracht beim Auftreten beider Hochwasserwellen ersichtlich. Es handelt sich vor allem um den Geschiebetransport und die aus dem erodierten umgebenden Boden stammenden Feststoffe. Nach dem Abklingen der Extremabflüsse kam es relativ schnell zur Stabilisierung. Diese Entwicklung korrespondiert auch mit der organischen Verunreinigung (CSB_{Mn}), die offensichtlich ebenfalls im Flußsohlenschlamm enthalten ist. Der größte registrierte Austritt von Erdölstoffen vom Betriebsgelände des Unternehmens OSTRAMO konnte größtenteils saniert werden und tauchte im Grenzprofil nicht mehr auf. Die gemessenen Konzentrationswerte der unpolaren extrahierbaren Stoffe überschreiten nicht den Grenzwert für Oberflächengewässer, der in der Regierungsverordnung Nr. 171/92 Sb. festgelegt ist. Im Falle der Schwermetalle handelt es sich um sogenannte Hintergrundkonzentrationen, die von den industriellen Emissionsquellen nicht beeinflusst werden. Beleg dafür sind die Konzentrationen z.B. des Chroms, die infolge der Verdünnung durch die hohen Abflüsse unterhalb der Feststellungsgrenze liegen und die Grenze der Güteklasse 2 nicht überschreiten.

Beim Zink läßt sich ein höherer Gehalt zu Beginn des Hochwasserereignisses beobachten, der

offensichtlich der Überschwemmung der Kanalisationen und der Vorfluter geschuldet ist. Der Gehalt an diesem Metall im Wasser des Grenzprofils sank im Ergebnis der Betriebsauflösung des größten Produzenten - des Unternehmens Hrušovská chemická společnost (Chemiegesellschaft Hrušov) - zu Beginn des Jahres 1997 deutlich ab. Kupfer und Nickel werden in Anbetracht der langfristig guten Ergebnisse (Güteklasse I) ab Beginn des Jahres 1997 nur noch zweimal monatlich untersucht. Sie fehlen daher in der Tabelle.

Zum Vergleich wurde die Tab. 10.3 für den gleichen Zeitraum des Jahres 1996 ausgearbeitet. Eine ausführliche Auswertung des Hochwassereinflusses auf die Beschaffenheit des Oberflächen- und Grundwassers wird vom Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft in Prag im Juli 1998 vorgenommen.

10.2 Auswirkungen des Hochwassers auf die Wasserqualität in der deutsch-polnischen Grenzoder

Die Gewässergüte der Oder wird regelmäßig im Rahmen des Meßnetzes des Landes Brandenburg [31] kontrolliert. Diese Untersuchungen waren seit dem Eintreffen der Flutwelle in Brandenburg um ein Vielfaches an Meßstellen und Parametern, insbesondere in den Schwerpunktgebieten, erweitert worden.

Zu Beginn des Hochwassers ist ein Anstieg der Belastung mit Schwermetallen und umweltrelevanten Chemikalien (Atrazin und Phthalate) im Oderwasser zu verzeichnen, wobei jedoch die gültigen Grenzwerte für die genannten Stoffgruppen zu keiner Zeit überschritten wurden. Damit einher ging ein Rückgang des Sauerstoffgehaltes, der sich zwischen dem 3.8. und 8.8. bei 2-3 mg/l, also auf extrem niedrigem Niveau einpendelte. Danach erhöhte sich der Sauerstoffgehalt, er lag jedoch auch Ende August mit Konzentrationen um 4 mg/l noch deutlich unter den mehrjährigen Mittelwerten.

Aufgrund des hohen Gehalts an Niederschlagswasser in der Oder reduzierten sich die Konzentrationen an anorganischen Inhaltsstoffen deutlich. Beispielsweise sank der Chloridgehalt in Höhe Frankfurt/Oder auf einen Wert von 41 mg/l und lag damit deutlich unterhalb des mehrjährigen Mittelwertes von ca. 150 mg/l.

Zu keiner Zeit fand eine Überschreitung von Grenzwerten der gültigen Richtlinien für anorganische Inhaltsstoffe statt. Bei den organischen Inhaltsstoffen wurden die zulässigen Grenzwerte einzig für Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) für einen kurzen Zeitraum überschritten. Während die in der Gütemeßstelle Frankfurt/Oder registrierten Maximalkonzentrationen lediglich 0,08 mg/l MKW (EG-Grenzwert: < 0,3 mg/l für Badegewässer) erreichten, lagen die Werte aus den Ölfilmen im Überschwemmungsgebiet der Ziltendorfer Niederung in ihrer Konzentration bei 1-5 mg/l, also deutlich über dem Grenzwert der EG-Richtlinie für Badegewässer. In der überschwemmten Ziltendorfer Niederung wurden Schlamm- und Bodenproben entnommen und auf ihre Gehalte an umweltrelevanten Schadstoffen untersucht. Nennenswert erhöhte Schwermetallkonzentrationen wurden dabei nicht gemessen. Lediglich im lokalen Umfeld ausgelaufener Heizöltanks wurden erhöhte Gehalte an MKW festgestellt. In allen Fällen lagen die Konzentrationen jedoch unterhalb der für Brandenburg geltenden Grenzwerte für Böden in Wasserschutzgebieten.

Die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen an der Meßstelle Stadtbrücke Frankfurt/Oder zeigen einen deutlichen Anstieg der Belastung in den ersten Tagen der Flutwelle. Die Grenzwerte der EG-Badegewässerrichtlinie für Coliforme und Fäkalcoliforme sowie für Salmonellen wurden teilweise überschritten. Ab dem 28.07.1997 ist ein Rückgang der bakteriologischen Belastung zu verzeichnen, die für alle bakteriologischen Kriterien ein

Unterschreiten der relevanten Grenzwerte nach sich zog. Allerdings zeigen die Messungen im Mündungsbereich der Neiße weiterhin eine bakterielle Belastung an. Diese ist unter anderem durch fehlende Kläranlagen auf polnischer Seite sowie durch die schlechte Reinigungsleistung der Kläranlage Guben bedingt und damit nicht allein als Hochwasserfolge anzusehen. In der noch überschwemmten Ziltendorfer Niederung ist die bakterielle Belastung erhöht und übersteigt weiterhin die EG-Richtwerte. Zwischen den einzelnen Meßstellen treten starke Schwankungen auf.

Die Trinkwasserversorgung für den Grenzoderabschnitt erfolgt durchweg über Grundwassergewinnung. Die Kontrolle der Trinkwasserqualität unterliegt den örtlichen Gesundheitsämtern. Schon im Vorfeld wurden als gefährdet eingestufte Brunnen abgeschaltet, teilweise, soweit wie möglich, zugemauert. Durch diese prophylaktischen Maßnahmen konnte eine Beeinträchtigung des an die Bevölkerung abgegebenen Trinkwassers durch kontaminiertes Oberflächenwasser ausgeschlossen werden.

11 Auswirkungen des Hochwassers auf das Stettiner Haff und die Pommersche Bucht

Das polnische Institut für Meteorologie und Wassermanagement (IMGW) führte in den Monaten Juli und August (25.07.1997 bis 10.08.1997) mit dem Forschungsschiff „BALTICA“ eine Beprobungskampagne in der Pommerschen Bucht durch, um die Sofortauswirkungen des Oderhochwassers auf die Gewässergüte zu untersuchen. Das Untersuchungsprogramm umfaßte im wesentlichen die Erfassung von Nährstoffen, Schwermetallen, organischen Spurenstoffen sowie der Phytoplanktonzusammensetzung. Die Schwermetallbestimmungen erfolgten sowohl in der unfiltrierten Wasserprobe als auch im partikulären Anteil, während die Bestimmung der anderen chemischen Parameter in Gesamtproben vorgenommen wurden. Die Ergebnisse wurden in einem Bericht [34] veröffentlicht und werden in diesem Abschnitt zusammengefaßt.

Darüberhinaus wurde seitens des Landesamtes für Umwelt und Natur, Mecklenburg-Vorpommern (LAUN, MV) im Stettiner Haff und der Pommerschen Bucht ebenfalls ein Sondermeßprogramm „Auswirkungen Oder-Hochwasser“ mit erhöhter Meßfrequenz und Meßstellendichte installiert, das sich über einen Zeitraum vom 24.07.1997 bis 25.08.97 erstreckte. Die Küstengewässer des Landes Mecklenburg-Vorpommern werden routinemäßig untersucht. Schwerpunkt bilden dabei Messungen im Wasserkörper. Über das Routine-meßprogramm hinausgehend, wurde verstärkt Wert auf die Messung von Schwermetallen und organischen Spurenstoffen gelegt. Zur Untersuchung kamen unfiltrierte, geschöpfte Wasserproben.

In Ergänzung zu den oben genannten polnischen Untersuchungen werden in diesem Abschnitt die wichtigsten Aussagen von vier Untersuchungsberichten zusammengefaßt [32].

11.1 Ergebnisse des Sondermeßprogramms

Nach [32] waren etwa ab Mitte Juli erhöhte Süßwasserabflüsse ($> 500 \text{ m}^3/\text{s}$) aus der Oder in das Stettiner Haff zu registrieren. Wie die Abflußganglinie am Pegel Hohensaaten und die daraus geschätzte Zuflußganglinie zum Stettiner Haff belegen, nahmen ab 20./21.07.1997 die Oderabflüsse in das Haff stark zu und erreichten um den 06.08.1997 mit nahezu $3\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ ihren Höhepunkt. Etwa vom 28.07.1997 bis 10.08.1997 flossen rund $2\,500$ bis $2\,900 \text{ m}^3/\text{s}$ in das Stettiner Haff ab. Der Ausstrom des vom Oderhochwasser verdrängten Haffwassers in die

Pommersche Bucht erfolgte wahrscheinlich zwischen dem 24.07.1997 und 29.07.1997, da bereits am 30.07.1997 der Eintrag von Oderwasser in die Pommersche Bucht zu verzeichnen war. Im Zeitraum vom 14.08.1997 bis 25.08.1997 hat die Hochwasserwelle der Oder das Stettiner Haff passiert und ist in die Ostsee abgeflossen. Durch die polnischen Untersuchungen konnte belegt werden, daß die in die Pommersche Bucht abfließende Hochwasserwelle ein Volumen von ca. 3,5 km³ besaß, was etwa 5 % des Fassungsvermögens der Bucht entspricht. Die Zuflüsse aus der Oder bewegten sich nach dem 25. 08.1997 wieder im Bereich der langjährigen Normalwerte.

Aufgrund der sehr warmen und ruhigen Witterung waren im Zeitraum vom 07.08.1997 bis 13.08.1997 im Oberflächenwasser sowohl des Kleinen Haffs als auch der Pommerschen Bucht extrem hohe Sauerstoffübersättigungen infolge der Wachstumsprozesse des Phytoplanktons zu verzeichnen. Am Gewässergrund traten dagegen zunehmend Sauerstoffdefizite auf, in der Pommerschen Bucht sogar schon ab Tiefen von 4 bis 6 m. Im Mündungsbereich der Pommerschen Bucht nahe der Swinemündung wurden durch das IMGW extreme Sauerstoffdefizite bei gleichzeitiger Bildung von Schwefelwasserstoff und Ammoniak festgestellt. Während im Kleinen Haff ab 20.08. eine Besserung der Sauerstoffverhältnisse zu verzeichnen war, wurde in weiten Teilen der Pommerschen Bucht im grundnahen Wasserkörper eine extreme Sauerstoffmangelsituation beobachtet. Stellenweise war gar kein Sauerstoff mehr nachweisbar. Hier muß mit gravierenden Auswirkungen auf die am Boden lebenden Gemeinschaften gerechnet werden.

Durch das Hochwasser wurde der Eintrag an Nährstoffen sowohl in das Stettiner Haff als auch in die Pommersche Bucht erhöht. Die in den Monaten Juli und August während der polnischen Forschungsreise festgestellten Mengen an Phosphat und organischer Substanz entsprachen den Halbjahresfrachten der Oder des Jahres 1996. Die Nitritmengen entsprachen sogar der Fracht, die 1996 innerhalb von acht Monaten über die Oder in das Stettiner Haff gelangten. Die am 30.07.1997 an der Swinemündung gemessenen Nitratkonzentrationen lagen im Bereich der Frühjahrskonzentrationen desselben Jahres, die Phosphatkonzentrationen um ca. 40 % über den Frühjahrsdaten. Sie sind in etwa vergleichbar mit Maximalkonzentrationen, die während der Frühjahrshochwasser zwischen 1979 und 1996 gemessen wurden. Die Konzentrationen an Nitrit und Ammoniak erreichten ihre Maximalwerte.

Die Untersuchungen aus Mecklenburg-Vorpommern ergaben hinsichtlich der Nährstoffsituation folgendes Bild: Besonders für die Parameter Nitrat und Silikat sowie Phosphat wurden am 30.07.1997 die langjährig durch das LAUN-MV erfaßten Monatsmaxima überschritten. Während mit dem Abklingen der Hochwasserwelle ein drastischer Rückgang der beiden erstgenannten Parameter festzustellen war, blieben die Phosphatkonzentrationen weiterhin hoch. Als Ursache werden Remobilisierungsprozesse aus dem Sediment angesehen, da bereits vor Eintreffen des Hochwassers erhöhte Konzentrationen auftraten.

Während der Untersuchungen des mecklenburgischen Umweltamtes fiel bei den Schwermetallen besonders ein Anstieg der Kupfer- und Cadmiumkonzentrationen auf, der eindeutig dem Eintrag aus der Oder zuzuordnen ist. Nach dem 13.08.97 ist sowohl im Kleinen Haff als auch in der Pommerschen Bucht eine deutliche Abnahme der Schwermetallkonzentrationen festzustellen.

Der Eintrag von organischen Schadstoffen durch das Oderhochwasser läßt sich auch an den gestiegenen Konzentrationen von Mineralölkohlenwasserstoffen ablesen. Es wird angenommen, daß es sich dabei um mit Heizöl kontaminiertes Wasser aus den Überschwemmungsgebieten handelt. Untersuchungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) [33] bestätigen das.

Bei der Untersuchung auf 35 organische Spurenstoffe kristallisierte sich eine Belastung durch das Pflanzenschutzmittel Atrazin heraus. Die höchsten Konzentrationen waren von Anfang bis Mitte August zu verzeichnen. Für alle anderen Parameter wurden nach LAUN keine signifikanten Gehalte nachgewiesen.

Die polnischen Untersuchungen auf organische Schadstoffe ergaben vor allem erhöhte Lindan-Konzentrationen (a-HCH) zwischen 29 und 78 ng/l im Mündungsbereich der Swine. Die hohen Konzentrationen wurden vornehmlich im Oberflächenwasser nachgewiesen, mit zunehmender Entfernung von der Swinemündung nahmen die Gehalte schnell ab. In der ersten Phase des Hochwassers wurden besonders im Fahrwasser erhöhte Gehalte an Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) bis zu 130 ng/l nachgewiesen. Im August wurde eine deutliche Abnahme festgestellt, das Niveau lag dennoch über den sonst in der Ostsee typischen Konzentrationen.

11.2 Frachten

Auf der Grundlage täglicher Abflußdaten am Pegel Hohensaaten und Konzentrationsdaten für die Meßgrößen Gesamt-N, Gesamt-P sowie der Schwermetalle Blei und Kupfer an der Meßstelle Hohenwutzen, die vom Landesumweltamt Brandenburg zur Verfügung gestellt wurden, konnten seitens des LAUN, M-V Frachten der Oder in Hohenwutzen für den Zeitraum vom 24.07.1997 bis 09.08.1997 berechnet werden.

Entsprechende Betrachtungen wurden seitens der BfG, Außenstelle Berlin, an der Meßstelle Schwedt für die Schwebstoffphase und den Zeitraum 16.07.1997-14.08.1997 angestellt. Diese Daten sind denen des LAUN, M-V für die Gesamtproben in Tabelle 11.1 gegenübergestellt. Die Daten sind aufgrund der geringen Entfernung der Meßstellen voneinander vergleichbar.

Ebenfalls in der Tabelle (s.u.) enthalten sind Frachtabschätzungen für die Parameter Kupfer, Blei, Cadmium sowie Zink, wie sie aufgrund der polnischen Untersuchungen vorgenommen wurden. Diese Angaben beziehen sich auf die Meßstellen direkt in der Pommerschen Bucht und sind deshalb nicht direkt mit den anderen Daten vergleichbar.

Sie geben jedoch weitere wichtige Anhaltspunkte zu möglichen späteren negativen Auswirkungen des Hochwassers auf Regionen der Ostsee über die Pommersche Bucht hinaus.

Die in Schwedt und Hohenwutzen ermittelten Frachten zeigen plausible Unterschiede bzw. eine gute Übereinstimmung. Der verkürzte Beobachtungszeitraum des LAUN, M-V sollte sich nicht zeitproportional niederschlagen, da die Hauptfracht in der Phase des ansteigenden Hochwassers bzw. in seiner Scheitelpphase zu erwarten ist. Weiterhin spiegelt der Vergleich wider, daß Stickstoff überwiegend gelöst, Phosphor etwa zu gleichen Teilen gelöst und partikulär gebunden und Kupfer und Blei praktisch nur partikulär gebunden verfrachtet werden. Insbesondere die Daten zur Kupferfracht stimmen sehr gut überein. Die Unterschiede beim Blei ergeben sich möglicherweise aus Schwierigkeiten bei der Analytik der Gesamtproben, die für diesen Parameter bekannt sind.

Die vom LAUN, MV berechneten hochwasserbedingten Frachten für den zweiwöchigen Untersuchungszeitraum entsprechen, bezogen auf das Jahr 1995, etwa 10 % der Gesamt-N-Fracht, 15 % der Gesamt-P-Fracht, 30 % der Kupfer-Fracht und 20 % der Blei-Fracht der Oder.

12 Schlußfolgerungen

Das Sommerhochwasser 1997 ist eindeutig das größte Hochwasser an der Oder in diesem Jahrhundert. Hinsichtlich der Dauer der Hochwasserwellen und der Höhe der Scheitelabflüsse ist kein vergleichbares Hochwasser seit 1900 zu finden. Das Wiederkehrintervall ist größer als 100 Jahre. Durch das Hochwasser kamen im Einzugsgebiet der Oder in der Tschechischen Republik 20 und in Polen 54 Menschen ums Leben. In Polen mußten über 106 000 Menschen evakuiert werden, 47 000 Wohnungen und Wirtschaftsgebäude waren überflutet, und 465 000 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche befanden sich unter Wasser. In der Tschechischen Republik wurden im Odergebiet 35 000 Personen evakuiert sowie 320 Häuser und mehr als 5 000 Wohnungen zerstört. Zur Bekämpfung des Hochwassers war ein enorm hoher Einsatz von Menschen, Material und Technik notwendig. Allein im deutschen Grenzoderabschnitt waren fast 50 000 Einsatzkräfte an der Hochwasserabwehr beteiligt. Es wurden im Land Brandenburg ca. 11 Mio. Sandsäcke zur Verfügung gestellt, von denen 7,5 Mio. verbaut wurden.

Ein solches Hochwasser ist mit den Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes allein nicht zu beherrschen. Es müssen im Sinn eines integrierten Hochwasserschutzes die Möglichkeiten des natürlichen Wasserrückhaltes, des technischen Hochwasserschutzes, der Hochwasserwarnung und der Hochwasservorsorge effektiv genutzt werden, um die Schäden zu minimieren .

Um die Wirkungen von Maßnahmen einschätzen zu können, sind umfangreiche Modelluntersuchungen unumgänglich. Ihr Einsatz setzt entsprechende Datenbanken voraus. Diese müssen teilweise erst geschaffen werden. Hier sind als Schwerpunkte zu nennen:

- Aufbau eines digitalen Höhenmodells verbunden mit Querprofilen für das Flußbett
- Erstellung einheitlicher problemorientierter topographischer Karten
- Abstimmung der hydrologischen Daten und statistischen Methoden zur Bestimmung der hydrologischen Charakteristiken im Längsschnitt der Oder.

Natürlicher Wasserrückhalt

Neben der zeitlichen und räumlichen Verteilung des Niederschlags ist der natürliche Wasserrückhalt im Einzugsgebiet und in den Überschwemmungsflächen des Gewässers maßgeblich für die Höhe des Hochwassers verantwortlich. Die Größe des natürlichen Wasserrückhalts im Einzugsgebiet wird bestimmt durch das Geländere Relief, die Bodenart und die Vegetation. Die Erfassung des Erkenntnisstandes über diese Einflußgrößen war nicht Bestandteil dieser Arbeit und bedarf einer gesonderten Untersuchung.

Technischer Hochwasserschutz: Verbesserung der Vorflut und Deichbau

Durch den Deichbau sollen besiedelte und bewirtschaftete Flächen vor einem Hochwasser geschützt werden. Gleichzeitig verliert der Fluß diese Flächen für den natürlichen Wasserrückhalt. Der wirksame Schutz setzt voraus, daß das Hochwasserprofil so ausgebaut wird, daß die Hochwasserwelle auch schadlos abgeführt werden kann. Der Oderlauf hatte zwischen der Mündung der Oppa und dem Oderhaff ursprünglich ein natürliches Überschwemmungsgebiet von 370 000 ha [35]. Nach den Eindeichungsmaßnahmen von 1740 bis 1896 waren davon noch 85 940 ha (23%) vorhanden. Gleichzeitig ist die Oder zur Verbesserung

der Vorflutverhältnisse von 1740 bis 1896 zwischen der Olsamündung und Hohensaaten von 822 um 187 (22,75 %) auf 635 km verkürzt worden. Diese Hochwasserschutzmaßnahmen führten zu einer Verschärfung der Hochwassergefährdung für die Unterlieger, ohne einen 100% Schutz für den Anlieger zu gewährleisten. Da sich Hochwasserschutzsysteme immer auf Bemessungsabflüsse bzw. -wasserstände beziehen, sind natürlich immer höhere Hochwasser denkbar mit den dann unvermeidbaren Schäden. So wurde nach 1903 das Hochwasserschutzsystem von Breslau gebaut. Der damals festgelegte Bemessungsabfluß wurde im Juli/August 1997 um 50% überschritten.

Die Gewährleistung der Schutzfunktion der Deiche wurde zu einem Hauptproblem im Kampf gegen das Hochwasser. Durch die langandauernden hohen Wasserstände durchnäßten die Deiche und waren nicht mehr standsicher. Das Überströmen der Deiche bzw. die Deichbrüche waren eine der Hauptursachen für die katastrophalen Auswirkungen dieses Hochwassers.

In Auswertung des Hochwassers sind die Jährlichkeiten zu überprüfen, und für die hochwassergefährdeten Flächen ist der entsprechende Schutzgrad festzulegen. Die Bemessungsabflüsse und -wasserstände sind kritisch zu überprüfen. Ist die hydraulische Leistungsfähigkeit des Hochwasserprofils für den neuen Bemessungsabfluß nicht ausreichend, müssen andere Möglichkeiten, wie weitere Retentionsräume weiter oberhalb, der Bau eines Umflutkanals oder die Deicherhöhung untersucht werden. Es sollte geprüft werden, ob die Dimensionierung der bestehenden Umflutkanäle in Breslau, Oppeln und Ratibor ausreichend ist. Deicherhöhungen bewirken jedoch immer eine Verschärfung der Situation in den weiter stromab gelegenen Profilen und sollten nur in unumgänglichen Fällen verwendet werden.

Eine wichtige Aufgabe ist die Sanierung bzw. der Neubau der Deiche nach dem neuesten Stand der Technik. Auch die Unterhaltung und die Bewirtschaftung der Deiche unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte muß auf der Grundlage der gegenwärtigen Erkenntnisse beurteilt werden.

Als eine Forschungsaufgabe ist die Entwicklung von Methoden zum Trockenhalten des Deichkörpers bei langanhaltenden hohen Wasserständen anzusehen.

Technischer Hochwasserschutz: Talsperren, Rückhaltebecken und Polder

Die Speicher haben einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion der Scheitelabflüsse im regionalen Bereich geleistet. So haben die tschechischen Speicher mit 10% bis 33% zur Scheitelreduktion beigetragen. Ihr Einfluß reichte bis in das polnische Odergebiet.

Der Reduktionseffekt der polnischen Speicher lag für die erste Hochwasserwelle von 35% bis über 90% gegenüber dem Maximalzufluß. Für die zweite Hochwasserwelle war der Effekt bedeutend geringer, da eine ausreichende Speicherentlastung aufgrund des kurzen Zeitraumes zwischen den Hochwasserwellen nicht möglich war. Auch die Verschlammung der Speicher nach der ersten Welle wirkte sich negativ auf die zweite Welle aus.

Im allgemeinen aber nimmt die positive Wirkung der Speicher mit der Entfernung vom Speicher in Fließrichtung ab. So ist der Einfluß der Speicher auf die deutsch-polnische Grenzoder bei den langanhaltend hohen Wasserständen als vernachlässigbar einzuschätzen.

Ob der vorhandene Hochwasserschutzraum der Speicher ausreichend ist, muß für jedes Gebiet gesondert untersucht werden. Steuerprogramme unter Nutzung von hydrologisch-meteorologischen Prognosen liegen noch nicht für alle Speicher vor. Sie sind zu entwickeln, um eine optimale Entscheidungsfindung zu ermöglichen.

Weitere Möglichkeiten für einen künstlichen Wasserrückhalt bieten Polder. Mit der gezielten Flutung von Poldern über Einlaßbauwerke kann das Maß der Hochwasserrückhaltung gesteuert werden. Möglichkeiten für die Ausweisung neuer Poldergebiete müssen untersucht werden.

Hochwasserwarnung

Technische Hochwasserschutzmaßnahmen beziehen sich immer auf bestimmte Bemessungsabflüsse bzw. -wasserstände. Bei Hochwässern, die größer als die Bemessungshochwasser sind, können Schäden nicht ausgeschlossen werden. Die Hochwasserwarnung ist deshalb Voraussetzung für eine wirksame Verhaltensvorsorge.

In Auswertung des Hochwassers ist ein ganzer Komplex von Maßnahmen vorzuschlagen:

- Kurzfristig ist ein Konzept für die Modernisierung des Pegel- und Niederschlagsmeßnetzes zu erarbeiten und zu realisieren. Die Pegelstationen sollten möglichst hochwassersicher und mit Datenfernübertragungsanlagen ausgerüstet sein.
- Die Hochwassermeldezentralen müssen technisch ausgerüstet werden, um auch die Meldedienste realisieren zu können.
- Die Fernmeldesysteme der Länder müssen ausreichend leistungsfähig sein, um die verschiedenen Kommunikationsmöglichkeiten zur Information der Öffentlichkeit, wie Telefonansagen, örtliche Rundfunkmeldungen, öffentlich-rechtliche Nachrichtenmittel usw. nutzen zu können.
- Die Meldewege und Hochwasserberichte müssen regional, überregional und grenzüberschreitend abgestimmt werden.
- Unter Nutzung von Niederschlagsprognosemodellen sind die Abfluß- und Wasserstandsvorhersagemodelle weiterzuentwickeln.
- Die Mitarbeiter des Hochwasserdienstes müssen geschult werden.

Hochwasservorsorge

Die Hochwasservorsorge umfaßt die Flächen-, Bau-, Verhaltens- und Risikovorsorge. Hochwasservorsorge heißt nicht nur staatliche Vorsorge sondern auch eigenverantwortliches Handeln der Bürger. Das Bewußthalten der Hochwassergefahr und die Aufklärung der Öffentlichkeit über die Möglichkeiten der Vorsorge muß zu einem wichtigen Anliegen der Politik werden.

Flächenvorsorge heißt Rückführung von bebautem Land in eine natürliche Überschwemmungsfläche und Erhalt der bereits vorhandenen Überschwemmungsflächen. Die Maßnahmen der Raum- und Bauplanung sollten sich daran orientieren. Die Rückgabe ist die beste Vorsorgeform und sollte Vorrang vor allen anderen Maßnahmen haben.

Bauvorsorge geht von einer hochwasserangepaßten Bauweise aus. Von der Standortwahl bis zu Baumaterialien gibt es vielfältige Möglichkeiten, die Schäden bei einer Überschwemmung zu minimieren. Für hochwassergefährdete Gebiete müssen gesonderte Baurichtlinien erarbeitet werden. Die Bevölkerung und die verantwortlichen Institutionen müssen aufgeklärt werden.

Verhaltensvorsorge heißt, die Zeit zwischen der Warnung und dem Erreichen der kritischen Hochwasserstände für die weitgehende Sicherung von Sachwerten und die Rettung von Menschen und Tieren zu nutzen. Das Oderhochwasser 1997 war ein extremes Hochwasser. Die Lage überstieg häufig die Möglichkeiten des Einzelnen bzw. der Kommunen. In diesem

Fälle müssen der staatliche Katastrophenschutz bzw. auch die internationale Hilfe einsetzen, um das Schlimmste zu verhüten. Die gesammelten Erfahrungen bei der Hochwasserabwehr müssen in die Richtlinien und Pläne des Katastrophenschutzes einfließen.

Risikovorsorge heißt, finanzielle Rücklagen und materielle Reserven für den Katastrophenfall zu bilden. Auch wenn alle Hochwasserschutzmaßnahmen greifen, können bei einem extremen Hochwasser auch zukünftig Schadensfälle nicht ausgeschlossen werden. Bei der finanziellen Vorsorge muß eine sinnvolle Abwägung zwischen öffentlicher Vorsorge, Eigenvorsorge und versicherungsgestützter Vorsorge getroffen werden.

Gewässerverunreinigung

Auch die Maßnahmen zur Vermeidung von Gewässerverunreinigungen während eines Hochwassers müssen integrierter Bestandteil der Flächen-, Bau- und Verhaltensvorsorge sein. Die große Abflußfülle des Hochwassers verhinderte bedeutende Grenzwertüberschreitungen durch Schadstoffeinträge. Die Schäden blieben regional begrenzt. Es ist aber nicht zu verkennen, daß ein erhebliches Risikopotential vorhanden ist.

Im Hinblick auf eine Verminderung der Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit durch Hochwässer sind folgende Maßnahmen zu nennen:

- Aufnahme des biogeochemischen einschließlich bakteriologischen Gewässerzustandes und Ermittlung natürlicher Belastungsniveaus für prioritäre Schadstoffe
- Prüfung auf Kontamination der Böden in den Überflutungsgebieten im Fall einer landwirtschaftlichen Nutzung
- Untersuchung des Freisetzungspotentials prioritärer Schadstoffe aus abgelagertem Material auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und Abschätzung des Gefährdungspotentials der Nahrungskette
- Ermittlung von Havariezuständen von prioritären Schadstoffen unter Hochwasserbedingungen
- Erarbeitung von Empfehlungen zum Betrieb von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen in den potentiellen Überschwemmungsgebieten
 - Erfassung der im Hochwasserfall betroffenen Anlagen
 - Anforderungen an Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen
 - Zulassung von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen

Es wird empfohlen, diese Schlußfolgerungen bei der Aufstellung des Aktionsplanes für die Oder zu berücksichtigen.

Literaturverzeichnis

- [1] **MÜNCHENER RÜCK** : Annual review of natural catastrophes 1997. Topics. München.1998
- [2] **LUA BRANDENBURG** : Eine Zusammenfassung, Auswertung und Bewertung des vorhandenen Informationsmaterials über die Oder und ihre deutschen Nebenflüsse. Band 1: Berichte, Fachbeiträge des Landesumweltamtes.Frankfurt/Oder.1993
- [3] **MALITZ,M.,SCHMIDT,TH.** : Hydrometeorologische Aspekte des Sommerhochwassers der Oder 1997. Deutscher Wetterdienst.Berlin.1997
- [4] **KLEJNOWSKI, R.:** Prognozy i przebieg warunków meteorologicznych w czasie powodzi w lipcu 1997 na terenie Polski, Czech i Niemiec [Prognosen und Verlauf der meteorologischen Verhältnisse während des Juli-Hochwassers 1997 auf dem Territorium Polens, Tschechiens und Deutschlands]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997
- [5] **ČHMÚ:** Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997. Závěrečná zpráva. [Auswertung des Hochwasserereignisses im Juli 1997.] ČHMÚ, Praha, 1998.
- [6] **DUBICKI, A.:** Charakterystyka procesu formowania oraz przebieg powodzi i osłony hydrologicznej w dorzeczu Odry [Charakteristik des Formungsprozesses sowie Verlauf des Hochwassers und des hydrologischen Schutzes im Oder-Einzugsgebiet]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997
- [7] **BOGDANOWICZ, E., FAL, B.:** Wstępna ocena prawdopodobieństwa przepływów kulminacyjnych Odry i Wisły w lipcu 1997 [Erste Einschätzung der Jährlichkeit für die Oder und die Weichsel im Juli 1997]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997
- [8] **STACHY, J., BOGDANOWICZ, E.:** Przyczyny i przebieg powodzi w lipcu 1997 [Ursachen und Verlauf des Juli-Hochwassers 1997]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997
- [9] **BUCHOLZ, Wł.:** Analiza przebiegu powodzi lipiec 1997 na dolnej Odrze [Analyse des Hochwasserverlaufs an der Unteren Oder im Juli 1997]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997
- [10] **KOWALCZAK, P., KLEINHARDT, J.:** Przebieg powodzi na odcinku Odry granicznej w lipcu 1997 r. [Hochwasserverlauf im Abschnitt der Grenzoder im Juli 1997]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997
- [11] **FALIŃSKI, Z.:** Przebieg powodzi w województwie gorzowskim [Hochwasserverlauf in der Woiwodschaft Gorzów]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997
- [12] **OLEJNIK, K., PLENZER, W.:** Rozwój wezbrania w dorzeczu Warty na tle retencji gruntowej i pola opadów [Wasseranstieg im Warthe-Einzugsgebiet aus der Sicht der Grundrückhaltung und des Niederschlagsfeldes]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“.

Ustroń k. Wisły. 09.1997

[13] **HELLMANN, G., ELSNER, G.** : Meteorologische Untersuchungen über die Sommerhochwasser der Oder. Berlin.1911

[14] **FISCHER, K.** : Die Sommerhochwasser der Oder von 1813 bis 1903. Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands, Besondere Mitteilungen Bd.1 Nr. 6. Berlin.1907

[15] **FABIAN, W., BARTELS, G.** : Das Hochwasser 1926. Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands, Besondere Mitteilungen Bd.5 Nr. 1. Berlin.1928

[16] **SKAPSKI, R.**: Działanie służby hydrologiczno-meteorologicznej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej podczas powodzi w lipcu 1997. Ocena pracy i koncepcja modernizacji Służby [Aktivitäten des hydrologisch-meteorologischen Dienstes des Instituts für Meteorologie und Wasserwirtschaft während des Juli-Hochwassers 1997. Einschätzung der Arbeit sowie Konzept zur Modernisierung des Dienstes]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997

[17] **DELA, F.**: Koordynacja akcji przeciwpowodziowej na szczeblu centralnym [Koordination der Hochwasserschutzaktionen auf zentraler Ebene]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997

[18] Povodí Odry AG: Povodeň v červenci 1997 – zhodnocení a perspektiva. [Hochwasser im Juli 1997 – Auswertung und Perspektiven.] Povodí Odry, a.s. Ostrava 1997.

[19] **JANISZEWSKA-KUROPATWA, E., JANKOWSKI, WŁ., KLOZE, J.**: Bezpieczeństwo budowli hydrotechnicznych w czasie i po powodzi 1997 r. [Die Sicherheit hydrotechnischer Anlagen während und nach dem Hochwasserereignis 1997]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997

[20] **MALKIEWICZ, T., KOSIĘB, R.**: Skuteczność obiektów hydrotechnicznych w ograniczeniu skutków powodzi w dorzeczu Odry [Wirksamkeit der hydrotechnischen Objekte auf die Begrenzung der Hochwasserfolgen im Oder-Einzugsgebiet]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997

[21] **SOKOŁOWSKI, J., MOSIEJ, K.**: Ocena obwałowań po powodzi 1997 r. [Bewertung der Eindeichungen nach dem Hochwasserereignis 1997]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997

[22] **WALEWSKI, A.**: Ocena skażeń środowiska spowodowanych przez powódź [Einschätzung der Umweltbelastung infolge des Hochwasserereignisses]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997

[23] **PILAT, A.**: Sprawozdanie Pełnomocnika Rządu ds. Usuwania Skutków Powodzi [Bericht des Regierungsbevollmächtigten für Beseitigung der Hochwasserfolgen]. Forum Naukowo-Techniczne „Powódź 1997“. Ustroń k. Wisły. 09.1997

[24] **BFG**: Das Oderhochwasser 1997. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Berlin.-BfG-1084.1997

- [25] **BFG** : Stromregelung Grenzoder - Bericht über Naturuntersuchungen in der Oder-Strecke Hohensaaten-Bielinek, Teil II: Hydrologische und morphologische Messungen. Koblenz, BfG-1108.1998
- [26] **ODERPROJEKT** : Interdisziplinäre deutsch-polnische Studien über das Verhalten der Schadstoffe im Odersystem. BMBF-Verbundprojekt beim Forschungszentrum Karlsruhe PTWT.1997
- [27] **CLAUS, E.**: Verfahren zur Fraktionierung organischer Inhaltsstoffe von Sediment- und Schwebstoffproben. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Außenstelle Berlin.1997
- [28] **HEININGER, P., CLAUS E., PELZER, J., TIPPMANN, P.**: Schadstoffe in Sedimenten und Schwebstoffen der Elbe und Oder. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Außenstelle Berlin.1997
- [29] **ARGE ELBE** : Zeitliche und örtliche Variabilität von organischen Stoffen in schwebstoffbürtigen Sedimenten der Elbe bei Hamburg-Blankenese und der Mulde bei Dessau. Hamburg.1996
- [30] **POVODÍ ODRY AG**: Ovlivnění kvality vody hraničního profilu Odry – Bohumín při povodni v červenci 1997. [Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit im Grenzprofil Oder – Oderberg beim Hochwasser im Juli 1997.] Povodí Odry, a.s. Ostrava 1997.
- [31] **LUA BRANDENBURG** : Das Sommerhochwasser an der Oder 1997. Studien und Tagungsberichte Band 16 Landesumweltamt.Potsdam.1998
- [32] **LAUN MECKLENBURG-VORPOMMERN** : 1.-4. Bericht zu den Auswirkungen des Oder-Hochwassers auf das Kleine Haff und die Pommersche Bucht.Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern .Stralsund, 1.8., 8.8., 15.8. und 1.9.1997
- [33] **HEININGER, P., CLAUS, E., PELZER, J.**: Auswirkungen des Oder-Hochwassers 1997 auf die Schwebstoffqualität und den schwebstoffgebundenen Schadstoffeintrag in das Stettiner Haff. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Berlin. 29.08.97.
- [34] **MORSKI INSTYTUT RYBACKI**: Doraźne skutki powodzi 1997 roku w środowisku wodnym Zatoki Gdańskiej i Zatoki Pomorskiej [Sofortauswirkungen des Hochwasserereignisses 1997 auf die Gewässer – die Danziger Bucht und die Pommersche Bucht]. Gdynia 1998
- [35] **MEIER, R.** : Bauliche Entwicklung der Oder. – Bericht für das Dezernat T3 der WSD Ost, Berlin 1992.

Tabelle 6.4: Grundsätze für die Bewirtschaftung der tschechischen Talsperren bei Hochwasser

Bezeichnung der Talsperre	Inbetriebnahme	Bestätigung des Bewirtschaftungsplanes	Typ der Talsperre	Nutzung	Grundsätze für die Bewirtschaftung bei Hochwasser
Slezská Harta	1998	-	Steinschüttdamm mit Spundwanddichtung	V,P,M,O,R,E	
Kružberk	1958	1990	Betonsperre	V,P,M,O,E	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bei Hochwasser wird zuerst der Reserveraum gefüllt. ■ Nach Auffüllung des Reserveraumes (428,9 m ü. NN) wird der Abfluß so geregelt, daß er bis zu einem Zufluß von 31 m³/s konstant bleibt. ■ Bei weiterer Erhöhung des Zuflusses wird der Betriebsstauraum der Talsperre gefüllt und die Abgabe gleichmäßig auf die schadlose Menge von 35 m³/s erhöht.
Šance	1970	1990	Steinschüttdamm mit Spundwanddichtung	V,P,M,O,E	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bei Hochwasser wird zuerst der Reserveraum gefüllt. ■ Nach Füllung des Reserveraumes (507,4 m ü. NN) wird der Abfluß so geregelt, daß er bis zu einem Zufluß von 20 m³/s konstant bleibt. ■ Bei weiterer Erhöhung des Zuflusses wird der regulierbare Raum der Talsperre gefüllt und der Abfluß gleichmäßig auf 50 m³/s erhöht. ■ Bei Erreichen der Wasserspiegelhöhe von 506,10 m ü. NN im ansteigenden Ast der Hochwasserwelle ist es nötig, den Grundablaß vollständig zu öffnen.
Moravká	1964	1990	Steinschüttdamm mit Betondichtungskern	V,P,M,O,E	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bei Hochwasser wird zuerst der Reserveraum gefüllt. ■ Nach Füllung des Reserveraumes (507,4 m ü. NN) wird der Abfluß so geregelt, daß er bis zu einem Zufluß von 10 m³/s konstant bleibt. ■ Bei weiterer Erhöhung des Zuflusses wird der regulierbare Raum der Talsperre gefüllt und der Abfluß gleichmäßig auf 20 m³/s erhöht. ■ Bei Erreichen der Wasserspiegelhöhe von 517,20 m ü. NN im ansteigenden Ast der Hochwasserwelle ist es nötig, den Grundablaß vollständig zu öffnen.
Olešná	1964	1990	Steinschüttdamm mit Lößlehmkern	P,M,O,R	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bei Hochwasser wird zuerst der Reserveraum gefüllt. ■ Nach Füllung des Reserveraumes (303,71 m ü. NN) wird der Abfluß so geregelt, daß er bis zu einem Zufluß von 6 m³/s konstant bleibt. ■ Bei weiterer Erhöhung des Zuflusses wird der potentiell beherrschbare Raum der Talsperre gefüllt und der Abfluß gleichmäßig auf 10 m³/s erhöht. ■ Bei Erreichen der Wasserspiegelhöhe von 293,10 m ü. NN im ansteigenden Ast der Hochwasserwelle ist es nötig, den Grundablaß vollständig zu öffnen.
Žermanice	1962	1990	Steinschüttdamm mit Lößlehmkern	P,M,O,R,E	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bei Hochwasser wird zuerst der Reserveraum gefüllt. ■ Nach Füllung des Reserveraumes (291,5 m ü. NN) wird der Abfluß so geregelt, daß er bis zu einem Zufluß von 5 m³/s konstant bleibt. ■ Bei weiterer Erhöhung des Zuflusses wird der erreichbare Retentionsraum der Talsperre gefüllt und der Abfluß gleichmäßig auf 10 m³/s erhöht. ■ Bei Erreichen der Wasserspiegelhöhe von 293,10 m ü. NN im ansteigenden Ast der Hochwasserwelle ist es nötig, den Grundablaß und die Segmentverschlüsse so zu steuern, daß der Wasserspiegel konstant bleibt.
Těrlicko	1963	1990	geschüttet mit Lößlehm	P,M,O,R,E	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bei Hochwasser wird zuerst der Reserveraum gefüllt. ■ Nach Füllung des Reserveraumes (291,5 m ü. NN) wird der Abfluß so geregelt, daß er bis zu einem Zufluß von 6 m³/s konstant bleibt. ■ Bei weiterer Erhöhung des Zuflusses wird der beherrschbare Hochwasserschutzraum gefüllt und der Abfluß gleichmäßig auf 10 m³/s erhöht. ■ Bei Erreichen der Wasserspiegelhöhe von 277,60 m ü. NN im ansteigenden Ast der Hochwasserwelle ist es nötig, den Grundablaß auf maximale Kapazität zu öffnen.

Zweck des Bauwerkes:

V Wassersperre
 E Energiegewinnung
 P Versorgung der Industrie mit Wasser
 M Niedrigwasser

R Erholung
 O Hochwasserschutz

Tabelle 6.7: Grundsätze für die Speicherbewirtschaftung der polnischen Talsperren bei Hochwasser

Bezeichnung der Talsperre	Inbetriebnahme	Bestätigung des Bewirtschaftungsplans (Instruktion)	Talsperrentyp	Nutzung	Grundsätze für die Bewirtschaftung bei Hochwasser
1	2	3	4	5	6
Turawa, Fluß Mała Panew	1948	1997	Erddamm mit plastischem Schirm, dichter Stahlwand + Steinpflaster	P, M, O, R, E, Ż	Zum Füllen des beherrschbaren Reserveraums, Abfluß bis 18 m ³ /s. Nach Überschreitung von 176,50 m NN Abfluß von der Zuflußvorhersage abhängig. Erlaubter Abfluß 54 m ³ /s. Zulässiger Abfluß 85 m ³ /s.
Mietków, Fluß Bystrzyca	1986	1993	Erddamm mit Tonbetonschütz + Stahlbetonplatten	M, O, R, E, Ż	Zum Füllen des Speichers bis NPP Abfluß bis 40 m ³ /s. Nach Überschreitung von 171,80 m ü.d.M. und Zuflüssen von mehr als 20,0 m ³ /s entspricht der Abfluß dem Zufluß. Abfluß von der Zuflußvorhersage abhängig.
Słup, Fluß Nysa Szalona	1978	1997	Erddamm mit Schütz aus Lehm und Ton-Zement + Stahlbetonplatten	P, M, O, E	Zum Füllen des Speichers bis NPP Abfluß bis 50 m ³ /s. Nach Überschreitung von 176,00 m ü.d.M. ist der Abfluß von der Zuflußvorhersage zum Speicher und der Vorhersage des Wellenscheitels in der Ortschaft Dunino am Fluß Kaczawa abhängig.
Bukówka, Fluß Bóbr	1988	1998	Erddamm, Kern aus Lehm, Rähm, altem Betondamm + Stahlbetonplatten	M, O, E	Zum Füllen des Speichers bis NPP Abfluß bis 5 m ³ /s. Nach Überschreitung von 534,30 m ü.d.M. ist der Abfluß von der Zuflußvorhersage zum Speicher abhängig.
Dobromierz, Fluß Strzegomka	1987	1994	Erddamm + Stahlbetonschirm mit Folieneinlage	M, O	Zum Füllen des Speichers bis NPP Abfluß bis 15 m ³ /s. Nach Überschreitung von 298,50 m ü.d.M. Abfluß 25 m ³ /s. Nach Überschreitung von 299,35 m ü.d.M. selbständiger Abfluß durch Überlauf.
Pilchowice, Fluß Bóbr	1912	1961	Stein-Beton-Schwerkrafttalsperre	O, R, E	Die Wasserstauung im Speicher zu Hochwasserschutz Zwecken entspricht dem Wassergehalt im Speicher von max. 50 Mio. m ³ , Reserveraum 17–26 Mio. m ³ , erlaubter Abfluß 160 m ³ /s, zulässiger Abfluß 250 m ³ /s.

P – Versorgung der Industrie mit Wasser
 E – Energiegewinnung
 Ż – Versorgung der Schifffahrt
 NPP – Normaler Staupiegel

R – Erholung
 M – Niedrigwasser
 O – Hochwasserschutz
 NN – Pegelinheit nach dem Amsterdamer System

Anlage 1: Alarmstufen in der Tschechischen Republik

Quelle : Povodňové plány. Odvětvová technická norma vodního hospodářství TNV 752931. Hydroprojekt a. s., Praha 1997.

(Hydroprojekt a.s.: Technische Bereichsnorm für Wasserwirtschaft TNV 752931. Prag, 1997.)

Der Hochwasserplan der Tschechischen Republik legt drei Alarmstufen bei Hochwasser- und Eisereignissen fest:

Stufe 1 (Wachdienst) tritt bei Hochwassergefahr ein und wird beendet, wenn die Ursachen dieser Gefahr nicht mehr vorhanden sind. Es handelt sich z. B. um Erreichung eines bestimmten Wasserstandes an ausgewählten Pegeln; plötzliches Tauwetter; Niederschläge größerer Intensität; geschlossene Eisdeckenabschnitte eines Wasserlaufes; ungünstige Entwicklung der Sicherheit einer Stauanlage; eventuell erforderliche Wasserabgaben bzw. unregelmäßiger Abfluß von einer Stauanlage, bei den am ausgewählten Pegel ein Wasserstand erreicht wird, der der Alarmstufe 1 entspricht. Bei der 1. Alarmstufe nehmen in der Regel der Hochwasser-, Melde- und Wachdienst ihre Tätigkeit auf.

Stufe 2 (Bereitschaftsdienst) wird durch die Hochwasserbehörde während des Hochwasserereignisses auf Grund der Daten des Wachdienstes bzw. der Meldungen des Vorhersage- und Meldedienstes bekanntgegeben. Diese Stufe tritt bei Erreichen eines bestimmten Wasserstandes an ausgewählten Pegeln ein, bei dem z. B. folgende Gefahren drohen: die Ausuferung des Wasserlaufes; vorübergehendes Ansteigen des Wasserstandes eines Wasserlaufes bei gleichzeitigem Eisgang, gegebenenfalls durch die Bildung von Eisbarrieren; anhaltende ungünstige Entwicklung der Sicherheit einer Stauanlage oder außerordentliche Wasserabgaben bzw. unregelmäßiger Abfluß aus einer Stauanlage, die eine künstliche Abflußwelle hervorrufen, bei der am ausgewählten Pegel ein Wasserstand erreicht wird, der der Alarmstufe 2 entspricht. Bei dieser Stufe werden die Hochwasserbehörden und weitere Beteiligte des Hochwasserschutzes aktiviert, die Mittel für die Sicherungsarbeiten bereitgestellt und nach Möglichkeit Maßnahmen zur Abflachung des Hochwasserverlaufes gemäß dem Hochwasserplan getroffen.

Stufe 3 (Gefahrenabwehr) wird durch die Hochwasserbehörde bekanntgegeben. Sie tritt bei Erreichen eines bestimmten Wasserstandes an ausgewählten Pegeln ein, für den z. B. bezeichnend ist: unmittelbare Gefährdung von Leben und Eigentum im Überflutungsgebiet; Entstehung einer kritischen Situation an einer Stauanlage, die zu einer Havarie führen kann; außerordentliche Wasserabgaben oder unregelmäßiger Abfluß aus einer Stauanlage, die eine künstliche Abflußwelle mit solchen Wasserständen hervorrufen können, die am ausgewählten Pegel die Alarmstufe 3 überschreiten. Bei dieser Stufe erfolgen die Sicherungs- und bei Bedarf die Rettungsarbeiten.

Anlage 2: Alarmstufen in der Republik Polen

Die **Hochwasserschutzbereitschaft bzw. der Hochwasseralarm** wird bei Überschreitung vereinbarter charakteristischer Wasserstände am Pegel von den Hochwasserkomitees ausgerufen bzw. Entwarnung bekanntgegeben. Zu den vereinbarten charakteristischen Wasserständen, die beim Hochwasserschutz gelten, zählen die für die jeweiligen Pegel bestimmten Warn- und Alarmstufen.

Die **Warnstufe** beginnt ca. 10 cm unterhalb des Wasserstandes bei Ausuferung. Sie verpflichtet zur höheren Wachsamkeit.

Die **Alarmstufe** bedeutet Hochwassergefahr. Sie wird unter Beachtung des Bewirtschaftungsgrades des Gebietes ausgerufen und überschreitet den Ausuferungswasserstand (meistens um einige cm).

Anlage 3: Alarmstufen im Land Brandenburg

Quelle: Hochwassermelddienstverordnung vom 9.7.1997

Die Richtwasserstände für die einzelnen Alarmstufen werden vom Grundsatz her so festgelegt, daß bei ihrer Überschreitung folgende Situationen für das Hochwassergebiet charakteristisch sind:

Alarmstufe I

- Beginn der Ausuferung der Gewässer

Alarmstufe II

- Überflutung von Grünland oder forstwirtschaftlichen Flächen in Überschwemmungsgebieten
- Ausuferung von eingedeichten Gewässern bis an den Deichfuß.

Alarmstufe III

- Überflutung einzelner Grundstücke, Straßen oder Keller
- Vernässung von Polderflächen durch Drängewasser
- Wasserstände am Deich bis etwa halbe Deichhöhe.

Alarmstufe IV

- Überflutung größerer Flächen einschließlich Straßen und Anlagen in bebauten Gebieten
- unmittelbare Gefährdung für Menschen, Tiere, Objekte und Anlagen
- Gefährdung der Standsicherheit der Deiche infolge langanhaltender Durchfeuchtung, Eisgang oder größerer Schäden
- Wasserstände am Deich im Freibordbereich, Gefahr der Überströmung.