



Internationale Kommission zum Schutz der Elbe
Mezinárodní komise pro ochranu Labe



**Hydrologische Auswertung
des Hochwassers vom Juni 2013
im Einzugsgebiet der Elbe**



Internationale Kommission zum Schutz der Elbe
Mezinárodní komise pro ochranu Labe

**Hydrologische Auswertung
des Hochwassers vom Juni 2013
im Einzugsgebiet der Elbe**

Magdeburg

2014

Titelbild (Foto: Christian Jung, LHW Sachsen-Anhalt):

Überschwemmungsgebiet im Elbe-Saale-Winkel am 10.06.2013 bei Breitenhagen, einen Tag nach dem Deichbruch am rechten Saaledeich bei Klein Rosenberg/Breitenhagen.

Linksseitig des linken Elbedeiches ist ein Teil des 85 km² großen Überschwemmungsgebiets infolge des Deichbruchs um die völlig überflutete Ortslage Breitenhagen zu erkennen. Rechtsseitig des Elbedeiches befindet sich das natürliche Überschwemmungsgebiet der Elbe, wo auch der Verlauf der Elbe gut erkennbar ist.

Herausgeber:

Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE)

Postfach 1647/1648

39006 Magdeburg

Druck:

Harzdruckerei GmbH

Max-Planck-Straße 12/14

38855 Wernigerode

Auflage: 1400 Exemplare

	Vorwort	3
1	Einleitung	4
2	Meteorologische Ursachen des Hochwassers	5
	2.1 Niederschlagszeitraum vom 30. Mai bis zum 2. Juni 2013	7
	2.2 Niederschlagszeitraum vom 24. bis zum 26. Juni 2013	10
3	Hochwasserverlauf	12
	3.1 Einzugsgebiet der Elbe oberhalb der Moldaumündung.....	14
	3.2 Einzugsgebiet der Moldau.....	15
	3.3 Einzugsgebiet der Elbe unterhalb der Moldaumündung bis zur Staatsgrenze	19
	3.4 Einzugsgebiet der Elbe von der Staatsgrenze bis zur Mündung der Schwarzen Elster	20
	3.5 Einzugsgebiet der Schwarzen Elster	22
	3.6 Einzugsgebiet der Mulde.....	23
	3.7 Einzugsgebiet der Saale	25
	3.8 Einzugsgebiet der Elbe von der Mündung der Schwarzen Elster bis zur Saalemündung.....	30
	3.9 Einzugsgebiet der Elbe von der Saalemündung bis zur Havelmündung	30
	3.10 Einzugsgebiet der Havel	32
	3.11 Einzugsgebiet der Elbe von der Havelmündung bis zum Wehr Geesthacht.....	33
4	Hydrologische Bewertung des Hochwassers	35
	4.1 Einzugsgebiet der Elbe oberhalb der Moldaumündung.....	38
	4.2 Einzugsgebiet der Moldau.....	39
	4.3 Einzugsgebiet der Elbe unterhalb der Moldaumündung bis zur Staatsgrenze	39
	4.4 Einzugsgebiet der Elbe von der Staatsgrenze bis zur Mündung der Schwarzen Elster	39
	4.5 Einzugsgebiet der Schwarzen Elster	39
	4.6 Einzugsgebiet der Mulde.....	40
	4.7 Einzugsgebiet der Saale	40
	4.8 Einzugsgebiet der Elbe von der Mündung der Schwarzen Elster bis zur Saalemündung.....	40
	4.9 Einzugsgebiet der Elbe von der Saalemündung bis zur Havelmündung	40
	4.10 Einzugsgebiet der Havel	40
	4.11 Einzugsgebiet der Elbe von der Havelmündung bis zum Wehr Geesthacht.....	41
	4.12 Vergleich mit dem Ereignis 2002.....	41
5	Ergebnisse der weiteren Bewertung	44
6	Zusammenfassung	49

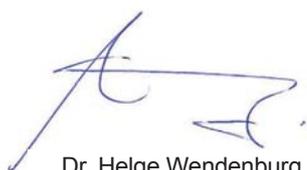
Im Mai und Juni 2013 trat in Mitteleuropa eine Hochwassersituation auf, die in ihrem Ausmaß und ihren Abläufen in einigen Flussgebieten noch über dem Extremereignis von 2002 lag. Auch bei diesem Hochwasser war die internationale Flussgebietseinheit der Elbe besonders betroffen. Gegenüber den Hochwassern 2002, 2006 und 2010 traf es diesmal die untere (Binnen)Elbe besonders hart. Extreme Wasserstände und Abflüsse wurden an den Nebenflüssen der Elbe in Nordost- und Mittelböhmen, in den Einzugsgebieten der mittleren und unteren Moldau, Saale und Mulde und insbesondere an der Elbe in Sachsen-Anhalt beobachtet, in deren Folge große Flächen überschwemmt wurden, Deiche brachen und umfangreiche Evakuierungen notwendig wurden, um Leib und Leben der betroffenen Bürgerinnen und Bürger zu schützen.

Auch bei diesem Hochwasser bewahrheitete sich die Feststellung „Jedes Hochwasser ist anders“. Diesmal wurde die Hochwasserentstehung wesentlich durch die im gesamten Einzugsgebiet vorhandene Vorsättigung der Böden bestimmt. Die Bodenfeuchtwerte waren z. B. in Deutschland Ende Mai 2013 höher als jemals seit Beginn der Aufzeichnungen 1962 beobachtet. Dadurch konnte das Niederschlagswasser nicht mehr versickern und floss direkt oberirdisch ab. Vor, während und nach dem Hochwasser waren die zuständigen Behörden in der Tschechischen Republik und Deutschland in engem Kontakt, um jederzeit länderübergreifend konsistente Informationen zur Lageentwicklung zu liefern. Zum wiederholten Male haben sich dabei die über die Internationale Kommission zum Schutz der

Elbe etablierten Kommunikationswege und Abläufe bewährt. Insbesondere die internetgestützten Hochwasserinformationsplattformen haben ihre Bedeutung auch für die operative Gefahrenabwehr eindeutig nachgewiesen.

Die Ereignisanalyse der Hochwasser von Ende Mai bis Ende Juni 2013 in der internationalen Flussgebietseinheit der Elbe bildet eine wichtige Grundlage zur weiteren Verbesserung des grenzüberschreitenden Hochwasserrisikomanagements. Im Hinblick auf die Zusammenarbeit und gemeinsame Auswertung des Ereignisses, seiner Entwicklung sowie der Einordnung der Hochwasserparameter anhand der Wiederkehrintervalle und der Wirkungen des Hochwasserablaufs ist es den Behörden und Betroffenen möglich, zukünftig erforderliche Maßnahmen des Hochwasserschutzes, der Gefahrenabwehr und der Prävention abzuleiten.

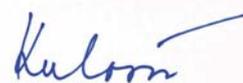
Die Erarbeitung des vorliegenden Berichtes war bei Weitem keine Routineaufgabe der Expertengruppe „Hydrologie“ der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe, sondern erforderte zusätzliche personelle und zeitliche Ressourcen, auch unter Berücksichtigung der in der Tschechischen Republik und Deutschland anzufertigenden nationalen Berichte. Den Mitgliedern der Expertengruppe gilt deshalb der ausdrückliche Dank der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe für diesen Bericht, der auch als Beleg für die erfolgreiche und zielgerichtete Zusammenarbeit in der Flussgebietseinheit dient.



Dr. Helge Wendenburg
Präsident der IKSE



Prof. Dr. Martin Socher
Vorsitzender der Arbeitsgruppe
„Hochwasserschutz“



Ing. Bohuslava Kulasová
Vorsitzende der Expertengruppe
„Hydrologie“

Ende Mai und im Juni 2013 erfassten ergiebige Niederschläge das Einzugsgebiet der Elbe. Sie lösten ausgehende Hochwasser aus, weil bereits eine weitgehende Wassersättigung der Böden im Einzugsgebiet infolge des sehr kalten Beginns des Frühjahrs und der überdurchschnittlichen Niederschläge im Mai gegeben war. Betroffen waren nicht allein der Elbestrom, sondern auch die meisten seiner bedeutenden Nebenflüsse.

Dadurch entwickelte sich an der Elbe eine Hochwasserwelle, deren Scheitelabflüsse an den Pegeln unterhalb der Moldaumündung ein Wiederkehrintervall von 20 bis 50 Jahren erreichten. An der Mittleren Elbe (Tab. 1-1) trafen die Scheitel der Elbe und der Saale nahezu zusammen. Dies führte in der Umgebung von Magdeburg zu den höchsten beobachteten Wasserständen und Abflüssen seit Beginn der regelmäßigen Pegelaufzeichnungen. Die Scheitelabflüsse sind hier mit einem Wiederkehrintervall von deutlich über 100 Jahren einzuordnen. Die materiellen Schäden wurden auf 15,1 Milliarden Tschechische Kronen in der Tschechischen Republik und auf 5,2 Milliarden Euro in Deutschland¹⁾ geschätzt.

Tab. 1-1: Einteilung der Elbe

Einteilung der Elbe	Elbeabschnitte	Elbelänge [km]	Einzugsgebiet [km ²]
Obere Elbe	Elbequelle bis Schloss Hirschstein	463	54 170
Mittlere Elbe	Schloss Hirschstein bis Wehr Geesthacht	489	80 843
Untere Elbe	Wehr Geesthacht bis Mündung in die Nordsee (Seegrenze)	142	13 255
Elbe gesamt	Elbequelle bis Mündung in die Nordsee	1 094	148 268

Seit dem katastrophalen Hochwasser von 2002 handelte es sich bereits um das dritte bedeutende Hochwasserereignis an der Elbe. Während die Hochwasser 2006 und 2011 typische durch Schneeschmelze in Verbindung mit Regen verursachte Winterhochwasser waren, zählen die durch ergiebige regionale Niederschläge ausgelösten Ereignisse von 2002 und 2013 zu den Sommerhochwassern.

Im Einzugsgebiet der Elbe, das sich zu mehr als 99 % auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland und der Tschechischen Republik erstreckt (Tab. 1-2, Abb. 1-1), ermöglicht die Zusammenarbeit von Ver-

tretern aus deutschen und tschechischen Institutionen in der IKSE die Erarbeitung einer gemeinsamen Beschreibung und Analyse grenzüberschreitender hydrologischer Ereignisse. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit hat die IKSE vorliegende zusammenfassende hydrologische Auswertung des Hochwassers 2013 erarbeitet, die neben der Beschreibung des Verlaufs und der Ermittlung wichtiger hydrologischer Daten auch einen allgemeinen Vergleich mit dem katastrophalen Hochwasser von 2002 bietet.

Das Abflussgeschehen und die Wasserstände an der Unteren Elbe (Tab. 1-1) unterhalb des Wehres Geesthacht werden durch die Gezeiten beeinflusst. Deshalb wurde – ähnlich wie bei den bereits früher im Rahmen der IKSE erstellten Berichten zu den Hochwasserereignissen 2002 und 2006 – das Einzugsgebiet der Unteren Elbe nicht in die hydrologische Auswertung des Hochwassers 2013 einbezogen.

Dieser Bericht enthält eine Beschreibung, die kartografische Aufbereitung der Niederschlagshöhen, eine tabellarische Bearbeitung sowie die grafische Darstellung des Verlaufs der Hochwasserwellen an ausgewählten Pegeln. Ziel dieses Berichts ist es, die wichtigsten hydrologischen Daten zu diesem Ereignis aus der Sicht des gesamten Einzugsgebiets der Elbe komplex und möglichst einheitlich zusammenzustellen und auszuwerten. In Berichten dieser Art ist wegen der Größe und der unterschiedlichen geomorphologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet der Elbe eine detaillierte Beschreibung regionaler Besonderheiten nicht möglich. Ausführliche Informationen zu konkreten Gebieten sind den entsprechenden Berichten der Staaten bzw. Bundesländer zu entnehmen.

Tab. 1-2: Einzugsgebiet der Elbe

Fläche: 148 268 km ²			
davon:	Deutschland	97 175 km ²	(65,54 %)
	Tschechische Republik	49 933 km ²	(33,68 %)
	Österreich	921 km ²	(0,62 %)
	Polen	239 km ²	(0,16 %)
Länge der Elbe: 1 094,3 km			
davon:	Deutschland	727,0 km*	(66,4 %)
	Tschechische Republik	367,3 km	(33,6 %)
Einwohner: 24,40 Mio.			
davon:	Deutschland	18,12 Mio.	(74,3 %)
	Tschechische Republik	6,21 Mio.	(25,4 %)
	Österreich	0,05 Mio.	(0,2 %)
	Polen	0,02 Mio.	(0,1 %)

* vom linken Ufer bei Schöna

¹⁾ Nach vorläufigen Schätzungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

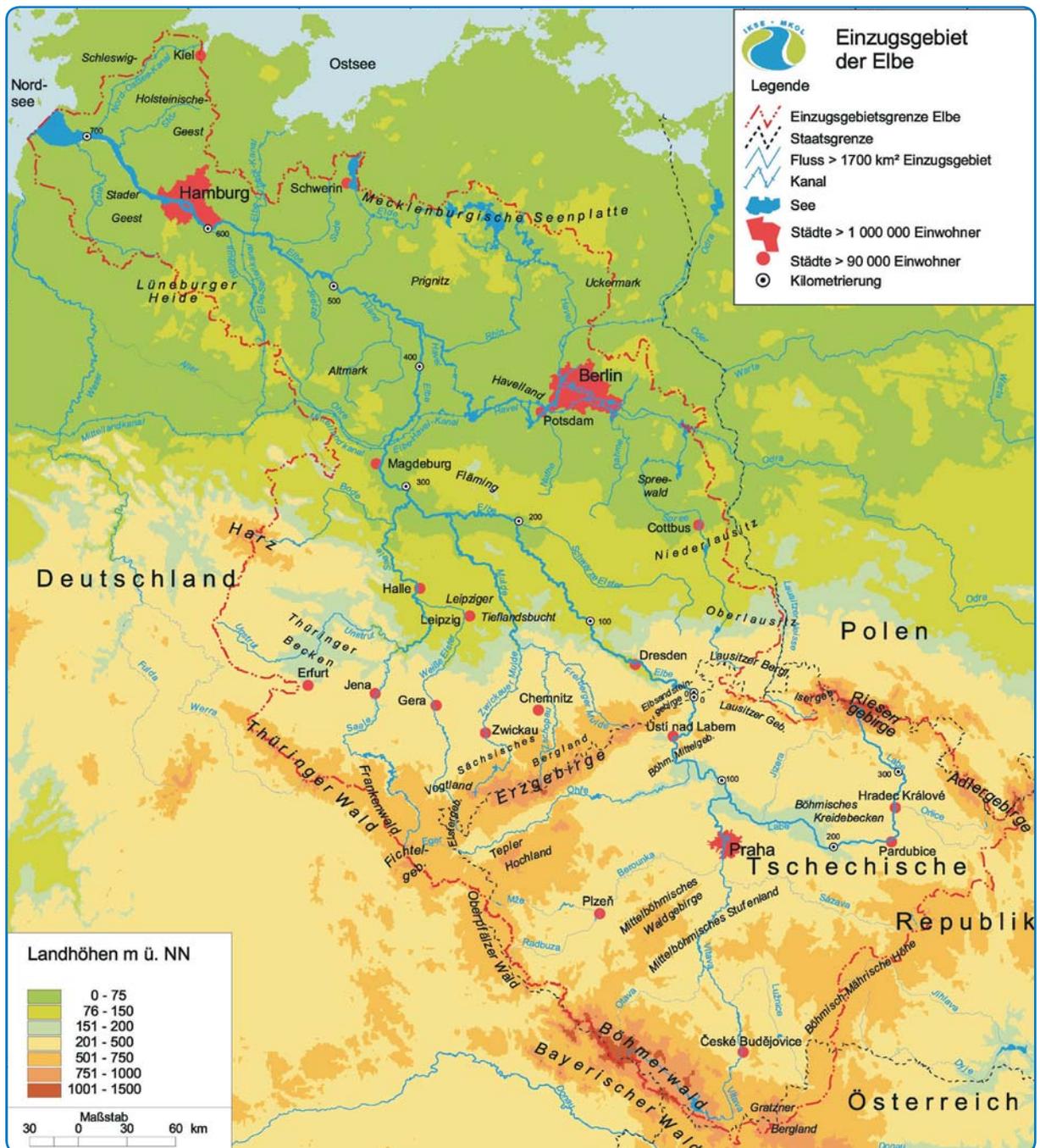


Abb. 1-1: Topografische Übersichtskarte des Einzugsgebiets der Elbe – Quelle: BfG, CHMÚ, IKSE

2 METEOROLOGISCHE URSACHEN DES HOCHWASSERS

Eine der Ursachen der Hochwassersituation im Juni 2013 war der sehr feuchte Mai, im Einzugsgebiet der Elbe fielen im Mittel 122 mm Niederschlag (**Abb. 2-1**).

Die Niederschlagshöhen im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe entsprachen 174 % des vieljährigen Normalwertes für den Mai (Reihe 1961 – 1990). Die größten Niederschlagshöhen wurden in Westböhmen (221 % des Normalwertes) und Nordböhmen (187 % des Normalwertes) registriert und lagen damit

deutlich über dem Normalwert. Diese Niederschläge verursachten eine sehr hohe Sättigung des Gebiets. Der Sättigungsindex wird als Bilanz aus den Tageswerten der Niederschläge, der aktuellen Evapotranspiration und der geschätzten Abflusshöhe ermittelt (mit der Methode der CN-Kurven). Mit zunehmendem Wert des Sättigungsindex sinkt die Fähigkeit des Bodens, längerfristig Niederschlagswasser zu absorbieren, und es fließt immer mehr Wasser direkt ab. Die Verteilung des Sättigungsindex für den 30. Mai ist in der **Abbil-**

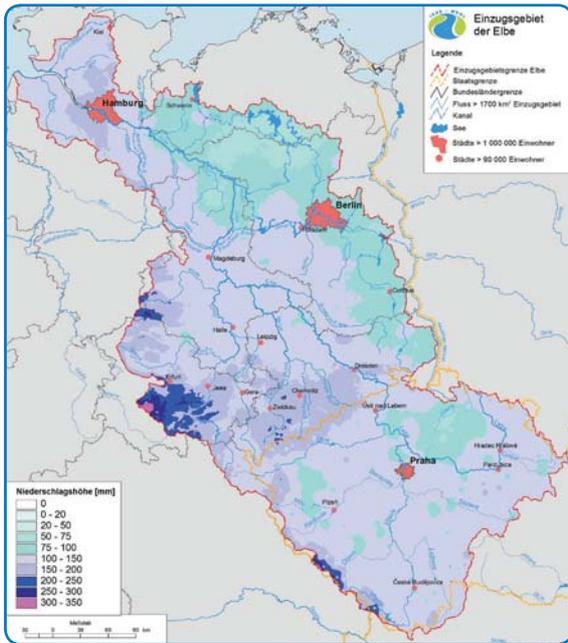


Abb. 2-1: Niederschlagskarte für das Elbegebiet im Mai 2013 – Quelle: ČHMÚ, BfG, DWD

Abb. 2-2 dargestellt. Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass das Gebiet in den grenznahen Bereichen des gesamten tschechischen Teils des Einzugsgebiets der Elbe am stärksten gesättigt war.

Auch im deutschen Einzugsgebiet der Elbe fiel im Mai verbreitet das Doppelte der mittleren monatlichen Niederschlagsmenge (Reihe 1961 – 1990); in einem breiten Streifen vom südlichen Schleswig-Holstein bis zum nördlichen Bayern wurden 250 %, gebietsweise

sogar mehr als 300 % des monatlichen Niederschlags-solls erreicht. Die Bodenfeuchte erreichte dadurch zum Monatswechsel extrem hohe Werte, die sich in weiten Teilen an der Sättigungsgrenze bewegten. In **Abbildung 2-3** ist exemplarisch für den 30. Mai 2013 die Bodenfeuchte (in % nFK) für das deutsche Gebiet dargestellt. Aus der Abbildung wird deutlich, dass der

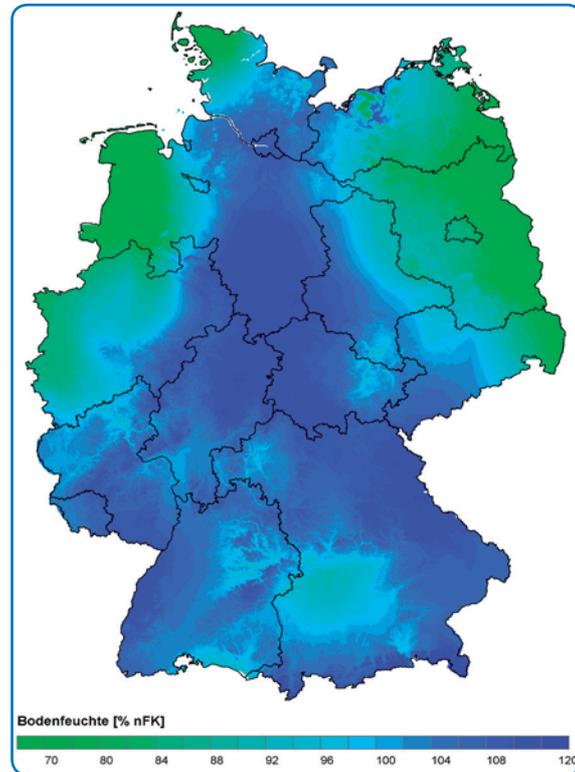


Abb. 2-3: Bodenfeuchte (in % nFK) am 30. Mai 2013
Quelle: DWD

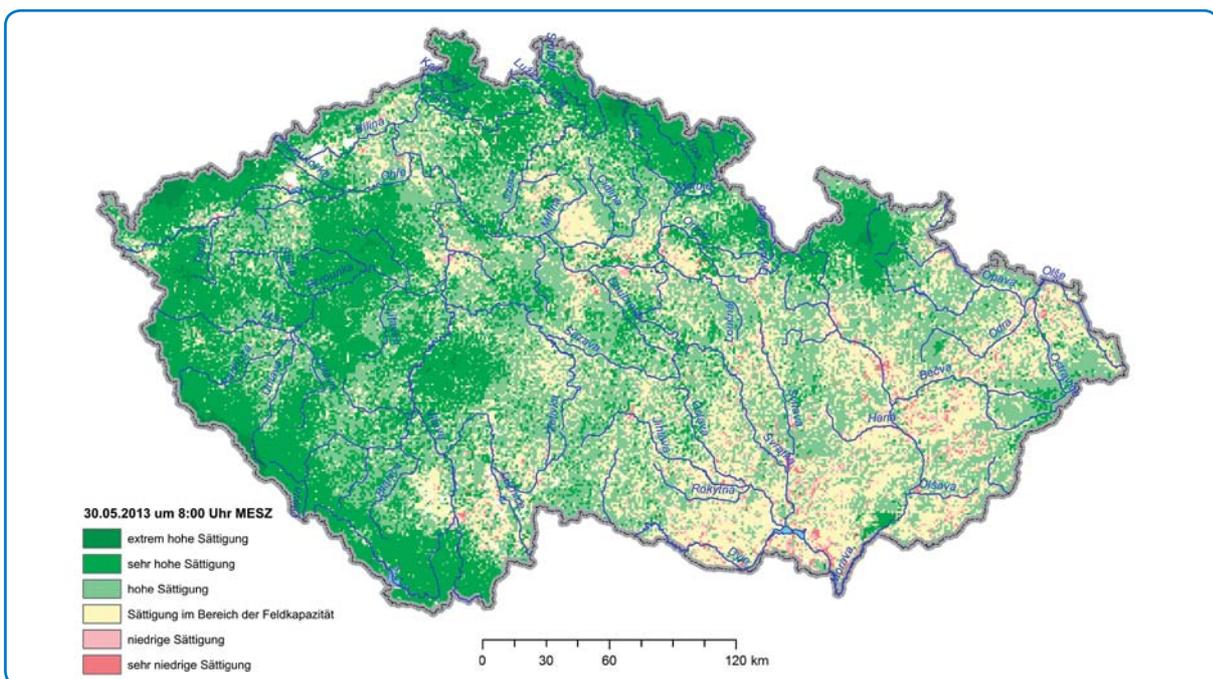


Abb. 2-2: Sättigungsindex in der Tschechischen Republik für den 30. Mai 2013 um 8:00 Uhr MESZ – Quelle: ČHMÚ

Boden vor allem in den Einzugsgebieten der Saale und der Mulde wassergesättigt war. Die Bodenfeuchte-
werte lagen dort zwischen 95 und 117 % nFK und da-
mit zwischen 12 und 45 % nFK über dem langjährigen
Tagesmittelwert für den Zeitraum 1981 – 2010.

Diese Bedingungen waren der Grund für die hohen
Abflussbeiwerte und die damit zusammenhängenden
sehr schnellen Abflussreaktionen auf die weiteren
Starkniederschläge, die insbesondere vom 30. Mai bis
zum 2. Juni auftraten und verbreitet zu hohen Direktab-
flussanteilen führten und ursächlich für die Bildung teils
extremer Hochwasserwellen waren.

Verantwortlich für das Niederschlagsgeschehen und die
sich anschließende Reaktion der Oberflächengewässer
waren zwei bedeutende synoptische Strukturen, die
vom 30. Mai bis zum 2. Juni 2013 und vom 24. bis zum
26. Juni 2013 reichten. **Abbildung 2-4** zeigt die Nieder-
schlagshöhen im Juni für das Einzugsgebiet der Elbe.

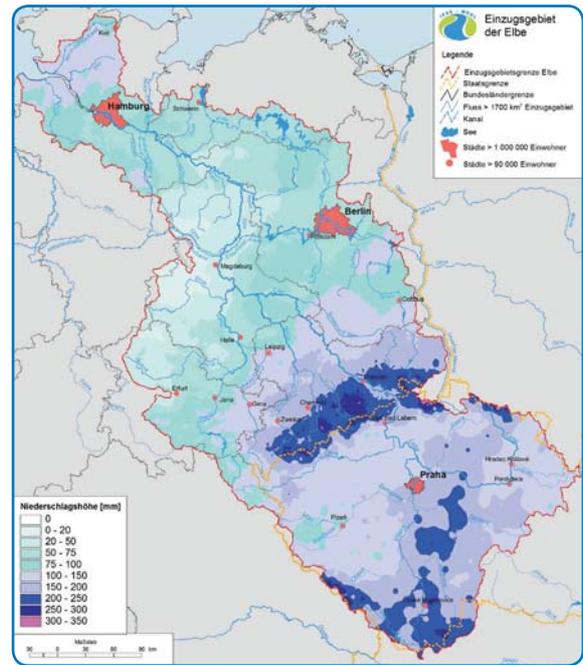


Abb. 2-4: Niederschlagskarte für das Elbegebiet im Juni 2013 – Quelle: ČHMÚ, BfG, DWD

2.1 Niederschlagszeitraum vom 30. Mai bis zum 2. Juni 2013

Beschreibung der synoptischen Situation

Ein insgesamt nasses Frühjahr setzte sich im Mai mit
besonders ergiebigen Niederschlägen in mehreren
Staffeln im Westen des Elbegebiets sowie in der Mittel-
gebirgsschwelle von Thüringer Wald und Erzgebirge
fort. Ab dem 22. Mai baute sich für rund eine Woche
die Großwetterlage eines mitteleuropäischen Trogs
auf, einhergehend mit hochreichender polarer Kaltluft,
die wiederum für regional sehr ergiebige Nieder-
schläge verantwortlich war. Hohe Wassersättigung
der Böden war die Folge. Vor diesem Hintergrund

hochwasserauslösend war letztlich ein quasistatio-
näres Tiefdruckgebiet (Großwetterlage „Tief Mittel-
europa“), das sich Ende Mai über dem größten Teil des
europäischen Kontinents festsetzte, um das herum
sich immer wieder einzelne Tiefdruckkerne aufbauten.
Dieses verstärkte sich bis Anfang Juni.

Das Zentrum des mächtigen Tiefs in den höheren
Lagen der Atmosphäre zog von Südwesteuropa
nach Nordost und wurde bei seiner Bewegung durch
ein ausgedehntes Hoch über Nordosteuropa blo-
ckiert. Für das starke Niederschlagsereignis am
1. und 2. Juni war ein Tiefdruckgebiet ausschlag-
gebend, das sich an der Frontalwelle östlich der
Tschechischen Republik ausbildete und langsam
über das Gebiet der Tschechischen Republik und
das östliche Deutschland zog. Über Nordeuropa
hielt sich ein Hoch und gleichzeitig verstärkte sich
über Westeuropa der Ausläufer eines Azorenhochs.
Beide Gebilde blockierten nach und nach das
weitere Vordringen des Tiefs in den Norden und
Westen, was dazu führte, dass es über dem zentra-
len Teil des europäischen Festlands verharrte. Über
dem Gebiet der Tschechischen Republik wellte sich
eine atmosphärische Front (**Abb. 2.1-1**) und ver-
weilte fast 20 Stunden ohne deutlichere Bewegung.

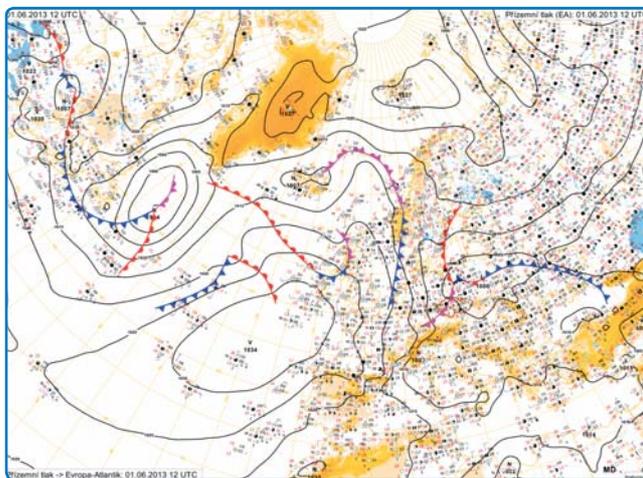
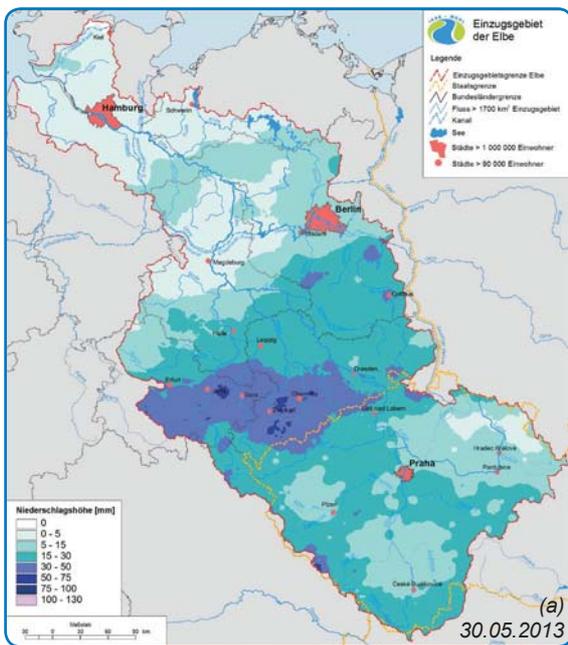


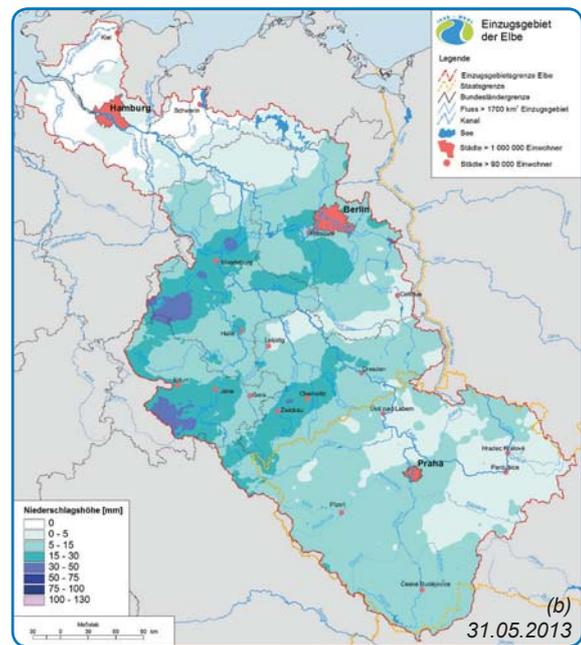
Abb. 2.1-1: Synoptische Situation einschließlich Frontenanalyse im Bereich Europa – Atlantik am 1. Juni 2013 um 14:00 Uhr MESZ – Quelle: ČHMÚ

Diese synoptische Situation bewirkte, dass sich während des 1. Juni über dem Gebiet der Tschechischen Republik in der bodennahen Schicht eine deutliche konvergente Strömung ausbildete. Diese Konvergenzlinie drang nur langsam nach Osten vor und lag am 2. Juni im Bereich von Nord- über Mittel- bis Südböhmen. An der Rückseite des Tiefdruckgebiets strömte kalte Luft von Nordwesten über den Osten Deutschlands nach Böhmen und gleichzeitig existierte eine deutliche Windscherung (über 15 m/s). Ein weiteres Element, das zu den beträchtlichen Niederschlägen beitrug, war die instabile Schichtung. Davon betroffen waren sowohl

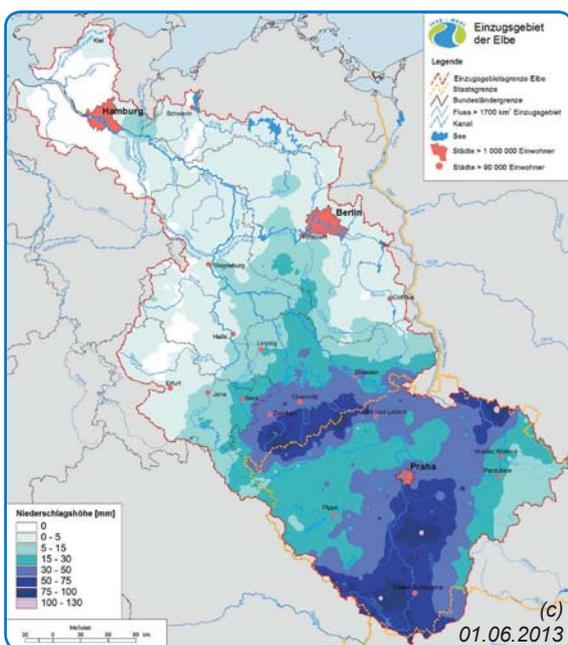
weite Teile Sachsens als auch der Norden Böhmens. Der Prozess der Wolkenbildung und der sich anschließenden Niederschläge wurde orografisch bedingt noch verstärkt. Mit Ausnahme von Südböhmen traten im Konvergenzbereich neben starken Regenfällen zeitweise auch Gewitter auf. Im Riesengebirge kam es zu einer bedeutenden Gewittertätigkeit, die dadurch unterstützt wurde, dass sich die Gewitter fast an einer Stelle wie auf einer Kette aneinanderreihen (train effect). Die Kombination aller Faktoren verursachte in einem relativ schmalen Band und in kurzer Zeit beträchtliche Niederschlagshöhen.



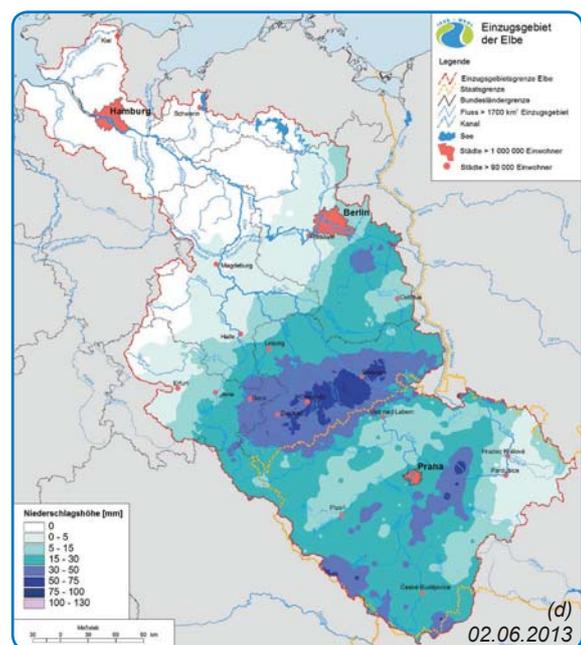
ATKIS(R), DLM1000; Copyright © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2003



ATKIS(R), DLM1000; Copyright © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2003



ATKIS(R), DLM1000; Copyright © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2003



ATKIS(R), DLM1000; Copyright © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2003

Abb. 2.1-2: Niederschlagskarten des Elbegebiets (30.05. bis 02.06.2013) – Quelle: ČHMÚ, BfG, DWD

Beobachtete Niederschlagssummen

Vom 30. Mai bis zum 3. Juni trat im Elbegebiet ergebiger Dauerregen, teilweise auch Starkregen mit Intensitäten von bis zu 35 mm/h, auf. Betroffen waren vor allem ein Streifen, der sich vom Riesengebirge in südwestlicher Richtung bis zum Gratzener Bergland und östlichen Teil des Böhmerwaldes erstreckte, aber auch das Erzgebirge, der Thüringer Wald und das Vogtland. Während westlich der Saale der Dauerregen ab dem 1. Juni nachließ (vgl. Stationen Luisenthal und Schmücke), regnete es östlich der Saale bis zum 3. Juni ergiebig weiter.

In der **Tabelle 2.1-1** sind die 24-stündigen und 96-stündigen Niederschlagssummen für den Zeitraum 30. Mai 7:00 Uhr bis 3. Juni 2013 7:00 Uhr (MEZ) an ausgewählten Niederschlagsstationen zusammengestellt.

Die größten 24-stündigen Niederschlagssummen wurden am 1. Juni im Einzugsgebiet der Úpa (Nebenfluss der Elbe) an der Station Horní Maršov mit 130,3 mm, im Einzugsgebiet des Mastník (Nebenfluss der Moldau) an der Station Střezimíř mit 107,0 mm und im Einzugsgebiet der Mulde an der Station Stützensgrün-Hundshübel mit 100,4 mm gemessen.

Die größten 96-stündigen Niederschlagssummen wurden im Böhmerwald im Einzugsgebiet der Úhlava (Moldau) an der Station Železná Ruda-Špičák mit 199,8 mm, im Einzugsgebiet der Mulde an der Station Stützensgrün-Hundshübel mit 224 mm und im Einzugsgebiet der Weißen Elster an der Talsperre Werda mit 186,7 mm registriert.

Tab. 2.1-1: 24-stündige und 96-stündige Niederschlagssummen (in mm) für den Zeitraum 30. Mai bis 2. Juni 2013

Station	Einzugsgebiet	24-stündige Niederschlagssummen				96-stündige Niederschlagssumme
		30.05.2013	31.05.2013	01.06.2013	02.06.2013	vom 30.05.2013 7:00 Uhr bis 03.06.2013 7:00 Uhr
Horní Maršov	Úpa (Elbe)	8,0	5,1	130,3	17,7	161,1
Dolní Chvatliny	Výrovka (Elbe)	15,8	3,0	57,5	52,4	128,7
Poděbrady	Elbe	10,6	4,2	41,6	87,9	144,3
České Budějovice	Moldau	12,2	7,3	70,7	17,6	107,8
Jistebnice	Lainsitz (Moldau)	9,9	6,0	95,6	32,5	144,0
Churáňov	Otava (Moldau)	21,9	11,1	86,7	36,1	155,8
Střezimíř	Mastník (Moldau)	12,7	4,4	107,0	29,3	153,4
Železná Ruda - Špičák	Úhlava (Moldau)	31,6	10,8	84,6	72,8	199,8
Prag-Libuš	Moldau	15,1	6,4	58,9	26,1	106,5
Český Jiřetín	Flöha (Elbe)	33,8	5,8	83,8	44,0	167,4
Zinnwald-Georgenfeld	Weißeritz (Elbe)	39,5	7,2	62,6	44,5	153,8
Dresden-Klotzsche	Elbe	12,8	18,7	29,8	43,4	104,7
Pulsnitz	Schwarze Elster	18,0	14,5	14,8	51,4	98,7
Stützensgrün-Hundshübel	Zwickauer Mulde	56,2	22,4	100,4	45,0	224,0
Fichtelberg	Freiberger Mulde	39,8	13,0	68,0	43,7	164,5
TS Werda	Weißer Elster	58,5	27,0	50,0	51,2	186,7
TS Falkenstein	Weißer Elster	57,4	23,3	53,5	49,2	183,4
Treuen	Weißer Elster	38,1	17,9	47,5	48,0	151,5
Oberweißbach	Saale	55,0	42,8	1,9	15,5	115,2
Neustadt/Orla	Saale	45,0	33,5	11,5	25,0	115,0
Drognitz	Saale	40,0	24,0	24,0	24,5	112,5
Luisenthal	Unstrut	50,9	43,6	1,1	2,2	97,8
Schmücke	Unstrut	44,9	47,3	1,0	3,8	97,0
Reichenbach OL	Spree	36,6	1,5	24,0	45,3	107,4
TS Quitzdorf	Spree	41,7	5,0	16,6	25,0	88,3

Beschreibung der synoptischen Situation

Der dreitägige Zeitraum in der letzten Junidekade brachte auf dem Gebiet der Tschechischen Republik auch unter dem Aspekt der Langzeitmessungen außergewöhnliche Niederschläge. Extrem war insbesondere die Tagesniederschlagshöhe am 24. Juni, als auf dem Gebiet der Tschechischen Republik im Mittel etwa 35 mm Niederschlag fielen. Um das Tiefdruckgebiet über den Britischen Inseln herum zog am 22. Juni von West- nach Mitteleuropa eine Kaltfront, die sich über dem Alpengebiet zu wellen begann. Am 23. Juni befand sich das Gebiet der Tschechischen Republik an der atmosphärischen Front und nach ihrem Durchzug begann die Zufuhr kälterer Luft von Nordwest und vorübergehend breitete sich von Westen her ein unbedeutender Ausläufer eines Hochs aus. Am 24. Juni bildete sich in den Abend- und Nachtstunden an der langsam ziehenden gewellten Kaltfront südöstlich der Tschechischen Republik ein selbständiges Tief aus und an seiner Rückseite verstärkte sich die Zufuhr kalter Luft von Nordwest bis Nord (**Abb. 2.2-1**). Bei seinem Rückzug nach Nordwest streifte sein Zentrum dicht am Nordosten der Tschechischen Republik vorbei und das Tief begann sich zu verstärken, was eine verstärkte Strömung aus nördlichen Richtungen in den niedrigeren Schichten der Atmosphäre verursachte. In der Nacht vom 24. zum 25. Juni erfasste ein Niederschlagsgebiet, das zu diesem Tief gehörte, die Bundesländer Sachsen und Brandenburg. Das Tief zog im Tagesverlauf nordwärts, wobei sich das Niederschlagsgebiet über die gesamte

Osthälfte Deutschlands ausdehnte. Am 26. Juni gelangte das Zentrum des Tiefs bis über Südschweden, wo es sich langsam aufzufüllen begann. Am Ende des Zeitraums begann sich ein Hochdruckausläufer von Westen nach Mitteleuropa hin auszudehnen und die Niederschläge im Elbegebiet ließen somit von Westen her allmählich nach.

Unter makrosynoptischem Aspekt wurde dieses ungewöhnlich starke Niederschlagsgeschehen über Mitteleuropa durch die bereits erwähnte atmosphärische Zirkulation und die Verteilung der Druckgebilde über Europa in der gesamten Schicht der Atmosphäre verursacht.

Unter mesosynoptischem Aspekt wurden diese intensiven und anhaltenden Niederschläge über dem zentralen Teil der Tschechischen Republik durch die starke Konvergenz der Luft in den niedrigeren Lagen hervorgerufen, die über Stunden nahezu bewegungslos blieb. Die Konvergenzen lösten starke dynamische aufsteigende Strömungen aus. Darüber hinaus trat im inkriminierten Gebiet auch eine deutliche Luftscherung auf, die zusammen mit der Konvergenz zur Bildung intensiver und lange anhaltender Niederschläge beitrug. An den Luvseiten der Bergländer und Gebirge (Böhmischo-Mährische Höhe und Riesengebirge) wurde die Niederschlagsintensität auch durch eine starke nördliche Strömung in den niedrigeren Lagen verstärkt.

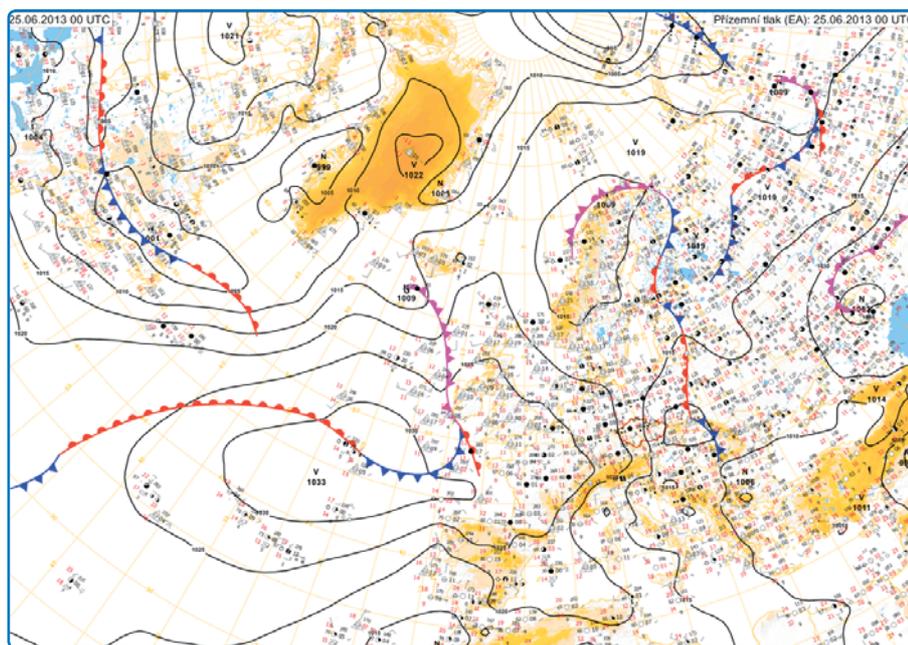
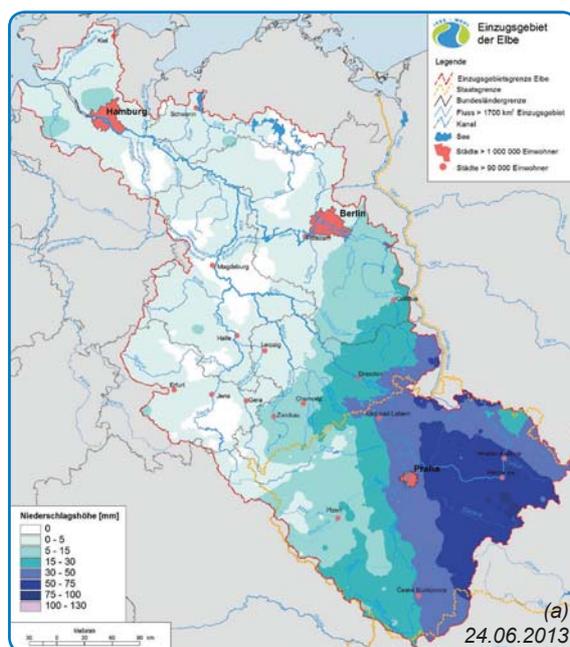


Abb. 2.2-1: Synoptische Situation einschließlich Frontenanalyse im Bereich Europa – Atlantik am 25. Juni 2013 um 2:00 Uhr MESZ – Quelle: ČHMÚ

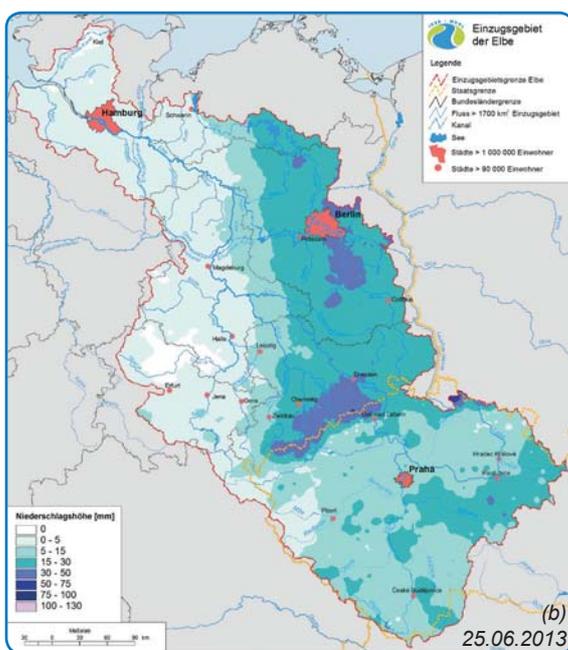
Beobachtete Niederschlagssummen

Im Tagesverlauf des 24. Juni setzte erneut Dauerregen ein, der in der Tschechischen Republik und im deutschen Elbeeinzugsgebiet vor allem in Ostsachsen, im Osterzgebirge, in der Sächsischen Schweiz bis zum 26. Juni anhielt (**Abb. 2.2-2**). Die 24-stündigen und 48-stündigen Niederschlagssummen für den Zeitraum vom 24. Juni 7:00 Uhr bis 26. Juni 2013 7:00 Uhr (MEZ) sind für ausgewählte Niederschlagsstationen in **Tabelle 2.2-1** zusammengestellt.

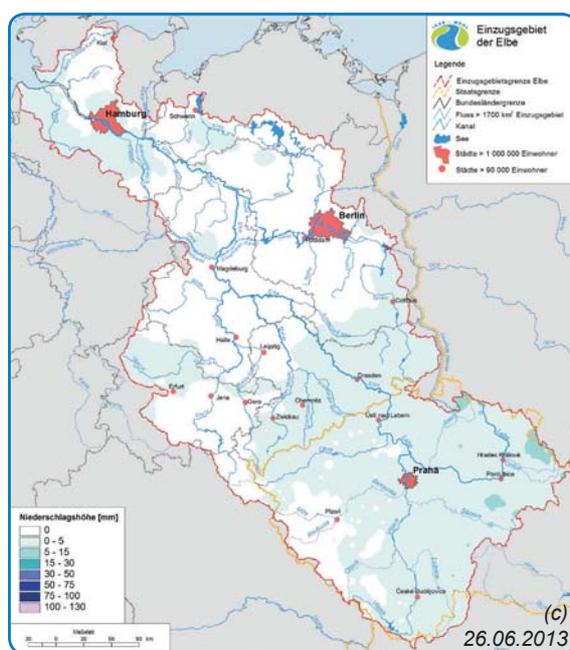
Die größten 48-stündigen Niederschlagssummen, die sogar 100 mm überschritten, wurden im Osten von Prag im Einzugsgebiet der Chrudimka (Elbe) und der Doubrava (Elbe) registriert. An der Station Krucemburk wurde z. B. in 48 Stunden eine Niederschlagssumme von 113 mm verzeichnet.



ATKIS(R), DLM1000; Copyright © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2003



ATKIS(R), DLM1000; Copyright © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2003



ATKIS(R), DLM1000; Copyright © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2003

Abb. 2.2-2: Niederschlagskarten des Elbegebiets (24.06. bis 26.06.2013) – Quelle: ČHMÚ, BfG, DWD

Tab. 2.2-1: 24-stündige und 48-stündige Niederschlagssummen (in mm) für den Zeitraum 24. bis 26. Juni 2013

Station	Einzugsgebiet	24-stündige Niederschlagssummen		48-stündige Niederschlagssumme
		24.06.2013	25.06.2013	vom 24.06.2013 7:00 Uhr bis 26.06.2013 7:00 Uhr
Hamry	Chrudimka (Elbe)	82,9	24,8	107,7
Křížanovice	Chrudimka (Elbe)	81,9	25,0	106,9
Krucemburk	Doubrava (Elbe)	79,5	33,5	113,0
Běstvina, Pařížov	Doubrava (Elbe)	83,0	26,1	109,1
Reichenbach OL	Spree	40,8	37,2	78,0
TS Quitzdorf	Spree	35,4	36,4	71,8
TS Gottleuba	Gottleuba (Elbe)	22,3	43,7	66,0
Zinnwald-Georgenfeld	Weißeritz (Elbe)	35,5	49,4	84,9

Wie bereits erwähnt, ging den Junihochwassern im Einzugsgebiet der Elbe ein hinsichtlich der Niederschläge deutlich über dem Normalwert liegender Mai voraus. Die Niederschläge verursachten eine sehr hohe Sättigung der Wasserhaltekapazität des Einzugsgebiets, diese beeinflusste die Abflussreaktion bei den Hochwassersituationen im Juni stark. Nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes wurde in Deutschland die höchste Bodenfeuchte seit Beginn der Messungen im Jahr 1962 erreicht.

In **Abbildung 3-1** ist ein Vergleich der Abflussganglinien an der Elbe im Abschnitt Brandýs nad Labem (Kostelec nad Labem) bis zum Pegel Neu Darchau für die Hochwasserereignisse im Juni 2013 und im August 2002 dargestellt. Aus der Abbildung ist der Einfluss der Mulde und vor allem der Saale auf die Abflussganglinien an der Elbe im Juni 2013 ersichtlich.

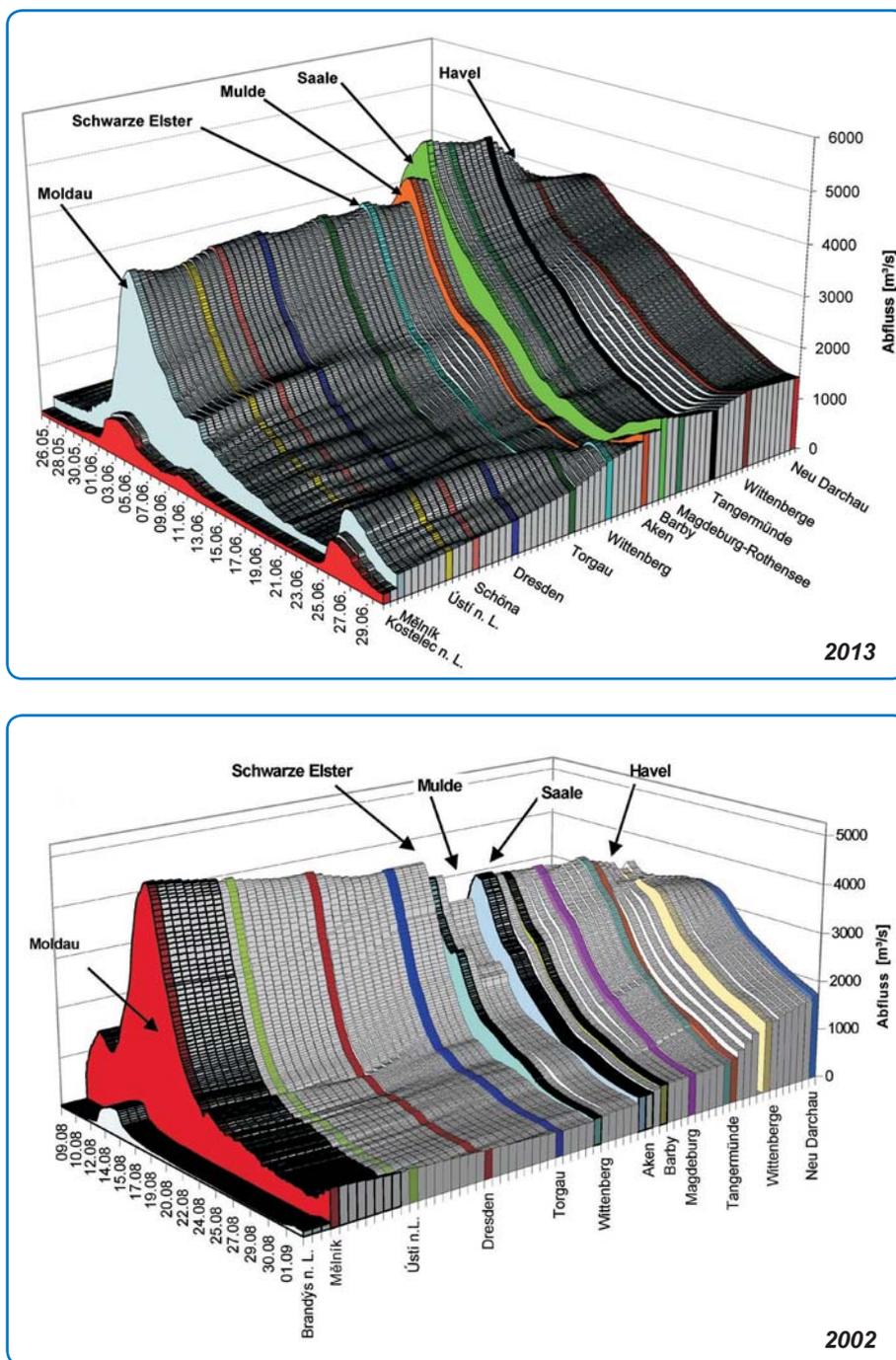


Abb. 3-1: Abflussganglinien der Elbe im Abschnitt Brandýs nad Labem (Kostelec nad Labem) bis Neu Darchau für die Hochwasserereignisse im Juni 2013 und im August 2002 – Quelle: BfG; Daten: ČHMÚ, WSV

Ähnlich sind in **Abbildung 3-2** die Wasserstandsganglinien ausgewählter Elbe- und Nebenflusspegel während des Junihochwassers 2013 dargestellt. Diese Abbildung zeigt, dass die Hochwasserwellen der Elbe und der Moldau sowie die der Elbe und der Saale fast zusammentrafen. Der Hochwasserscheitel

der Mulde ging dem Scheitel der Elbe um drei bis vier Tage voraus. Unterhalb der Havelmündung zeigen die Wasserstandsganglinien der Pegel Wittenberge und Neu Darchau deutlich den Einfluss der Flutung der Havelniederung und in Folge die Kappung der Hochwasserscheitel.

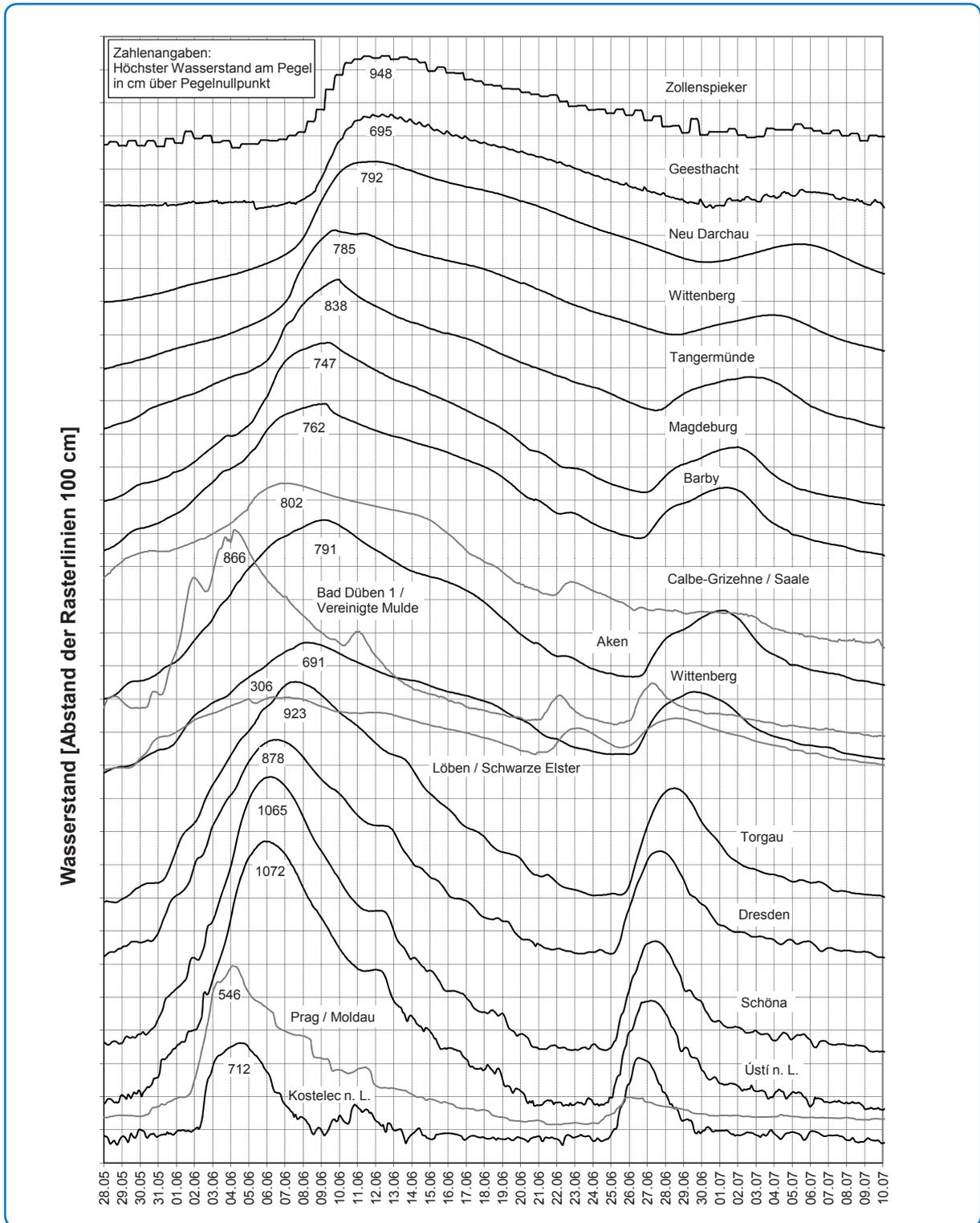


Abb. 3-2: Wasserstandsganglinien ausgewählter Elbe- und Nebenflusspegel während des Junihochwassers 2013

Quelle: BfG; Daten: ČHMÚ, WSV

Die Abflusssituation im Juni 2013 lässt sich durch zwei Ereignisse mit beträchtlichen Niederschlägen charakterisieren. Unter dem Aspekt der Ausdehnung in der Fläche und der Menge war die Niederschlagstätigkeit des ersten Ereignisses am 1. und 2. Juni am wichtigsten. Vom 8. bis 10. Juni traten überwiegend lokale Starkniederschläge auf, die jedoch keine bedeutenderen Hochwasserabflüsse auslösten. Das zweite Niederschlagsereignis am 24. und 25. Juni war durch relativ ergiebige regionale Niederschläge charakterisiert, die insbesondere den östlichen Teil des Einzugsgebiets der Elbe erfassten.

Infolge der Kombination aus regionalen und lokalen Starkniederschlägen am 1. und 2. Juni, die vor allem im östlichen Teil des Riesengebirges und in einem in südwestlicher Richtung ziehenden Streifen vom Riesengebirge bis zum Einzugsgebiet der Výrovka auftraten, wurden nicht nur an den größeren Gewässern, sondern auch an kleineren Wasserläufen mit einem Einzugsgebiet von einigen Dutzend bis Hunderten von Quadratkilometern bedeutende Abflüsse registriert. Die Hochwassersituation Anfang Juni erfasste am stärksten das Einzugsgebiet der tschechischen oberen Elbe oberhalb der Mündung der Metuje, die Einzugsgebiete der Vrchlice, der Cidlina und der Mrlina, weniger stark das Einzugsgebiet der Metuje. Die außergewöhnlich intensiven Niederschläge im östlichen Riesengebirge verursachten einen blitzartigen Anstieg der Wasserführung in den kleineren Gewässern, die in den Hanglagen eine hohe Zerstörungskraft entwickelten. Es zeigten sich auch sehr deutliche Erosionserscheinungen in der Fläche und lokaler Art sowie Hangrutschungen. Am stärksten be-

troffen waren die Einzugsgebiete der Čistá, der Kleinen Elbe (Malé Labe) sowie des Oberlaufs der Úpa, insbesondere die rechtsseitigen Nebenflüsse. Am Pegel Vestřev an der Elbe wurde die 3. Hochwasseralarmstufe bei der ersten Hochwasserwelle (Hochwasserscheitelabfluss 272 m³/s) am 2. Juni und bei der zweiten Welle am 25. Juni erreicht. Am Pegel Království an der Elbe (unterhalb der Talsperre Les Království) hielt die 3. Hochwasseralarmstufe vom 2. bis zum 3. Juni an.

Eine ungünstige Entwicklung der Hochwassersituation war auch in den Einzugsgebieten vom Pegel Přelouč an der Elbe bis zum Pegel Kostelec nad Labem (Hochwasserscheitelabfluss 744 m³/s) zu verzeichnen, und zwar an der Vrchlice, im Einzugsgebiet der Cidlina und besonders an den Nebenflüssen Bystřice und Javorka. Im Einzugsgebiet der Mrlina entstand eine dramatische Situation. Dort verursachten die ergiebigen Niederschläge einen Dambruch des Teiches Komárovský rybník am Bach Štítarský potok. Am Pegel Vestec an der Mrlina (Hochwasserscheitelabfluss 111 m³/s) bestand die 3. Hochwasseralarmstufe vom 2. bis zum 5. Juni. Zu einer bedeutsamen Hochwassersituation kam es auch an der Výrovka. Bei der ersten Hochwasserwelle wurde an der Výrovka am Pegel Plaňany (110 m³/s) die 3. Hochwasseralarmstufe am 2. Juni erreicht, sie dauerte bis zum 4. Juni. Bei der zweiten Hochwasserwelle hielt die 3. Hochwasseralarmstufe vom 25. bis zum 26. Juni an. Im Gegensatz dazu traten im Einzugsgebiet der Jizera keine bedeutenderen Abflüsse auf. **Abbildung 3.1-1** zeigt die Wasserstands- und Abflussganglinie an der Elbe am Pegel Kostelec nad Labem. Die Richtwerte für die

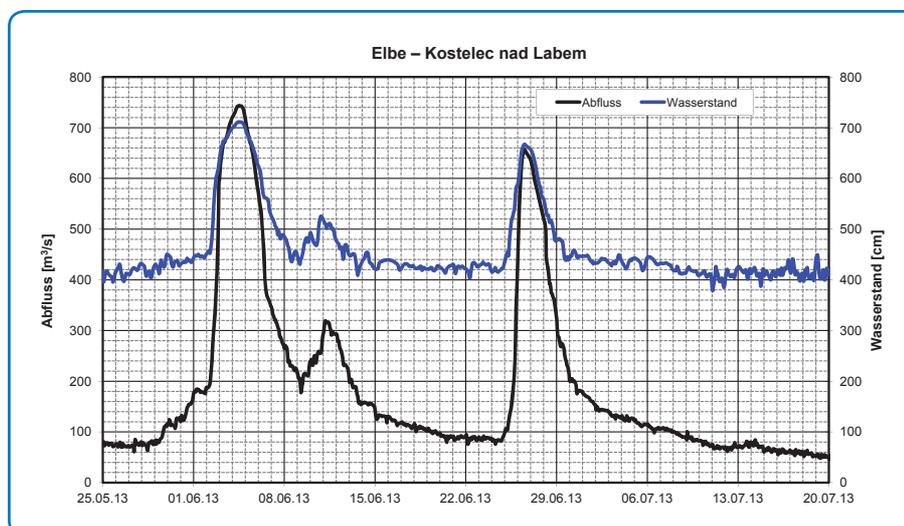


Abb. 3.1-1: Wasserstands- und Abflussganglinie an der Elbe am Pegel Kostelec nad Labem – Quelle: ČHMÚ

Hochwasseralarmstufen an diesem Pegel sind noch nicht festgelegt worden.

In der zweiten Junihälfte beruhigte sich die Situation an den Gewässern nach und nach und ihre Wasserführung ging allmählich zurück. Das Einzugsgebiet war jedoch immer noch gesättigt und so stiegen an einigen Gewässern nach intensiven regionalen Niederschlägen am 24. und 25. Juni die Wasserstände wieder bis in den Hochwasserbereich an, sie waren aber überwiegend niedriger als Anfang Juni. Am stärksten betroffen waren die Einzugsgebiete der Novohradka, der Chrudimka, der Doubrava (**Abb. 3.1-2**) und der Vrchlice.



Abb. 3.1-2: Talsperre Pařížov an der Doubrava am 26. Juni 2013 – Quelle: Povodí Labe, státní podnik

3.2 Einzugsgebiet der Moldau

Das Einzugsgebiet der Moldau, und hier besonders das Teileinzugsgebiet der Berounka, wurde bereits am 29. und 30. Mai von Niederschlägen erfasst, auf welche die Klabava und die Úslava mit ansteigenden Wasserständen reagierten. Weitere Niederschläge setzten am 1. Juni in den Morgen- und Vormittagsstunden ein, sie hatten regionalen Charakter und meistens eine schwächere Intensität. In den Nachmittags- und Abendstunden verstärkten sie sich, und zwar vor allem in Mittel-, Süd- und Südwestböhmen, und lokal begannen bereits auch konvektive Niederschläge aufzutreten. Am stärksten betroffen waren die Einzugsgebiete der Berounka (Úslava, Klabava), der Otava (Blanice), der Lainsitz sowie kleinerer Nebenflüsse der Moldau, die direkt in die Stauseen der Moldaukaskade mündeten (Brzina, Mastník, Kocába).

Vor dem Beginn des Hochwassers waren die Hochwasserrückhalteräume aller Stauseen frei. Darüber hinaus wurden angesichts der erheblichen Niederschläge im Mai alle Talsperren der Moldaukaskade vor dem Eintritt des Hochwasserereignisses so bewirtschaftet, dass ein möglichst großer freier Betriebsstauraum geschaffen wurde. Während des Hochwassers bestand das Bewirtschaftungsziel in einer maximalen Nutzung der freien Stauräume zur Transformation des Hochwasserzuflusses und damit zur Scheitelreduzierung und zur Verbesserung des zeitlichen Hochwasserverlaufs.

Die Hochwasserwelle an der Oberen Moldau wurde durch die Rückhaltewirkung der Talsperre Lipno I gekappt, die die Abflussfülle der Hochwasserwelle aus

den Quellbereichen der Moldau aufnahm. Die Talsperre Římov transformierte die Hochwasserwelle aus dem Maltsch (Malše) und verzögerte ihren Anstieg, sodass die Hochwasserscheitel aus dem Maltsch und der Stropnice nicht zusammentrafen. Am Pegel České Budějovice an der Moldau (Hochwasserscheitelabfluss $628 \text{ m}^3/\text{s}$) wurde die 3. Hochwasseralarmstufe am 2. Juni erreicht, sie dauerte bis zum 3. Juni.

Einen grundlegenden Einfluss auf den Verlauf des Hochwassers im Juni 2013 hatten die Talsperren Lipno I und Orlík, in denen vor dem Eintritt des Hochwassers ein freier Stauraum von 180 Mio. m^3 geschaffen wurde. Eine im Rahmen des nationalen Projekts „Auswertung der Hochwasser vom Juni 2013“ vorgenommene Bewertung der Funktion der Talsperren der Moldaukaskade ergab, dass sie optimal genutzt wurden. Unter Berücksichtigung der Entstehungsart des Hochwassers, von dem vor allem der mittlere und untere Teil des Einzugsgebiets der Moldau oberhalb von Prag erfasst wurde, wurde der freie Stauraum der Talsperre Orlík vor allem zur Verzögerung des Anstiegs des Hochwassers (Scheitelverschiebung um 18 Stunden) genutzt. Damit wurde Zeit für die Vorbereitung von Hochwasserschutzmaßnahmen in Prag und am Unterlauf der Moldau und der tschechischen Elbe geschaffen (**Abb. 3.2-1**). Dies hatte einen spürbar positiven Einfluss auf den Verlauf des Hochwassers, vor allem im Hinblick auf seinen schnellen Anstieg im betroffenen Gebiet. Der freie Stauraum in der Talsperre Orlík wurde maximal ausgenutzt. Der Hochwasserscheitelzufluss zur Talsperre Orlík betrug $2\,160 \text{ m}^3/\text{s}$, die maximale Abgabe $1\,950 \text{ m}^3/\text{s}$, der Scheitelzufluss wurde also um $210 \text{ m}^3/\text{s}$ reduziert.

Im Rahmen des nationalen Projekts wurde der Verlauf des Hochwassers vom Juni 2013 ohne Talsperreneinfluss simuliert. Die Ergebnisse dieser Simulationen zeigen, dass ohne den Einfluss der Moldaukaskade und weiterer Talsperren in den Einzugsgebieten der Moldau, der Sázava und der Berounka der maximale Abfluss der Moldau in Prag um $550 \text{ m}^3/\text{s}$ und an der Elbe in Ústí nad Labem (sogar ohne den Einfluss der Talsperre Nechanice an der Eger) um ca. $430 \text{ m}^3/\text{s}$ größer gewesen wäre.

Nach Mitternacht vom 1. zum 2. Juni zogen die Niederschläge aus dem östlichen Riesengebirge in südwestlicher Richtung (wobei darüber hinaus ein sogenannter train effect einsetzte) und erfassten in den frühen

Morgenstunden die Nebenflüsse des Unterlaufs der Sázava sowie ferner erneut einige bereits mit den Niederschlägen vom Vortag gesättigte Einzugsgebiete, wie z. B. die Zuflüsse zur Moldaukaskade (Brzina, Mastník), die Nebenflüsse an den Unterläufen der Lainsitz und der Otava (Blanice). Die Scheitelabflüsse des Hochwassers wurden bereits nach mehreren Stunden Regen an den Nebenflüssen des Unterlaufs der Lainsitz erreicht. Der Abfluss an der Lainsitz am Abschlusspegel Bechyně stieg vom 1. Juni 18:00 Uhr bis 12:00 Uhr des Folgetages um $500 \text{ m}^3/\text{s}$ und erreichte seinen Scheitel bei einem Wert von $561 \text{ m}^3/\text{s}$ (Abb. 3.2-2). In Bechyně trat die 3. Hochwasseralarmstufe zweimal ein, und zwar vom 2. bis zum 7. Juni sowie am 10. Juni. Da die Niederschläge die Nebenflüsse der Lainsitz vor

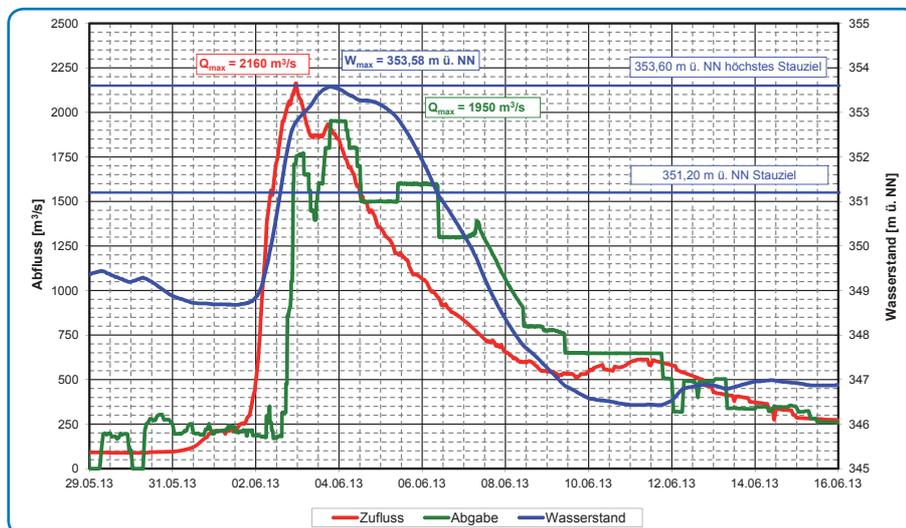


Abb. 3.2-1: Transformation der Hochwasserwelle durch die Talsperre Orlik an der Moldau – Quelle: Povodí Vltavy, státní podnik

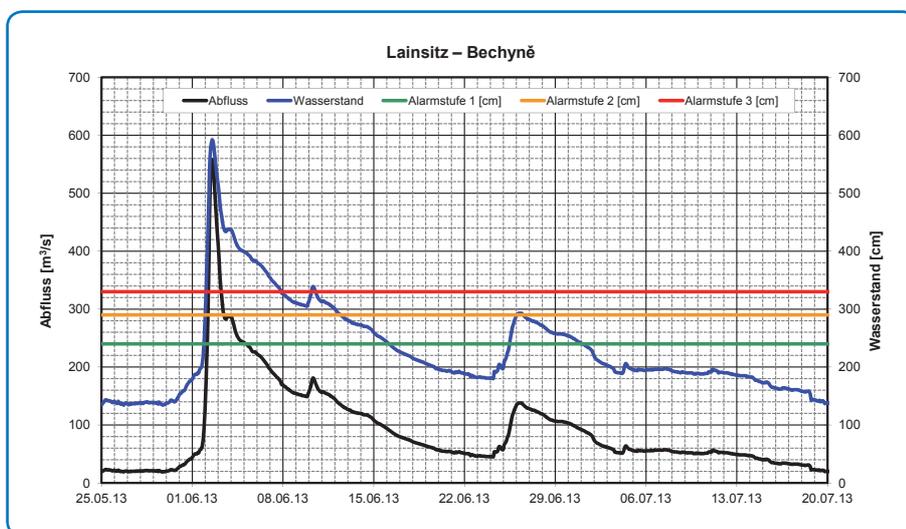


Abb. 3.2-2: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Lainsitz (Lužnice) am Pegel Bechyně – Quelle: ČHMÚ

allem an ihrem Unterlauf erfassten, konnte die Hochwasserwelle durch die Speicherwirkung des oberhalb liegenden Teichsystems nicht transformiert werden. Die Lainsitz erreichte deshalb ihren Scheitel im Gegensatz zum August 2002 früher als die Moldau in České Budějovice und die Otava in Písek. In Písek wurde die 3. Hochwasseralarmstufe am 2. Juni erreicht und am 5. Juni aufgehoben. Der Hochwasserscheitelabfluss trat am 3. Juni bei 548 m³/s ein. Die Wasserstands- und Abflussganglinie sowie die Hochwasseralarmstufen an der Otava in Písek sind in **Abbildung 3.2-3** dargestellt.

An der Brzina am Pegel Hrachov (Hochwasserscheitelabfluss 79,6 m³/s), am Mastník am Pegel Radíč (103 m³/s), an der Kocába in Štěchovice (101 m³/s)

und an einigen Nebenflüssen am Unterlauf der Sázava wurden die überhaupt höchsten Scheitelabflüsse seit Beobachtungsbeginn verzeichnet. Am Abschlusspegel Nespeky an der Sázava wurde die 3. Hochwasseralarmstufe am 2. Juni überschritten, sie dauerte bis zum 4. Juni. Der Hochwasserscheitelabfluss erreichte 509 m³/s. In **Abbildung 3.2-4** sind die Hochwasseralarmstufen sowie die Wasserstands- und Abflussganglinien am Pegel Nespeky dargestellt.

Die länger andauernden Niederschläge im Südwesten Böhmens lösten vom 2. zum 3. Juni einen erneuten Anstieg der Wasserstände an den Nebenflüssen der Berounka aus (Úhlava, Úslava, Klabava) und verursachten so eine Verzögerung des Hochwasserscheitels

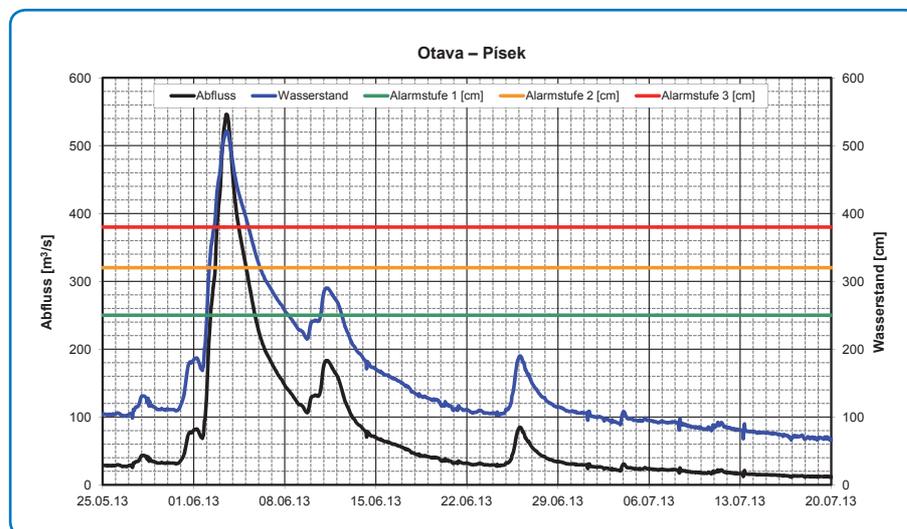


Abb. 3.2-3: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Otava am Pegel Písek – Quelle: ČHMÚ

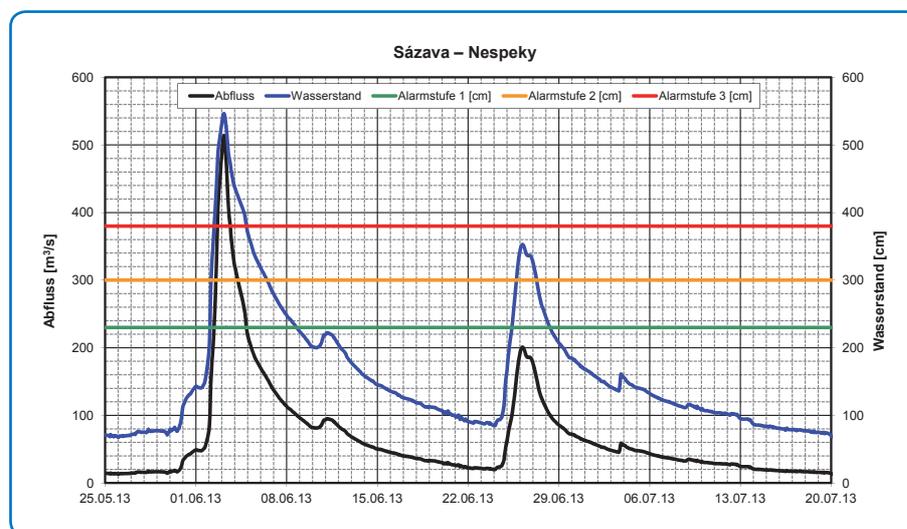


Abb. 3.2-4: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Sázava am Pegel Nespeky – Quelle: ČHMÚ

der Berounka in Beroun, die ihren Höchststand mit 960 m³/s erst am 3. Juni vor Mitternacht erreichte (**Abb. 3.2-5**). In Beroun bestand die 3. Hochwasseralarmstufe vom 1. bis zum 5. Juni.

Die Moldau am Pegel Prag-Chuchle verzeichnete ihren Hochwasserscheitel am 4. Juni früh bei einem Abfluss von 3 040 m³/s (**Abb. 3.2-6**). Die 3. Hochwasseralarmstufe wurde am 2. Juni erreicht und dauerte bis zum

8. Juni. Praktisch trafen damit die Hochwasserscheitel der Berounka und der Moldau (**Abb. 3.2-7**) zusammen. Große Probleme verursachte das Ausuferen der rechtsseitigen Nebenflüsse Botič und Rokytkka der Moldau in Prag.

Im Einzugsgebiet der Moldau wurde die 3. Hochwasseralarmstufe also nur bei der ersten Hochwasserwelle erreicht.

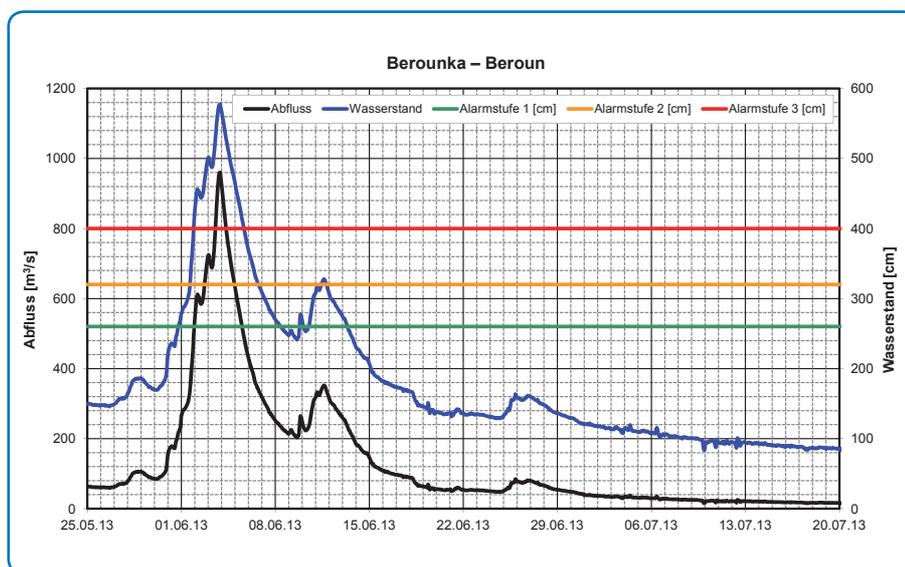


Abb. 3.2-5: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Berounka am Pegel Beroun – Quelle: ČHMÚ

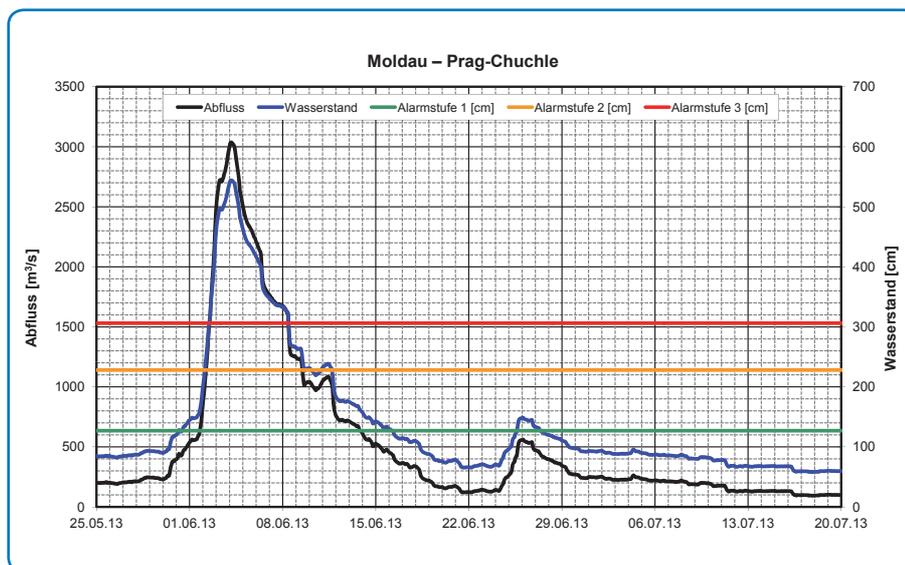


Abb. 3.2-6: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Moldau am Pegel Prag-Chuchle – Quelle: ČHMÚ



Abb. 3.2-7: Mündung der Berounka in die Moldau in Prag am 4. Juni 2013 – Quelle: ČHMÚ

3.3 Einzugsgebiet der Elbe unterhalb der Moldaumündung bis zur Staatsgrenze

Die Hochwasserabflüsse an der Elbe wurden durch den Zufluss aus den oberen Teilen des Einzugsgebiets der Moldau und Elbe verursacht.

An der Mündung der Moldau in die Elbe kam es (ähnlich wie beim Hochwasser im August 2002) zu Überschwemmungen und zum Rückstau der Elbe durch das aus der Moldau zufließende Wasser. Das Verhältnis des Zuflusses aus der Moldau und aus der Elbe war jedoch ein anderes als 2002 (**siehe Kapitel 4.12**). Es wird deutlich, dass die Hochwasserwelle am Zusammenfluss von Moldau und Elbe stark verformt wurde. Der Effekt der Ausuferungen lässt sich als Scheitelreduzierung nur annähernd im Bereich von 150 bis 200 m³/s abschätzen. Die Elbe erreichte ihren Hochwasserscheitel am Pegel Mělník am 5. Juni bei einem Abfluss von 3 640 m³/s, die 3. Hochwasseralarmstufe dauerte vom 2. bis zum 10. Juni.

Die Niederschläge, die im Einzugsgebiet der Elbe unterhalb der Moldaumündung auftraten, verursachten zumeist keine bedeutenderen Hochwasserabflüsse.

Die (nach dem Wiederkehrintervall) höchsten Abflüsse wurden in den Einzugsgebieten der Zwota und der Rolava (linksseitige Nebenflüsse der Eger unterhalb des Pegels Karlsbad/Karlovy Vary) und der Blšanka (rechtsseitiger Nebenfluss der Eger unterhalb des Pegels Žatec) registriert. In Louny an der Eger wurde die 3. Hochwasseralarmstufe am 3. Juni erreicht und am 7. Juni aufgehoben.

An der Mündung der Eger in die Elbe wurde die Hochwasserwelle noch einmal durch Ausuferungen verformt. Die dadurch bedingte Reduzierung des Hochwasserscheitels lässt sich im Bereich von 150 bis 250 m³/s abschätzen. Die Elbe in Ústí nad Labem erreichte ihren Scheitel am Abend des 5. Juni bei einem Abfluss von 3 630 m³/s (**Abb. 3.3-1**) sowie in den frühen Morgenstunden des 6. Juni in Děčín mit 3 740 m³/s und in Hřensko mit 3 750 m³/s. In Ústí nad Labem (**Abb. 3.3-2**) wurde die 3. Hochwasseralarmstufe vom 2. bis zum 12. Juni und in Děčín vom 2. bis zum 13. Juni erreicht.

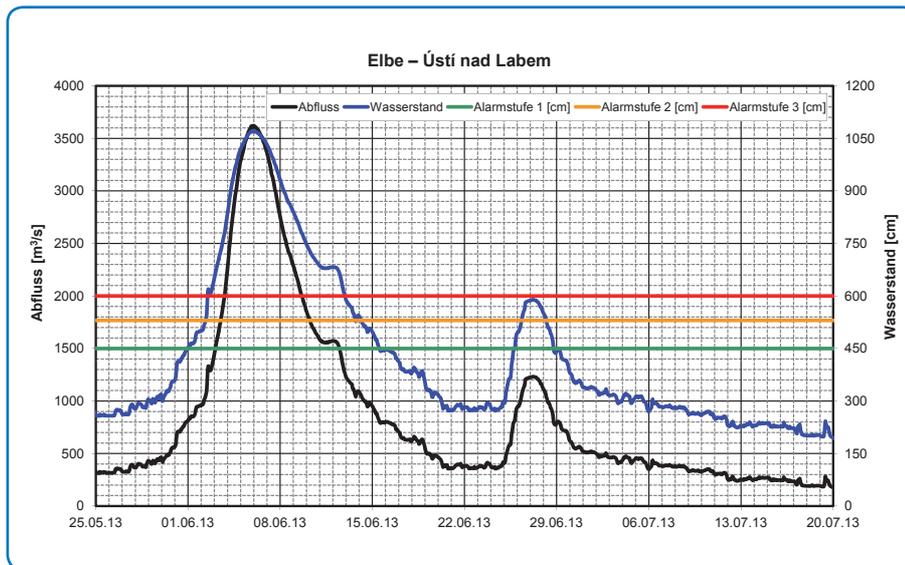


Abb. 3.3-1: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Elbe am Pegel Ústí nad Labem – Quelle: ČHMÚ



Abb. 3.3-2: Staustufe Střekov an der Elbe in Ústí nad Labem am 5. Juni 2013 – Quelle: Povodí Labe, státní podnik

3.4 Einzugsgebiet der Elbe von der Staatsgrenze bis zur Mündung der Schwarzen Elster

Bereits am 31. Mai wurde am Pegel Schöna, dem ersten deutschen Elbepegel in Sachsen nach der tschechischen Grenze, der Richtwert der Alarmstufe 1 (400 cm) überschritten. Bis in die frühen Morgenstunden des 6. Juni stieg der Wasserstand um weitere sechs Meter an und erreichte einen Scheitelwasserstand von 1 065 cm ($Q=3\,750\text{ m}^3/\text{s}$). Der Scheitel der Hoch-

wasserwelle erreichte den Pegel Dresden am 6. Juni mit einem Wasserstand von 878 cm, der einem Abfluss von $3\,950\text{ m}^3/\text{s}$ entspricht. Am 6. Juni wurde auch am Pegel Meißen der Scheitelwasserstand mit 1 006 cm erreicht. Bereits 2,5 Stunden früher als in Meißen wurde der Hochwasserscheitel mit 940 cm am Pegel Riesa beobachtet. Ab 895 cm und bei einem Abfluss von

etwa 3 200 m³/s kam es bereits am 5. Juni zu Deichüberströmungen zwischen Nünchritz und der Brücke der Bundesstraße 169. Am 6. Juni brach dann der einen alten Elbarm querende Deich zwischen Moritz und Promnitz. Am 6. Juni wurde in Riesa bei einem Wasserstand von 932 cm ohne den Deichhinterlandabfluss ein Durchfluss von 3 448 m³/s direkt gemessen. Einschließlich Deichhinterlandabfluss wurde ein Scheitelabfluss von 4 190 m³/s bestimmt. Einen Tag später am 7. Juni wurde der Scheitel der Hochwasserwelle am Pegel Torgau mit einem Wasserstand von 923 cm beobachtet. Der Scheitelabfluss kann mit 4 090 m³/s angegeben werden.

Insgesamt kam es auf dem sächsischen Elbabschnitt aufgrund Überströmens des Deichkörpers zu vier Deichbrüchen und einem Deichbruch wegen des Versagens des Sielbauwerkes, wodurch teilweise das Abflussgeschehen maßgeblich beeinflusst wurde. Die Wasserstände an den sächsischen Elbpegeln befanden sich mehr als sechs Tage über dem Richtwert der Alarmstufe 4. Erst am 16. Juni konnte die Hochwasserentwarnung für den Elbestrom vorgenommen werden (**Abb. 3.4-1**).

Die ergiebigen Niederschläge von Anfang Juni führten auch in den Zuflüssen der Elbe von der Staatsgrenze bis zur Schwarzen Elster, in Sachsen vor allem in den linken Nebenflüssen der Oberen Elbe zu einem größeren Hochwasser. Hier waren vor allem die Weißeritzen und die Triebisch betroffen.

Im Einzugsgebiet der Weißeritz reduzierten die Talsperren Lehmühle und Klingenberg (Wilde Weißeritz) sowie die Talsperre Malter (Rote Weißeritz) die Hochwasserscheitel maßgeblich. Die Hochwasserrückhalteräume waren zu Beginn des Hochwassers vollständig frei. Infolge des hohen Zuflusses zur Talsperre Malter kam es dennoch zum Abfluss über die Hochwasserentlastungsanlage. Am Pegel Hainsberg 5/Rote Weißeritz wurde am 3. Juni ein Scheitelwasserstand mit 172 cm im Bereich des Richtwertes der Alarmstufe 4 erreicht. Schaden bringender Hochwasserabfluss unterhalb der Talsperre Malter wurde aber durch die Steuerung weitestgehend vermieden. Auch in der Wilden Weißeritz und in der Vereinigten Weißeritz konnte durch die dämpfende Wirkung der Talsperren ein größeres Hochwasser verhindert werden.

Am Pegel Munzig 1/Triebisch stieg der Wasserstand am 2. Juni etwas über den Richtwert der Alarmstufe 4 mit einem Höchststand von 284 cm. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Triebisch erhebliche Mengen an Geschiebe und Treibgut mit sich führte und abgelagerte. An weiteren Nebenflüssen der Oberen Elbe wurde kein größeres Hochwasser erreicht.

Die lokal unwetterartigen Regenfälle am 8. und 9. Juni, aber auch am 20. und 21. Juni führten nur örtlich und kurzzeitig zu Hochwasser, beispielsweise in der Jahna und in der Sebnitz, am 21. Juni im Ketzerbach.

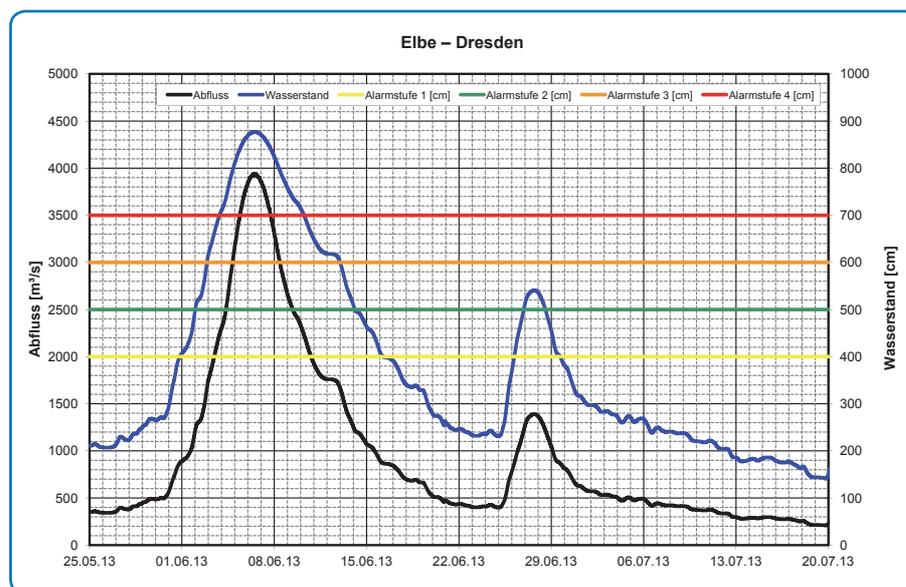


Abb. 3.4-1: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Elbe am Pegel Dresden – Quelle: WSA Magdeburg, LfULG SN

3.5 Einzugsgebiet der Schwarzen Elster

Am Pegel Neuwiese am Oberlauf der Schwarzen Elster in Sachsen bildete sich am 4. Juni mit einem Wasserstand von 319 cm (Alarmstufe 3) der erste und größte Hochwasserscheitel im Juni aus. Unterhalb des Pegels Neuwiese konnte ein Teil des Hochwasserabflusses in den Tagebaurestsee Bluno und in das Speicherbecken Niemtsch (Senftenberger See) abgeleitet werden, so dass bis zum Pegel Biehlen 1 die Hochwasserwelle deutlich reduziert werden konnte. Am 5. Juni wurde hier mit einem Wasserstand von 229 cm und einem Abfluss von 23,8 m³/s der Hochwasserscheitel beobachtet.

Das Hochwassergeschehen im Mittellauf wird maßgeblich durch die Pulsnitz und die Große Röder beeinflusst, die aus Sachsen kommend von links der Schwarzen Elster zufließen. In der Pulsnitz wurde kein größeres Hochwasser beobachtet, wogegen an den Pegeln der Großen Röder zum Teil die Richtwerte der Alarmstufe 4 überschritten wurden. Am Pegel Kleinraschütz wurde am 4. Juni ein Hochwasserscheitel mit einem Wasserstand von 307 cm (Alarmstufe 4) und einem Abfluss von 72,5 m³/s beobachtet. Unterhalb der Mündung der Großen Röder in die Schwarze Elster am Pegel Bad Liebenwerda bildete sich am 5. Juni der Scheitelwasserstand mit 343 cm (Alarmstufe 4) aus. Dieser Wasserstand entspricht einem Abfluss von etwa 101 m³/s. Weiter flussabwärts am Pegel Löben, überschritt der Wasserstand vom 4. bis zum 7. Juni den Richtwert der Alarmstufe 4 (Abb. 3.5-1). Am 6. Juni

wurde hier der Hochwasserscheitel mit 306 cm und einem zugehörigen Abfluss von knapp 100 m³/s erreicht.

Der Hochwasserscheitel der Schwarzen Elster traf fast gleichzeitig auf das Scheitelniveau der Elbe und konnte nur erschwert abfließen. Ein Deichbruch auf brandenburger Territorium im unmittelbaren Grenzbereich zu Sachsen-Anhalt führte am 5. Juni vorübergehend zu einem Abfall der Wasserstände (Abb. 3.5-2).

Für die Elbe trug die Schwarze Elster nicht substantiell zu einer Abflusserhöhung bei.



Abb. 3.5-2: Deichbruchstelle bei Klossa an der Schwarzen Elster am 8. Juni 2013 – Quelle: LHW ST

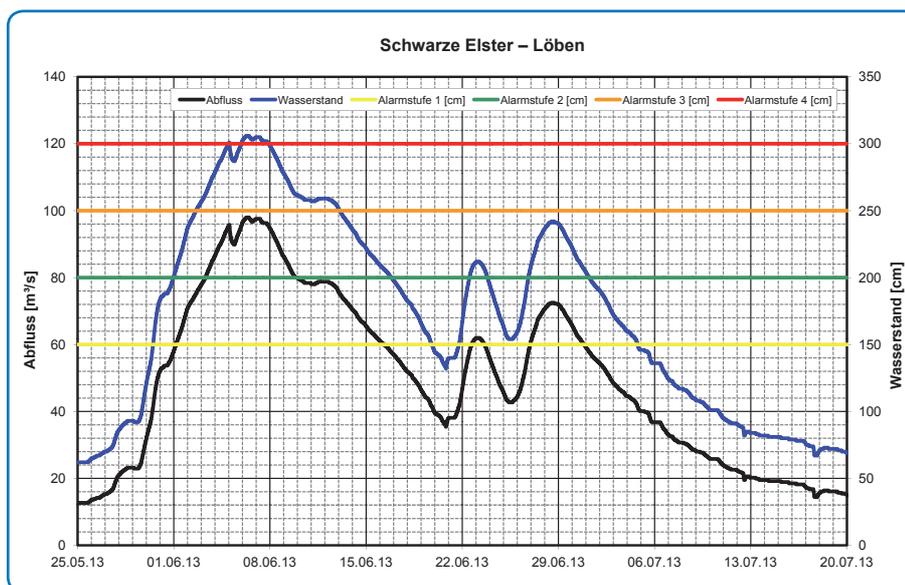


Abb. 3.5-1: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Schwarzen Elster am Pegel Löben – Quelle: LHW ST

Infolge der Starkniederschläge vor allem am 1. und 2. Juni waren zunächst die Einzugsgebiete der Zwickauer Mulde und Freiburger Mulde und ihrer Nebenflüsse und anschließend das Einzugsgebiet der Vereinigten Mulde von einem extremen Hochwasser betroffen.

An 17 von 35 Hochwassermeldepegeln im Muldegebiet wurden die Richtwerte der höchsten Alarmstufe überschritten. Entlang der Zwickauer Mulde war das an sieben Pegeln und an der Freiburger Mulde an acht Pegeln der Fall. Im Teileinzugsgebiet der Vereinigten Mulde wurde an zwei Pegeln die höchste Alarmstufe erreicht und ganze Stadtteile entlang der Mulde wie z. B. in Grimma wurden überschwemmt (**Abb. 3.6-1**).

Die Hochwasserwellen der Zwickauer und Freiburger Mulde gelangten annähernd zeitgleich zum Zusammenfluss. An der Vereinigten Mulde am Pegel Golzern 1 wurde der Höchststand am 3. Juni mit 784 cm gemessen (**Abb. 3.6-2**). Das entsprach einem Scheitelabfluss von 2040 m³/s. Weiter stromab am Pegel Bad Dübener 1 wurde am 4. Juni ein neuer höchster Wasserstand von 866 cm (1 770 m³/s) erreicht (**Abb. 3.6-3**). Im Mündungsbereich der Mulde in Sachsen-Anhalt lag der Abflussscheitel bei 1 440 m³/s. Die entsprechenden Wasserstands- und Abflussganglinien sind in **Abbildung 3.6-4** dargestellt.

Auf sächsischem Gebiet kam es während des Hochwassers aufgrund Überströmens der Deichkörper zu insgesamt 32 Deichbrüchen, davon einer an der Zwickauer Mulde, sieben an der Freiburger Mulde und 24 an der Vereinigten Mulde.



Abb. 3.6-1: Überschwemmte Altstadt von Grimma am 3. Juni 2013 – Quelle: SMUL

Beim Hochwasser im Juni 2013 spielten im Bereich der Landesgrenze zwischen Sachsen und Sachsen-Anhalt das Deichversagen an der Mulde am 3. Juni und der damit verbundene Wasserdurchbruch an der Staatsstraße 12 sowie die Flutung des Seelhausener Sees mit maximal 760 m³/s Wasser aus der Mulde eine entscheidende Rolle (**Abb. 3.6-5**).

Der Wasserstand im Seelhausener See erreichte bis zum 5. Juni einen Pegelstand, der fast neun Meter über der Goitzsche (Tagebaurestsee) lag. Im Falle eines unkontrollierten Überlaufens des Seelhausener Sees in die Goitzsche war die akute Gefahr der großflächigen Überflutung der Stadt Bitterfeld und umliegender Industrieanstaltungen gegeben. Erst am 9. Juni konnten die Deichschließungsarbeiten erfolgreich abgeschlossen und somit die Gefahr der Überflutung des Stadtgebiets gebannt werden.

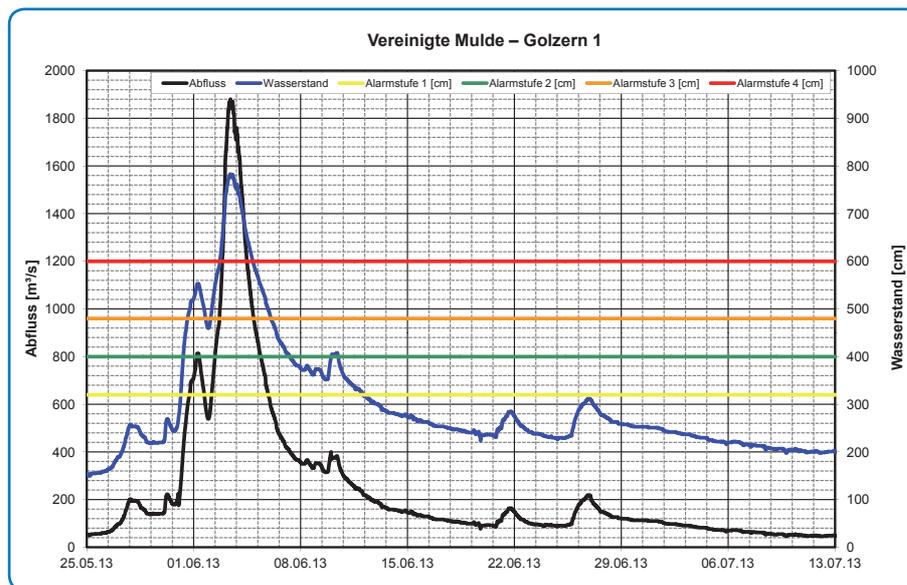


Abb. 3.6-2: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Vereinigten Mulde am Pegel Golzern 1 – Quelle: LFULG SN

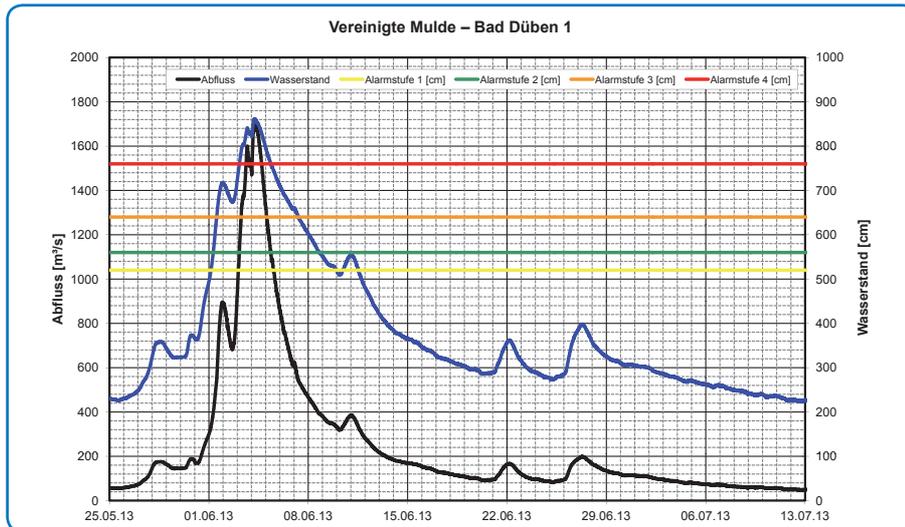


Abb. 3.6-3: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Vereinigten Mulde am Pegel Bad Düben 1 – Quelle: LfULG SN

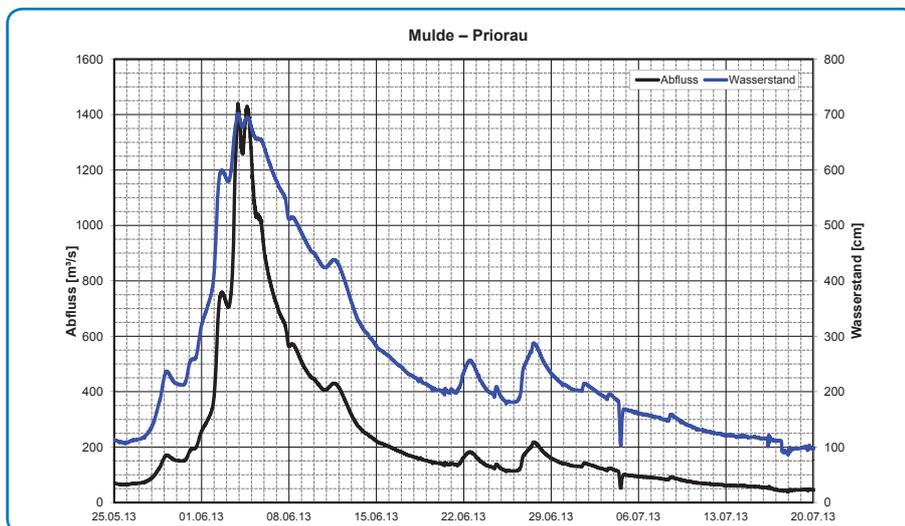


Abb. 3.6-4: Wasserstands- und Abflussganglinie an der Mulde am Pegel Priorau, an dem die Richtwerte der Hochwasseralarmstufen noch nicht festgelegt sind – Quelle: LHW ST



Abb. 3.6-5: Dammbreach und Flutung des Seelhausener Sees aus der Mulde am 5. Juni 2013 – Quelle: Günther Bauer

3.7 Einzugsgebiet der Saale

Die Saale mit ihren bedeutenden Zuflüssen wie Ilm, Unstrut und Weiße Elster spielte für die Hochwasserentwicklung der Elbe eine zentrale Rolle. Hier wurden aufgrund des flächendeckenden, langanhaltenden Dauerregens zum Teil noch nie beobachtete Höchstwasserstände und -abflüsse (HHW bzw. HHQ) registriert. An den Hochwassermeldepegeln dieser Gewässer wurden fast flächendeckend die höchsten Alarmstufen erreicht.

Dabei konnte der Talsperrenverbund der Saalekaskaden (bestehend aus insgesamt sieben Speicherbecken) im Oberlauf in der Zeit vom 1. bis zum 4. Juni bei maximalen Zuflüssen von über 300 m³/s und schrittweiser Abgabeerhöhung von 50 auf 150 m³/s erhebliche Wassermengen aus dem oberhalb gelegenen

Einzugsgebiet zwischenspeichern und die Scheitelwerte im Unterlauf der Saale deutlich reduzieren.

Dies konnte jedoch nicht verhindern, dass in der Nacht vom 2. zum 3. Juni am Saalepegel Camburg-Stöben mit einem Scheitelwasserstand von 488 cm selbst das HHW aus dem Jahr 1994 (Beobachtungsbeginn 1932) übertroffen wurde (**Abb. 3.7-1**).

Kurz unterhalb des Pegels Camburg-Stöben mündet die Ilm linksseitig in die Saale. Auch hier kam es aufgrund der Starkniederschläge und der großen Vorfeuchte im Gebiet zu einem extremen Hochwasser. Am Mündungspegel Niedertreba wurde am 1. Juni mit 112 m³/s das bisherige HHQ (Beobachtungsbeginn 1923) überschritten (**Abb. 3.7-2**).

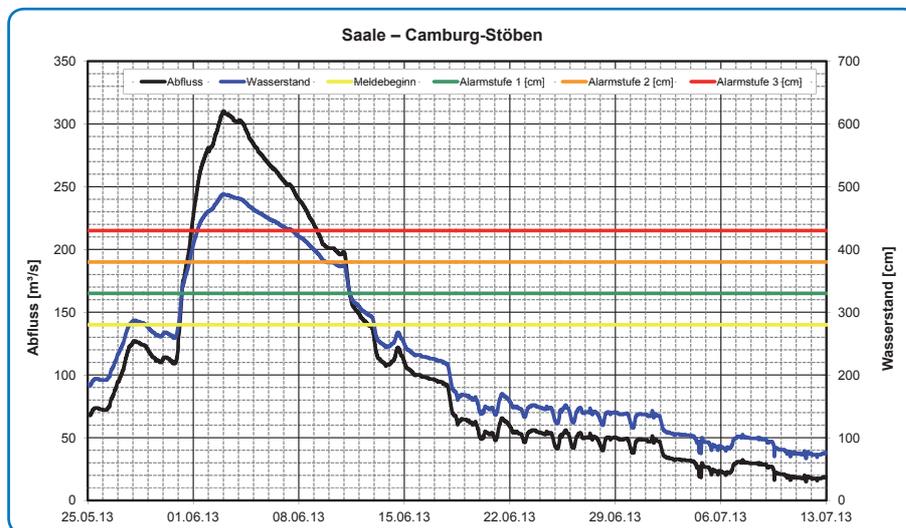


Abb. 3.7-1: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Saale am Pegel Camburg-Stöben – Quelle: TLUG

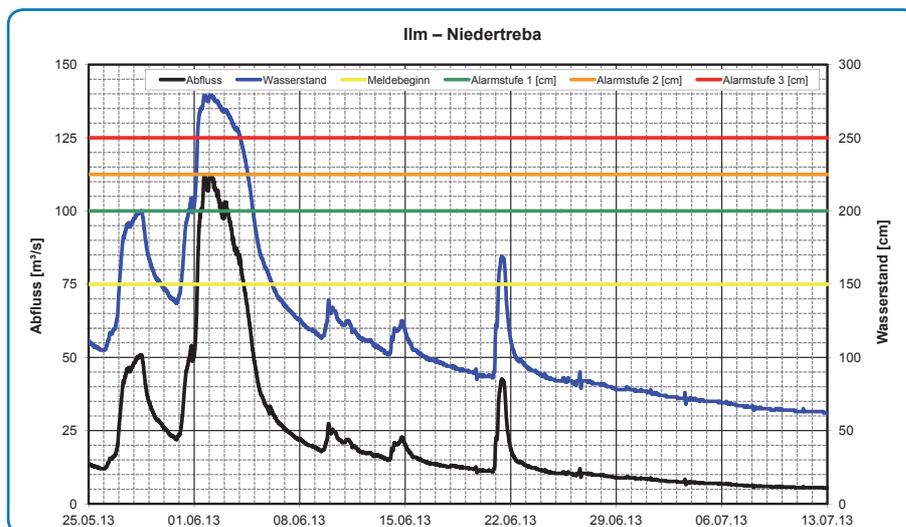


Abb. 3.7-2: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Ilm am Pegel Niedertreba – Quelle: TLUG

Ein weiterer Hochwasserschwerpunkt im Saaleinzugsgebiet war das Flussgebiet der Unstrut, ihr Hochwasser wurde zu einem erheblichen Teil von den Abflüssen der Gera geprägt. Durch die Retentionswirkung des Hochwasserrückhaltebeckens Straußfurt konnte die Abflusssituation in der Unstrut unterhalb der Mündung der Gera wesentlich entschärft und gedämpft werden (**Abb. 3.7-3**). Am Pegel Oldisleben wurde am 1. Juni ein Hochwasser mit einem Abfluss von 179 m³/s registriert. Durch die Steuerung der Hochwasserrückhaltebecken Straußfurt und Kelbra im Oberlauf der Unstrut beziehungsweise in der Helme konnte die Hochwasserwelle der Unstrut im Unterlauf bis nach Sachsen-Anhalt deutlich reduziert werden. Das führte dazu, dass der langgestreckte Hochwasserscheitel der Unstrut im Mündungsbereich am Pegel Laucha zwischen dem 3. und 4. Juni mit einem Scheitelwasserstand von 489 cm und einem zugehörigen Abfluss von 161 m³/s hier nicht die bisher beobachteten Höchstwerte überschritt.

In der Saale unterhalb der Unstrutmündung, am Pegel Naumburg-Grochlitz, wurde am 3. Juni der Hochwasserscheitel mit 642 cm (Alarmstufe 4) mit einem Abfluss von 562 m³/s erreicht (**Abb. 3.7-4**).

Gleichzeitig ereignete sich eine weitere extreme und so in den hydrologischen Beobachtungen seit Juni 1954 nicht aufgetretene Hochwassersituation im gesamten Einzugsgebiet der Weißen Elster. Auch hier war die Abflussbereitschaft infolge der Ende Mai historisch hohen Bodenfeuchte sehr groß. Mit Einsetzen



Abb. 3.7-3: Hochwasserrückhaltebecken Straußfurt an der Unstrut – Quelle: TLUG

der ergiebigen Niederschläge am 30. Mai verschärfte sich die Abflusssituation im gesamten Flussgebiet sehr schnell. Dabei konnten an einzelnen Pegeln die aufgetretenen Wasserstandswerte teilweise wegen Überschreitung des Messbereichs nicht aufgezeichnet werden (Beispiel: Pegel Greiz) und mussten auf andere Weise rekonstruiert werden. Vom Oberlauf der Weißen Elster bis zur Mündung in die Saale wurden hier zwischen dem 2. und 4. Juni zum großen Teil neue Pegelhöchststände (HHW und HHQ) registriert.

An den Pegeln Magwitz und Straßberg im Oberlauf der Weißen Elster bildeten sich die Hochwasserscheitel am 2. Juni nachmittags, am Pegel Elsterberg in der Nacht vom 2. zum 3. Juni aus. An den beiden erstgenannten Pegeln wurden die Richtwerte der höchsten Alarmstufe um rund 30 cm überschritten, während der Wasserstand am Pegel Elsterberg etwa 40 cm darunter blieb (341 cm).

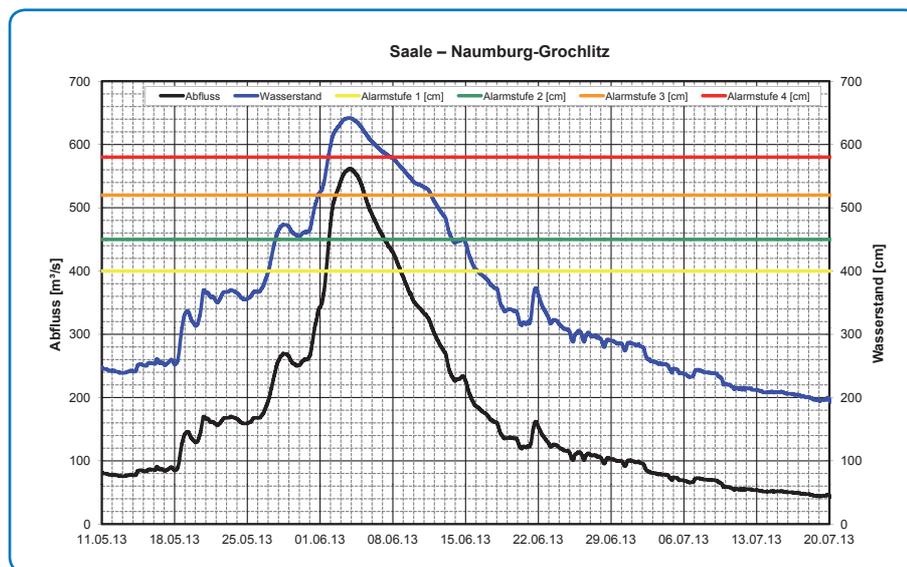


Abb. 3.7-4: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Saale am Pegel Naumburg-Grochlitz – Quelle: LHW ST

Am Pegel Gera-Langenberg im Mittellauf der Weißen Elster wurde am 3. Juni ein Hochwasserscheitel mit einem Wasserstand von 459 cm und einem Abfluss von 569 m³/s beobachtet. Dies war der zweithöchste Abflussscheitel seit Beginn der Beobachtungsreihe im Jahre 1951 (**Abb. 3.7-5**) und führte zu flächenhaften Überschwemmungen (**Abb. 3.7-6**). Am Pegel Zeitz kam es am 3. Juni zur Ausbildung des Hochwasserscheitels von 652 cm. Dieser lag 126 cm über dem Ereignis von 2011 und 22 cm über dem vom 11. Juni 1954. Der Scheitelabfluss erreichte mit 596 m³/s den Spitzenwert von 697 m³/s aus dem Jahr 1954 nicht (**Abb. 3.7-7**).



Abb. 3.7-6: Flächenhafte Überschwemmungen an der Weißen Elster am 4. Juni 2013 in der Stadt Berga/Elster – Quelle: TLUG

Die Hochwasserwelle der Weißen Elster erreichte den Pegel Kleindalzig im Unterlauf am 4. Juni mit 511 cm.

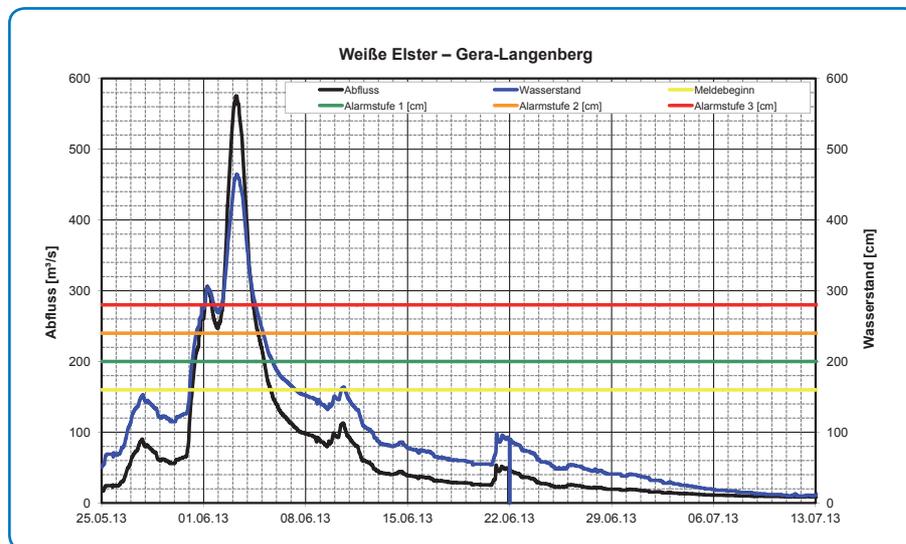


Abb. 3.7-5: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Weißen Elster am Pegel Gera-Langenberg – Quelle: TLUG

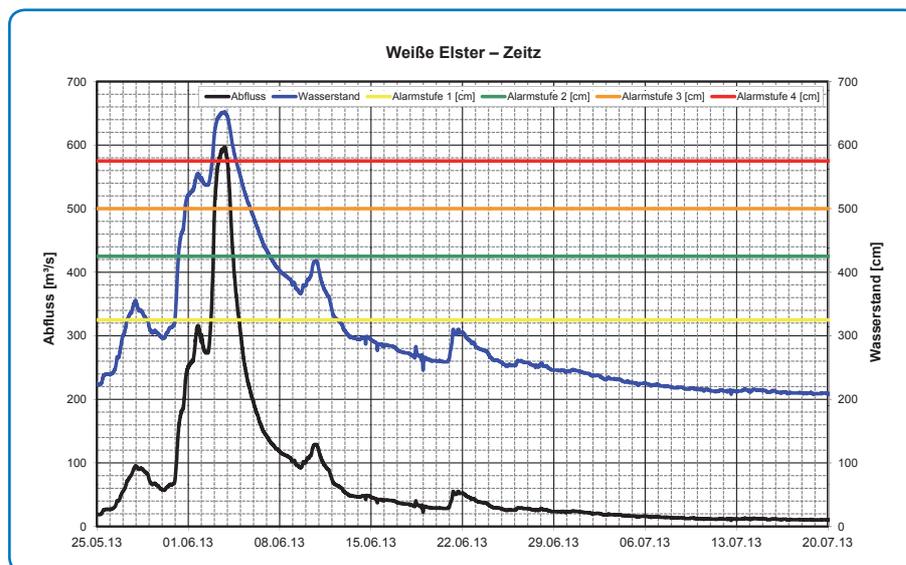


Abb. 3.7-7: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Weißen Elster am Pegel Zeitz – Quelle: LHW ST

Der Scheitelwasserstand (Beobachtungsbeginn 1980) lag 165 cm über dem Ereignis vom Januar 2011. Der Scheitelabfluss bewegte sich in der Größenordnung von etwa 575 m³/s (**Abb. 3.7-8**).

Ungefähr 1 500 m unterhalb des Pegels Kleindalzig befindet sich am rechten Ufer der Weißen Elster das Einleitbauwerk zum Zwenkauer See. Der See wurde aus der Weißen Elster vom 3. Juni 4:00 Uhr bis zum 5. Juni 12:30 Uhr mit maximal 138 m³/s beaufschlagt. Der Stadt Leipzig sind damit nach vorläufigen Berechnungen maximal 450 m³/s aus der Weißen Elster zugeflossen. Im Flussgebiet der Pleiße wurden rund 50 Mio. m³

Wasser im Hochwasserrückhaltesystem der Pleiße zurückgehalten. Lediglich ein Sechstel der gesamten Zuflussmenge der Pleiße (rund 70 m³/s) wurde im Zeitraum vom 31. Mai bis zum 5. Juni in den Raum Leipzig weitergeleitet. Die Rückhaltemaßnahmen in der Weißen Elster oberhalb der Stadt Leipzig (Zwenkauer See) und unterhalb des Elsterbeckens Leipzig (Polder in der Burgaue) sowie im Einzugsgebiet der Pleiße haben den Scheitelabfluss der Weißen Elster maßgeblich reduziert. Trotzdem wurde am Pegel Oberthau mit 496 m³/s ein HHQ (Beobachtungsbeginn 1973) registriert (**Abb. 3.7-9**).

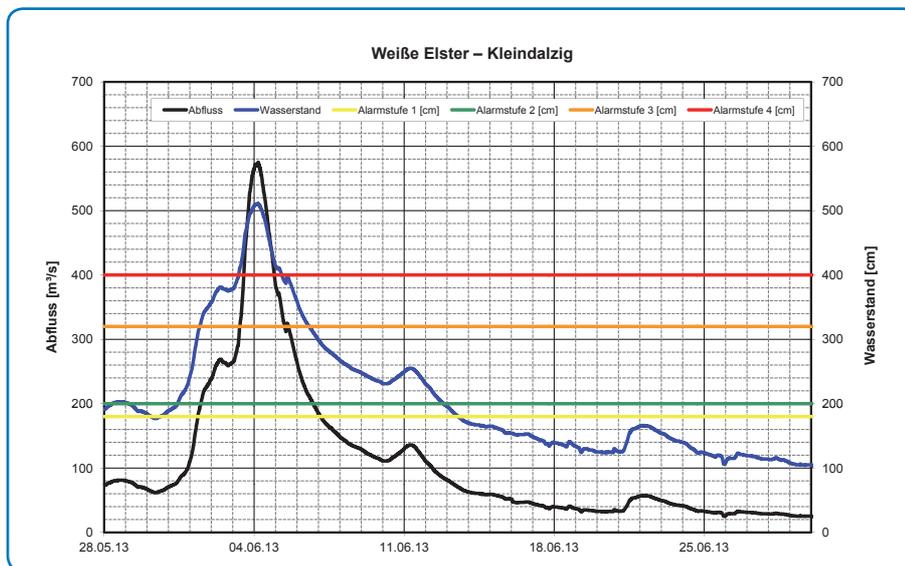


Abb. 3.7-8: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Weißen Elster am Pegel Kleindalzig – Quelle: LFULG SN

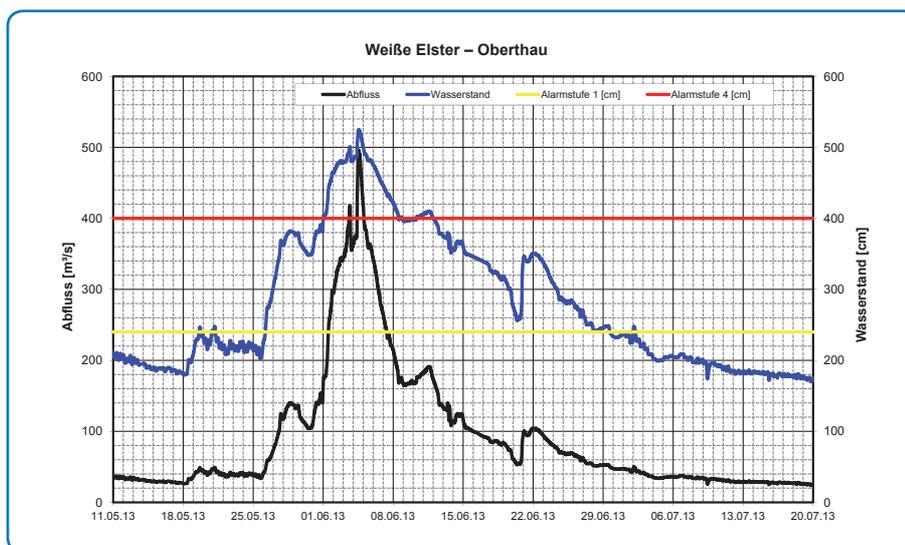


Abb. 3.7-9: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Weißen Elster am Pegel Oberthau, an dem die Richtwerte der 2. und 3. Hochwasseralarmstufe noch nicht festgelegt sind – Quelle: LHW ST

In der Folge wurde unterhalb der Mündung der Weißen Elster in die Saale am Pegel Halle-Trotha UP am 5. Juni ebenfalls ein HHW von 816 cm erreicht, der den hier bisher geltenden HHW aus den Jahren 1947 und 2011 (700 cm) um 133 cm und den Richtwert der Alarmstufe 4 damit um 169 cm übertraf (**Abb. 3.7-10**). Bei diesem Wasserstand wurde ein Hochwasserabfluss von über 900 m³/s gemessen. Dabei hätte im Stadtgebiet von Halle durchaus eine weitaus gefährlichere Situation mit höheren Abflüssen und direkten Auswirkungen im Stadtgebiet entstehen können, wenn im Gebiet um Leipzig nicht außergewöhnliche Maßnahmen zur Abflussminderung (Flutung der Polder in der Burgaue) ergriffen worden wären.

Im Unterlauf der Saale erreichte die Hochwasserwelle am 6. Juni den Pegel Bernburg UP. Dort wurde ein Wasserstand von 653 cm gemessen, der einem Abfluss von 940 m³/s entspricht. Die unterhalb Bernburg zufließende Bode hatte mit ca. 60 m³/s nur einen geringen Abflusszuwachs in der Saale zur Folge. Der Hochwasserscheitel der Saale erreichte den unweit der Mündung gelegenen Pegel Calbe UP am 6. Juni mit einem Wasserstand von 965 cm. Dazu wurde ein Abfluss von 1 030 m³/s ermittelt (**Abb. 3.7-11**).

Unmittelbar nach Durchgang des Elbscheitels im Mündungsbereich kam es am 9. Juni zu einem beträchtlichen Deichversagen im Bereich Breitenhagen (Orts-

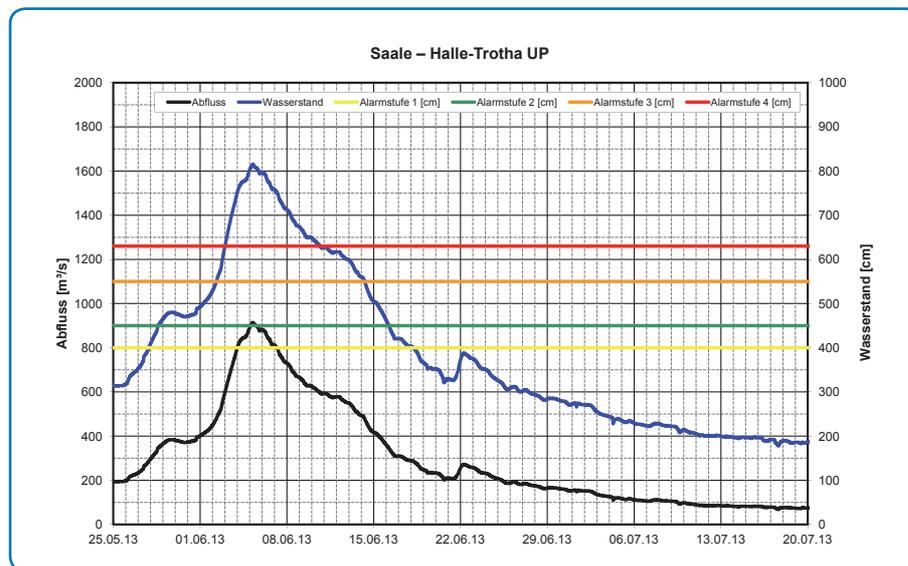


Abb. 3.7-10: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Saale am Pegel Halle-Trotha UP – Quelle: LHW ST

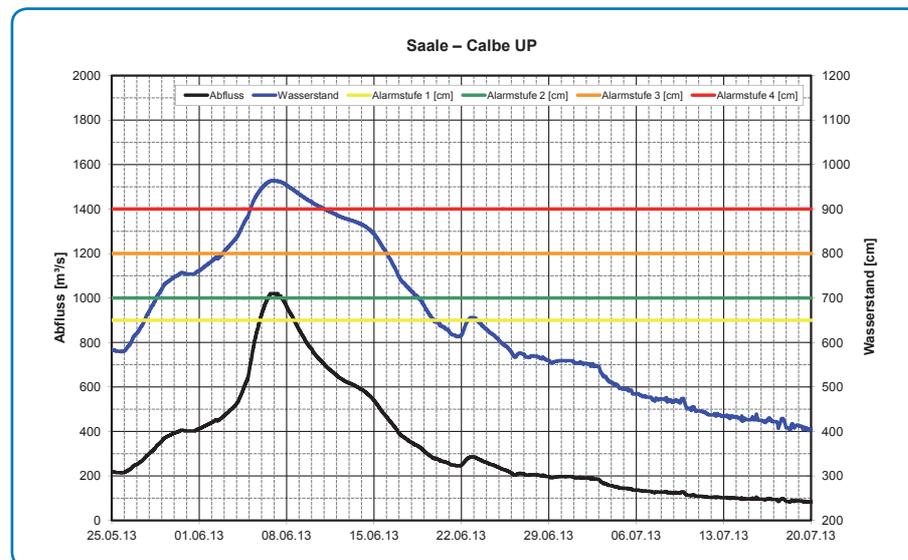


Abb. 3.7-11: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Saale am Pegel Calbe UP – Quelle: LHW ST

lage Klein Rosenberg), was jedoch zu keiner Scheitelabflachung der Elbe unterhalb der Mündung führte. Damit ging die Überflutung von rund 85 km² im Elbe-Saale-Winkel einher.



Abb. 3.7-12: Deichverteidigungsmaßnahmen am Gimritzer Damm in Halle an der Saale – Quelle: LHW ST



Abb. 3.7-13: Die Luftaufnahme vom 13. Juni 2013 zeigt die Bruchstelle des rechtsseitigen Saaledeiches bei Breitenhagen. Rechts unten ist das Schöpfwerk Breitenhagen zu sehen.

Quelle: LHW ST

3.8 Einzugsgebiet der Elbe von der Mündung der Schwarzen Elster bis zur Saalemündung

Der Hochwasserscheitel der Schwarzen Elster traf fast gleichzeitig auf das Scheitelniveau der Elbe und konnte nur erschwert abfließen. Für die Elbe trug die Schwarze Elster nicht substantiell zu einer Abflusserhöhung bei.

Am Pegel Coswig begann der rund 350 km lange, zusammenhängende Elbeabschnitt, in welchem vom 8. bis zum 11. Juni sukzessive alle Pegel-HHW überschritten wurden.

Der Scheitel der Mulde lief, bezogen auf die Mündung des Flusses in die Elbe bei Dessau, dem Scheitel der Elbe um etwa drei bis vier Tage voraus. Die Hochwasserwelle der Mulde trug mit rund 400 m³/s zum Elbescheitel bei. Nach Zufluss der Mulde passierte der langgestreckte Hochwasserscheitel der Elbe mit 746 cm am 8. Juni den Pegel Dessau-Leopoldshafen und traf noch in der Nacht zum 9. Juni mit einem Höchststand von 791 cm am Pegel Aken ein.

3.9 Einzugsgebiet der Elbe von der Saalemündung bis zur Havelmündung

Die der Elbe zufließende Saale wies zum Zeitpunkt ihres Hochwasserscheitels am Abend des 6. Juni am Pegel Calbe UP einen Abfluss von 1 030 m³/s und bei Passage des Elbescheitels in der Nacht vom 8. zum 9. Juni noch immer etwa 800 bis 900 m³/s auf. Die daraus resultierende Vergrößerung des Abflussvolumens der Elbe bedingte am Pegel Barby am 9. Juni einen Hochwasserscheitel von 762 cm, dem ein Abfluss von 5 250 m³/s zugeordnet wird (**Abb. 3.9-1**).

Auf Basis der Hochwasservorhersage für den Pegel Barby wurde die Öffnung des Pretziener Wehres vorbereitet. Die Öffnung erfolgte am 3. Juni ab 15:00 Uhr. Dadurch wurden bis zur Schließung am Morgen des 20. Juni für mehr als 14 Tage ca. 20 bis 25 % des Gesamtabflusses der Elbe vom Hauptstrom abgetrennt und

durch den Umflutkanal um Magdeburg und Schönebeck herum geleitet. Der Betrag der Wasserstandsabsenkung infolge dieser Maßnahme ist Gegenstand noch durchzuführender hydraulischer Untersuchungen.

Trotzdem erreichte die Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke aufgrund der bereits geschilderten Gesamtsituation im Einzugsgebiet der Elbe mit ihren extremen Schwerpunktsituationen an Mulde, Saale und Weißer Elster am 9. Juni einen neuen Höchststand von 747 cm.

Am Pegel Magdeburg-Strombrücke trat gemäß der aktualisierten W-Q-Beziehung der Hochwasserscheitel (**Abb. 3.9-2**) bei einem Abfluss von 5 140 m³/s ein (**Abb. 3.9-3**).

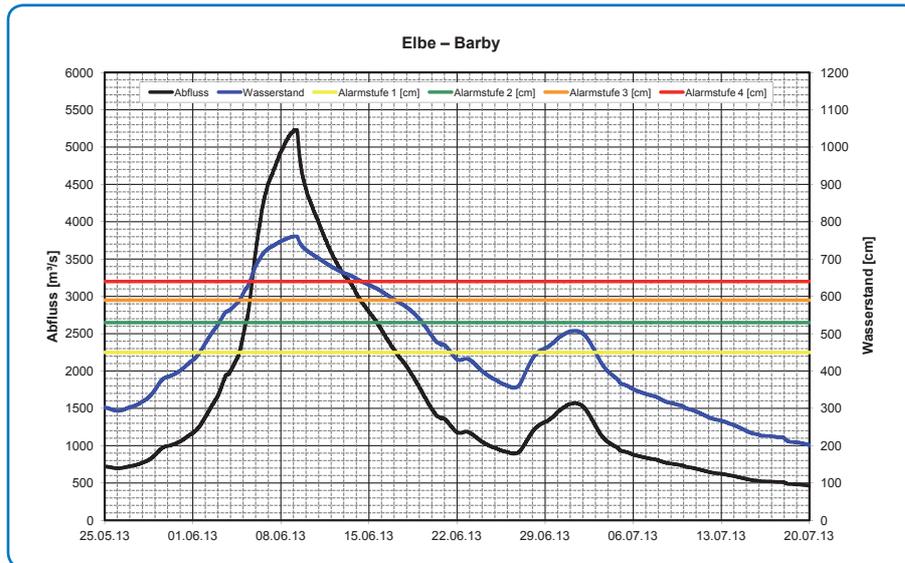


Abb. 3.9-1: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Elbe am Pegel Barby – Quelle: BfG, WSV, LHW ST

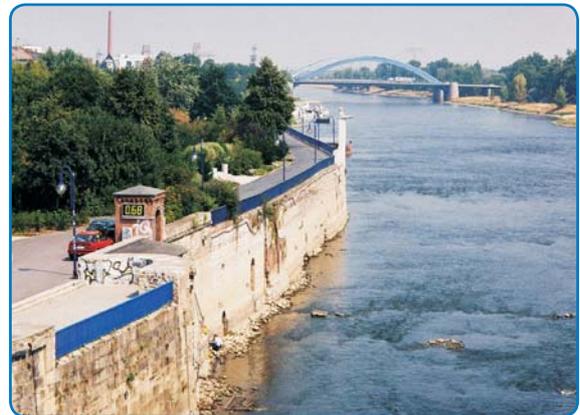
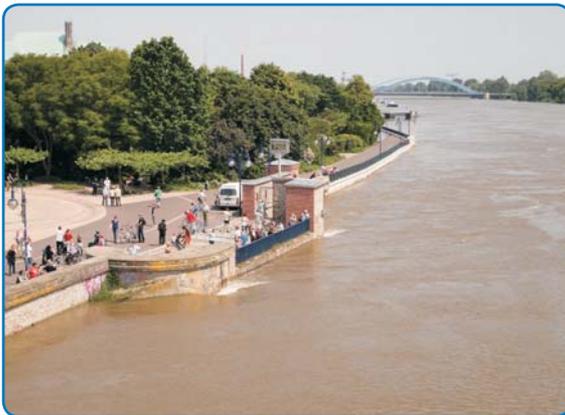


Abb. 3.9-2: Pegel Magdeburg-Strombrücke während des Scheitels am 9. Juni 2013 und bei Niedrigwasser am 13. August 2003
Quelle: Manfred Simon

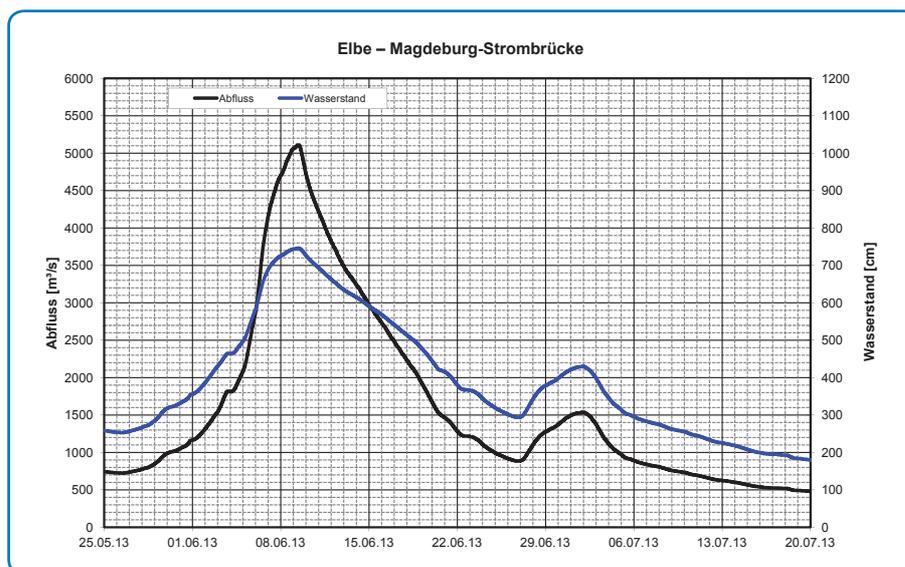


Abb. 3.9-3: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke, an dem die Richtwerte der Hochwasseralarmstufen nicht festgelegt sind – Quelle: BfG, WSV, LHW ST

Zeitgleich zum Durchgang des Hochwasserscheitels brach unterhalb von Magdeburg, in der Nähe von Tangermünde, am Ostufer der Elbe bei Fischbeck am 10. Juni 2013 gegen 1:00 Uhr der Schutzdeich (Elbe-km 388, **Abb. 3.9-4**). Überschlägige Berechnungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde auf der Basis von Rohdaten ergaben, dass der Hochwasserwelle hier aufgrund der langandauernd bestehenden Bresche (die erst am 18. Juni wieder weitgehend geschlos-

sen worden war) durch unkontrollierte Retention vom Gesamtvolumen über 200 Mio. m³ entzogen wurden. Allerdings ergaben sich hierdurch, ähnlich wie im Falle des Deichbruchs vom 9. Juni an der Saalemündung bei Klein Rosenberg (Breitenhagen), nur marginale Verringerungen der Hochwasserstände der Elbe sowie eine Verkürzung des Scheitelplateaus um 1 bis 2 Tage, weil die Deichbrüche zusammen mit bzw. unmittelbar nach Scheiteldurchgang stattfanden.



Abb. 3.9-4: Durchflussmessung vom Hubschrauber aus an der Deichbruchstelle Fischbeck – Quelle: LHW ST

3.10 Einzugsgebiet der Havel

Im Unterlauf der Havel wurde in der Nacht vom 9. zum 10. Juni der Richtwert der höchsten Hochwasseralarmstufe erreicht. Im Ober- und Mittellauf der Havel spielte das Hochwasserereignis keine große Rolle.

Nur in der Spree, linker Nebenfluss der Havel, war das Hochwasser bedeutender, wobei allein am Pegel Spremberg/Spree mit einem Höchststand von 448 cm am 6. Juni 2013 der Richtwert der Alarmstufe 4 überschritten wurde. Unterhalb der Talsperre Spremberg flachte die Hochwasserwelle durch Retention erheblich ab. Das Ereignis vom Juni 2013 blieb im gesamten Einzugsgebiet der Spree deutlich unter den Scheitelabflüssen des Sommerhochwassers von 1981. Im oberen Spreegebiet lagen die Scheitelabflüsse von 2013 unter denen des Hochwassers von 2010, Ausnahme ist das Quellgebiet der Spree mit dem Pegel Ebersbach (9. Juni 2013 W=305 cm, 15 cm über dem Wasserstand vom 7. August 2010). Unterhalb der Talsperre Spremberg bis zum Pegel Leibsch waren die Ab-

flüsse größer und im Gebiet der Unteren Spree etwas kleiner als die Abflüsse vom Hochwasser 2010.

Mit der Flutung der Havelniederung im Unterlauf der Havel (Beginn am 9. Juni 2013) rückte das Havelgebiet in den Fokus des Hochwassergeschehens. Am Mündungspegel Havelberg wurde am 10. Juni, einen Tag nach Beginn der gesteuerten Einleitung von Elbewasser in die Havel, ein Wasserstand von 452 cm gemessen (zum Vergleich: Der bisher höchste Wasserstand wurde hier am 1. April 1940 mit 513 cm verzeichnet.). In der Nacht vom 10. auf den 11. Juni wurde der Einlass Neuwerben allerdings bereits wieder geschlossen, so dass kein weiteres Elbewasser mehr in die Polderräume übernommen wurde. Eine Fläche von rd. 10 000 ha wurde beansprucht; in der Summe wurden über 90 Mio. m³ in der Havelniederung zurückgehalten, dabei wurde das maximal verfügbare Retentionsvolumen des Poldersystems zu gut einem Drittel genutzt.



Abb. 3.10-1: Großflächige Überschwemmungen um die Wehrgruppe Quitzöbel - Mit dem Einlasswehr Neuwerben steuert der LHW Sachsen-Anhalt die Flutung der Havelniederung. Die Havelniederung umfasst den Havelschlauch und sechs Havelpolder. – Quelle: LHW ST

3.11 Einzugsgebiet der Elbe von der Havelmündung bis zum Wehr Geesthacht

Für die untere Mittelelbe stromab der Havelmündung bedeuteten die kombinierten Effekte der beiden großen Deichbrüche und der Flutung der Havelniederung eine merkliche Entlastung. Nach Berechnungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde wäre ansonsten am Pegel Wittenberge ein um 34 cm höherer, weiter stromab sogar ein um 45 cm höherer Wasserstand zu erwarten gewesen. Insofern erreichte die Hochwasserwelle der Elbe am Pegel Wittenberge bereits am 9. Juni ihren ereignisbezogenen Scheitel (**Abb. 3.11-1**) von 785 cm ($4\,330\text{ m}^3/\text{s}$), der damit aber trotz der oben genannten Minderung um 115 cm über dem Richtwert der Alarmstufe 4 und 51 cm über dem HHW aus dem Jahr 2002 lag.

Im unteren Bereich der Mittelelbe stiegen die Wasserstände innerhalb von 48 Stunden schnell an. Am Pegel Hitzacker stellte sich mit 817 cm am 11. Juni ein Scheitelwasserstand ein. Die Charakteristik des ungewöhnlich langen Hochwasserscheitels des Elbe-

stroms zeigt sich auch noch im Unterlauf: Teilweise mehr als 24 Stunden stagnierte der Scheitel auf diesem Elbeabschnitt, danach fiel er nur sehr langsam (**Abb. 3.11-2**). Am Pegel Hohnstorf wurde am 12. Juni ein Scheitelwasserstand von 955 cm gemessen, der wie auch die anderen Pegel unterhalb von Wittenberge immer noch durch gesteuerte und ungesteuerte Retention (Havelniederung bzw. Deichbrüche Fischbeck, Breitenhagen) beeinflusst wurde.

Die Tideelbe war vom Hochwasser 2013 im Vergleich zu den oberstromigen Elbeanrainern nur geringfügig betroffen. Für das Hamburger Stadtgebiet und den Hamburger Hafen waren die Wasserstände aufgrund der im Vergleich zur Mittel- und Oberelbe um ein Vielfaches größeren Gewässerquerschnitte der seeschiffstiefen Elbe kaum nennenswert erhöht. So hat am Pegel Hamburg-St. Pauli der Hochwasserscheitel aus der Mittelelbe zu einer Erhöhung der Tidehochwasserstände um maximal einen halben Meter geführt.

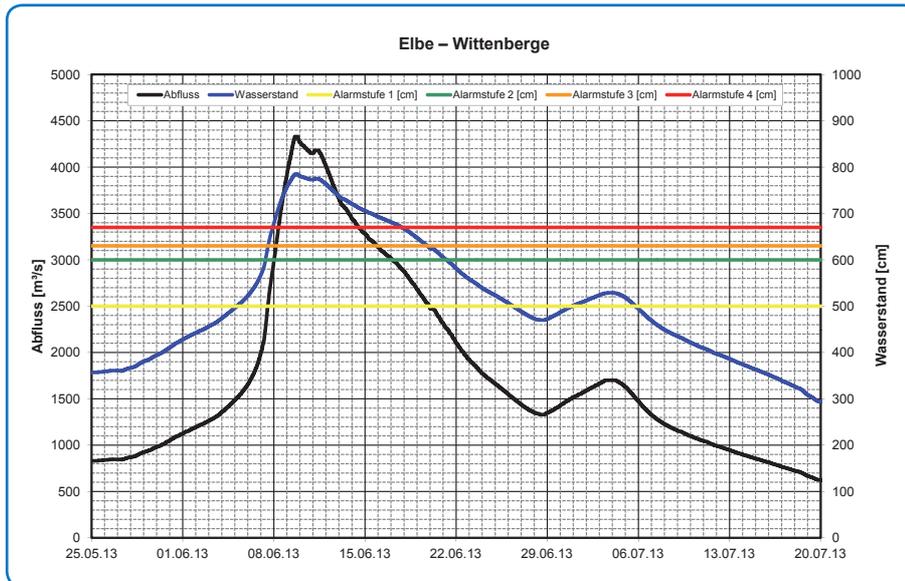


Abb. 3.11-1: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Elbe am Pegel Wittenberge – Quelle: BfG, WSV, LHW ST

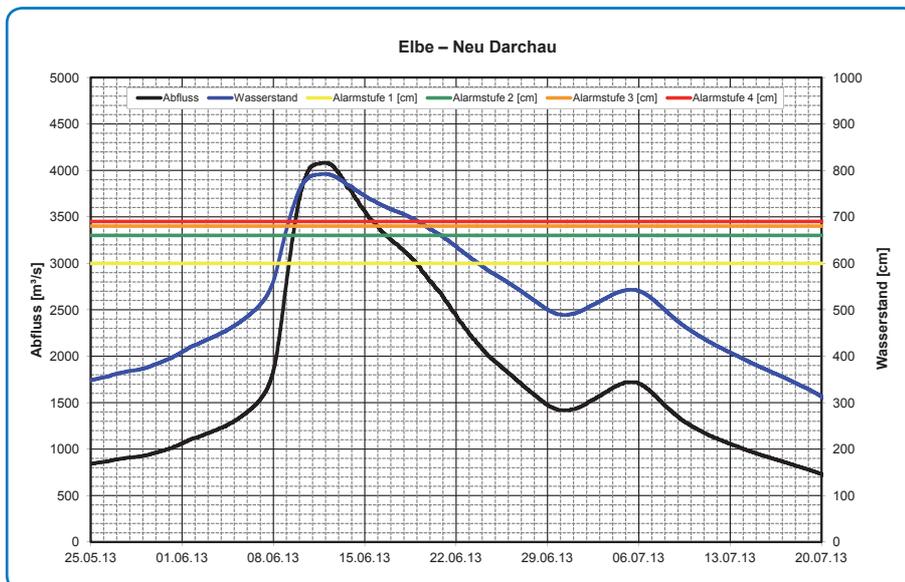


Abb. 3.11-2: Erreichung der Hochwasseralarmstufen sowie Wasserstands- und Abflussganglinie an der Elbe am Pegel Neu Darchau – Quelle: BfG, WSV, LHW ST

In der Tideelbe waren zwischen Bunthäuser Spitze und dem Wehr Geesthacht große Wasserstandserhöhungen zu verzeichnen. Die Wasserstände lagen hier während des Hochwasserscheitels über einen langen Zeitraum über dem mittleren Niveau, wobei die höchsten Wasserstände am 12. Juni mit NN+5,78 m am Pegel Altengamme und NN+6,43 m am Pegel Wehr Geesthacht UP erreicht wurden. Durch die Dominanz der aus der Mittelelbe einfließenden Wassermassen wurde zugleich der Einfluss der Tide stark gedämpft: Während des Hochwassers wurden am Pegel Bunt- haus noch etwa 1,50 m Tidehub verzeichnet (der mittlere Tidehub beträgt dort etwa 3,35 m), am Unterpegel

Geesthacht waren es nur noch 10 bis 20 cm (mittlerer Tidehub: 2,20 m). Die während des Hochwassers in der Tideelbe erreichten Wasserstände blieben immer noch unter dem Niveau der bisher (während einer Sturmflut) verzeichneten Höchstwasserstände. So lag beispielsweise der am Pegel Zollenspieker während des Juni-Hochwassers beobachtete höchste Hochwasserscheitel mit NN+4,48 m knapp 2 Meter niedriger als das bislang verzeichnete höchste Hochwasser (NN+6,34 m bei der Sturmflut vom Januar 1976). Am Pegel Geesthacht UP lagen die höchsten Wasserstände im Juni 2013 allerdings nur geringfügig unterhalb der bisherigen bei einer Sturmflut erreichten Höchstmarke.

Im Laufe des Hochwassers im Juni 2013 wurden zahlreiche Abflussmessungen durchgeführt, eine Auswahl enthält **Tabelle 4-1**. Sie verdeutlicht auch die Abweichungen der gemessenen Abflüsse von der während des Hochwassers gültigen Abflusskurve.

Beim Hochwasser im Juni 2013 waren die Hochwasserscheitelabflüsse an der Elbe unterhalb der Moldau-

mündung niedriger als im August 2002. Jedoch stiegen die Scheitelabflüsse im Unterschied zum Hochwasser von 2002 im weiteren Verlauf des Elbestroms stetig weiter an; bereits unterhalb des Pegels Wittenberg bewegten sie sich über den 2002 erreichten Werten (**Abb. 4.12-2**).

Eine Übersicht über die erreichten Scheitelwasser-

Tab. 4-1: Ausgewählte bedeutsame Durchflussmessungen während des Hochwassers im Juni 2013

Gewässer	Pegel	Datum	Wasserstand	Abfluss	Art der Messung	Mittlere Profilschwindigkeit	Abweichung von der gültigen W-Q-Beziehung ¹	
			[cm]	[m³/s]			[m/s]	[m³/s]
Elbe	Nymburk	03.06.	339	500	ADCP	1,36	11	2,2
Moldau	České Budějovice	03.06.	416	469	ADCP	2,04	12	2,6
Lainsitz	Bechyně	05.06.	394	234	ADCP	1,98	-42	-15,2
Elbe	Kostelec n. L.	03.06.	686	688	ADCP	1,36	-6	-0,9
Otava	Písek	03.06.	516	560	ADCP	2,25	25	4,7
Berounka	Beroun	04.06.	524	781	ADCP	1,45	-146	-15,7
Berounka	Beroun	05.06.	427	550	ADCP	1,32	9	1,7
Moldau	Prag-Chuchle	04.06.	530	2 945	ADCP	2,03	-145	-4,7
Moldau	Prag-Chuchle	05.06.	437	2 350	ADCP	2,05	-50	-2,1
Moldau	Prag-Chuchle	06.06.	361	1 850	ADCP	1,92	-10	-0,5
Moldau	Prag-Chuchle	08.06.	326	1 610	ADCP	1,78	-10	-0,6
Elbe	Ústí n. L.	07.06.	953	2 880	ADCP	2,09	-30	-1,0
Elbe	Ústí n. L.	10.06.	708	1 680	ADCP	1,93	-40	-2,3
Elbe	Děčín	06.06.	1 067	3 700	ADCP	2,33	-180	-4,6
Elbe	Děčín	07.06.	963	3 180	ADCP	2,23	-40	-1,2
Elbe	Děčín	10.06.	683	1 840	ADCP	1,96	30	1,7
Elbe	Dresden	06.06.	876	3 936	ADCP	1,63 ²	-444	-10,1
Elbe	Riesa	07.06.	932	4 000	ADCP	n. b. ³	Ü ⁴	Ü ⁴
Elbe	Torgau	07.06.	920	4 042	ADCP	2,01	-328	-7,5
Elbe	Rothensee	05.06.	702	2 498	ADCP	1,86	38	1,5
Elbe	Wittenberg	08.06.	689	4 116	ADCP	1,75 ²	-864	-17,3
Elbe	Vockerode	08.06.	790	3 784	ADCP	n. b. ³	Ü ⁴	Ü ⁴
Elbe	Magdeburg	09.06.	746	5 146	ADCP	1,70	Ü ⁴	Ü ⁴
Elbe	Wittenberge	09.06.	783	4 250	ADCP	0,91	-110	-2,5
Elbe	Neu Darchau	11.06.	792	4 187	ADCP	0,88	Ü ⁴	Ü ⁴
Mulde	Priorau	04.06.	690	1 390	ADCP	1,63	Ü ⁴	Ü ⁴
Saale	Bernburg UP	06.06.	649	846	ADCP	1,67	Ü ⁴	Ü ⁴
Saale	Halle Trotha UP	05.06.	809	903	ADCP	2,10	Ü ⁴	Ü ⁴
Saale	Calbe Grizehne	07.06.	800	1 020	ADCP	2,05 ⁵	Ü ⁴	Ü ⁴

Hinweis: Die hier dargestellten Messwerte stellen nur eine Auswahl dar, tatsächlich wurden jeweils mehrere Messungen mit im Detail z. T. voneinander abweichenden Ergebnissen angestellt. Aus allen vorliegenden, qualitativ hinreichenden Messergebnissen wird zur Beschreibung der Beziehung zwischen Wasserstand und Abfluss in der Regel eine Ausgleichsfunktion konstruiert, die sogenannte Abflusskurve. Die Werte der Abflusskurve sind somit gewissermaßen geglättete Werte. Vor diesem Hintergrund erklären sich fallweise auftretende Differenzen bei den Angaben zu den Abflüssen in den Tabellen 4.1 und 4.2. In letzterer sind die jeweils offiziell gültigen „Originalwerte“ enthalten.

- 1 W-Q-Beziehung gültig während des Hochwasserereignisses; nach dem Hochwasser erfolgten zum Teil Aktualisierungen
- 2 Mittelwert aus Hauptstrom und Flutrinne(n)
- 3 n. b. = nicht bekannt
- 4 Ü = noch nicht ausweisbar, gemessene Werte überschreiten den in der zum Ereigniszeitpunkt gültigen Abflusstafel erfassten W-Q-Bereich
- 5 Messprofil Calbe UP

stände und -abflüsse an ausgewählten Elbe- und Nebenflusspegeln liefert **Tabelle 4-2**, in der auch die Jährlichkeiten der Hochwasserscheitelabflüsse des Hochwassers 2013 aufgeführt sind.

In der Tschechischen Republik werden die Abflüsse mit bestimmter Jährlichkeit an den Pegeln anhand der Überschreitungsfunktion der jährlichen Hochwasserscheitelabflüsse festgelegt. In die Bearbeitung gehen die Ab-

Tab. 4-2: Scheitelwasserstände und -abflüsse an ausgewählten Pegeln beim Hochwasser 06/2013, Vergleich mit dem Hochwasser 08/2002

Gewässer	Pegel	Einzugsgebiet* [km ²]	Hochwasser 08/2002			Hochwasser 06/2013				
			Wasserstand [cm]	Abfluss [m ³ /s]	Jährlichkeit** [Jahre]	Datum	Uhrzeit	Wasserstand [cm]	Abfluss [m ³ /s]	Jährlichkeit [Jahre]
							MESZ			
Elbe	Vestřev	300	–	–	–	02.06.	07:50	354	272	50–100
Elbe	Jaroměř	1 226	176	66,5	< 2	03.06.	01:50	–	243	10
Orlice	Týniště n. O.	1 554	335	105	< 2	25.06.	18:30	314	88,6	< 2
Elbe	Němčice	4 301	280	166	< 2	03.06.	08:30	417	292	< 2
Elbe	Přelouč	6 435	268	290	< 2	26.06.	04:50	316	348	< 2
Elbe	Nymburk	9 721	123	304	< 2	04.06.	08:30	372	562	2–5
Jizera	Tuřice-Předměřice	2 159	495	270	2–5	03.06.	11:40	391	167	< 2
Elbe	Kostelec n. L.	13 186	367	530	< 2	04.06.	13:00	712	744	5
Moldau	České Budějovice	2 850	652	1 310	> 500	02.06.	18:00	486	628	20–50
Lainsitz	Bechyně	4 055	640	666	> 500	02.06.	14:40	594	561	100
Otava	Písek	2 913	880	1180	> 500	03.06.	14:40	522	548	20–50
Sázava	Nespeky	4 038	473	378	5–10	03.06.	05:10	544	509	20–50
Berounka	Beroun	8 284	796	2170	> 500	03.06.	22:30	578	960	20
Moldau	Prag-Chuchle	26 731	782	5 160	500	04.06.	04:50	546	3 040	20–50
Elbe	Mělník	41 838	1 066	5 050	200–500	05.06.	03:00	936	3 640	50
Eger	Karlovy Vary	2 861	253	274	2–5	03.06.	02:30	274	277	2–5
Eger	Louny	4 962	422	175	< 2	04.06.	17:20	543	314	< 2
Elbe	Ústí n. L.	48 540	1 196	4 700	100–200	05.06.	19:50	1 072	3 630	20–50
Ploučnice	Benešov n. P.	1 156	123	30,4	< 2	01.06.	17:00	165	102	5
Elbe	Děčín	51 123	1 230	4 770	100–200	06.06.	01:20	1 074	3 740	20–50
Elbe	Hřensko	51 394	1 228	4 780	100–200	06.06.	02:50	1 108	3 750	20–50
Elbe	Schöna	51 391	1 204	4 780	100–200	06.06.	03:50	1 065	3 750	20–50
	Dresden	53 096	940	4 580	100–200 ¹	06.06.	14:22	878	3 950	50–100
	Torgau	55 211	949	4 420	100–200 ¹	07.06.	14:34	923	4 090	50–100
Schwarze Elster	Löben	4 327	282	80,7	2–5	06.06.	06:15	306	98	<10
Elbe	Wittenberg	61 879	706	4 130	100–200	08.06.	03:57	691	4 210	50–100
Mulde	Golzern 1	5 442	868	2 600	200–500	03.06.	09:45	784	2 040	200
	Bad Dübener 1	6 171	852	2 200 ²	200–500	04.06.	04:45	866	1 770	50–100
	Priorau	6 990	684	971	k. A.	03.06.	21:45	702	1 440	k. A.
Elbe	Aken	70 093	766	4 040	–	09.06.	04:02	791	4 600	50–100
Saale	Calbe-Gräzhe	23 719	510	296	2–5	06.06.	21:20	802	1 030	>200
Elbe	Barby	94 260	701	4 320	100	09.06.	05:48	762	5 250	100–200
	Magdeburg-Strombrücke	94 942	680	4 180	–	09.06.	08:18	747	5 140	100–200
	Tangermünde	97 780	768	3 850	100	09.06.	23:58	838	5 150	100–200
Havel	Rathenow UP	19 116	208	161 ³	2	17.06.	11:32	231	163 ³	–
	Havelberg Stadt	23 804	450	140 ³	~2	10.06.	11:14	452	361 ³	–
Elbe	Wittenberge	123 532	734	3 830 ⁴	50–100 ⁵	09.06.	15:43	785	4 330 ⁴	100–200 ⁶
	Neu Darchau	131 950	732	3 420 ⁴	20–50 ⁵	11.06.	14:00	792	4 080 ⁴	100–200 ⁶

* Die Einzugsgebiete der Pegel wurden anhand des Datenmodells der Einzugsgebietsgrenzen im Maßstab 1:25 000 bestimmt.

** Übernommen aus der Publikation der IKSE aus dem Jahr 2004 „Dokumentation des Hochwassers vom August 2002 im Einzugsgebiet der Elbe“ (S. 83 und 84), die Angaben für die fehlenden Pegel wurden neu ergänzt.

1 Entsprechend der vorläufigen Festlegung des HQ(T) des Freistaates Sachsen ist der untere Bereich relevant.

2 einschließlich Umluft hinter dem Deich, nicht als Wasserstand erfasst

3 Steuerungsbeeinflusst: Abfluss wurde zurückgehalten. Wasserstand und Durchfluss sind somit entkoppelt, eine Einordnung der Jährlichkeit ist daher nicht möglich.

4 Originalwert (nach Kappung des Elbescheitels durch Deichbrüche und Flutung der Havelniederung)

5 nach Kappung des Elbescheitels und Flutung der Havelniederung

6 zur statistischen Einordnung nicht auf den durch eingetretene Retentionseffekte verzerrten beobachteten Wert in der Spalte „Abfluss“ bezogen, sondern auf den homogenisierten HQ-Wert ohne Retention; der homogenisierte HQ 2013 beträgt am Pegel Wittenberge 4 950 m³/s und am Pegel Neu Darchau 4 780 m³/s

flussreihen für die längste Beobachtungsdauer ein, wenn möglich auch unter Nutzung von Informationen über historische Hochwasserereignisse. Die Abflüsse mit den Jährlichkeiten werden auf der Grundlage von Daten ermittelt, deren deutliche und nachweisbare Beeinflussung durch den Talsperrenbetrieb möglichst eliminiert wurde. Das bedeutet, dass die für die Wiederkehrintervalle abgeleiteten Abflüsse mehr oder weniger dem „natürlichen“ Abflussregime entsprechen. Wegen der Unsicherheiten, die sich aus der statistischen Bearbeitung der Abflüsse für die Jährlichkeiten an den Pegeln ergeben (z. B. unterschiedlich lange Ausgangsreihen, Auftreten eines historischen Hochwassers), wurden Methoden der regionalen Analyse entwickelt, die das Ausgleichen der statistischen Kenngrößen im Rahmen eines abgeschlossenen Einzugsgebiets ermöglichen. Die Festlegung der Wiederkehrintervalle der Hochwasserscheitelabflüsse im Juni 2013 erfolgt anhand der derzeit gültigen Hochwasserstatistik der Abflüsse.

In Deutschland ist für die hochwasserstatistische Einordnung des Ereignisses am Elbestrom ein durch Flussgebietsgemeinschaft Elbe und BfG aufgestellter, nunmehr aber aktualisierter Einordnungsrahmen maßgeblich (grundsätzliche Details vgl. BfG-Berichte 1589 und 1650²⁾). Dieser bezieht sich auf die fünf Pegel Dresden, Torgau, Barby, Wittenberge und Neu Darchau. Die Datenreihen der Scheitelabflüsse (teilweise rechnerisch verlängert) für die Periode 1890 – 2006 wurden für das Jahr 2002 modellgestützt, für die Jahre davor unter Verwendung nachstehender Faustformel, die für die Strecke stromab Barby aufgestellt wurde, homogenisiert:

Wenn $HQ_{\text{Barby}} - HQ_{\text{Wittenberge}} > 300 \text{ m}^3/\text{s}$, dann ist

- $HQ_{\text{Wittenberge}} = HQ_{\text{Barby}} - 300 \text{ m}^3/\text{s}$
- $HQ_{\text{Neu Darchau}} = HQ_{\text{Barby}} - 470 \text{ m}^3/\text{s}$

Die HQ-Reihen der genannten fünf Pegel wurden bis einschließlich zum Jahre 2013 (ebenfalls unter Verwendung o. g. Faustformel) vervollständigt. Die Ergebnisse der statistischen Analyse sowie die dabei verwendeten Kombinationen aus Parameterschätzverfahren und Verteilungsfunktion sind **Tabelle 4-3** zu entnehmen.

Die Abflüsse mit Jährlichkeiten der **Tabelle 4-3** wurden unter Verwendung der o. g. „Homogenisierungs-Faustformel“ berechnet und können aus Gründen metho-

²⁾ BfG-1589: FGG-ARGE Elbe Abstimmungsgruppe (2008): Hochwasserstatistik für ausgewählte Elbepegel. Koblenz.
BfG-1650: FGG-ARGE Elbe-BfG Projektgruppe (2009): Einheitliche Grundlage für die Festlegung der Bemessungswasserspiegellagen der Elbe auf der freifließenden Strecke in Deutschland. Koblenz.

Tab. 4-3: Elbe: Wiederkehrintervalle und zugehörige Durchflüsse für ausgewählte Pegel, Bezugsperiode 1890 – 2013³⁾

Pegel	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ ₂₀₀
	[m ³ /s]				
Dresden	2 540	3 050	3 790	4 400	5 070
Torgau	2 540	3 060	3 790	4 380	5 010
Barby	3 480	3 960	4 530	4 920	5 280
Wittenberge	3 280	3 710	4 230*	4 600*	5 000*
Neu Darchau	3 190	3 610	4 120*	4 580*	4 900*

* Mittelwert zwischen HQ der Verteilungsfunktion und HQ der oberen Hüllkurve des Konfidenzintervalls bei einem Signifikanzniveau von 95 %

discher Stringenz nicht auf beobachtete HQ angewendet werden. Vielmehr ist in Fällen, bei denen die Voraussetzung „ $HQ_{\text{Barby}} - HQ_{\text{Wittenberge}} > 300 \text{ m}^3/\text{s}$ “ erfüllt ist, an den Pegeln Wittenberge und Neu Darchau der beobachtete HQ-Scheitel durch den homogenisierten HQ zu ersetzen.

Bei der Einordnung gemäß **Tabelle 4-3** handelt es sich nicht um Bemessungswerte (deren Zustandekommen bekanntlich weitergehenden Ansprüchen/Zusammenhängen genügen muss); es sind zudem keine Aussagen zu den Wasserständen mit den Einordnungen verknüpft.

Für die Elbepegel Wittenberg/L., Aken, Magdeburg-Strombrücke und Tangermünde stehen aktuell keine zur Wahrscheinlichkeitsanalyse tauglichen Datengrundlagen zur Verfügung. Stattdessen geschieht die Einordnung hier im Hinblick auf Plausibilität im Längsschnitt unter Nutzung der Ergebnisse für die fünf Pegel in **Tabelle 4-3** als Stützstellen. Die Kurven der Wiederkehrintervalle begrenzen dergestalt „HQ(T)-Zuordnungskorridore“, in die sich die HQ-Werte des Ereignisses 2013 einordnen lassen (vgl. nachstehende **Abb. 4-1**). Der Sonderfall Tangermünde, bei welchem sich für das HQ_{2013} theoretisch ein $T > 200\text{a}$ ergibt, wird dahingehend interpretiert, dass hier Unschärfen in der W-Q-Beziehung angesichts fehlender Messungen bestehen; daher wird der $HQ_{\text{Tangermünde}} = 5 140 \text{ m}^3/\text{s}$ längsschnittkonform einem Wiederkehrintervall 100 – 200 Jahre zugeordnet.

An den Pegeln der Elbenebenflüsse wird die hochwasserstatistische Einordnung jeweils mit der bestangepassten Verteilungsfunktion und Anpassungsmethode vorgenommen.

³⁾ verwendete Kombinationen aus Parameterschätzverfahren und Verteilungsfunktion:

Dresden: Allg. Extremwert/Wahrscheinlichkeitsgewichtete Momente
Torgau: logNormal3/ Wahrscheinlichkeitsgewichtete Momente
Barby, Wittenberge, Neu Darchau: Weibull3/Momentenmethode,
Wittenberge, Neu Darchau: Weibull3/Momentenmethode, aber ab HQ_{50} mit Zuordnungsansatz des arithmetischen Mittels zwischen Funktionswert und oberem Hüllwert des Konfidenzintervalls (Signifikanzniveau 95 %).

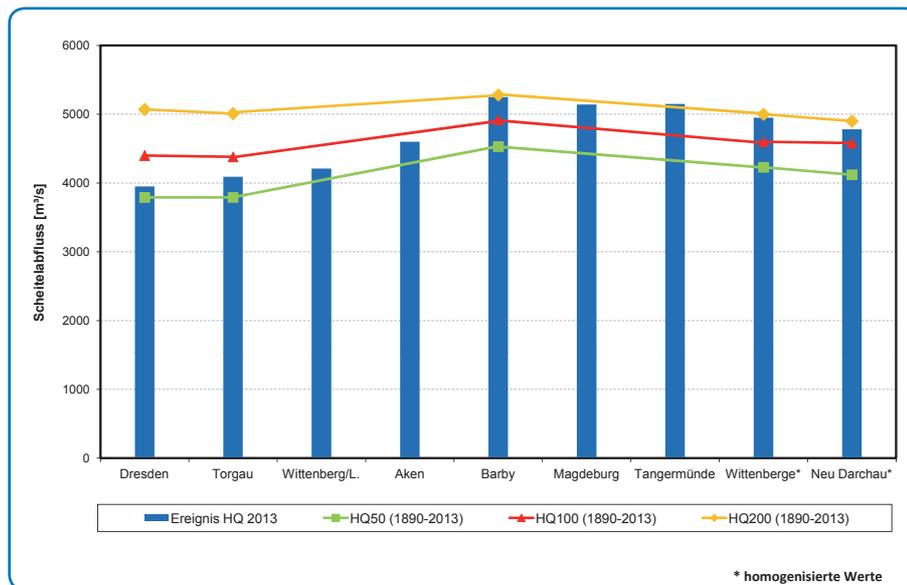


Abb. 4-1: Hochwasserstatistische Einordnung des Elbe-Hochwassers 2013 im Längsprofil: Pegelbezogene Scheitelwerte des Ereignisses vor dem Hintergrund definierter Wiederkehrintervalle – Quelle: BfG

4.1 Einzugsgebiet der Elbe oberhalb der Moldaumündung

Extreme Hochwasser mit einem Wiederkehrintervall von mehr als 100 Jahren traten im Vorland des Riesengebirges am Flüsschen Čistá, im Einzugsgebiet der Cidlina an der Bystřice, im Einzugsgebiet der Mrlina und an der Výrovka auf.

Der Zufluss zur Talsperre Labská an der Elbe, der einem $HQ_{2,5}$ entsprach, wurde auf ein $HQ_{1,2}$ reduziert. Im Zwischeneinzugsgebiet von der Talsperre Labská bis zur Talsperre Les Království war das Einzugsgebiet der Čistá am stärksten betroffen, wo der Hochwasserscheitelabfluss das Wiederkehrintervall von 100 Jahren deutlich überschritt, an der Kleinen Elbe erreichte es 10 bis 20 Jahre. Am Pegel Vestřev an der Elbe oberhalb der Talsperre Les Království wies der Hochwasserscheitelabfluss ein Wiederkehrintervall von 50 bis 100 Jahren auf, der bilanzierte Zufluss zur Talsperre entsprach einem HQ_{50} . Die Talsperre Les Království kappte die Zuflusswelle auf einen Abfluss mit einem Wiederkehrintervall von nur 5 bis 10 Jahren.

Der Hochwasserscheitelabfluss an der Úpa am Pegel Horní Staré Město entsprach einem Wiederkehrintervall von 10 Jahren, das gleiche Wiederkehrintervall hatte auch der Pegel Jaroměř an der Elbe. Zu einem ausgeprägten Anstieg des Wasserstands kam es an der Vrchlice, wo der Zufluss zur Talsperre Vrchlice HQ_{100} erreichte und die Abgabe HQ_{50} , sowie im gesamten Einzugsgebiet der Cidlina, wo das Wiederkehrintervall am Nebenfluss Bystřice mehr als 100 Jahre und an der

Javorka 10 bis 20 Jahre betrug. Am Mittel- und Unterlauf der Cidlina wurde ein Wiederkehrintervall von 10 bis 20 Jahren ausgewiesen. An der Mrlina und am Nebenfluss Štítarský potok hatten die Hochwasserscheitelabflüsse ein Wiederkehrintervall von mehr als 100 Jahren.

An der Elbe am Pegel Nymburk entsprach das Wiederkehrintervall des Hochwasserscheitelabflusses 2 bis 5 Jahren. Am Nebenfluss Výrovka überschritt das Wiederkehrintervall 100 Jahre und an der Elbe am Pegel Kostelec nad Labem erreichte es 5 Jahre.

Beim zweiten Hochwasserereignis war das Einzugsgebiet der Novohradka am stärksten betroffen, wo am oberen Abschnitt und am Nebenfluss Žejbro der höchste Abfluss mit einem Wiederkehrintervall von 20 bis 50 Jahren ausgewertet wurde, am Unterlauf dann von 50 Jahren. An der Chrudimka unterhalb der Novohradka wurde das Wiederkehrintervall des Hochwasserscheitelabflusses auf 10 Jahre festgelegt. Die Hochwasserscheitelabflüsse an der Doubrava erreichten den Bereich eines HQ_{10-20} . An der Talsperre Pařívov floss das Wasser über die HW-Entlastungsanlage, der höchste Abfluss unterhalb der Talsperre entsprach einem HQ_{10} und am Unterlauf der Doubrava einem HQ_{5-10} . An der Vrchlice unterhalb der Talsperre Vrchlice erreichte der Hochwasserscheitelabfluss den Bereich eines HQ_{5-10} . An der Elbe an den Pegeln Nymburk und Kostelec nad Labem lag das Wiederkehrintervall bei 2 bis 5 Jahren.

4.2 Einzugsgebiet der Moldau

Von den Hauptnebenflüssen der Moldau trat die Lainsitz am stärksten über die Ufer, dort erreichte das Wiederkehrintervall am Pegel Bechyně 100 Jahre, an der Otava in Písek und an der Sázava in Nespeky 20 bis 50 Jahre und an der Berounka in Beroun 20 Jahre.

An der Moldau in České Budějovice entsprach das Wiederkehrintervall 20 bis 50 Jahren. Der Zufluss zur Talsperre Orlík wurde unter Berücksichtigung des nicht beobachteten und von ergiebigen Niederschlägen betroffenen Zwischeneinzugsgebiets auf Grundlage einer Bilanzrechnung ermittelt. Für diesen Zufluss wurde ein Wiederkehrintervall von 100 Jahren abgeschätzt. Die

Größe des Hochwasserscheitelabflusses entsprach vom Pegel Prag Zbraslav bis zur Mündung in die Elbe in Mělník einem Wiederkehrintervall von 20 bis 50 Jahren.

Extreme Hochwasser mit einem Wiederkehrintervall von 100 Jahren und mehr traten an der Brzina, dem Mastník, der Kocába und einigen Nebenflüssen des Unterlaufs der Sázava (Blanice) sowie am Botič (Nebenfluss der Moldau in Prag) auf. Berechtigt lässt sich vermuten, dass es in den am stärksten betroffenen Gebieten auch an vielen nicht beobachteten kleineren Wasserläufen Abflüsse mit einem ebenso extremen Wiederkehrintervall gab.

4.3 Einzugsgebiet der Elbe unterhalb der Moldaumündung bis zur Staatsgrenze

Im Einzugsgebiet der Eger an den Nebenflüssen Svata und Rolava erreichte der Hochwasserscheitelabfluss ein Wiederkehrintervall von 10 bis 20 Jahren, an der Eger in Kadaň von 5 Jahren. Am Abschlusspegel Louny, der sich unterhalb der Talsperre Nechanice befindet, erreichte der Hochwasserscheitelabfluss nicht einmal HQ_{20} . Das Wiederkehrintervall an der Ploučnice in Benešov n. P. entsprach 5 Jahren, an der Kamenice in Hřensko 5 bis 10 Jahren, an beiden Gewässern traten die Hochwasserscheitel am 1. Juni ein und gingen der Hochwasserwelle an der Elbe voraus.

An der Elbe in Mělník (**Abb. 4.3-1**) entsprach die Größe des Hochwasserscheitelabflusses einem Wiederkehrintervall von 50 Jahren, an den unterhalb gelegenen

Pegeln Ústí nad Labem, Děčín und Hřensko einem Wiederkehrintervall von 20 bis 50 Jahren.



Abb. 4.3-1: Mělník – Elbe unterhalb der Moldaumündung beim Hochwasser im Juni 2013 – Quelle: ČHMÚ

4.4 Einzugsgebiet der Elbe von der Staatsgrenze bis zur Mündung der Schwarzen Elster

Am ersten deutschen Pegel Schöna in Sachsen trat ein Hochwasserscheitelabfluss auf, der einem Wiederkehrintervall von 20 bis 50 Jahren entspricht. Die Hochwasserscheitelabflüsse an den Pegeln Dresden und Torgau erreichten ein HQ_{50} bis HQ_{100} . In

den Nebenflüssen der Elbe sind Hochwasser mit statistischen Wiederkehrintervallen von 5 bis 50 Jahren aufgetreten, die höheren Wiederkehrintervalle in den linken Nebenflüssen wie der Vereinigten Weißeritz und der Triebisch.

4.5 Einzugsgebiet der Schwarzen Elster

Im Oberlauf der Schwarzen Elster am Pegel Neuwiese ist der Scheitelabfluss des Junihochwassers einem HQ_{50} zuzuordnen. Auf der Fließstrecke der Schwarzen Elster in Brandenburg konnte ein Teil des Hochwasserabflusses in die Restlochkette und in das Speicherbecken Niemtsch (Senftenberger See) abgeleitet werden, sodass hier die Hochwasserwelle deutlich reduziert werden konnte und das Hochwasser nur noch ein Wiederkehrintervall von 5 bis 10 Jahren hat.

In der Großen Röder lagen die Scheitelabflüsse im Bereich eines HQ_{50} . Der Hochwasserscheitelabfluss der Schwarzen Elster unterhalb der Mündung der Großen Röder kann einem Wiederkehrintervall von 10 bis 20 Jahren zugeordnet werden. Im Unterlauf der Schwarzen Elster in Sachsen-Anhalt lag der Hochwasserscheitelabfluss wenig unter der Größenordnung eines HQ_{10} .

4.6 Einzugsgebiet der Mulde

Das Hochwasser in der Freiburger Mulde erreichte ein Wiederkehrintervall von 50 bis 100 Jahren. In der Zschopau und Flöha, aber auch im Ober- und Mittellauf der Zwickauer Mulde ist den Hochwasserscheitelabflüssen ein Wiederkehrintervall von bis zu 50 Jahren zuzuordnen. Im Unterlauf der Zwickauer Mulde kam es zu einem Extremhochwasser mit einem statistischen

Wiederkehrintervall von über 100 Jahren. Auch in der Vereinigten Mulde war das Hochwasser extrem. Kurz unterhalb der Vereinigung von Zwickauer und Freiburger Mulde lag der Abflussscheitel im Bereich $> HQ_{100}$, flussabwärts im Unterlauf am Pegel Bad Dübren 1 im Bereich des Intervalls HQ_{50-100} .

4.7 Einzugsgebiet der Saale

Die Saale-Talsperren in Thüringen haben erhebliche Wassermengen aus dem Oberlauf der Saale zurückgehalten, trotzdem kam es in der Saale unterhalb der Mündung der Ilm zu einem Hochwasserereignis der Größenordnung zwischen einem HQ_{50} und HQ_{100} . Die TS-Steuerung an Unstrut und Helme hat bewirkt, dass es im Unterlauf der Unstrut nur zu einem HQ_{20} kam. Unterhalb der Unstrutmündung blieb in der Saale ein Abflussscheitel unter HQ_{50} . Die Weiße Elster verschärfte das Hochwasser in der Saale drastisch, so dass unterhalb ihrer Einmündung Hochwasserscheitelabflüsse mit einem Wiederkehrintervall von 100 bis 200 Jahren beobachtet wurden. Weiter flussabwärts am Pegel Calbe-Grizehne unweit der Mündung der Saale in die Elbe lag der Hochwasserscheitelabfluss bei einem Wiederkehrintervall von ca. 200 Jahren.

Die extreme und so bisher noch nicht aufgetretene Hochwassersituation im gesamten Einzugsgebiet der Weißen Elster führte vom Oberlauf bis zur Mündung in die Saale zum großen Teil zu neuen Pegelhöchstständen mit statistischen Wiederkehrintervallen von etwa 100 Jahren, im Flussabschnitt vor Leipzig sogar über 100 Jahren. Im weiteren Verlauf konnte der Hochwasserscheitelabfluss der Weißen Elster durch die Flutung des Zwenkauer Sees und des Auenwaldpolders im Bereich Leipzig zwar deutlich reduziert werden, trotzdem trat im Unterlauf der Weißen Elster ein Hochwasser mit einem statistischen Wiederkehrintervall von 100 bis 200 Jahren ein. Auch im Oberlauf der Pleiße war ein Hochwasser im Bereich eines HQ_{200} beobachtet worden.

4.8 Einzugsgebiet der Elbe von der Mündung der Schwarzen Elster bis zur Saalemündung

Die Schwarze Elster hat beim Hochwasser der Elbe nicht substantiell zu einer Abflusserhöhung beigetragen. Unterhalb der Mündung der Schwarzen Elster passierte die langgestreckte Hochwasserwelle der Elbe den Pegel Wittenberg mit einem Scheitelabfluss in der Größenordnung eines Wiederkehrintervalls von

50 bis 100 Jahren. Obwohl der Scheitel der Mulde nicht direkt auf den Scheitel der Elbe lief, trug die Mulde in erheblichem Maße zur Abflusserhöhung der Elbewelle bei. Der Abfluss des breiten Hochwasserscheitels der Elbe am Pegel Aken kann einer Jährlichkeit von 50 bis 100 Jahren zugeordnet werden.

4.9 Einzugsgebiet der Elbe von der Saalemündung bis zur Havelmündung

Im weiteren Verlauf nahm das Hochwasser der Elbe nach der Einmündung der Saale einen immer katastrophaleren Verlauf. Die mit einem geringen zeitlichen Versatz von zwei bis vier Tagen erfolgte Vereinigung der Saale- mit der Elbewelle bedingte außergewöhnliche Abflussmengen. So passierte der Hochwasserscheitel den Pegel Barby mit einem Abfluss von 5 250 m³/s,

der einem Wiederkehrintervall von 100 bis 200 Jahren entspricht. Am Pegel Magdeburg-Strombrücke erreichte der Gesamtabfluss der Elbe zum Zeitpunkt des Hochwasserscheitels eine Größenordnung von rund 5 140 m³/s. Daraus ergibt sich auch hier ein Wiederkehrintervall von 100 bis 200 Jahren.

4.10 Einzugsgebiet der Havel

Im Ober- und Mittellauf der Havel spielte das Hochwasserereignis keine große Rolle. Deshalb konnte das Elbewasser gezielt in die Havelniederung, die den Havel Schlauch und sechs Havelpolder umfasst, ein-

geleitet werden. Nur in der Spree wurde im Oberlauf Hochwasser im Bereich eines HQ_{10-50} , im Mittellauf im Bereich eines HQ_{10-20} und im Unterlauf im Bereich eines HQ_{1-5} beobachtet.

4.11 Einzugsgebiet der Elbe von der Havelmündung bis zum Wehr Geesthacht

Für den unterhalb der Havelmündung in die Elbe gelegenen Pegel Wittenberge hatte der Deichbruch bei Fischbeck (Elbe), aber vor allem die Flutung der Havelniederung eine deutliche Scheitelminderung bewirkt. Statistisch maßgeblich sein kann aber nur ein bereinigter Abfluss, welcher die Gesamtdimension der

Hochwasserwelle ohne Minderungseffekte darstellt. Entsprechende Berechnungen ergaben maßgebliche Abflüsse von 4 950 m³/s für Wittenberge und 4 780 m³/s für Neu Darchau, was jeweils Wiederkehrintervallen von 100 bis 200 Jahren entspricht (vgl. auch **Tab. 4.2** und zugehörige Fußnoten).

4.12 Vergleich mit dem Ereignis 2002

Im Vergleich zum Hochwasser im August 2002 war das Hochwasser im Einzugsgebiet der tschechischen Elbe im Juni 2013 hinsichtlich des Wiederkehrintervalls weniger bedeutsam, aber der Anstieg erfolgte infolge einer anderen Verteilung der auslösenden Niederschläge und ihrer deutlicheren Intensität an vielen Pegeln deutlich schneller.

An den Elbepegeln oberhalb der Moldaumündung waren die Scheitelabflüsse des Hochwassers 2013 höher als beim Hochwasser 2002, z. B. am Abschlusspegel Kostelec nad Labem um 214 m³/s.

Die Scheitelabflüsse im Juni 2013 waren an der Moldau in Prag um 2 120 m³/s geringer als beim Hochwasser im August 2002. An ihren Nebenflüssen waren die Scheitelabflüsse ebenfalls niedriger, z. B. in Bechyně an der Lainsitz um 105 m³/s, in Písek an der Otava um 632 m³/s, in Beroun an der Berounka um 1 210 m³/s. Lediglich an der Sázava waren sie höher (am Abschlusspegel Nespeky um 137 m³/s). Ähnlich wie 2002 trafen auch beim Hochwasser 2013 die

Hochwasserscheitel aus der Berounka und der Moldau in Prag zusammen (**Abb. 4.12-1**), der Scheitel der Sázava ging dieses Mal der Hochwasserwelle aus der Moldau und der Berounka voraus.

An der Mündung der Moldau in die Elbe kam es (ähnlich wie beim Hochwasser im August 2002) zu Ausuferungen und zum Rückstau der Elbe. An der Moldaumündung war der Zufluss aus der Elbe gegenüber dem Hochwasser im August 2002 etwa um 200 m³/s höher, der maximale Zufluss aus der Moldau war jedoch um ca. 2 000 m³/s niedriger. Das Verhältnis der Hochwasserscheitel von Moldau und Elbe oberhalb der Moldaumündung betrug somit 4 : 1, 2002 hingegen lag es fast bei 10 : 1.

Im Einzugsgebiet der Elbe unterhalb der Moldaumündung bis zur Staatsgrenze waren die Scheitelabflüsse beim Hochwasser 2013 niedriger als 2002, eine Ausnahme bildet die Eger, wo z. B. der Abfluss am Abschlusspegel Louny um 139 m³/s höher war. Am Pegel Mělník war der Scheitelabfluss um 1 410 m³/s



Abb. 4.12-1: Die Moldau im Prager Stadtteil Troja am 4. Juni 2013 – Quelle: ČHMÚ

geringer als beim Hochwasser 2002, in Děčín und am Grenzprofil Hřensko/Schöna war er um 1 030 m³/s kleiner.

Der Verlauf des Hochwassers und damit auch die Höhe des Wasserstands am Unterlauf der Moldau und an der Elbe wurden durch die Talsperrensteuerung und die Transformationswirkung der Ausuferungen in den Überschwemmungsgebieten beeinflusst.

Die Wasserstände an den deutschen Elbepegeln bis unterhalb der Mündung der Schwarzen Elster lagen zum Teil deutlich unter den Höchstwasserständen von 2002. Im Vergleich war der Wasserstand am Pegel Schöna um 139 cm, am Pegel Dresden um 62 cm und am Pegel Meißen um 33 cm geringer. Am Pegel Riesa wurde ein Hochwasserscheitel von 940 cm beobachtet, der damit nur 7 cm unter dem von 2002 lag. Der erreichte Scheitel der Hochwasserwelle am Pegel Torgau unterschritt mit 26 cm den Höchststand von 2002, am Pegel Wittenberg wurde noch ein um 15 cm niedrigerer Wasserstand als 2002 beobachtet. Auch die Abflüsse der Elbe bis zum Pegel Wittenberg lagen deutlich unter denen vom August 2002 (**Tab. 4-2**). Erst ab Coswig begann der Elbeabschnitt, der anschließend auf rund 350 km ununterbrochener Fließstrecke neue HHW brachte (gleichbedeutend mit Überschreitung auch der Höchststände des Jahres 2002).

Während die Schwarze Elster nicht substanziell zu einer Abflusserhöhung beitrug, war dies bei Mulde und Saale im erheblichen Maße der Fall.

In der Mulde lagen die Scheitelwasserstände an den Pegeln im Einzugsgebiet der Zwickauer Mulde und der Vereinigten Mulde bis auf wenige Ausnahmen in der Größenordnung der Höchststände von 2002. Dabei wurden an der Zwickauer Mulde an den Pegeln Wolkenburg und Wechselburg 1 mit 626 bzw. 616 cm die Scheitel um 23 bzw. 19 cm überschritten. Im Einzugsgebiet der Freiburger Mulde hingegen wurden im Vergleich signifikant geringere Scheitelwasserstände als im August 2002 beobachtet. In der Vereinigten Mulde am Pegel Golzern 1 wurde ein um 85 cm geringerer Scheitelwasserstand beobachtet, der Scheitel am Pegel Bad Dübener 1 hingegen ist 14 cm höher ausgefallen. Das liegt daran, dass der linksseitige Deich zwischen Glaucha und Wellaune unmittelbar oberhalb des Pegels 2013 nicht gebrochen ist. Der Deich wur-

de nur leicht überströmt und es kam zu keinem massiven Deichhinterlandabfluss über die Bundesstraße 2 zwischen Wellaune und Bad Dübener (Pegelumflut). Der Durchfluss am Pegel Bad Dübener 1 fiel aber um 430 m³/s niedriger aus als der offizielle HHQ-Wert von 2 200 m³/s (2002). Im Mündungsbereich der Mulde lag der Abflussscheitel bei 1 440 m³/s und damit deutlich über der Größenordnung von 2002. Im Juni 2013 spielten hier im Gegensatz zu 2002 weniger eine große Vielzahl von Deichbrüchen als vielmehr das Deichversagen im Bereich der Landesgrenze zwischen Sachsen und Sachsen-Anhalt und die damit notwendig gewordene Flutung des Seelhausener Sees mit maximal 760 m³/s die entscheidende Rolle.

Entlang der Mulde ereigneten sich bei diesem Hochwasser in Sachsen 32 Deichbrüche, wohingegen im Jahr 2002 über 100 Deichbrüche an der Mulde allein bis zum Pegel Bad Dübener zu registrieren waren. Demzufolge wurde der Muldezuffluss 2013 weniger stark gedämpft, als dies 2002 der Fall war.

Im Gegensatz zum Hochwasser 2002 war das Einzugsgebiet der Saale im Juni 2013 extrem vom Hochwasser betroffen. Infolgedessen lag der Scheitelwasserstand der Elbe von 762 cm am Pegel Barby 61 cm über dem HHW aus dem Jahr 2002. Dieser Wasserstand entspricht einem Abfluss von 5 250 m³/s. Das sind 930 m³/s über dem Hochwasserscheitelabfluss vom Jahr 2002.

Die Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke erreichte aufgrund der bereits geschilderten Gesamtsituation im Einzugsgebiet der Elbe mit ihren extremen Schwerpunktsituationen an Mulde und Saale einschließlich Weißer Elster einen neuen Höchststand von 747 cm, der damit 46 cm über dem HHW vom 18. Februar 1941 (Eishochwasser) oder 67 cm über dem Scheitelwert vom 19. August 2002 lag. Hochwasser-Vergleichszahlen bis zurück ins Jahr 1727 blieben stets unter denen des Jahres 2013. Auch am Pegel Tangermünde lag der Scheitelwasserstand mit 70 cm über dem HHW von 2002.

Wie 2002 wurden die Abflussverhältnisse unterhalb der Havelmündung durch die gesteuerte Flutung der unteren Havel und der anliegenden Polder geprägt. Am Pegel Wittenberge wurde trotz der Wirkung der Flutung der Havelniederung und der Deichbrüche bei Breitenhagen (Saale) und Fischbeck (Elbe) das HHW

aus dem Jahr 2002 mit 51 cm überschritten. Auch an den Pegeln Dömitz, Neu Darchau, Hitzacker und Boizenburg wurden die Hochwasserstände von 2002 (Tab. 4-2), aber auch die HHW aus dem Jahr 2011 deutlich überschritten.

In **Abbildung 4.12-2** werden die Scheitelwasserstände und -abflüsse des Junihochwassers 2013 und des Sommerhochwassers 2002 für Pegel an der Elbe und ausgewählten Nebenflüssen verglichen.

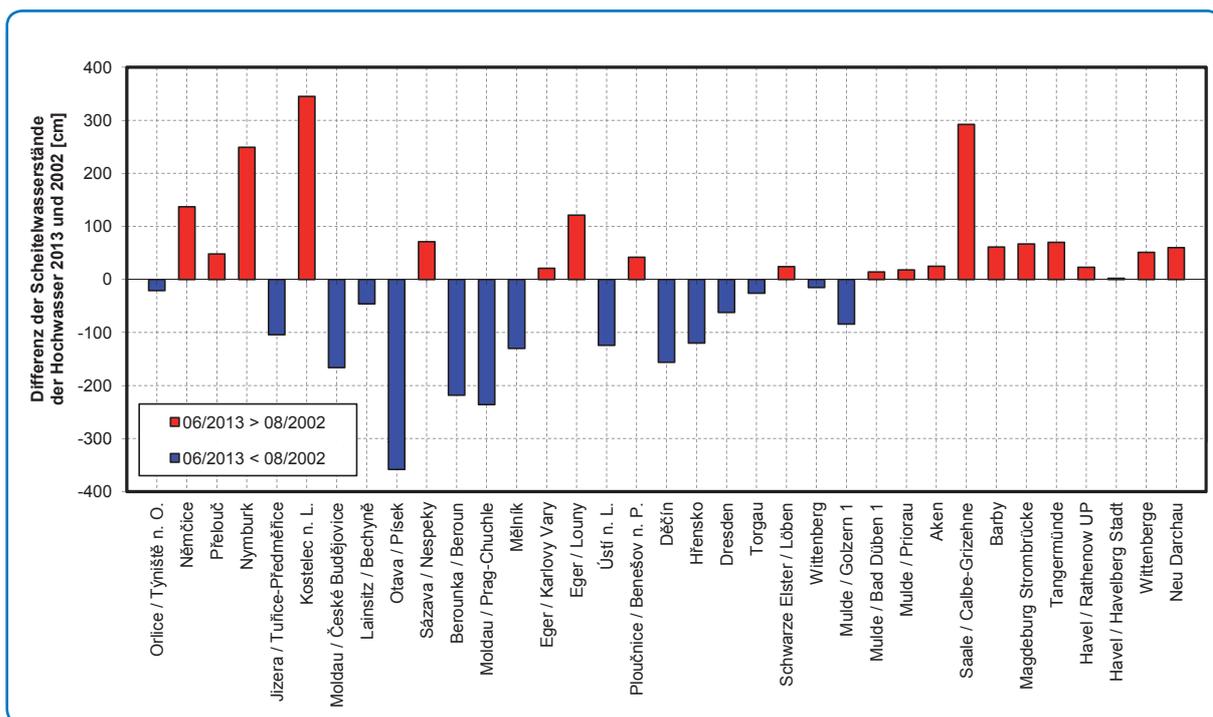
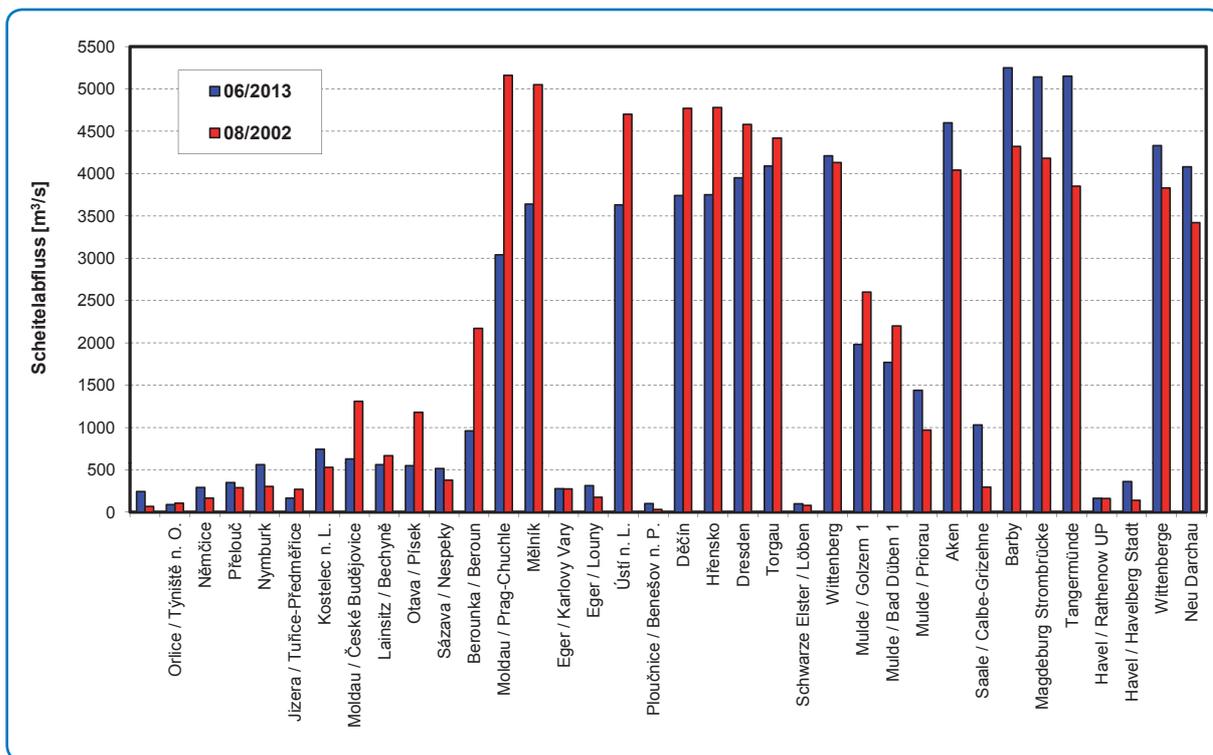


Abb. 4.12-2: Vergleich der Scheitelwasserstände und -abflüsse der Hochwasser 2002 und 2013 – Quelle: BfG, ČHMÚ, LHW ST, LULG SN

Im Rahmen dieser Aufbereitung des Hochwassers wurde auch eine statistische Bewertung der Abflussfüllen vorgenommen. Für die Ableitung der Wiederkehrintervalle der Abflussfüllen wurden aus dem tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe die Pegel Kostelec nad Labem, Prag und Děčín, aus dem deutschen Einzugsgebiet Barby und Neu Darchau ausgewählt.

Zur Berechnung wurde dabei eine Methodik verwendet, die eine relativ einfache Vergleichbarkeit der Abflussfüllen der Hochwasserwellen für den gesamten Betrachtungszeitraum ermöglicht: Für jedes Jahr wurde aus der beobachteten Reihe (Zeitraum 1890 – 2013) die im Hinblick auf die Abflussfülle größte Hochwasserwelle ausgewählt, die aus den mittleren Tagesabflüssen für eine einheitliche Dauer von 7 Tagen vor dem Scheitel, Tag des Scheitels und 14 Tage nach dem Scheitel berechnet wurde. Die Dauer von 22 Tagen wurde so gewählt, dass sie einen für alle untersuchten Pegel an Ober- und Mittellauf der Elbe repräsentativen und Vergleichbarkeit ermöglichenden Zeitraum abdeckt.

Auf der Grundlage der so zusammengestellten Reihen der Abflussfüllen V_{22} für die Dauer von 22 Tagen wurden die Wiederkehrintervalle der Abflussfüllen abgeleitet. Nachfolgend wurden die Abflussfüllen der Hochwasser vom Juni 2013 sowie zum Vergleich vom August 2002 und vom März/April 2006 hochwasserstatistisch eingeordnet. Die Ergebnisse der Aufbereitung der Abflussfüllen sind in **Tabelle 5.1** aufgeführt.

Aus dem Vergleich der Abflussfüllen der beiden Sommerhochwasser (2002 und 2013) sowie des einen Frühjahrshochwassers (2006) geht hervor, dass die bewerteten Sommerhochwasser in Kostelec nad Labem (oberhalb der Moldaumündung) eine weitaus geringere Abflussfülle und kleinere Jährlichkeit als das Frühjahrshochwasser 2006 haben. Die Elbe oberhalb der Moldaumündung trug beim Frühjahrshochwasser 2006 wesentlich mehr zur Hochwasserfülle unterhalb der Mündung bei und weniger bei den verglichenen Sommerhochwassern. In Prag haben beide Sommerhochwasser eine größere Abflussfülle und Jährlichkeit als das Frühjahrshochwasser 2006, obwohl die Abflussfüllen durch die Talsperrenbewirtschaftung der Moldaukaskade beeinflusst sind. Am Pegel Děčín sind bei allen drei Hochwassern sowohl die Abflussfüllen als auch ihre Wiederkehrintervalle vergleichbar. Weiter stromab (unterhalb der Saalemündung) sind die Volu-

mina dieser Wellen an der Elbe aber unterschiedlich. Die kleinste Fülle hatte das Hochwasser 2002, gefolgt vom Frühjahrshochwasser 2006 und die größte Fülle (und entsprechenden Wiederkehrintervalle) erreichte das Hochwasser 2013.

An der Mittel- (Pegel Barby) und Unteren Mittel- (Pegel Neu Darchau) Elbe zeigen sowohl **Tabelle 5-1** als auch die **Abbildungen 5-4 und 5-5** die überragende Stellung des Hochwassers vom Juni 2013, welche sich in den deutlich höheren Volumina und größeren Wiederkehrintervallen ausdrückt. Dabei fällt im Vergleich zu den Jährlichkeiten der Scheitelabflüsse (**siehe Tab. 4-2**) allerdings auf, dass auch ein hoher Wert der Hochwasserfülle V_{22} statistisch weniger extrem ausfällt, als es die Durchflüsse tun (Beispiel Barby: $T(V_{22})$ 50 – 100 Jahre, $T(HQ)$ 100 – 200 Jahre). Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang allerdings der Umstand, dass bei der Füllenanalyse im Gegensatz zur HQ-Scheitelanalyse nicht mit homogenisierten Daten gearbeitet wurde. Das bedeutet, dass jeweils Volumenminderungen infolge der Deichbrüche und Havelpolderflutung eingetreten sind, die rechnerisch derzeit noch nicht exakt bestimmt sind und daher die Statistik verzerren. De facto dürften vor diesem Hintergrund (zumindest an der deutschen Elbe) sowohl 2002 als auch 2013 höhere Füllen vorgelegen haben, als in **Tabelle 5-1** ausgewiesen.

In den **Abbildungen 5-1 bis 5-5** sind für ausgewählte Pegel die Ganglinien der 10 im Hinblick auf die Abflussfülle größten Hochwasserwellen und des Hochwassers 2013 als mittlere Tagesabflüsse aufgetragen. Zur schnellen Orientierung wurde das Hochwasser 2013 in den Abbildungen immer mit einer kräftigen roten Linie dargestellt.

Die jährlichen Serien der Hochwasserscheitelabflüsse ausgewählter Pegel an Moldau und Elbe wurden einer Trendanalyse unterzogen. Angewandt wurde die „kleinste-Quadrate-Methode“ (FQS), kombiniert mit dem Mann-Kendall-Test für das Signifikanzniveau 0,05. Die **Abbildung 5-6** zeigt die Ergebnisse der Trends. Ein statistisch gesicherter steigender Trend wurde an der Oberen Elbe am Pegel Brandýs nad Labem/Kostelec nad Labem ermittelt. Im Gegensatz dazu lässt sich an der Moldau am Pegel Prag ein fallender Trend feststellen, für den als eine Ursache die Steuerungen der Talsperren der Moldaukaskade anzunehmen ist. Unterhalb des Zusammenflusses von Moldau und Elbe

am Pegel Děčín heben sich beide Trends gegenseitig auf; über schwache tendenzielle Entwicklungen hinaus

lässt sich bis einschließlich des Pegels Neu Darchau (Elbe) kein gesicherter Trend nachweisen.

Tab. 5-1: Wiederkehrintervalle der Abflussfüllen der Hochwasserr 08/2002, 03-04/2006 und 06/2013 an ausgewählten Pegeln (auf Basis der beobachteten Originaldaten)

Gewässer	Pegel	Einzugsgebiet [km ²]	08/2002		03 – 04/2006		06/2013	
			V ₂₂	T	V ₂₂	T	V ₂₂	T
			[Mio. m ³]	[Jahre]	[Mio. m ³]	[Jahre]	[Mio. m ³]	[Jahre]
Elbe	Kostelec nad Labem	13 184	194	< 1	963	20 – 50	500	2
Moldau	Prag	26 731	2 586	100 – 200	1 674	20	1 994	50
Elbe	Děčín	51 120	3 005	20 – 50	3 273	50	3 037	20 – 50
Elbe	Barby	94 060	3 870	5 – 10	4 640	20 – 50	5 240	50 – 100
Elbe	Neu Darchau	131 950	4 240	5 – 10	5 020	20 – 50	5 350	(20 –) 50

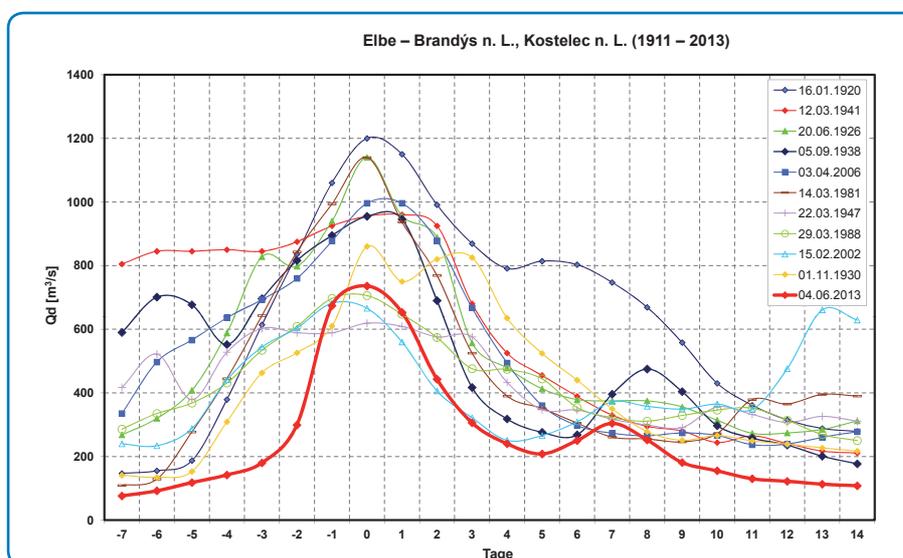


Abb. 5-1: Verlauf der 10 im Hinblick auf die Abflussfülle größten Hochwasser und des Hochwassers 06/2013 an der Elbe am Pegel Brandýs n. L. (Kostelec n. L.) – Quelle: ČHMÚ

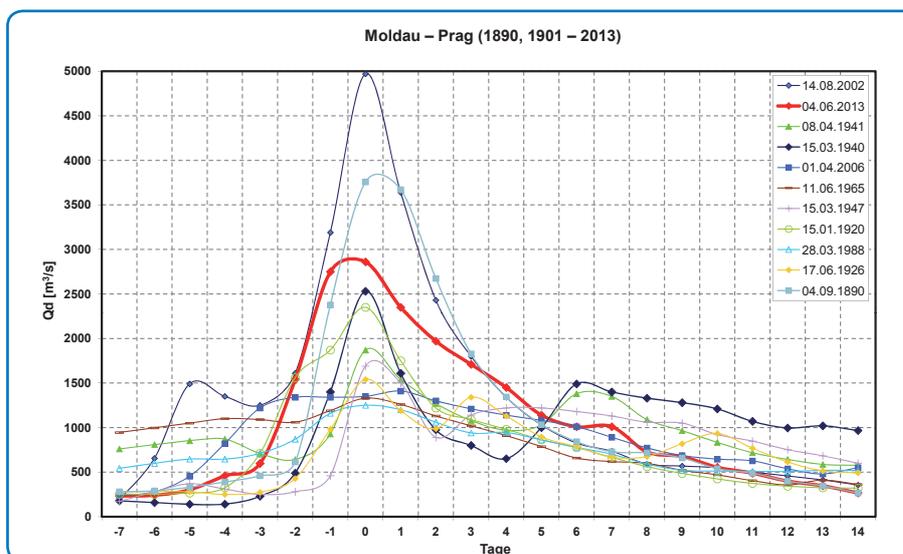


Abb. 5-2: Verlauf der 10 im Hinblick auf die Abflussfülle größten Hochwasser und des Hochwassers 06/2013 an der Moldau am Pegel Prag – Quelle: ČHMÚ

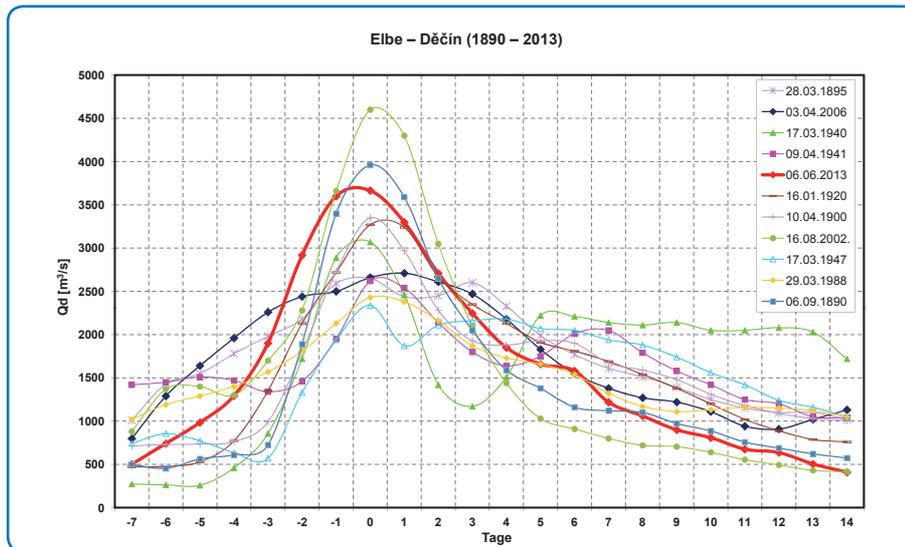


Abb. 5-3: Verlauf der 10 im Hinblick auf die Abflussfülle größten Hochwasser und des Hochwassers 06/2013 an der Elbe am Pegel Děčín – Quelle: ČHMÚ

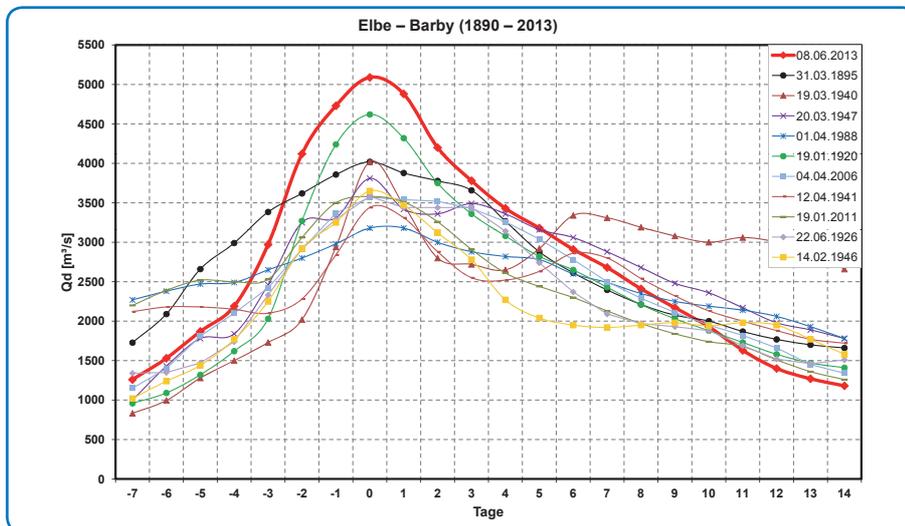


Abb. 5-4: Verlauf der 10 im Hinblick auf die Abflussfülle größten Hochwasser und des Hochwassers 06/2013 an der Elbe am Pegel Barby – Quelle: BfG; Daten: WSV

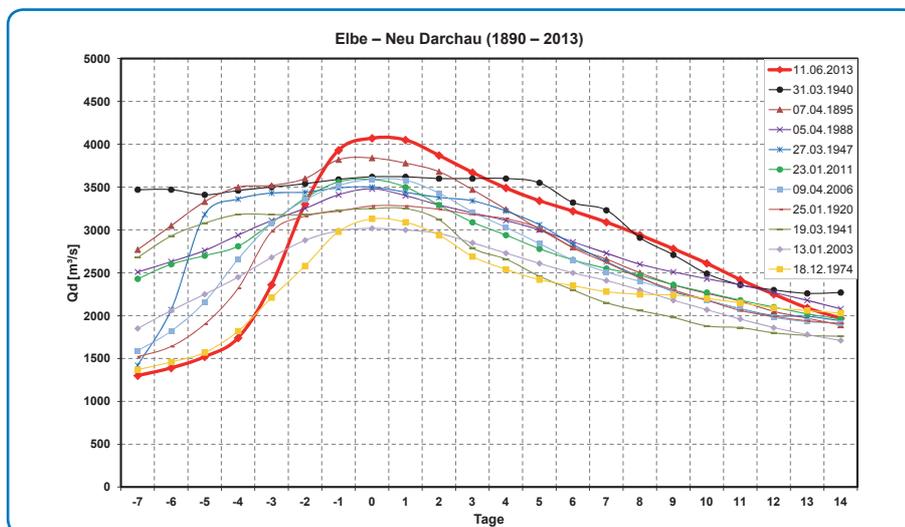


Abb. 5-5: Verlauf der 10 im Hinblick auf die Abflussfülle größten Hochwasser und des Hochwassers 06/2013 an der Elbe am Pegel Neu Darchau – Quelle: BfG; Daten: WSV

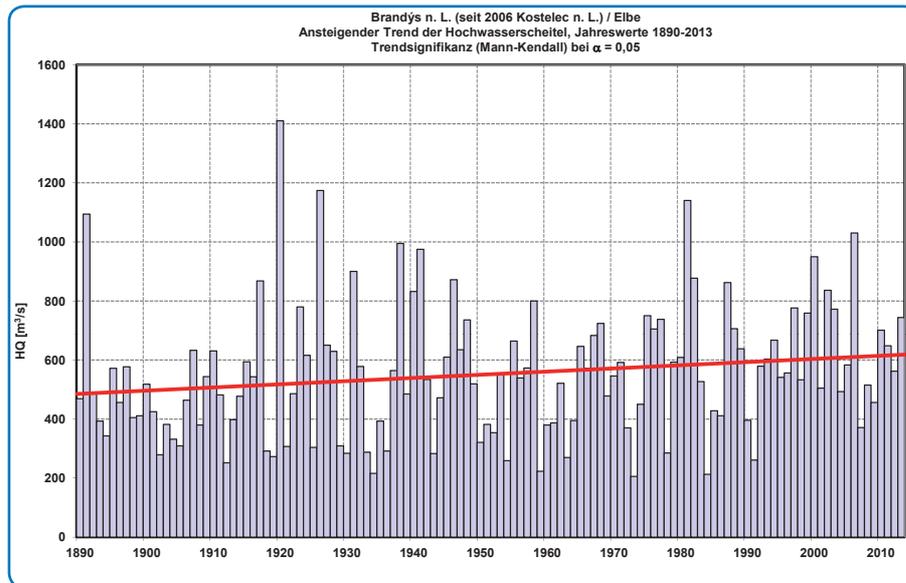


Abb. 5-6: Trendanalyse der Hochwasserscheitelabflüsse für die Jahresreihe 1890 – 2013 an ausgewählten Pegeln – Quelle: BfG; Daten: WSV, ČHMÚ

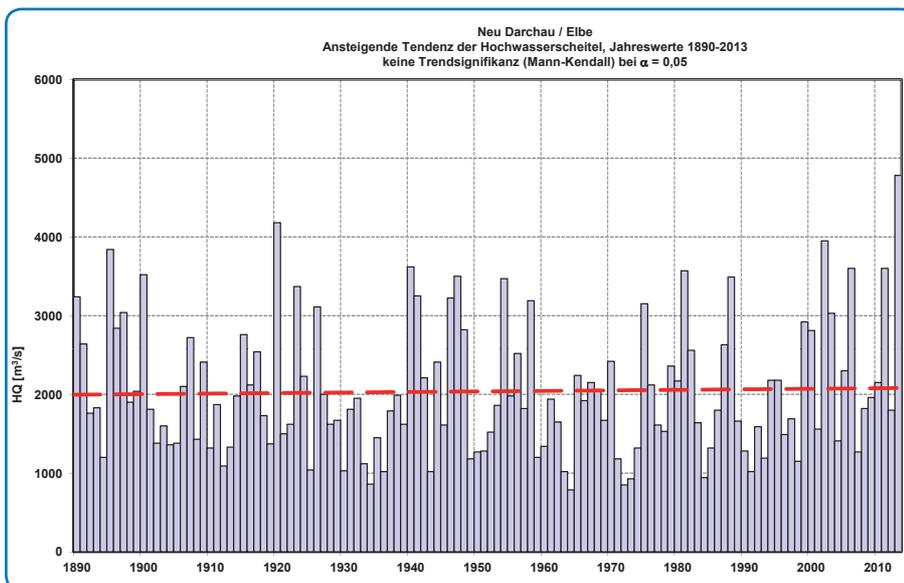
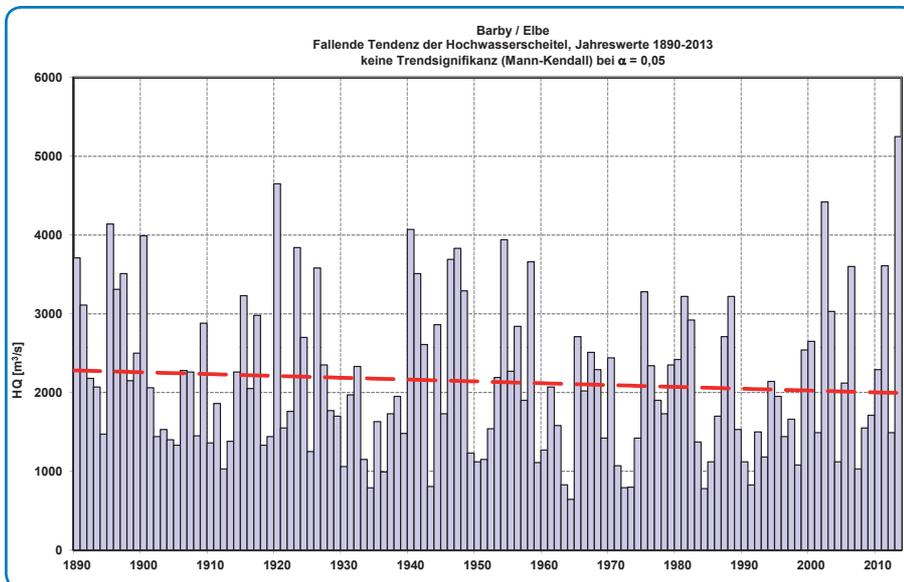
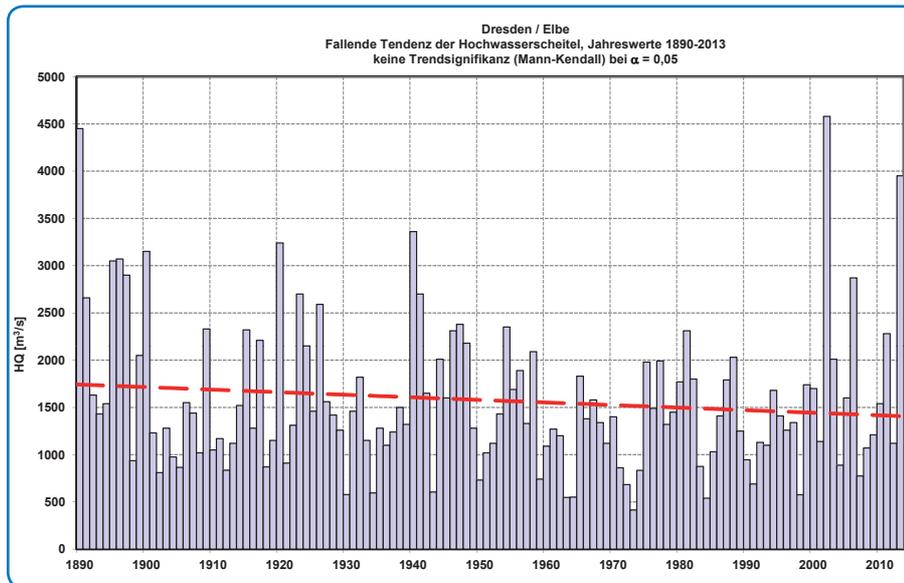


Abb. 5-6 (Forts.): Trendanalyse der Hochwasserscheitelabflüsse für die Jahresreihe 1890 – 2013 an ausgewählten Pegeln – Quelle: BFG; Daten: WSV, ČHMÚ

Im Juni 2013 waren im Einzugsgebiet der Elbe zwei intensive Niederschlagsereignisse (vom 30. Mai bis zum 2. Juni 2013 und vom 24. bis zum 26. Juni 2013) und in deren Folge zwei Hochwasser zu beobachten. Die Hochwasser waren typische, durch regionale und zum Teil auch lokale Starkniederschläge ausgelöste Sommerhochwasser.

Charakterisierend für beide Niederschlagsereignisse, die das Gebiet der Tschechischen Republik und weite Teile des deutschen Elbeeinzugsgebiet Anfang Juni und in der letzten Juniwoche 2013 erfassten, war das Vorhandensein von Tiefdruckgebieten über Mitteleuropa sowohl in den niedrigeren als auch den höheren Schichten der Atmosphäre.

Die Tiefdruckgebiete wurden durch die Hochdruckgebiete über Nord- und Nordosteuropa sowie im Südwesten und auch durch die Tiefdruckrinne über Osteuropa blockiert. Dadurch verharrten diese Tiefs über mehrere Tage hinweg über dem zentralen Teil Europas.

Bei der ersten Hochwasserwelle (Niederschlagszeitraum vom 30. Mai bis zum 2. Juni 2013) war die Gesamtmenge an gefallenem Niederschlag deutlich durch konvektive Prozesse in der Atmosphäre beeinflusst. Die Flächenausdehnung und die Scheitelabflüsse waren bei der ersten Hochwasserwelle bedeutend größer. Das Hochwasser lässt sich folgendermaßen charakterisieren:

- Die Abflusshöhe während des Hochwassers war stark durch die sehr hohe Bodensättigung des Gebiets angesichts der in der letzten Maidekade gefallenen Niederschläge beeinflusst.
- Infolge der ergiebigen, intensiven und nahezu flächendeckenden Niederschläge und der hohen Bodensättigung verlief der Anstieg des Hochwassers in vielen größeren Gewässern atypisch und sehr schnell.
- Der gesteuerte Rückhalt über die bestehenden Speicher- und Talsperrensysteme (z. B. Moldaukaskade, Saaletalsperren, Weiße Elster/Pleiße) trug stromab der Talsperren zu einer effektiven Kappung der Abflüsse bei. Bei extremen Hochwassern mit so großen Abflussfüllen kann angesichts der ausgewiesenen Rückhalte-räume der Talsperren keine ausreichende Reduzierung weiter stromab und an der Elbe erreicht werden.

- Die höchsten Wiederkehrintervalle im oberen Elbegebiet erreichten die Scheitelabflüsse an kleineren Gewässern, an denen es zu einer Kombination aus Starkniederschlägen und regionalen Niederschlägen kam, was in einigen Teilen des Riesengebirges zur Erosion und zu Erdbeben führte. An einigen Gewässern im Einzugsgebiet der Moldau traten die höchsten Scheitelabflüsse seit Beobachtungsbeginn auf und die Wiederkehrintervalle lagen über 100 Jahren. Im Gebiet der Mittleren Elbe war die Saale mit der Weißen Elster besonders betroffen. Im Unterlauf der Saale wurde ein HQ_{200} erreicht. Stromab unterhalb der Mündung der Saale erreichten die Elbescheitel außerordentlich bedeutende Höhen (oftmals Niveaus, die noch niemals registriert wurden) mit Wiederkehrintervallen von 100 bis 200 Jahren.

- Ausuferungen (z. B. an den Mündungen der Moldau und der Eger in die Elbe), Deichbrüche (z. B. bei Breitenhagen oder Fischbeck) sowie gesteuerte Retention (Havelniederung) veränderten den Hochwasserverlauf an der Elbe wesentlich.

Die zweite Hochwasserwelle (Niederschlagszeitraum vom 24. bis zum 26. Juni 2013) lässt sich wie folgt kurz charakterisieren:

- Die Temperaturen vor dem zweiten Ereignis erreichten an mehreren Tagen tropische Werte, was zu einem beträchtlichen Rückgang der Wassersättigung des Gebiets und zur Erhöhung seines Retentionsvermögens führte.
- Die auslösenden Niederschläge hatten regionalen Charakter, erfassten dennoch eine große Fläche und waren relativ ergiebig, aber ihre Intensität war niedriger als bei der ersten Hochwasserwelle.
- Die Abflussreaktion nahm im Elbeverlauf ab und war insgesamt bedeutend geringer als beim ersten Ereignis. Entsprechend erreichten die Scheitelabflüsse selbst in den am stärksten betroffenen Teileinzugsgebieten (bis auf Ausnahmen) bei weitem nicht die Wiederkehrintervalle der ersten Hochwasserwelle.

