

# Junihochwasser 2013

## Wasserwirtschaftlicher Bericht



wasser





Bayerisches Landesamt für  
Umwelt



# **Junihochwasser 2013**

## **Wasserwirtschaftlicher Bericht**

## Impressum

Junihochwasser 2013 – Wasserwirtschaftlicher Bericht

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071-0  
Fax.: 0821 9071-5556  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

### Bearbeitung/Text/Konzept:

LfU, Abteilung 5, 6, 7, 8 und 9

### Redaktion:

LfU, Referat 12 und 81

### Bildnachweis:

Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz Fotografie, Bunzlauer Straße 63, D-90473 Nürnberg: Titelbild, Abb. 4-1, 4-2, 4-6, 4-7, 4-8, 4-9, 7-1, 7-2; Regierung von Niederbayern: Abb. 4-3; Wasserwirtschaftsamt Deggendorf: Abb. 4-4 rechts, 4-5 links; Wasserwirtschaftsamt Rosenheim: Abb. 5-3; Bayerisches Landesamt für Umwelt

### Stand:

Februar 2014, 2. überarbeitete Auflage

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Broschüre auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>1 Darstellung des Niederschlagsgeschehens</b>	<b>6</b>
1.1 Wetterlage	6
1.2 Niederschlag	7
1.3 Niederschlagsvorhersagen	12
<b>2 Hydrologie und Hochwassernachrichtendienst</b>	<b>14</b>
2.1 Überblick	14
2.2 Hochwasserverlauf der einzelnen bayerischen Flussgebiete	16
2.3 Hochwasservorhersage und Hochwassernachrichtendienst	32
2.4 Sonstiges	35
<b>3 Talsperren, Flutpolder und Hochwasserrückhaltebecken</b>	<b>37</b>
3.1 Hochwasserrückhaltung durch staatliche Wasserspeicher	37
3.2 Bewirtschaftung und Einsatz der einzelnen Wasserspeicher	38
3.3 Bewertung der bisher im Aktionsprogramm 2020 umgesetzten Maßnahmen	51
<b>4 Deiche, Hochwasserschutzwände und mobile Hochwasserschutzsysteme</b>	<b>53</b>
4.1 Donau mit Rückstaudeichen	53
4.2 Iller, Günz, Mindel, Kammel, Zusam und Schmutter	59
4.3 Lech	61
4.4 Paar und Ilm	62
4.5 Isar	63
4.6 Vils	66
4.7 Inn	66
4.8 Regen und Naab	71
4.9 Main	71
4.10 Elbe (Sächsische Saale)	71
4.11 Zusammenfassung der Schäden an Deichen und Dämmen	71
<b>5 Wildbäche und alpine Naturgefahren</b>	<b>73</b>
5.1 Die Auswirkungen des Hochwassers auf Wildbäche und alpine Naturgefahren	73
5.2 Durch Schutzbauwerke verhinderte Schäden, bekanntgewordene Schwachpunkte und störende Anlagen an Gewässern	74
5.3 Schäden an Dämmen, Deichen und sonstigen Schutzeinrichtungen	76
5.4 Bewertung der bisher im Programm 2020 umgesetzten Maßnahmen	77
<b>6 Grundwasser</b>	<b>78</b>
6.1 Quantitative Beeinflussung	78
6.2 Qualitative Beeinflussung	80
6.3 Messnetze und Informationsdienste	81

<b>7</b>	<b>Umweltbelastungen – ökologische Auswirkungen</b>	<b>82</b>
7.1	Beweissicherungsprogramm zum Hochwasser	82
7.2	Umweltschäden durch Heizöl sowie andere Leichtflüssigkeiten	83
7.3	Ökologische Auswirkungen	85
<b>8</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung und Handlungsbedarf</b>	<b>88</b>
8.1	Bewertung des wasserwirtschaftlichen Hochwassermanagements	88
8.2	Erfahrungen und Handlungsbedarf	90
<b>9</b>	<b>Ausblick</b>	<b>95</b>

## Das Junihochwasser 2013 in Bayern - Wasserwirtschaftlicher Bericht -

Nach den großen Hochwasserereignissen im März 1988, an Pfingsten 1999, im August 2002 und im August 2005 stellt das Junihochwasser 2013 bereits das fünfte große Katastrophenereignis an der Donau in einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum dar.

Zum Ende des bereits von kühlen Temperaturen und stetigen Niederschlägen geprägten Monats Mai setzte großräumig Starkniederschlag ein, der in der Folge zu extremen Hochwasserabflüssen und weiträumigen Überschwemmungen in Bayern führte. Insbesondere im Zeitraum vom 30. Mai bis 3. Juni erreichten die Wasserstände vielerorts neue Rekordstände mit teils katastrophalen Auswirkungen. In Passau wurde am Abend des 3. Juni am Pegel Passau/Donau ein neuer Rekordpegel von beinahe 13 Metern gemessen, rund 70 Zentimeter höher als beim Donauhochwasser 1954 (circa 12,20 Meter), dem größten Donauhochwasser des 20. Jahrhunderts.

Das Hochwasserereignis verursachte in Bayern Schäden in Höhe von rund 1,3 Milliarden EUR. Allein an staatlichen Gewässern und Anlagen müssen mehr als 100 Millionen EUR für Sanierungsmaßnahmen und die Beseitigung der Schäden infolge des Hochwasserereignisses aufgewendet werden.

Die „Katastrophenflut“ von 2013 lenkte ein weiteres Mal die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit und der Medien auf die Hochwasserproblematik. Abgesehen von den hohen materiellen Schäden, von denen auch viele Bürgerinnen und Bürger erheblich getroffen wurden, lief das Hochwasser in Bayern glimpflich ab. Menschen kamen glücklicherweise nicht zu Tode. Die im Rahmen des Hochwasserschutzprogramms 2020 bereits ergriffenen Maßnahmen zum Hochwasserschutz und -risikomanagement haben sich bewährt und Schlimmeres verhindert. Der Hochwassernachrichtendienst erwies sich erneut als wichtiges und funktionsfähiges Instrument, um Betroffene vor den Fluten rechtzeitig zu informieren und damit noch weitergehende Schäden zu vermeiden. Das Internetangebot des Hochwassernachrichtendienstes wurde von den Bürgerinnen und Bürgern, Gemeinden und Firmen intensiv genutzt.

Der vorliegende Bericht bewertet zusammenfassend die wasserwirtschaftlichen Erfahrungen des Junihochwassers 2013 und formuliert den zukünftigen Handlungsbedarf aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse. Er ist somit eine wichtige Basis für die weitere Verbesserung des Hochwasserschutzes in Bayern.

# 1 Darstellung des Niederschlagsgeschehens

## 1.1 Wetterlage

Das Niederschlagsgeschehen, welches das Junihochwasser 2013 verursacht hat, wurde durch ausgedehnte Tiefdrucksysteme über Mitteleuropa ausgelöst. Dabei traten die beiden Großwetterlagen „Trog Mitteleuropa“ und „Tief Mitteleuropa“ auf und blieben sehr lange stationär. Ab Mitte Mai etablierte sich bereits über Westeuropa eine Troglage, die kühle Luft aus Norden nach Bayern lenkte. Diese meridionale Zirkulationsform führte zu einer scharf ausgeprägten Luftmassengrenze, die kühle Meeresluft in Westeuropa von subtropischer Warmluft in Osteuropa trennte. Entlang dieser Frontalzone kam es immer wieder zu ergiebigen Regenfällen. Außerdem war diese Troglage das Steuerungszentrum für das Wettergeschehen. Auf der Trogvorderseite, im Raum Osteuropa, entstanden immer wieder Bodentiefdruckgebiete, die sich mit der Warmluft aus dem Mittelmeerraum intensivierten und west- bis Süd westwärts zogen.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen in vereinfachter Form die zeitliche Verlagerung der Tiefdruckgebiete in der Höhe und am Boden. Die Druckgebilde vom 2. Juni sind ein gutes Beispiel für die Großwetterlage Tief Mitteleuropa, da ein abgeschlossener Tiefdruckkern in der Höhe nahezu senkrecht über dem Bodentief lag.

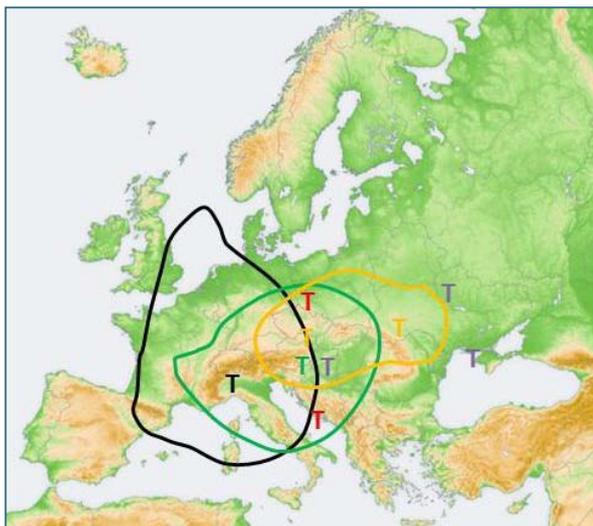


Abb. 1-1: Luftdruckstrukturen in 5,5 km Höhe. Tiefdruckzentren am 30. und 31.05. sowie am 01., 02. und 03.06.2013. Isolinie 552 gpdm am 30. und 31.05. sowie am 01.06.2013. Am 02. und 03.06.2013 lag das 500 hPa-Niveau über 552 gpdm und daher ist keine Isolinie zu sehen.

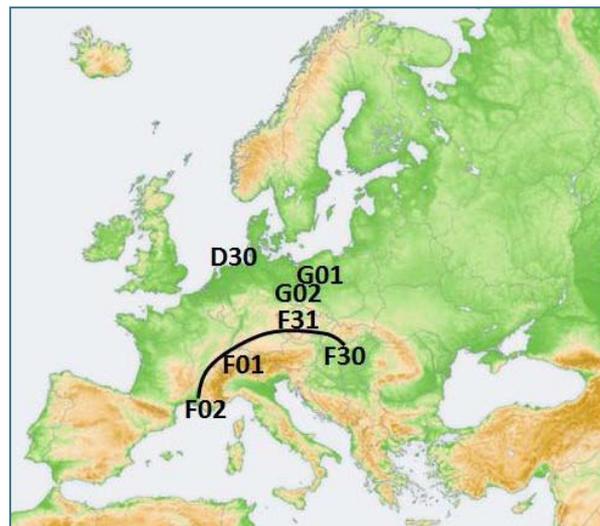


Abb. 1-2: Position der Bodentiefdruckgebiete. Lage der Tiefdruckkerne am 30. und 31.05. sowie am 01. und 02.06.2013 (Buchstabe = Tiefdruckname, Zahl = Tag des Monats). D = „Dominik“, F = „Frederik“ und G = „Günther“.

Auf der Nordhalbkugel drehen die Tiefdruckgebiete entgegen dem Uhrzeigersinn. Bei der Lage der angeführten Tiefdruckgebiete führte dies dazu, dass Warmluft aus dem osteuropäischen und zeitweise aus dem Mittelmeerraum großräumig um den Tiefdruckkern herum auf die in Süddeutschland liegende Kaltluft gelenkt wurde. In den Satellitenbildern der Abb. 1-3 sind die Wolkenspiralen um den Tiefdruckkern und der großräumige Luftmassentransport sehr gut zu erkennen. Ferner wird deutlich, dass die Frontalzonen stark konvektiv geprägt waren (eingelagerte, ballenförmige Gewitterzellen).

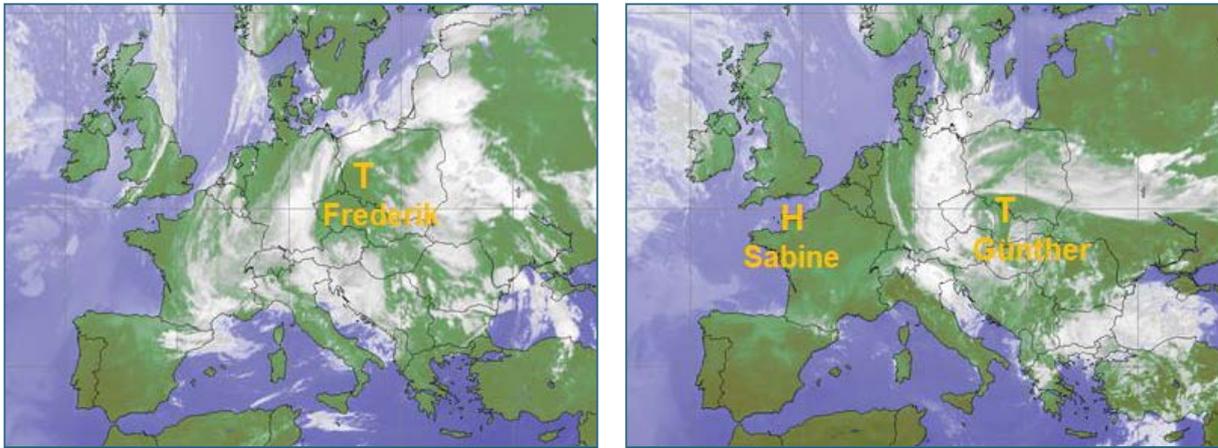


Abb. 1-3: Infrarot-Satellitenbilder: links 31.05.2013 um 20:00 Uhr, rechts 2.06.2013 um 11:00 Uhr

Durch die kontinuierliche Zufuhr der feuchtwarmen Luft und ihrer Hebung setzte ab dem 30. Mai ein nahezu 96-stündiger Dauerregen in Südbayern ein. Die orographische Hebung an den Mittelgebirgslagen und den Alpen (Nord- bis Nordost-Anströmung) führte dort zu den höchsten gemessenen Niederschlagssummen.

Am 3. Juni wurde Hoch „Sabine“ von Westen her zunehmend wetterwirksam und in den östlichen Landesteilen ließ der Dauerregen langsam nach. In der Zeit vom 4. bis 8. Juni herrschten nur geringe Luftdruckgegensätze sowie zeitweise schwacher Hochdruckeinfluss und es wurden keine nennenswerten Flächenniederschläge verzeichnet.

Vom 9. bis 10. Juni überquerte eine von Frankreich bis Skandinavien reichende Tiefdruckrinne Bayern und im Bereich der markanten Luftmassengrenze fiel länger anhaltender Regen, der durch konvektive Verstärkung gebietsweise sehr ergiebig ausfiel.

Die klassische Vb-Wetterlage (Zugbahn eines Tiefs von der Adria nach Nordosten) trat bei diesem Hochwasserereignis nicht auf. Sie war der Auslöser für das Hochwasser im Juli 1954, im August 2002 und wurde streckenweise bei dem Augusthochwasser 2005 beobachtet.

## 1.2 Niederschlag

Die Witterung im Mai war meist regnerisch und nur an zwei bis sechs Tagen verzeichneten die bayerischen Stationen keinen Niederschlag. Insgesamt war der Mai deutlich zu nass. In Bayern wurde im Mittel ein Monatsniederschlag von 160 Millimeter erreicht und dies entspricht 177 Prozent des 30-jährigen Monatsmittels von 1981 bis 2010. Nördlich der Donau war der Mai sogar markant zu nass, da 207 Prozent des langjährigen Mittels registriert wurden (152 Millimeter). Durch die zahlreichen vorausgegangenen Niederschläge waren die Böden am 26. Mai wassergesättigt und die nachfolgenden Regenfälle flossen zu großen Teilen oberirdisch ab. Das Hochwassergeschehen von Ende Mai bis Mitte Juni wurde von mehreren aufeinanderfolgenden Niederschlagsereignissen ausgelöst. Dabei traten in ganz Bayern Stark- und Dauerregenereignisse auf. In der zeitlichen Abfolge waren unterschiedliche Gebiete betroffen und auch bei den Intensitäten gab es große regionale Differenzen. Die nachfolgende Abb. 1-4 zeigt den Verlauf der Regenfälle vom 26. Mai (erste größere Überschwemmungen in Nordbayern) bis zum 14. Juni (ablaufendes Hochwasser, Hochwasserscheitel hatten die bayerische Donau passiert) anhand von ausgewählten Niederschlagsstationen.

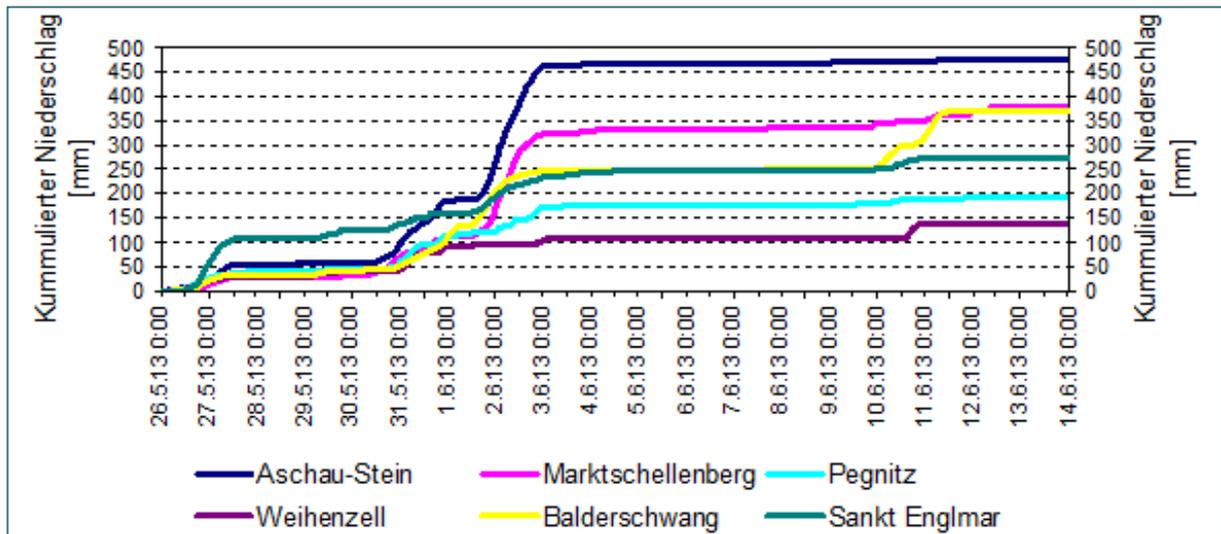


Abb. 1-4: Niederschlagssummenkurven ausgewählter Stationen im Zeitraum 26.05.2013 bis 14.06.2013 (Pegnitz: Betreiber Bayerisches Landesamt für Umwelt, übrige Stationen: Betreiber DWD)

Vom 26. bis 27. Mai verlagerte sich das Bodentief „Christopher“ von Polen nach Brandenburg. Dabei wurde feuchtwarme Luft aus dem Ostseeraum von Norden her, über die in Bayern liegende kalte Luft geschoben und starke Regenfälle mit über 40 Millimeter wurden nördlich der Donau registriert. Der Niederschlagsschwerpunkt lag im oberen Maingebiet, im Gebiet der Regnitz sowie im Bereich Oberpfälzer Wald und Bayerischer Wald (siehe Abb. 1-5). Sehr hohe Tagesniederschläge wurden am 26. Mai zum Beispiel in St. Englmar im Landkreis Straubing-Bogen mit 97 Millimeter gemessen. Diese Tagessumme wird im Mittel nur alle 20 Jahre erreicht oder übertroffen (Jährlichkeit 20 Jahre). Der in Ebrach im Landkreis Bamberg gemessene Tagesniederschlag von 61 Millimeter und die in Markt Bibart im Landkreis Neustadt a. d. Aisch – Bad Windsheim gemessenen 52 Millimeter entsprechen jeweils noch einer Jährlichkeit von 10 Jahren.

Weitere Regenfälle verursachte das Tief Dominik am 28. und 29. Mai, wobei die Flächenniederschläge eher gering ausfielen und nur in kleinen Gebieten jeweils Tagessummen von 10 bis 15 Millimeter erreicht wurden.

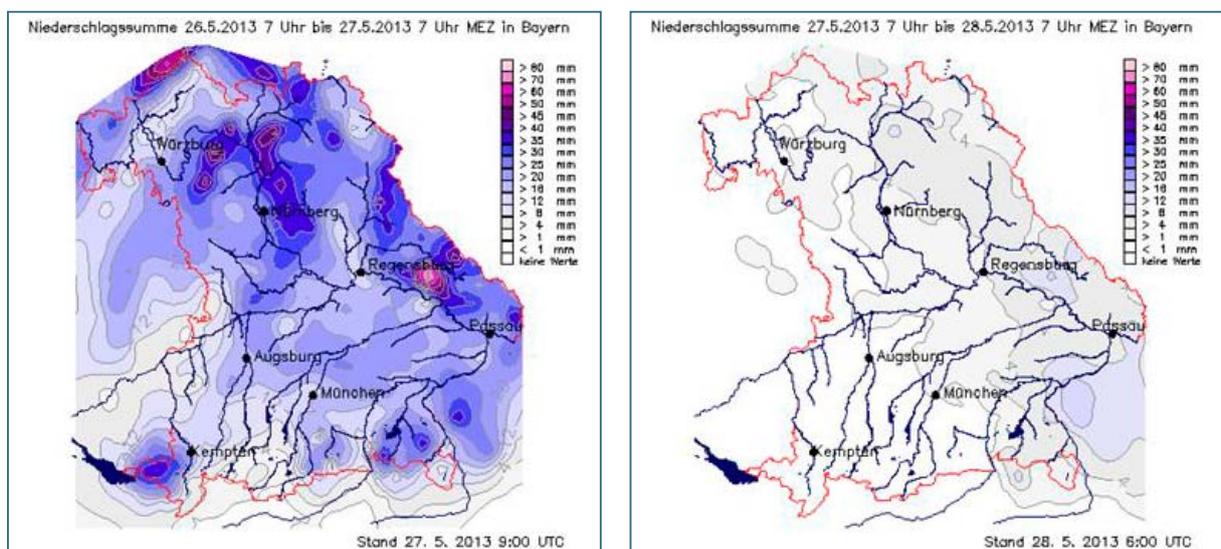


Abb. 1-5: Gemessene Tagesniederschläge: links 26.05.2013, rechts 27.05.2013

Vom 30. Mai bis 3. Juni sorgten die Bodentiefdruckgebiete „Frederik“ und „Günther“ über dem östlichen Mitteleuropa für ergiebigen Dauerregen. Die Tiefdruckgebiete lenkten wasserreiche Luftmassen aus dem Mittelmeerraum in Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn um den Tiefdruckkern herum aus nordöstlichen bis nördlichen Richtungen nach Bayern (Abb. 1-3).

Am 30. Mai lag der Niederschlagsschwerpunkt in Südostbayern und in Mittelfranken mit Tagesniederschlägen von zum Beispiel 71 Millimeter in Aschau-Stein im Landkreis Rosenheim, 55 Millimeter in Inzell im Landkreis Traunstein, 43 Millimeter in Pegnitz im Landkreis Bayreuth und 33 Millimeter in Weihenzell-Grüb im Landkreis Ansbach. Diese Tageswerte weisen Jährlichkeiten von circa 1 Jahr auf (Pegnitz 2 bis 5 Jahre).

Am 31. Mai war die Überregnung vom Allgäu bis zum Chiemgau am stärksten. Die Tagesniederschläge betragen zum Beispiel in Balderschwang im Landkreis Oberallgäu 67 Millimeter, in Jachenau-Tannern im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen 73 Millimeter, in Kreuth-Glashütte im Landkreis Miesbach 66 Millimeter und in Aschau-Stein im Landkreis Rosenheim 59 Millimeter. Auch hier waren die Häufigkeiten der Tagesniederschläge etwa 1-jährlich.

Am Vormittag des 1. Juni ließen die Niederschläge kurzzeitig nach, aber bereits nachmittags setzte wieder ergiebiger Dauerregen ein. In den Staulagen der Alpen und im Bayerischen Wald kam es durch orographische Hebung der anströmenden Luftmassen zu einer zusätzlichen Niederschlagsintensivierung. In Aschau-Stein im Landkreis Rosenheim wurde mit 170 Millimeter (Jährlichkeit 20 bis 50 Jahre) der höchste Tagesniederschlag bei diesem Hochwasserereignis registriert (siehe Abb. 1-6). In Kreuth-Glashütte im Landkreis Miesbach fielen am 1. Juni 160 Millimeter (Jährlichkeit circa 50 Jahre), in Marktschellenberg im Landkreis Berchtesgadener Land 142 Millimeter (Jährlichkeit 10 bis 20 Jahre), in Jachenau-Tannern im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen 111 Millimeter

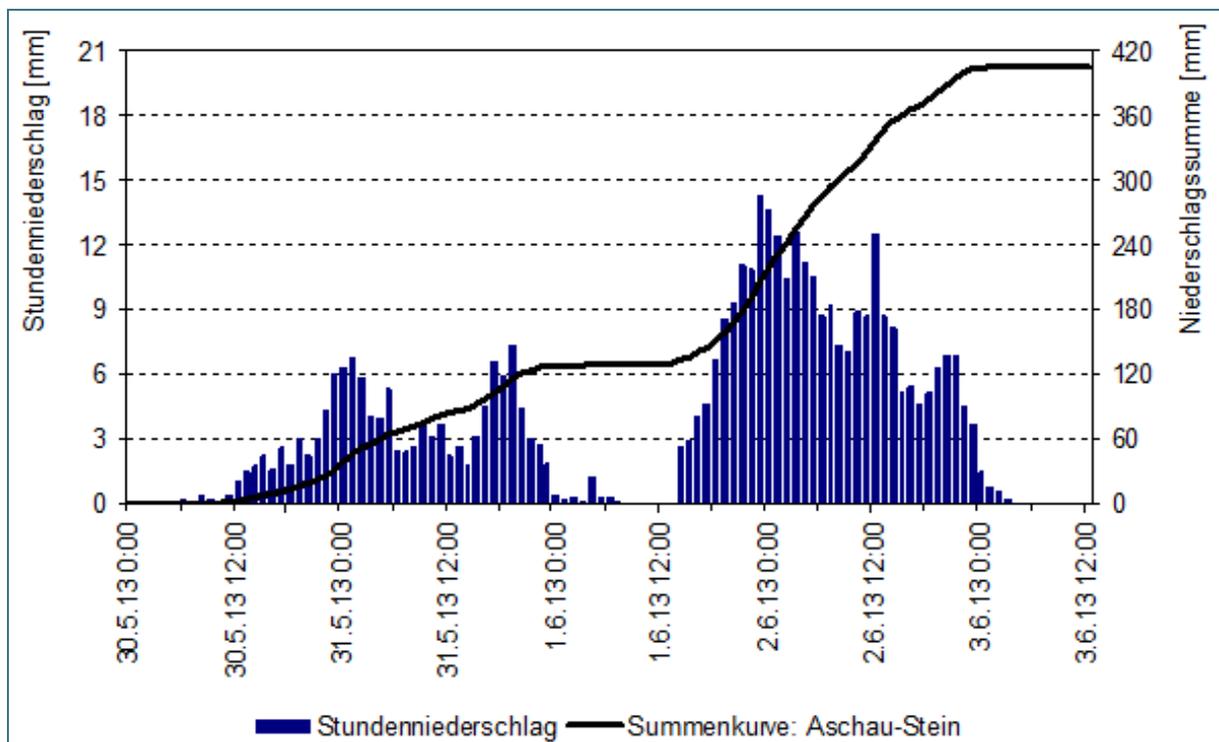


Abb. 1-6: Stundenniederschlag [mm] und Niederschlagssumme [mm] in Aschau-Stein im Landkreis Rosenheim vom 30.05. bis 03.06.2013 (entspricht nahezu einem 96-stündigen Dauerregen) (Betreiber: DWD)

(Jährlichkeit 5 bis 10 Jahre) und in Balderschwang im Landkreis Oberallgäu 98 Millimeter (Jährlichkeit circa 5 Jahre).

Ab dem 2. Juni verlagerte sich das Niederschlagsgebiet nur sehr langsam nach Osten. In Oberbayern traten weiterhin extreme, schauerverstärkte Dauerregenfälle auf. An folgenden oberbayerischen Stationen wurden am 2. Juni herausragende Tagesniederschläge gemessen: in Aschau-Stein im Landkreis Rosenheim 105 Millimeter (Jährlichkeit 2 bis 5 Jahre), in Kreuth-Glashütte im Landkreis Miesbach 103 Millimeter (Jährlichkeit circa 5 Jahre), in Jachenau-Tanner im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen 96 Millimeter (Jährlichkeit 2 bis 5 Jahre), in Inzell im Landkreis Traunstein 81 Millimeter (Jährlichkeit circa 2 Jahre), in Geretsried im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen 73 Millimeter (Jährlichkeit 5 bis 10 Jahre) und in Schrobenhausen im Landkreis Neuburg – Schrobenhausen 60 Millimeter (Jährlichkeit 5 bis 10 Jahre). Nur westlich der Linie Würzburg bis Kempten fiel am 2. Juni kein bedeutsamer Niederschlag mehr. Die Schneefallgrenze lag am 1. und 2. Juni zwischen 1.700 und 2.000 Meter.

Am 3. Juni wurde Hoch „Sabine“ von Westen her zunehmend wetterwirksam und auch in den östlichen Landesteilen ließ der Dauerregen langsam nach, wobei im östlichen Niederbayern und in der östlichen Oberpfalz gebietsweise noch 10 bis 18 Millimeter Niederschlag gemessen wurden.

Am 9. Juni zog das Bodentief „Ira“ von Frankreich nach Bayern und bis zum 11. Juni verblieb Bayern im Bereich einer Tiefdruckrinne, die länger anhaltende, konvektiv verstärkte Regenfälle verursachte. Der Niederschlagsschwerpunkt lag am 9. Juni vor allem in Schwaben und im nördlichen Oberbayern. Am 10. Juni war auch der Bereich vom westlichen Mittelfranken bis zum Bayerischen Wald und Oberpfälzer Wald betroffen. Die höchsten Tagesniederschläge wurden am 9. Juni in Schweitenkirchen-Sünzhausen im Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm mit 76 Millimeter (Jährlichkeit 20 bis 50 Jahre), in Zusmarshausen im Landkreis Augsburg mit 64 Millimeter (Jährlichkeit circa 5 Jahre) und in Breitenbrunn-Fürbuch im Landkreis Unterallgäu mit 50 Millimeter (Jährlichkeit circa 2 Jahre) gemessen. Herausragende Zweitagesniederschläge vom 9. bis 10. Juni wurden bei folgenden Messstellen beobachtet: Oberreute im Landkreis Lindau 114 Meter (Jährlichkeit circa 5 Jahre), Balderschwang im Landkreis Oberallgäu 112 Millimeter (Jährlichkeit 1 bis 2), Breitenbrunn-Fürbuch im Landkreis Unterallgäu 94 Millimeter (Jährlichkeit circa 20 Jahre), Georgensgmünd im Landkreis Roth 62 Millimeter (Jährlichkeit circa 5 Jahre) und Trausnitz-Reisach im Landkreis Schwandorf 44 Millimeter (Jährlichkeit 1 bis 2 Jahre). In den folgenden Tagen bis zum 14. Juni fielen keine bedeutsamen Flächenniederschläge mehr und die Hochwasserwellen liefen ab.

Die einzelnen Tagessummen im Mai und Juni 2013 waren nicht so außergewöhnlich. Es ist die Summe über die vier Tage vom 30. Mai bis 2. Juni, die an Donau und Inn letztlich zu dem extremen Hochwasser führte. Bei fünf Niederschlagsstationen wurden Summen von über 300 Millimeter im 4-Tageszeitraum beobachtet. Mit dieser Charakteristik hat das Ereignis mehr Ähnlichkeit mit dem Hochwasser vom Juli 1954 als mit den jüngeren Hochwassern im Mai 1999 und im August 2005. Die Übersichtskarte des Niederschlags zu dem relevanten Dauerregenzeitraum (Abb. 1-7) zeigt auf einen Blick die Kernpunkte der höchsten Summen im Tegernseer Land, im Chiemgau und im Berchtesgadener Land. Die höchste 4-Tagessumme wurde in Aschau-Stein im Landkreis Rosenheim gemessen und betrug 406 Millimeter (Tab. 1-1).

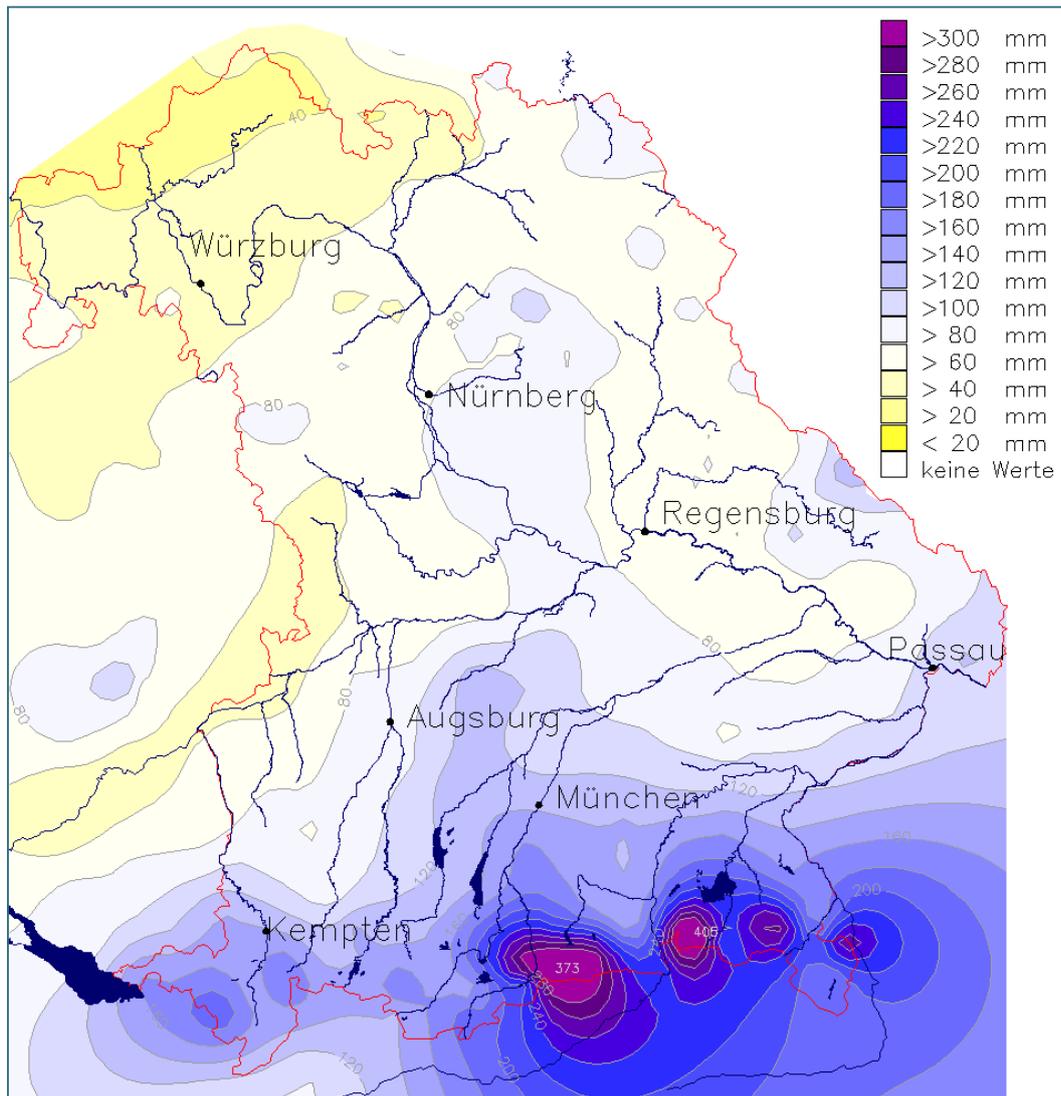


Abb. 1-7: 4-Tages-Niederschlagssumme vom 30.05.2013 bis 02.06.2013

Tab. 1-1: Niederschlagsintensitäten im Zeitraum 30.05 bis 03.06.2013 und deren Jährlichkeiten (statistische Wiederkehrzeiten auf Basis der Regionalisierungen von KOSTRA-DWD und PEN-LAWA). Datenbasis Messdaten: circa 300 zeitlich hoch auflösende Niederschlagsstationen in Bayern (gemeinsames Niederschlagsmessnetz Deutscher Wetterdienst und Bayerische Wasserwirtschaftsverwaltung: Pegnitz, Colmburg-Binzwanen und Helmbrechts; Betreiber Bayerisches Landesamt für Umwelt, die übrigen Stationen dieser Tabelle: Betreiber DWD).

Niederschlagshöhen [mm] und Jährlichkeiten [a] in verschiedenen Dauerstufen 30.05. bis 03.06.2013										
Stationsname	12-Stunden		24-Stunden		48-Stunden		72-Stunden		96-Stunden	
	[mm]	[a]	[mm]	[a]	[mm]	[a]	[mm]	[a]	[mm]	[a]
Aschau-Stein (Lkr. Rosenheim)	135	ca. 100	225	100 – 200	277	ca. 100	374	<b>500 – 1000</b>	406	<b>500 – 1000</b>
Kreuth-Glashütte (Lkr. Miesbach)	117	ca. 50	203	100 – 200	277	100 – 200	341	<b>ca. 500</b>	375	<b>ca. 500</b>
Marktschellenberg (Lkr. Berchtesgadener Land)	125	20 – 50	181	ca. 50	211	ca. 20	260	ca. 50	291	<b>50 – 100</b>
Balderschwang (Lkr. Oberallgäu)	72	ca. 5	104	ca. 5	166	ca. 10	198	ca. 20	205	10 - 20

Niederschlagshöhen [mm] und Jährlichkeiten [a] in verschiedenen Dauerstufen 30.05. bis 03.06.2013										
Stationsname	12-Stunden		24-Stunden		48-Stunden		72-Stunden		96-Stunden	
	[mm]	[a]	[mm]	[a]	[mm]	[a]	[mm]	[a]	[mm]	[a]
Chiemsee-Herrenchiemsee (Lkr. Rosenheim)	77	ca. 10	128	20 – 50	158	ca. 20	204	<b>50 – 100</b>	224	<b>50 – 100</b>
Schrobenhausen (Lkr. Neuburg)	50	5 – 10	66	10 – 20	78	ca. 10	122	<b>50 – 100</b>	137	<b>100 – 200</b>
Pegnitz (Lkr. Bayreuth)	43	ca. 5	63	20 – 50	76	ca. 20	116	<b>100 – 200</b>	129	<b>100 – 200</b>
Colmberg-Binzwangen (Lkr. Ansbach)	45	ca. 10	66	ca. 50	78	ca. 20	83	10 – 20	93	10 – 20
Sonnen (Lkr. Passau)	42	ca. 2	72	ca. 20	94	<b>50 – 100</b>	105	ca. 20	127	ca. 50
Helmbrechts (Lkr. Hof)	28	ca. 1	44	ca. 2	56	2 - 5	70	5 – 10	83	ca. 10
Nürnberg	42	2 – 5	51	ca. 5	63	5 – 10	77	10 – 20	94	20 – 50

### 1.3 Niederschlagsvorhersagen

Die Genauigkeit der Niederschlagsvorhersagen bestimmt maßgeblich die Güte der Wasserstands- und Abflussvorhersage für einen Vorhersagehorizont, der mehr als 12 bis 24 Stunden umfasst. Die nachfolgende Abb. 1-8 zeigt in der linken Spalte die interpolierten Bodenniederschlagsmessungen (Tageswerte). In der rechten Spalte sind die Regionalmodellvorhersagen des Deutschen Wetterdienstes (COSMO-EU) zu den gleichen Zeiträumen dargestellt. Sie wurden für die Wasserstands- und Abflussvorhersagen genutzt. Die Vorhersagen beruhen auf den jeweiligen 0 Uhr Modellläufen, wobei diese Rechenergebnisse dem Nutzer ab 6 Uhr zur Verfügung stehen. Es zeigt sich, dass es zeitweise große regionale Unterschiede zwischen den vorhergesagten und den beobachteten Niederschlagsmengen gab.

Die Regionalmodellvorhersage vom 30. Mai überschätzte in weiten Teilen Bayerns die Niederschlagsmengen und für den Raum Mittelfranken wurden die Intensitäten unterschätzt.

Am 31. Mai war die Überregnung im südwestlichen Bayern größer als prognostiziert und erfreulicherweise trafen die hohen Niederschlagsvorhersagen für Unterfranken nicht ein.

Die Vorhersagen des Deutschen Wetterdienstes für den 1. und 2. Juni gaben die Niederschlagschwerpunkte im alpinen Raum gut wieder, die vorhergesagten Niederschläge in den ostbayerischen Gebieten wurden überschätzt. Auch hielt die Überregnung im westlichen Donaugebiet noch länger an als vorhergesagt.

Es ist hervorzuheben, dass der Deutsche Wetterdienst frühzeitig durch seine Unwetterwarnungen auf das bevorstehende ergiebige Dauerregenereignis hingewiesen hatte. Auch die telefonischen, meteorologischen Beratungsleistungen der Regionalzentrale München des Deutschen Wetterdienstes halfen bei der jeweiligen Lageeinschätzung und Modellbeurteilung. So wurde bereits im Vorfeld der Niederschläge des 9. und 10. Juni darauf hingewiesen, dass es durch die starke konvektive Prägung der Wetterlage große Modellunsicherheiten bezüglich der exakten Lage und der Höhe der Niederschläge gibt. Diese Unsicherheiten wirken erschwerend auf eine exakte Abschätzung der Hochwasserentwicklung durch den Hochwassernachrichtendienst.

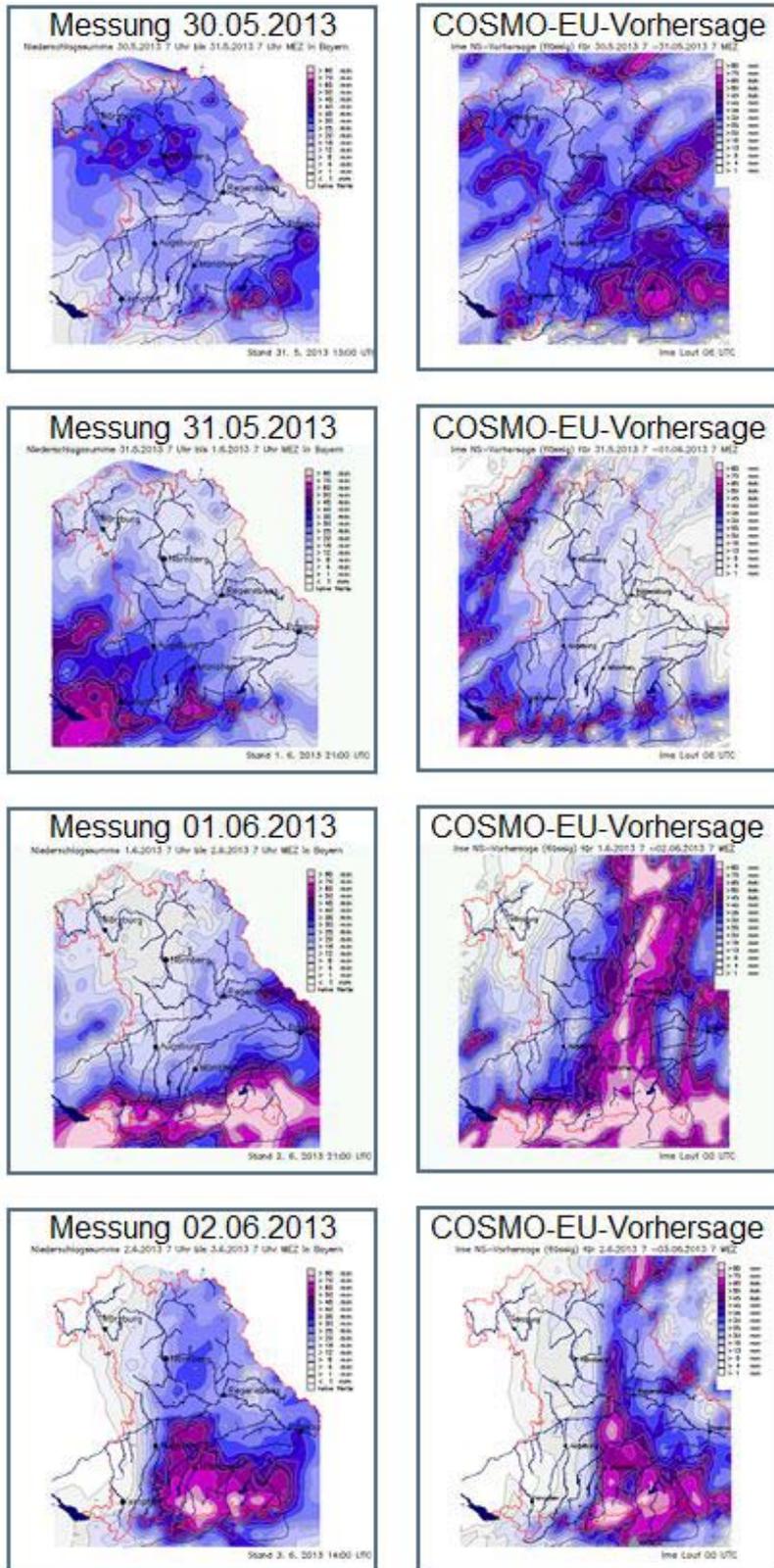


Abb. 1-8: Vergleich der gemessenen Bodenniederschläge mit den Niederschlagssummen aus den numerischen Wettervorhersagemodellen (jeweils 0 Uhr Modelllauf mit der 24-Stundenvorhersage 7:00 bis 7:00 Uhr Mitteleuropäischer Zeit).

## 2 Hydrologie und Hochwassernachrichtendienst

### 2.1 Überblick

Durch den großflächigen Dauerregen war ganz Bayern im Zeitraum vom 31. Mai bis 13. Juni von Hochwasser betroffen. Eine außergewöhnlich hohe Vorsättigung der Böden sorgte dafür, dass der überwiegende Anteil der hohen Niederschläge rasch zum Abfluss kam. Zunächst konzentrierte sich das Hochwassergeschehen auf das Maingebiet und die nördlichen Donauzuflüsse, später verlagerte sich der Schwerpunkt auf die Donau und deren südliche Zuflüsse.

Vielerorts waren bebaute Gebiete von Überflutungen betroffen. Es wurden verbreitet die Meldestufen 3 und 4 erreicht. Abb. 2-1 gibt einen Überblick über die während des Zeitraums von 31. Mai bis 13. Juni maximal erreichten Meldestufen an den Pegeln des Hochwassernachrichtendienstes. Besonders betroffen waren das Donauvorland und die alpinen Flussgebiete im Südosten Bayerns sowie die untere Donau, wo an einigen Pegeln neue Höchstwerte beim Wasserstand gemessen wurden.

Erneute Niederschläge vom 9. bis 10. Juni führten vor allem im Donaueinzugsgebiet zur Ausbildung einer zweiten Hochwasserwelle. Der Schwerpunkt lag hier bei den südlichen Donauzuflüssen im Allgäu, wo die Höchststände der ersten Hochwasserwelle teilweise übertroffen wurden.

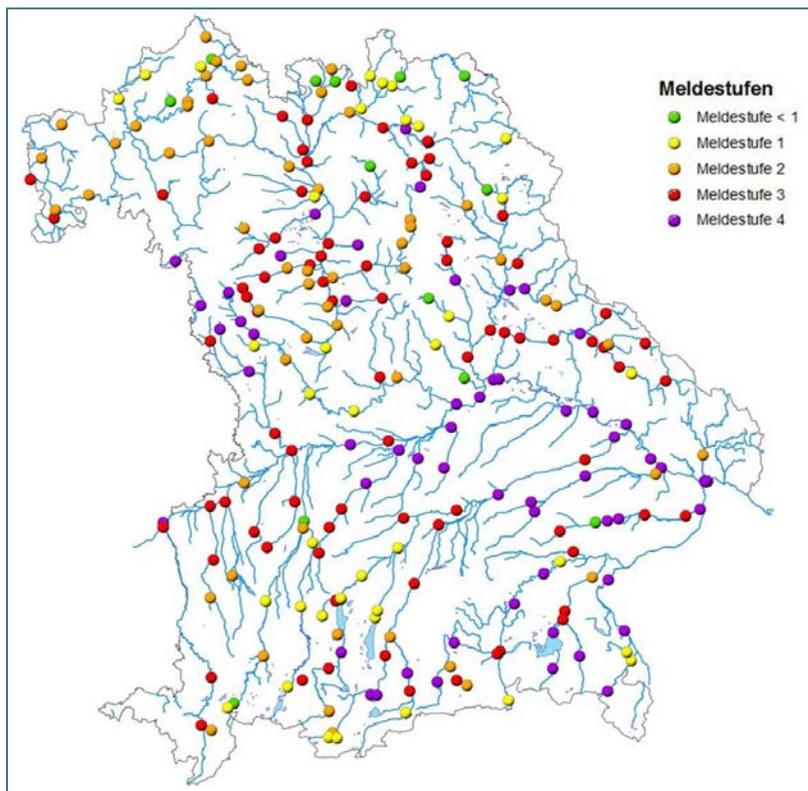


Abb. 2-1: Meldestufen, die während des Hochwassers vom 31.05. bis 13.06.2013 erreicht oder überschritten wurden. Grüne Punktsymbole kennzeichnen Pegel, an denen die Wasserstände unterhalb der Meldestufe 1 blieben.

Die einzelnen Meldestufen sind wie folgt definiert:

Meldestufe 1: Stellenweise kleinere Ausuferungen

Meldestufe 2: Land- und forstwirtschaftliche Flächen überflutet oder leichte Verkehrsbehinderungen auf Hauptverkehrs- und Gemeindestraßen

Meldestufe 3: Einzelne bebaute Grundstücke oder Keller überflutet oder Sperrung überörtlicher Verkehrsverbindungen oder vereinzelter Einsatz der Wasser- oder Dammwehr erforderlich

Meldestufe 4: Bebaute Gebiete in größerem Umfang überflutet oder Dammwehr in großem Umfang erforderlich

Hochwasserabflüsse werden nach der statistischen Häufigkeit ihres Auftretens oder Jährlichkeit bewertet. Abb. 2-2 gibt eine Übersicht der aufgetretenen Jährlichkeiten entlang ausgewählter, vom Hochwasser betroffener Gewässerabschnitte erster und zweiter Ordnung. Im Maingebiet lief überwiegend ein 2 bis 10-jährliches Hochwasser ab. Die höchsten Wiederkehrintervalle traten an der Aisch auf und reichten von 20 bis 50 Jahren.

Entlang der Donau stiegen die Wiederkehrintervalle des Hochwasserabflusses kontinuierlich von 2 bis 10 Jahren an der Landesgrenze zu Baden-Württemberg und schließlich auf über 100 Jahre an

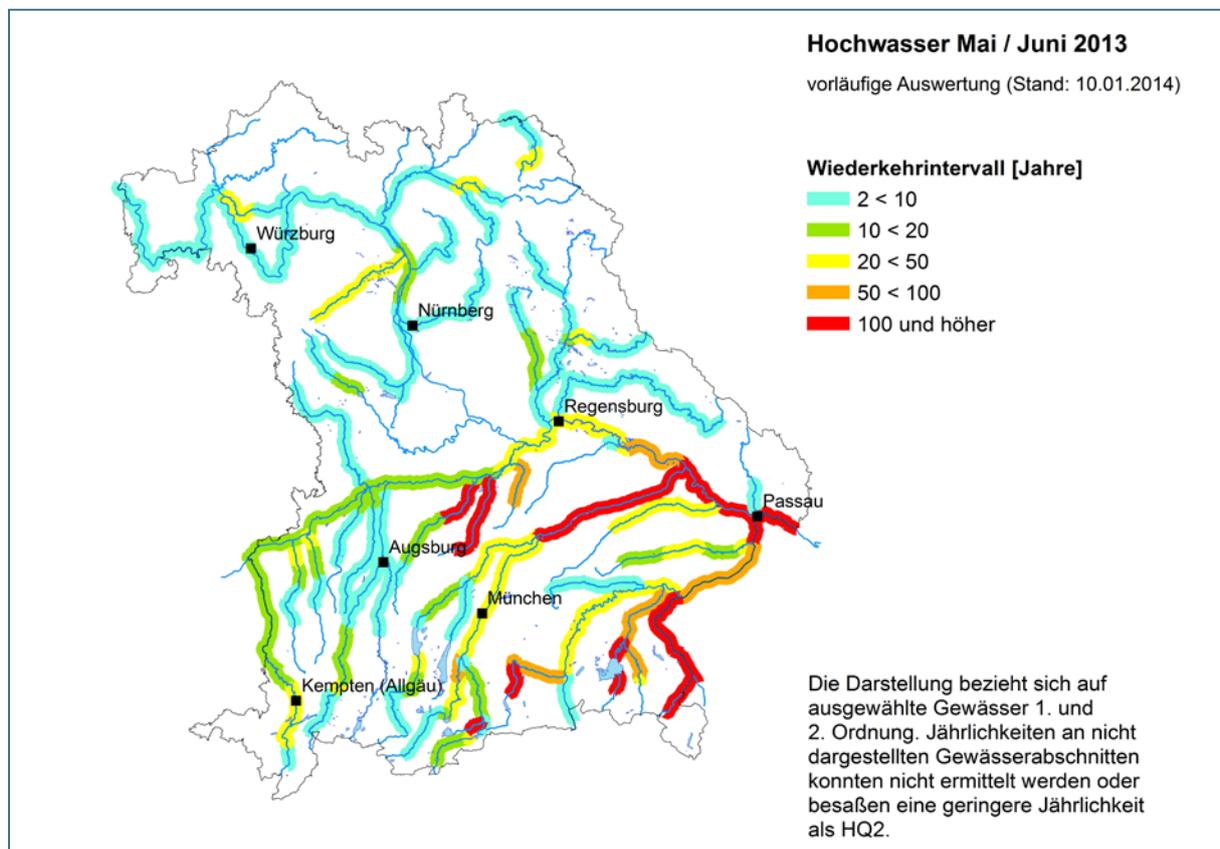


Abb. 2-2: Jährlichkeiten der Scheitelabflüsse an ausgewählten Gewässern beim Hochwasser im Mai und Juni 2013 (vorläufige Auswertung).

der österreichischen Grenze an. Nahezu alle Donauzuflüsse trugen zum Hochwasser bei, wobei an den südlichen Zuflüssen Paar, Ilm und Isar sowie im Inngebiet an Mangfall, Tiroler Achen, Saalach und Salzach Jährlichkeiten von 100 Jahren und mehr auftraten.

Auch an zahlreichen kleineren Gewässern kam es zu seltenen Hochwasserabflüssen mit Jährlichkeiten von über 50 Jahren, die in der Übersichtskarte nicht enthalten sind.

## 2.2 Hochwasserverlauf der einzelnen bayerischen Flussgebiete

### Maingebiet – Rednitz/Regnitz, Weißer und Roter Main

Ergiebige Niederschläge vom 26. bis 27. Mai verursachten bereits an den Fließgewässern im Maingebiet erhöhte Wasserstände und in den Böden hohe Wassersättigungen. Die nachfolgenden noch deutlich stärkeren Niederschläge in der Nacht vom 30. bis 31. Mai ließen die Wasserstände erneut und stärker ansteigen. Weitere intensive Niederschläge am 2. Juni führten vor allem an den östlichen Zuflüssen zur Rednitz/Regnitz sowie am Weißen und Roten Main zur Ausprägung einer weiteren, noch höheren Hochwasserwelle, wie es das Beispiel an der Rednitz in Abb. 2-3 verdeutlicht.

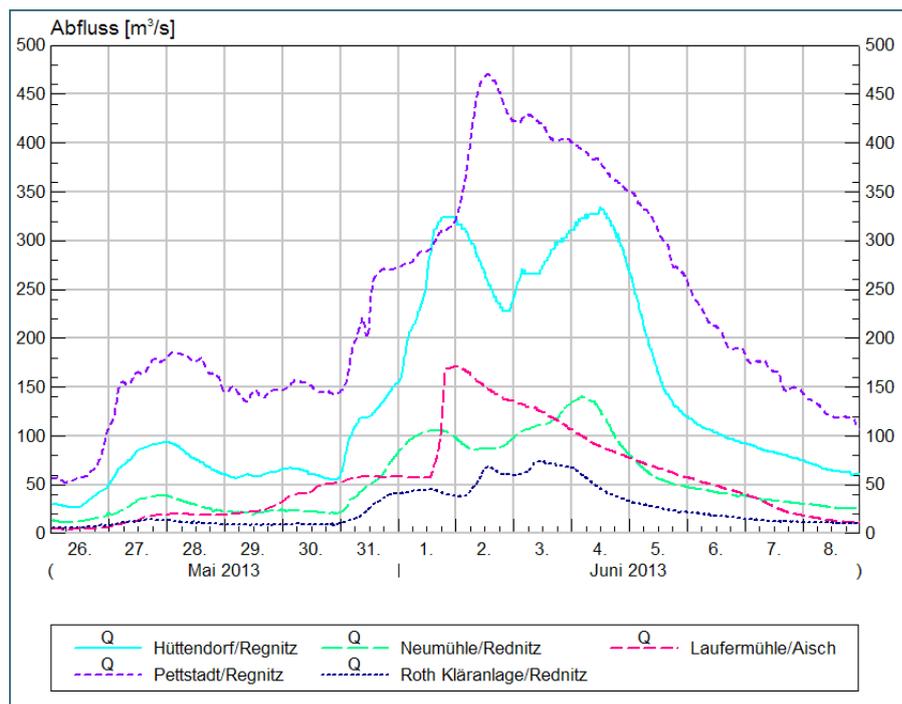


Abb. 2-3: Wellenablauf an Rednitz und Regnitz im Zeitraum 26.5. bis 8.6.2013. An der Rednitz bildet sich eine Doppelwelle aus, am Unterlauf der Regnitz (Pegel Pettstadt) erfolgt eine Überprägung durch Zuflüsse, zum Beispiel durch die Aisch (Rohdaten).

Am schiffbaren Main wurden beim abgelaufenen Hochwasserereignis Jährlichkeiten in der Größenordnung von 2 bis 5 Jahren erreicht. Ein Sommerhochwasser in dieser Größenordnung ist am Main außerordentlich selten und wurde in den letzten Jahrzehnten nicht beobachtet. Regional wurden an den Zuflüssen zum Main auch höhere Jährlichkeiten erreicht, zum Beispiel am Weißen Main sowie an Aisch, Rauhe Ebrach, Aurach und Zenn mit Jährlichkeiten im Bereich von 20 bis 50 Jahren (siehe Tab. 2-1).

Die Meldestufen 1 bis 3 wurden flussgebietsübergreifend im Hochwasserzeitraum teils mehrfach erreicht. Im Bereich der Aisch, Schwarzach, Schwabach, Tauber, des Weißen und Roten Mains trat auch die Meldestufe 4 auf.

Tab. 2-1: Übersicht über die bei dem Hochwasser im Mai und Juni 2013 gemessenen Abflussspitzen (Rohdaten) an ausgewählten Pegeln des Mains und der Mainzuflüsse (\* Wert unsicher).

Fluss	Pegel	Fluss-km	Max. Abfluss	Max. Wasser-	Scheitelzeitpunkt	Jährlichkeit
			(Q <sub>max</sub> )	stand (W <sub>max</sub> )	(circa)	Q <sub>max</sub>
			m <sup>3</sup> /s	cm	Datum / Uhrzeit	Jahre
Main	Mainleus	461,1	160	390	03.06.2013 18:00	2 - 5
Main	Schwüribitz	438,3	285	437	04.06.2013 05:00	< 2
Main	Trunstadt	378,4	800	544	03.06.2013 11:45	2 - 5
Main	Würzburg	252	900	521	05.06.2013 12:45	2 - 5
Rednitz	Roth Kläranlage	34,4	74	427	03.06.2013 10:30	2 - 5
Rednitz	Neumühle	6,6	140	469	04.06.2013 04:15	5 - 10
Regnitz	Hüttendorf	52,1	335	449	04.06.2013 11:45	10 - 20
Regnitz	Pettstadt	14	471	505	02.06.2013 13:00	5 - 10
Rauhe Ebrach	Schönbrunn	26,8	23	361	31.05.2013 21:00	5 - 10
Rauhe Ebrach	Vorra*	11,4	68	344	01.06.2013 16:15	20 - 50
Aisch	Illesheim	81	21	373	01.06.2013 07:15	10 - 20
Aisch	Birkenfeld*	61	37	296	01.06.2013 20:30	5 - 10
Aisch	Rappoldshofen	47,7	120	485	01.06.2013 03:15	20 - 50
Aisch	Laufermühle	13,7	184	586	01.06.2013 20:45	20 - 50
Wern	Geldersheim *	54,9	6	211	02.06.2013 04:30	5 - 10
Wern	Arnstein	31,2	26	297	01.06.2013 14:45	20 - 50
Zenn	Stöckach	32,9	16	341	31.05.2013 11:15	10 - 20
Zenn	Laubendorf	21,9	46	337	01.06.2013 01:15	10 - 20
Zenn	Kreppendorf	7,8	63	358	01.06.2013 10:15	20 - 50
Aurach	Emskirchen	25	22	315	31.05.2013 11:30	20 - 50
Aurach	Frauenaurach	1,8	28	386	01.06.2013 01:30	10 - 20
Tauber	Bockenfeld	109	29	396	01.06.2013 03:45	10 - 20
Gollach	Bieberehren	1,9	29	407	01.06.2013 01:00	20 - 50
Kronach	Neudorf	4	12	250	31.05.2013 05:00	20 - 50
Castellbach	Atzhausen	2	34	423	31.05.2013 09:15	10 - 20

Am Unterlauf des schiffbaren Mains führte die Hochwasserwelle der Tauber zu einer ersten Welle, die erst später von der Hochwasserwelle aus dem oberen Mainingebiet und dem Regnitzgebiet überlagert wurde (siehe Abb. 2-4).

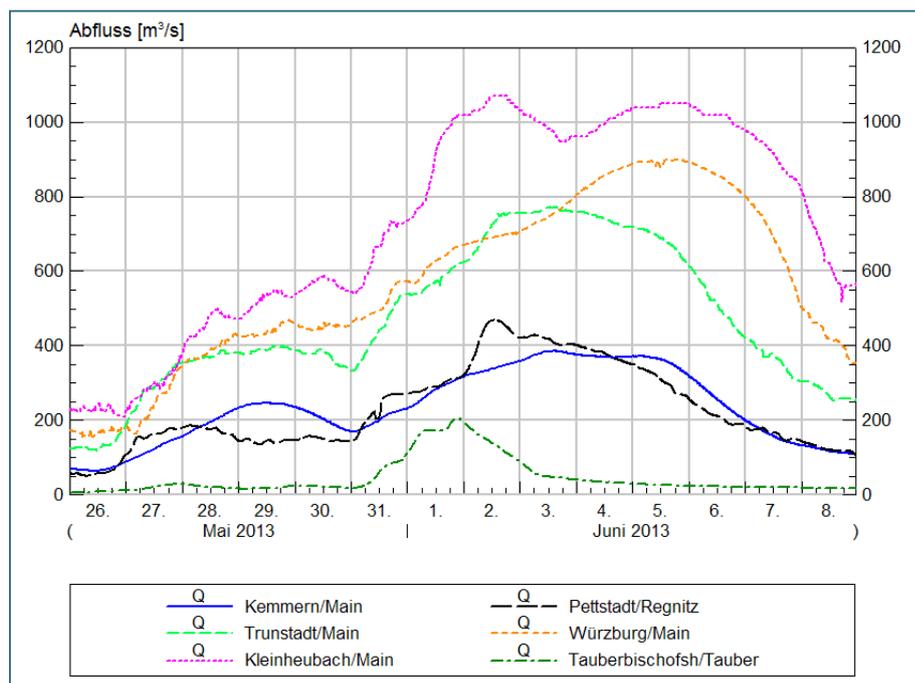


Abb. 2-4: Wellenablauf am schiffbaren Main mit den Zuflüssen des Oberen Mains (Pegel Kemmern), der Regnitz (Pegel Pettstadt) sowie der Tauber (Pegel Tauberbischofsheim) (Rohdaten).

### Elbegebiet – Sächsische Saale, Wondreb, Eger

Die kräftigen Niederschläge in der Nacht vom 31. Mai bis 1. Juni führten im gesamten Einzugsgebiet zu deutlichen, kurzfristigen Anstiegen der Pegelstände. Die darauffolgende Wetterberuhigung ließ die Wasserstände zunächst wieder sinken oder auf dem erreichten Niveau verharren, bevor der ab Sonntag (2. Juni) erneut einsetzende Starkregen einen Wiederanstieg der Pegel auslöste, bei dem überwiegend die höchsten Wasserstände des Ereignisses beobachtet wurden (siehe Tab. 2-2).

Tab. 2-2: Übersicht über die bei dem Hochwasser im Mai und Juni 2013 gemessenen Abflussspitzen (Rohdaten) an ausgewählten Pegel im bayerischen Elbe-Einzugsgebiet.

Fluss	Pegel	Fluss-km	Max. Abfluss (Q <sub>max</sub> ) m <sup>3</sup> /s	Max. Wasserstand (W <sub>max</sub> ) cm	Scheitelzeitpunkt (circa) Datum / Uhrzeit	Jährlichkeit Q <sub>max</sub> Jahre
Sächsische Saale	Hof	391	73	390	03.06.2013 00:30	2 - 5
Wondreb	Waldsassen	24,9	33	341	03.06.2013 12:45	5 - 10

### Nördliche Donauzuflüsse – Wörnitz, Altmühl, Naab und Regen

An den nördlichen Donauzuflüssen traten überwiegend Jährlichkeiten von 10 bis 20 Jahren auf. Zu höheren Jährlichkeiten kam es an den Oberläufen von Wörnitz sowie im Einzugsgebiet der Naab an der Murach (siehe Tab. 2-3).

Die Niederschläge, die seit dem 26. Mai in den Einzugsgebieten der nördlichen Donauzuflüsse fielen, sorgten für eine hohe Vorsättigung der Böden.

Im Einzugsgebiet der Altmühl bestanden aufgrund der langsamen Fließzeiten im Gebiet noch erhöhte Wasserstände und die am 30. Mai abends einsetzenden starken Niederschläge führten zu einem sehr raschen Anstieg der Wasserstände am Oberlauf der Altmühl. Innerhalb von zwölf Stunden wurde am Pegel Binzwangen bereits das Maximum erreicht. Die hohen Zuflüsse wurden durch das Seen-Überleitungssystem Altmühlsee und Brombachsee gepuffert, so dass unterhalb des Altmühlsees deutlich geringere Jährlichkeiten der Scheitelabflüsse auftraten.

Im Naabgebiet waren die größten Niederschlagsintensitäten am 2. Juni zu verzeichnen, wobei die Schwerpunkte bei den Zuflüssen Schwarzach und Vils lagen.

Auch am Regen war der Schwerpunkt der Niederschläge am 2. Juni, die maximalen Wasserstände traten in den kleineren Flüssen am 2. Juni, am Regen selbst am 3. Juni auf. An einigen Pegeln wurde die Meldestufe 3 erreicht, am Pegel Cham die Meldestufe 4. Die Jährlichkeiten lagen unter einem 10-jährlichen Ereignis.

Tab. 2-3: Übersicht über die bei dem Hochwasser im Mai und Juni 2013 gemessenen Abflussspitzen (Rohdaten) an ausgewählten Pegel der nördlichen Donauzuflüsse.

Fluss	Pegel	Fluss-km	Max. Abfluss	Max. Wasser-	Scheitelzeitpunkt	Jährlichkeit
			(Q <sub>max</sub> )	stand (W <sub>max</sub> )	(circa)	Q <sub>max</sub>
			m <sup>3</sup> /s	cm	Datum / Uhrzeit	Jahre
Sulzach	Rödenweiler	33,8	12	201	31.05.2013 23:30	5 - 10
Altmühl	Binzwangen	218,2	13	209	31.05.2013 12:30	5 - 10
Altmühl	Thann	180,1	90	335	01.06.2013 21:45	10 - 20
Schwarzach	Mettendorf	6,9	58	292	03.06.2013 10:00	10 - 20
Murach	Fronhof	1,7	31	311	03.06.2013 03:00	20 - 50
Schwarzach	Warnbach	7,4	79	311	03.06.2013 16:45	10 - 20
Vils (Oberpfalz)	Amberg	40,9	54	234	03.06.2013 11:45	10 - 20
Vils (Oberpfalz)	Dietldorf	6,2	80	305	04.06.2013 03:15	10 - 20

## Südliche Donauzuflüsse – Iller und Lech

Die ersten kräftigen Niederschläge in der Nacht vom 31. Mai auf den 1. Juni führten vor allem im alpinen Einzugsgebiet der Iller zu deutlichen, kurzfristigen Anstiegen der Pegelstände, vereinzelt bis in Meldestufe 1. Die darauffolgende kurze Wetterberuhigung ließ die Wasserstände zunächst wieder sinken, bevor der ab Samstagmittag (1. Juni) erneut einsetzende und bis Sonntagmorgen anhaltende Starkregen einen Wiederanstieg der Pegel auslöste. Dabei wurde im gesamten Lauf der Iller von Sonthofen bis zur Mündung in die Donau am 2. Juni die Meldestufe 3 überschritten. Die an den einzelnen Pegeln maximal erreichten Wasserstände und Abflüsse sind in der Tab. 2-4 den maximalen Wasserständen und Abflüssen aus den historischen Hochwassern im August 2005 und Pfingsten 1999 gegenübergestellt.

An der Iller im Bereich zwischen Immenstadt und Kempten wurde ein 20 bis 50-jährliches Hochwasser beobachtet. Im restlichen Einzugsgebiet der Iller sowie auch in Flussgebieten von Wertach und Lech lagen die Jährlichkeiten bei maximal 20 Jahren, meist aber bei 5 bis 10 Jahren. Es wurden dort auch nur die Meldestufen 1 bis 2 erreicht.

Im Lech wurde der Hochwasserscheitel durch den Rückhalt des vorabgesenkten Forggensees unterhalb von Füssen von circa 600 Kubikmeter pro Sekunde auf 200 Kubikmeter pro Sekunde reduziert (siehe Abb. 2-5).

Tab. 2-4: Übersicht über die bei dem Hochwasser im Mai und Juni 2013 gemessenen Abflussspitzen (Rohdaten) an ausgewählten Pegel im Einzugsgebiet von Iller und Lech im Vergleich zu den Hochwasserereignissen August 2005 und Pfingsten 1999.

Fluss	Pegel	Fluss-km	Juni 2013			August 2005		Pfingsten 1999		
			Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Max. Wasserstand (Wmax) cm	Scheitelzeitpunkt (circa) Datum / Uhrzeit	Jährlichkeit Qmax Jahre	Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Jährlichkeit Qmax Jahre	Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Jährlichkeit Qmax Jahre
Iller	Sonthofen	135	260	273	02.06.2013 02:30	5 - 10	536	> 100	450	> 100
Iller	Kempton	102	650	531	02.06.2013 07:45	20 - 50	950	> 100	850	> 100
Iller	Wiblingen	2	645	705	02.06.2013 23:30	5 - 10	1100	> 100	900	100
Trettach	Oberstdorf	0,5	51	148	02.06.2013 00:15	10 - 20	138	> 100	104	> 100
Ostrach	Reckenberg	6	140	181	02.06.2013 00:45	10 - 20	235	> 100	238	> 100
Lech	Füssen	166	520	298	02.06.2013 05:45	5 - 10	1260	> 100	1115	> 100
Lech	Landsberg	85	464	270	02.06.2013 10:15	ca. 2	987	100	1100	> 100
Lech	Augsburg u.d.W	39	764	364	02.06.2013 11:30	5 - 10	1540	> 100	1500	> 100
Wertach	Sebastianskapelle	128	75	176	02.06.2013 00:45	5 - 10	117	100	145	> 100
Wertach	Thalhofen	92	164	215	02.06.2013 00:15	20 - 50	202	50 -100	264	> 100
Wertach	Türkheim	45	230	277	02.06.2013 09:30	5 - 10	289	20 - 50	390	> 100
Mühlberger Ach	Brunnen	1	49	210	02.06.2013 01:15	50 -100	48	20 - 50	38	20

Ebenso bewirkte der Rückhalt des vorabgesenkten Grüntensees eine Scheitelreduktion im Oberlauf der Wertach von circa 90 Kubikmeter pro Sekunde auf unter 20 Kubikmeter pro Sekunde. Durch die Flutung des Polders Weidachwiesen wurde die Hochwasserwelle unterhalb Immenstadts um circa 40 Kubikmeter pro Sekunde im Scheitelbereich verringert.

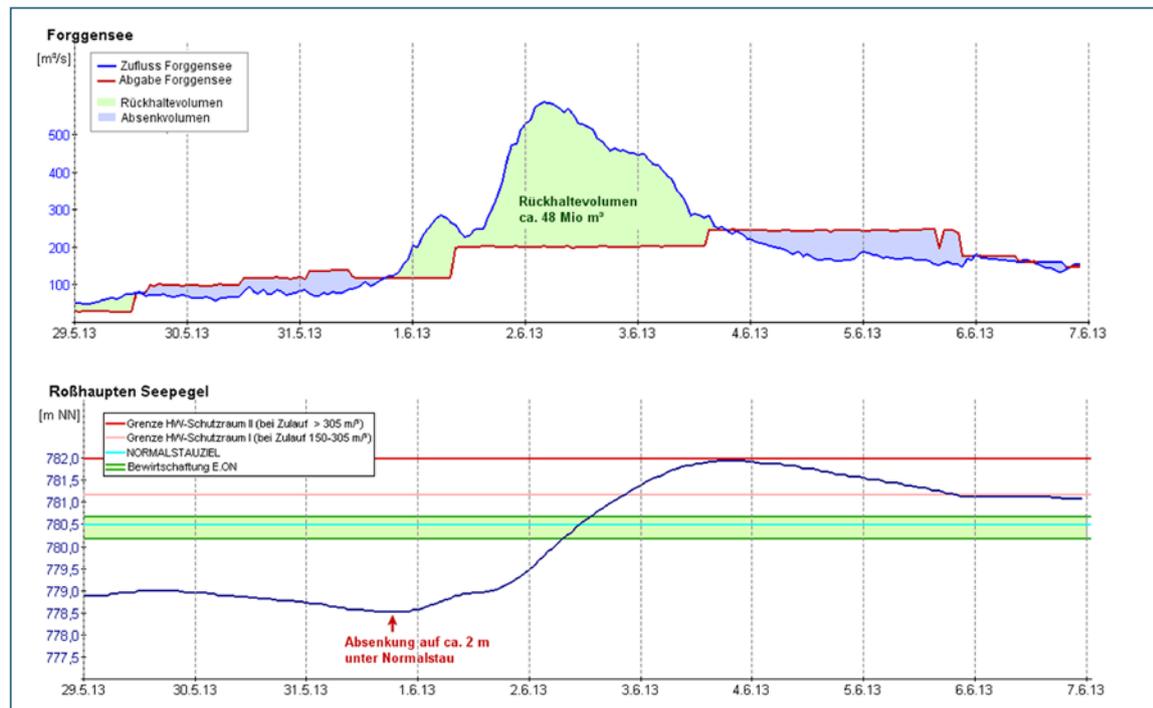


Abb. 2-5: Die Zeitreihen am Forggensee /Lech zeigen die Vorabsenkung ab 29. Mai sowie die Reduzierung des Hochwasserscheitels und den resultierenden Hochwasserrückhalt im Forggensee.

## Südliche Donauzuflüsse – Günz, Mindel, Zusam, Schmutter, Paar, Ilm, Abens und Vils

An den kleineren, südlichen Zuflüssen zur Donau zwischen Ulm und Donauwörth (Günz, Mindel, Zusam, Schmutter) bildeten sich aufgrund der Niederschläge vom 1. bis 2. Juni und vom 8. bis 9. Juni zwei Hochwasserwellen aus, wobei die maximalen Abflüsse meist bei der zweiten Hochwasserwelle erreicht wurden.

An Paar, Ilm und Abens trat vom 2. bis 4. Juni ein extremes Hochwasserereignis auf, bei dem die Abflüsse der Hochwasser in 2005 und 1999 größtenteils weit übertroffen wurden (siehe Tab. 2-5). Im Gegensatz zum Hochwasserereignis 1999 wurde das Einzugsgebiet der Paar gleichmäßig stark überregnet, so dass alle Zwischengebiete zum Abfluss beitrugen. Nach erster Einschätzung lagen die Jährlichkeiten vor allem an den Pegel im unteren Einzugsgebiet, wie zum Beispiel an der Paar (Abb. 2-6), bei über 100 Jahren.

Auch an der niederbayerischen Vils wurden hohe Jährlichkeiten zwischen 20 und 50 Jahren erreicht. Durch den Vilstalstausee konnten die maximalen Abflüsse im Unterlauf abgemindert werden.

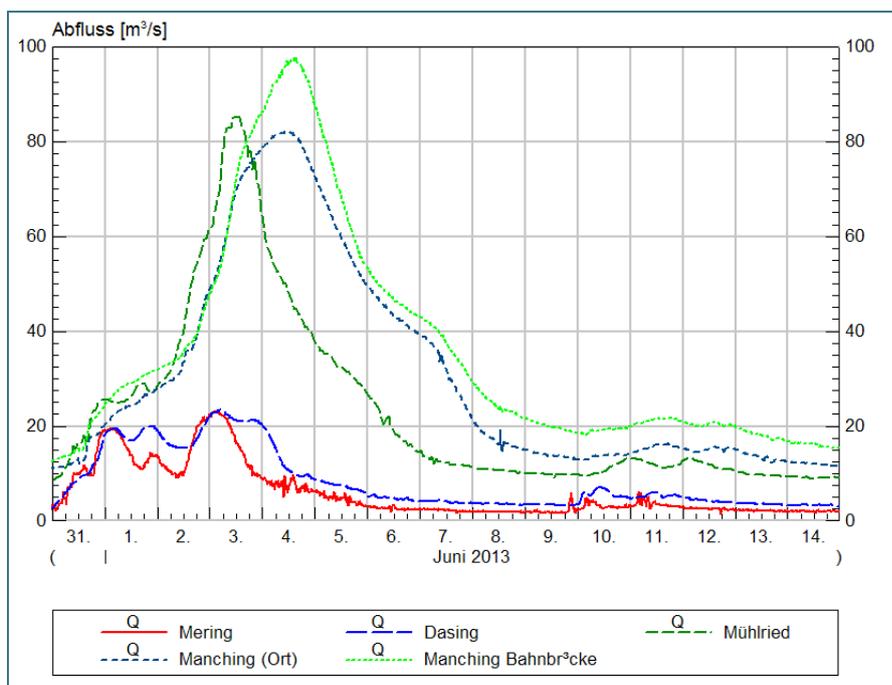


Abb. 2-6: Wellenablauf an der Paar (Rohdaten).

Tab. 2-5: Übersicht über die bei dem Hochwasser im Mai und Juni 2013 gemessenen Abflussspitzen (Rohdaten) an ausgewählten Pegeln der südlichen Donauzuflüsse im Vergleich zu den Hochwasserereignissen August 2005 und Pfingsten 1999.

Fluss	Pegel	Fluss- km	Juni 2013			Jähr- lichkeit Qmax	August 2005		Pfingsten 1999	
			Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Max. Wasser- stand (Wmax) cm	Scheitelzeit- punkt (circa) Datum / Uhrzeit		Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Jähr- lichkeit Qmax	Max Abfluss (Qmax) m³/s	Jähr- lichkeit Qmax
Günz	Lauben	54,2	71	250	02.06.2013 03:00	5 - 10	76	10 - 20	72	10 - 20
Günz	Nattenhausen	29,7	94	255	10.06.2013 23:45	10 - 20	77	5 - 10	87	10 - 20
Günz	Waldstetten	14,8	102	270	11.06.2013 07:00	20 - 50	78	5 - 10	90	ca. 10
Mindel	Offingen	3,2	119	452	11.06.2013 07:45	20 - 50	91	5 - 10	102	10 - 20
Zusam	Pfaffenhofen	14,7	42	290	11.06.2013 07:15	10 - 20	36	2 - 5	30	2
Schmutter	Fischach	70,5	29	257	01.06.2013 04:00	5 - 10	118	> 100	27	5 - 10
Schmutter	Achsheim	29,3	41	127	02.06.2013 03:15	5 - 10	101	> 100	52	10 - 20
Schmutter	Druisheim	11,5	48	171	02.06.2013 08:45	10 - 20			56	20
Paar	Mering	114	23	159	03.06.2013 02:30	2 - 5	19	2 - 5	35	10 - 20
Paar	Dasing	93,8	26	208	03.06.2013 03:30	10 - 20	18	2 - 5	32	ca. 20
Paar	Mühlried	53,4	89	348	03.06.2013 10:00	> 100	37	5 - 10	35	ca. 5
Paar	Manching (Ort)	12,1	82	284	04.06.2013 08:45	> 100	44	5 - 10	52	10 - 20
Paar	Manching Bahn- brücke	10,7	98	403	04.06.2013 12:15	> 100	46	5 - 10	62	ca. 20
Ilm	Thalmannsdorf	72,2	24	145	02.06.2013 19:45	> 100	7	ca. 5	7	ca. 5
Ilm	Geisenfeld	28,6	90	335	03.06.2013 16:45	ca. 100			21	ca. 1
Abens	Aunkofen	14,4	140	351	03.06.2013 04:15	50 - 100				
Vils	Aham	69,5	230	203	03.06.2013 03:00	20 - 50				
Vils	Rottersdorf	44,4	150	280	03.06.2013 07:45	20 - 50				
Vils	Grafenmühle	4,8	260	462	03.06.2013 03:15	20 - 50				

### Südliche Donauzuflüsse – Isar

Anders als bei früheren großen Hochwassern, bei denen maßgeblich die Abflüsse der Alpen und des Alpenrandes zum Gesamtabfluss beitrugen, wurde das gesamte Isareinzugsgebiet relativ einheitlich überregnet, wobei die höchsten Niederschlagssummen in der Jachenau auftraten. In den Alpen wurde nicht der gesamte Niederschlag abflusswirksam, da die Schneefallgrenze während des Hochwassers bei circa 1.800 Meter lag.

Durch die lange Dauer des Hochwassers trugen auch die kleineren Zuflüsse zur Isar maßgeblich zur Bildung des Hochwasserscheitels bei. Dadurch nehmen die Jährlichkeiten an der Isar flussabwärts zu.

Die höchsten Jährlichkeiten wurden mit Ausnahme der Jachen nicht an den alpinen Pegeln (zum Beispiel Mittenwald/Isar, Reißbach und Oberammergau/Ammer mit Jährlichkeiten von 10 Jahren, Garmisch/Loisach und Garmisch/Kanker mit Jährlichkeiten von 2 bis 5 Jahren), sondern in den weiter nördlichen Gebieten registriert (siehe Tab. 2-6). Vor allem der Niederschlag am Sonntag den 2. Juni hat von den voralpinen Pegeln beziehungsweise dem Fünfseenland (Starnberger See, Ammersee, Wörth-, Pilsen- und Weißlinger See) bis nördlich von München zu einer Verschärfung der Hochwassersituation geführt (Weilheim/Ammer, Schlehdorf/Loisach, Kochel/Loisach und Beuerberg/Loisach mit einer Jährlichkeit von 20 bis 50 Jahren).

Tab. 2-6: Übersicht über die bei dem Hochwasser im Mai und Juni 2013 gemessenen Abflussspitzen (Rohdaten) an ausgewählten Pegeln im Einzugsgebiet der Isar im Vergleich zu den Hochwasserereignissen August 2005 und Pfingsten 1999.

Fluss	Pegel	Fluss- km	Juni 2013			August 2005		Pfingsten 1999		
			Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Max. Wasser- stand (Wmax) cm	Scheitelzeitpunkt (circa) Datum / Uhrzeit	Jähr- lich- keit Qmax Jahre	Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Jähr- lich- keit Qmax Jahre	Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Jähr- lich- keit Qmax Jahre
Isar	Mittenwald	257,5	99	222	02.06.2013 17:15	ca. 10	189	> 100	160	20 - 50
Isar	Sylvensteinsee Zufluss	225	680	-	02.06.2013 16:15	10 - 20	1030	> 100		
Isar	Sylvenstein	223,9	225	387	03.06.2013 07:30	ca. 10	345	> 100	351	20 - 50
Isar	Lenggries	210,9	330	319	03.06.2013 03:45	ca. 10	594	> 100	446	20 - 50
Isar	Bad Toelz Kraftwerk	198,9	410	-	02.06.2013 17:00	ca. 10	574	50 - 100	481	20 - 50
Isar	Puppling	178,1	460	380	02.06.2013 20:30	ca. 10	572	50 - 100	505	20 - 50
Loisach	Schlehdorf	51,9	269	416	03.06.2013 03:45	ca. 20	314	20 - 50	360	50 - 100
Loisach	Kochel	45,1	222	396	03.06.2013 18:00	ca. 20	250	50 - 100	244	50 - 100
Isar	München	145,9	776	432	03.06.2013 03:45	ca. 20	1039	50 - 100	828	20 - 50
Isar	Freising	113,7	671	382	03.06.2013 15:45	20 - 50	856	50 - 100	644	20 - 50
Isar	Landshut Birket mit Flutmulde	76,5	1260	403		ca. 100	1040	20 - 50	1049	20 - 50
Ammer	Oberammergau	180,9	80	213	02.06.2013 00:45	5 - 10	181	> 100	168	ca. 200
Ammer	Peißenberg	142,3	193	275	02.06.2013 17:45	10 - 20	314	> 100	359	ca. 200
Ammer	Weilheim	128,3	340	385	02.06.2013 21:15	20 - 50	545	> 100	648	ca. 400
Amper	Stegen	105,6	73	239	05.06.2013 07:15	5 - 10	76	ca. 10	148	100 - 200
Amper	Grafrath	99,2	89	264	05.06.2013 22:15	10 - 20	78	5 - 10	166	> 100
Amper	Fürstenfeldbruck	86,2	90	177	05.06.2013 12:30	10 - 20	73	2 - 5	161	ca. 100
Amper	Ampermoching	59,4	150	355	03.06.2013 07:45	20 - 50	103	2 - 5	171	50 - 100
Amper	Inkofen	11,9	234	365	04.06.2013 13:15	20 - 50	169	2 - 5	199	10 - 20
Isar	Landau	29	1260	495	04.06.2013 14:00	ca. 100	1040	20 - 50	1129	50 - 100
Isar	Plattling	9,1	1190	397	04.06.2013 20:30	ca. 100	985	20 - 50	1139	50 - 100

Obwohl die Ammer im Scheitel deutlich weniger Zufluss gebracht hat als 2005, erreichte der Seespiegel des Ammersees seinen zweithöchsten Stand seit 1999. Dies lag an dem großen Volumen des Ereignisses bedingt durch die starke Überregnung des Seeinzugsgebietes und der Dauer des Ereignisses (drei Tage). Der Anfangswasserstand war ähnlich wie beim Hochwasser im August 2005.

Während des Hochwasserereignisses im August 2005 gab es zwischen München und Freising beziehungsweise Landshut eine Reduzierung der Abflussspitze was auf die Versickerung von Isarwasser ins Grundwasser zurückgeführt wurde. Bei dem Ereignis im Mai und Juni 2013 war dieser Effekt durch die intensive Überregnung dieses Gebietes bei deutlich höheren Grundwasserständen im Umland nicht gegeben.

Der 10 bis 20-jährliche Zufluss zum Sylvensteinspeicher wurde unterhalb des Speichers auf der Strecke Lenggries bis Puppling auf ein circa 10-jährliches Ereignis reduziert (siehe Kapitel 3). Die Jachen als seitlicher Zufluss führte über etwa 1,5 Tage ein 10 bis 20-jährliches Hochwasser mit zwei eingelagerten Spitzen der Jährlichkeit 50 bis 100 Jahre (siehe Abb. 2-7). Durch die Ableitung des Alpenbaches in den Walchensee wurde die Spitze reduziert. Am Pegel Peternerbrücke wird nur der Abfluss aus dem restlichen Einzugsgebiet erfasst.

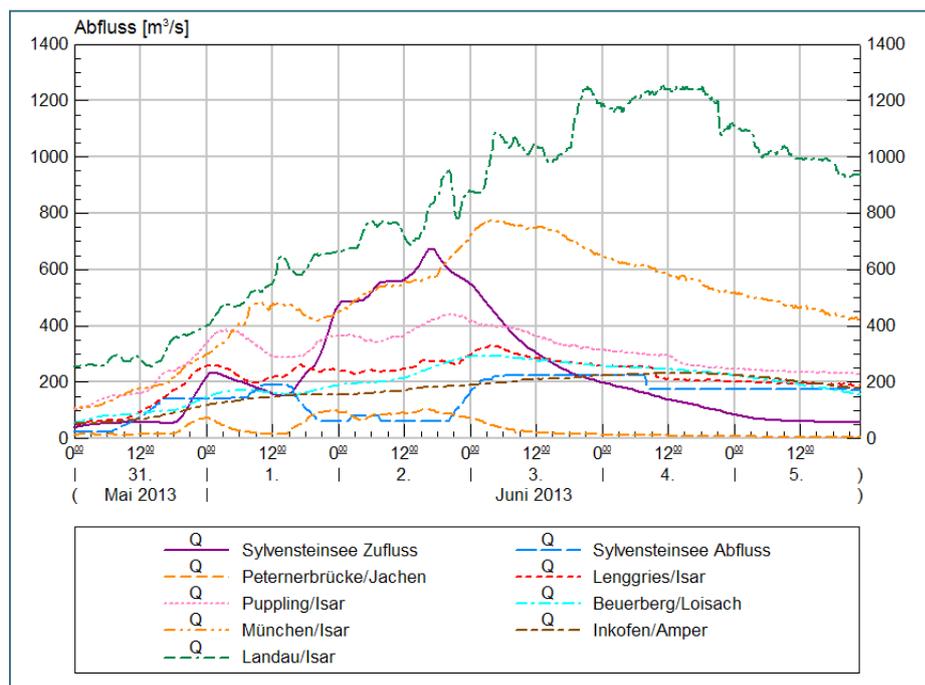


Abb. 2-7: Wellenablauf an der Isar (Rohdaten, Modellsimulation für Plattling).

Durch die hohen Zuflüsse von Loisach (20-jährlich) und Amper (20 bis 50-jährlich) und der massiven Überregnung des Zwischengebietes erreichten die Jährlichkeiten ab München höhere Werte. Sie lagen unterhalb des Zuflusses der Amper bei einer Jährlichkeit von circa 100 Jahren.

### Südliche Donauzuflüsse – Inn

Ein extremes Hochwasser bildete sich am Inn erst im Verlauf der bayerischen Fließstrecke aus; am Pegel Oberaudorf (Grenze zu Tirol) (Abb. 2-8) wurde ein Abflussscheitel von circa 1.400 Kubikmeter pro Sekunde beobachtet, was einer Jährlichkeit von 2 bis 5 Jahren entspricht. Die Zuflüsse oberhalb der Mangfall ließen die Jährlichkeit am Inn auf 20 Jahre ansteigen. Unterhalb des hohen Zuflusses aus der Mangfall stieg die Jährlichkeit am Inn auf 20 bis 50 Jahre an. Durch sehr hohe Zuflüsse aus Alz und Salzach sowie im Unterlauf des Inns an den oberösterreichischen Zubringern Mattig, Ach, Antiesen, Pram und der bayerischen Rott stieg die Jährlichkeit des Inns auf 50 bis 100 Jahre an und erreichte Passau am 3. Juni gegen 16:00 Uhr mit einem Durchfluss von circa 6.800 Kubikmeter pro Sekunde, einem etwa 100-jährlichen Ereignis. Der Inn ließ in Passau das Hochwasserereignis an der Donau auf ein über 100-jährliches ansteigen.

Eine Übersicht über die Jährlichkeiten der Scheitelabflüsse im Vergleich mit dem Hochwasser Mai 1999 und August 2005 gibt die Tab. 2-7.

Bei den südlichen Zuflüssen des Inn führten die Niederschläge vom 30. und 31. Mai mit Schwerpunkt Südostbayern und Niederschlagssummen von teils über 100 Millimeter (siehe Abb. 1-7 in Kapitel 1) bereits zu einer Vorsättigung der Böden in den Einzugsgebieten und ließen die Pegelstände bis in die Meldebeginne ansteigen. Nach kurzer Niederschlagspause setzte am Nachmittag des 1. Juni das Hauptereignis mit rasch steigenden Intensitäten bis 14 Millimeter pro Stunde und Niederschlagssummen von nochmals bis zu 270 Millimeter ein. Aufgrund der hohen Ausgangswasserstände führte dies über Nacht zu einem raschen Anstieg der Pegel, vielfach direkt bis in die höchste Meldestufe 4, so zum Beispiel am Pegel Staudach/Tiroler Achen, am Pegel

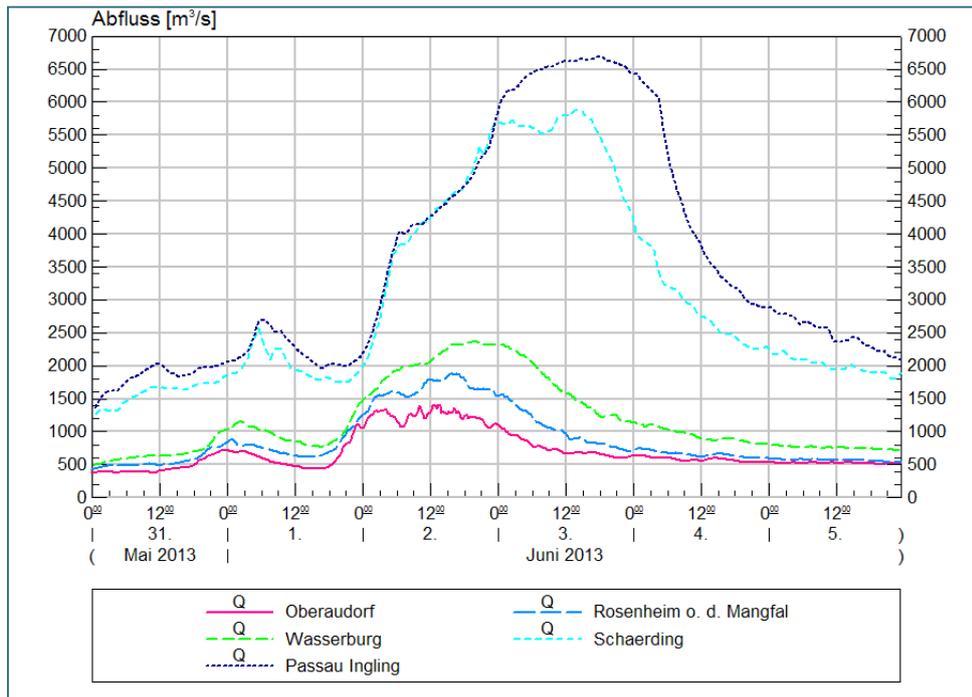


Abb. 2-8: Wellenablauf am Inn (Rohdaten)

Hochberg/Traun, am Pegel Feldolling/Mangfall, am Pegel Unterjettenberg/Saalach und am Pegel Kraiburg/Inn.

Die Innzuflüsse erreichten am 2. Juni beziehungsweise in der Nacht zum 3. Juni ihre Höchststände. Die Niederschlagsschwerpunkte bildeten dabei zugleich auch die Hochwasserschwerpunkte, so dass insbesondere in den Gebieten von Mangfall, Tiroler Achen, Saalach und Salzach Abflussspitzen erreicht wurden, die im Mittel nur alle 100 Jahre und teils sogar noch seltener eintreten (siehe Tab. 2-8).

Tab. 2-7: Übersicht über die bei dem Hochwasser im Mai und Juni 2013 gemessenen Abflussspitzen (Rohdaten) an ausgewählten Pegeln im Einzugsgebiet des Inn im Vergleich zu den Hochwasserereignissen August 2005 und Pfingsten 1999

Fluss	Pegel	Fluss-km	Juni 2013				August 2005		Pfingsten 1999	
			Max. Abfluss (Qmax) $\text{m}^3/\text{s}$	Max. Wasserstand (Wmax) cm	Scheitelzeitpunkt (circa) Datum / Uhrzeit	Jährlichkeit Qmax Jahre	Max. Abfluss (Qmax) $\text{m}^3/\text{s}$	Jährlichkeit Qmax Jahre	Max. Abfluss (Qmax) $\text{m}^3/\text{s}$	Jährlichkeit Qmax Jahre
Inn	Oberaudorf	211	1420	320	02.06.2013 13:15	2 - 5	2516	> 10	1770	10 - 20
Inn	Rosenheim o.d. Mangfallmündung	185,5	1880	511	02.06.2013 15:30	ca. 20	2301	> 100	1978	20 - 50
Inn	Wasserburg	158,7	2300	630	02.06.2013 19:00	20 - 50	2939	> 100	2281	20 - 50
Inn	Eschelbach	87,7	2500	702	02.06.2013 20:45	20 - 50				
Inn	Schärding	16,3		1060	03.06.2013 12:30					
Inn	Passau Ingling	3,1	6800	1159	03.06.2013 18:00	100	4050	5 - 10	3475	2 - 5
Inn	Passau Inn	1,1		1020	03.06.2013 16:00					

Tab. 2-8: Übersicht über die bei dem Hochwasser im Mai und Juni 2013 gemessenen Abflussspitzen (Rohdaten) an ausgewählten Pegeln im Einzugsgebiet des Inn

Fluss	Pegel	Fluss-km	Juni 2013			
			Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Max. Wasserstand (Wmax) cm	Scheitelzeitpunkt (circa) Datum / Uhrzeit	Jährlichkeit Qmax Jahre
Mangfall	Schmerold	53,3	133	358	02.06.2013 23:45	> 100
Mangfall	Valley	35,9	157	296	02.06.2013 18:15	50 - 100
Mangfall	Feldolling	25	288	325	02.06.2013 19:30	50 - 100
Mangfall	Rosenheim	1,9	450	494	03.06.2013 03:00	ca. 100
Leitzach	Erb	0,9	142	251	02.06.2013 17:15	> 100
Glonn	Bad Aibling	1,2	57	252	03.06.2013 01:15	20 - 50
Tiroler Achen	Staudach	9,2	960	675	02.06.2013 17:00	> 100
Alz	Seebruck	62,6	308	246	03.06.2013 19:15	ca. 100
Weißer Traun	Siegsdorf	0,8	217	292	02.06.2013 02:15	20 - 50
Alz	Trostberg mit Kanal	41,6	600	481	02.06.2013 15:00	50 - 100
Alz	Burgkirchen mit Kanal	15,3	570	332	02.06.2013 21:45	ca. 50
Salzach	Golling	93,4	1200**	505	02.06.2013 09:30	
Berchtesgadener Ache	Berchtesgaden-Klärwerk	13,8	230	311	02.06.2013 02:00	
Saalach	Unterjettenberg	26	960	401	02.06.2013 12:00	> 100
Saalach	Siezenheim	5,5	1100**	765	02.06.2013 13:30	> 100
Salzach	Salzburg	64,4	2410**	848	02.06.2013 12:00	100
Salzach	Laufen Sieger-stetter Keller	47,5	3500*	889	02.06.2013 18:30	> 100
Salzach	Burghausen	11,4	4000*	894	03.06.2013 04:00	> 100
Rott	Kinning	111,3	45	305	02.06.2013 13:45	10 - 20
Rott	Linden	63,6	220	354	03.06.2013 02:30	20 - 50
Rott	Postmünster	57,6	170	375	03.06.2013 07:15	20 - 50
Rott	Birnbach	39,5	245	355	03.06.2013 01:30	10 - 20
Rott	Ruhstorf	11,4	268	329	03.06.2013 10:15	20 - 50

\* Werte abgestimmt mit Hydrographischem Dienst Salzburg

\*\* Quelle Hydrographischer Dienst Salzburg

An der Mangfall wurde am Pegel Schmerold unterhalb des Tegernsees ein mehr als 100-jährliches Ereignis gemessen (siehe Abb. 2-9). Dieses schwächte sich im weiteren Verlauf zunächst auf ein 50 bis 100-jährliches Hochwasser ab. Durch die weiteren hohen Zuflüsse entlang der Mangfall erreichte das Hochwasser mit einer Jährlichkeit von knapp 100 Jahren den Inn.

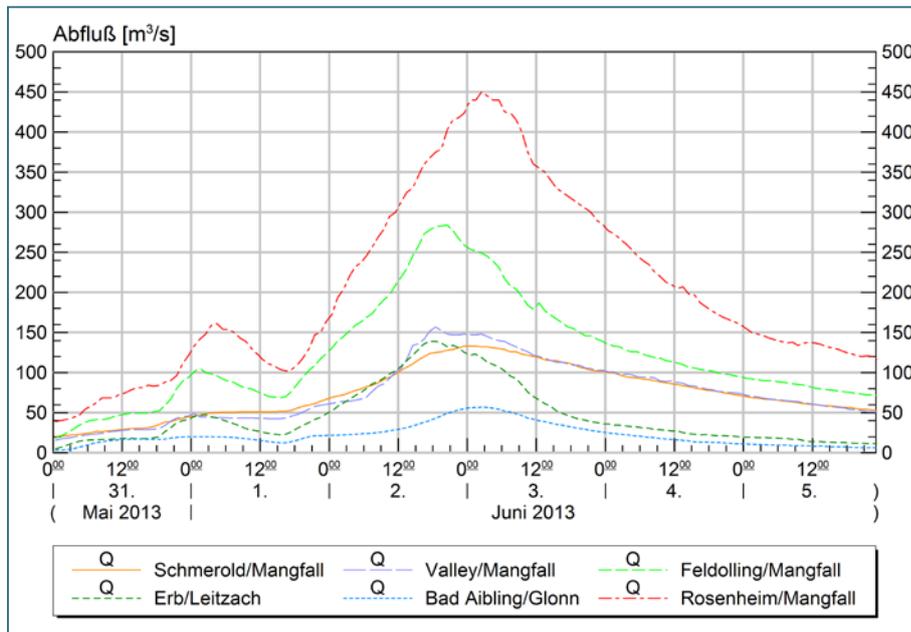


Abb. 2-9: Wellenablauf an der Mangfall (Rohdaten).

Im Alzgebiet lag das obere, alpin geprägte Einzugsgebiet der Tiroler Achen im Schwerpunkt des Niederschlagsgeschehens, was rasche Anstiege bis in die Meldestufe 4 bei Jährlichkeiten von zum Teil über 100 Jahren (Pegel Staudach) zur Folge hatte (siehe Abb. 2-10).

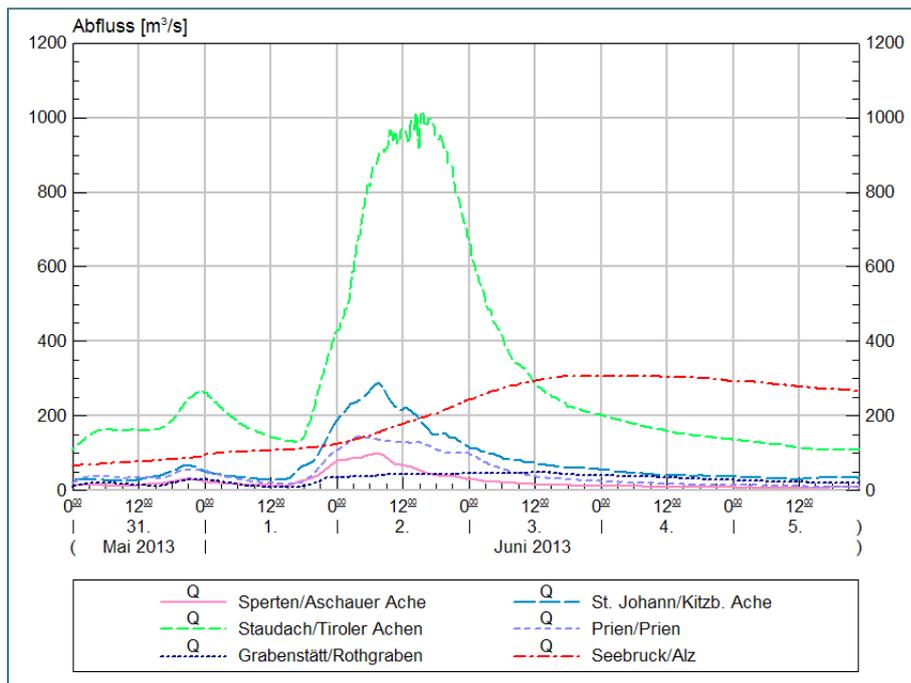


Abb. 2-10: Wellenablauf im Einzugsgebiet des Chiemsees (Rohdaten).

Das Einzugsgebiet der Traun (siehe Abb. 2-11) war weniger stark betroffen (Jährlichkeiten von 20 bis 50 Jahren). Der Beitrag der Tiroler Achen wurde durch die Retentionswirkung des Chiemsees deutlich abgemindert (siehe Abb. 2-10), so dass auch an der Alz Scheitelabflüsse beobachtet wurden, welche im Mittel alle 20 bis 50 Jahre auftreten.

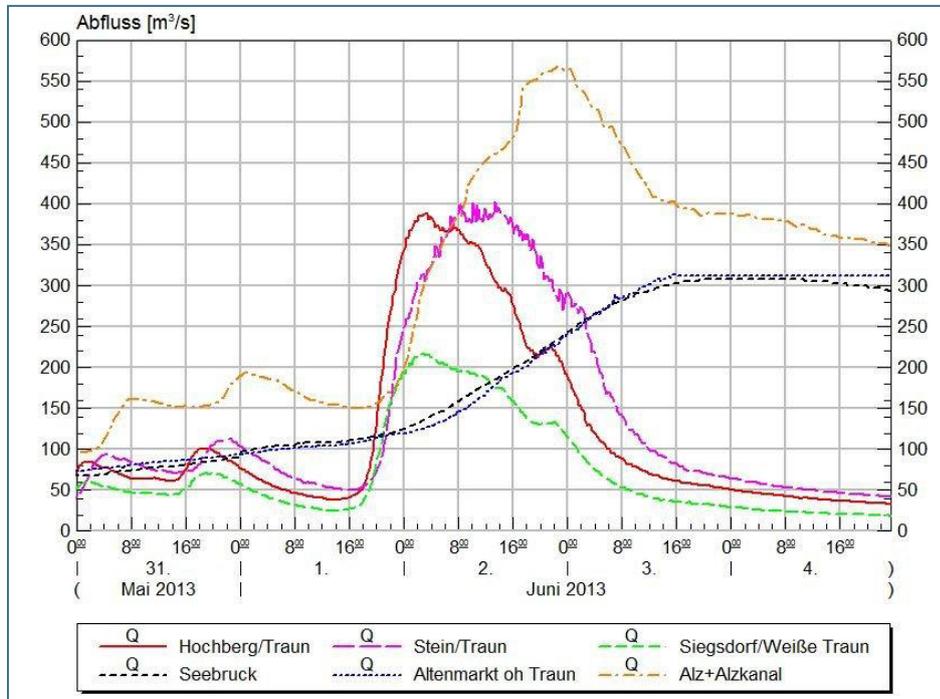


Abb. 2-11: Wellenablauf im Einzugsgebiet der Alz (Rohdaten).

Die Pegel an der Rott verzeichneten im Ober- und Unterlauf Jährlichkeiten von 10 bis 20 Jahren. Im Mittellauf sowie an der Innmündung wurden Jährlichkeiten von 20 bis 50 Jahren beobachtet. Dabei erreichten die Pegel Linden und Postmünster knapp die höchste Meldestufe 4.

Insbesondere die Saalach befand sich mit ihrem alpinen Einzugsgebiet inmitten der Niederschlagschwerpunkte, was zu Pegelanstiegen in der Nacht zum 2. Juni bis in die höchste Meldestufe 4 (Unterjettenberg) mit Jährlichkeiten über 100 Jahren führte. In deren Folge kam es auch zu erheblichen Überflutungen im Raum Freilassing. Hier traf die Saalach mit einem Scheitelabfluss von circa 1.100 Kubikmeter pro Sekunde auf den der Salzach mit circa 2.300 Kubikmeter pro Sekunde (siehe Abb. 2-12). Im Unterlauf der Salzach erreichten die Pegel Laufen und Burghausen am Nachmittag des 2. Juni die Meldestufe 4, wobei diese in Burghausen deutlich überschritten wurde.

Die Salzach stieg am Pegel Burghausen am 3. Juni bis 4:00 Uhr auf 8,94 Meter und lag damit über dem 100-jährlichen Ereignis.



Tab. 2-9: Übersicht über die bei dem Hochwasser im Mai und Juni 2013 gemessenen Abflussspitzen (Rohdaten) an ausgewählten Pegeln an der Donau im Vergleich zu den Hochwasserereignissen August 2005 und Pfingsten 1999

Fluss	Pegel	Fluss-km	Juni 2013			Jähr-lichkeit Qmax Jahre	August 2005		Pfingsten 1999	
			Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Max. Wasser-stand (Wmax) cm	Scheitelzeit-punkt (circa) Datum / Uhrzeit		Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Jähr-lichkeit Qmax Jahre	Max. Abfluss (Qmax) m³/s	Jähr-lichkeit Qmax Jahre
Donau	Neu Ulm Bad Held	2586,7	900	502	03.06.2013 00:45	ca. 10	985	20 - 50	1019	20 - 50
Donau	Donauwörth	2508,1	1050	533	03.06.2013 15:45	ca. 10	951	5 - 10	1060	10 - 20
Donau	Ingolstadt	2458,3	1600	587	04.06.2013 01:30	ca. 10	1800	20 - 50	2270	> 100
Donau	Kelheim	2414,8	1800	716	04.06.2013 15:00	ca. 20	1852	20 - 50	2138	50 - 100
Donau	Kelheimwinzer	2409,7	2000*	666	04.06.2013 13:15	ca. 20	1920	ca. 20	2177	ca. 50
Donau	Oberndorf	2397,4	2000*	684	04.06.2013 15:30	ca. 20	1865	10 - 20	2180	ca. 50
Donau	Schwabelweis	2376,5	2660	693	04.06.2013 16:45	ca. 20	1857	2 - 5	2280	10 - 20
Donau	Pfelling	2305,5	3200	898	05.06.2013 05:00	ca. 50	1883	2 - 5	2350	10 - 20
Donau	Hofkirchen	2256,9	3500	730	04.06.2013 09:45	20 - 50	2718	10 - 20	3300	20 - 50
Donau	Passau Ilzstadt	2225,3	10000		03.06.2013 19:00	> 100	5740	10 - 20	5423	5 - 10

\* Abflusskurve unsicher

Auch die Scheitel aus Ilm und Abens liefen dem Scheitel der Donau voraus. Die Paar lieferte aufgrund der langen Fließzeiten den maximalen Zufluss zur Donau erst nach dem Scheitel. Durch die hohen Zuflüsse von Paar, Ilm und Abens stellte sich in Kelheim ein 20-jährlicher Hochwasserabfluss ein (siehe Abb. 2-13).

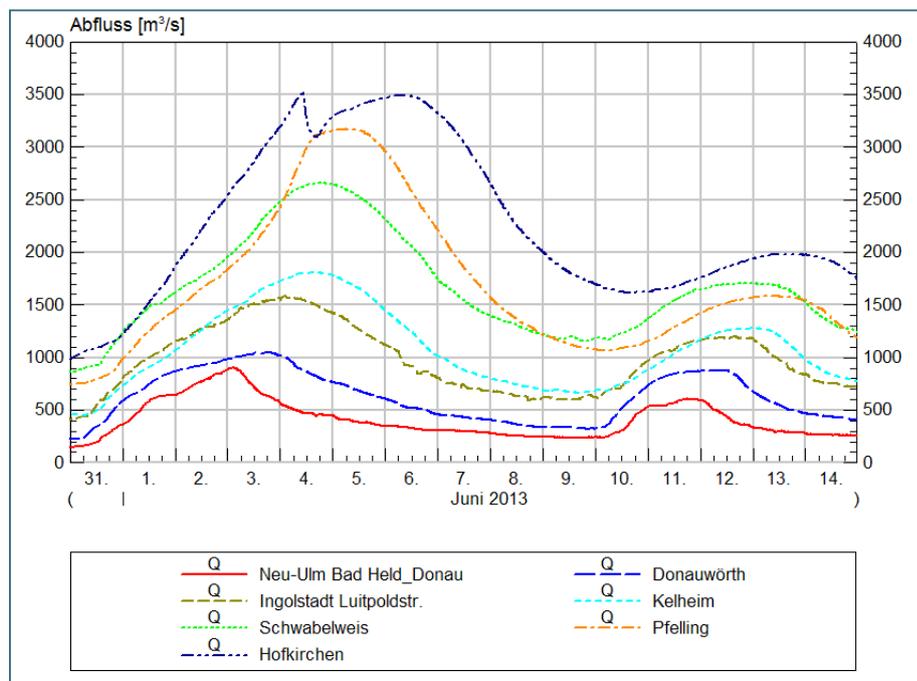


Abb. 2-13: Wellenablauf an der Donau (Rohdaten).

Der Pegel Schwabelweis an der Donau bei Regensburg erreichte durch die sehr hohen Zuflüsse von Regen und Naab eine circa 20-jährliche Abflussspitze (siehe Abb. 2-13). Der Hochwasserscheitel des Regen erreichte Regensburg vor dem Hochwasserscheitel der Donau, während sich die Scheitel der Donau und der Naab direkt überlagerten. Am Pegel Schwabelweis resultierte circa ein Viertel des Scheitelabflusses aus den Zuflüssen Naab und Regen.

Im weiteren Lauf der Donau nahmen die Jährlichkeiten auf 20 bis 50 Jahre oberhalb der Labermündung bei Straubing zu. Aufgrund der südlichen und nördlichen Donauzuflüsse unterhalb Straubing erhöhte sich die Jährlichkeit bis zum Pegel Pfelling auf circa 50 Jahre. Zwischen Regensburg und Vilshofen konnten Abflussmessungen im Scheitelbereich durchgeführt werden. Deren Ergebnisse sind in der Tabelle 2-9 noch nicht berücksichtigt, infolgedessen können sich die Werte noch ändern.

Im Bereich Deggendorf ist von einem 100-jährlichen Hochwasser auszugehen. Die Isar trug hier mit circa einem Drittel des Gesamtabflusses zum Scheitel bei.

Aufgrund der Deichbrüche in diesem Bereich (Überströmen und Bruch des linken Isardeiches bei Schwaigisar am 4. Juni gegen 12:00 Uhr und Überströmen und Bruch des linken Donaudeiches beim Schöpfwerk Auterwörth ab 4. Juni gegen 10:30 Uhr) sank der Wasserstand flussabwärts vorübergehend ab und verringerte die Jährlichkeit am Pegel Hofkirchen von einem circa 100-jährlichen auf ein 20 bis 50-jährliches Ereignis (siehe blaue Punkt-Strich-Linie in Abb. 2-13).

Der Hochwasserscheitel in Hofkirchen ohne Abminderung durch die Deichbrüche wurde mit Hilfe von Modellsimulationen und Schätzungen des Abflusses durch die Deichbreschen auf 4.100 Kubikmeter pro Sekunde geschätzt, was einem 100-jährlichen Abfluss entspricht. Im Juli 1954 wurde ein Scheitelabfluss von 3.880 Kubikmeter pro Sekunde gemessen. Das Rückhaltevolumen infolge der Deichbrüche liegt zwischen 70 und 100 Millionen Kubikmeter.

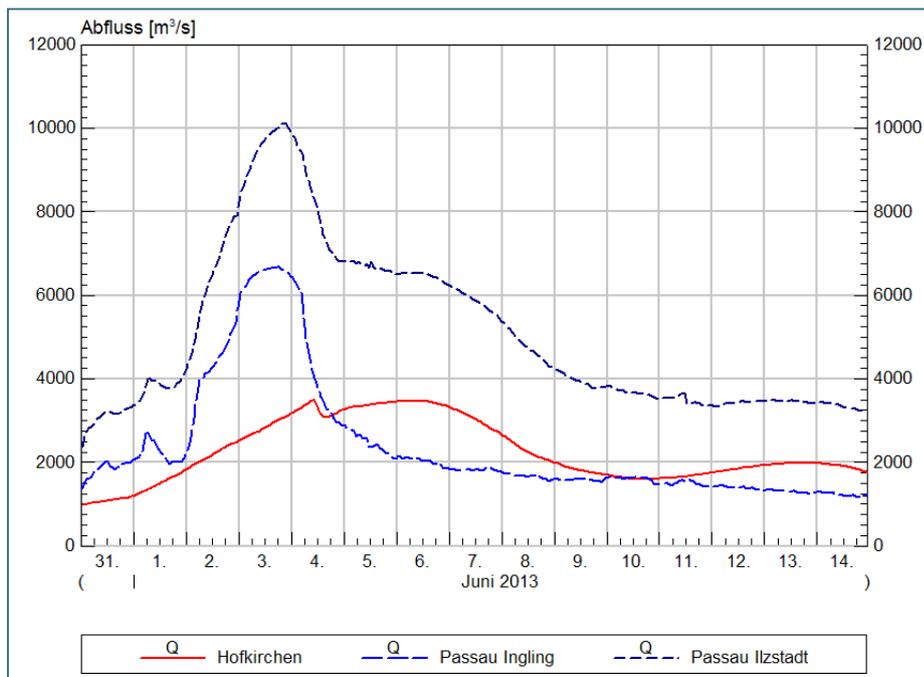


Abb. 2-14: Wellenüberlagerung der Hochwasserwellen aus Donau (Pegel Hofkirchen) und Inn (Pegel Passau Ingling KW) bei Passau. Der Pegel Passau Ilzstadt befindet sich an der Donau unterhalb der Innmündung (Rohdaten).

Auf den Hochwasserscheitel in Passau hatten die Deichbrüche keinen Einfluss. Der Höchststand der Donau in Passau wurde vom Inn geprägt und trat am 3. Juni gegen 21:00 Uhr auf. Zu dieser Zeit waren die Deiche noch nicht gebrochen und der Beitrag der Donau (bezogen auf den Pegel Hofkirchen) zum Scheitel betrug laufzeitbereinigt circa 3.000 Kubikmeter pro Sekunde (siehe Abb. 2-14). Der Inn traf mit einem Scheitel von 6.800 Kubikmeter pro Sekunde auf die Donau, was der Scheitelhöhe des Hochwassers vom Juli 1954 entspricht. Da aber beim Hochwasser 1954 die Scheitel von Donau und Inn zeitlich deutlich weiter auseinanderlagen, kam es damals in Passau zu einem entsprechend niedrigeren Scheitel. Die Laufzeiten der Hochwasserwelle in Donau und Inn haben sich gegenüber dem Hochwasser im Juli 1954 nicht geändert, so dass die Ursache hierfür an den zeitlich und räumlich unterschiedlichen Niederschlagsverteilungen liegt.

## 2.3 Hochwasservorhersage und Hochwassernachrichtendienst

### Hochwassernachrichtenzentrale

Die Hochwassernachrichtenzentrale mit den Hochwasservorhersagezentralen Main, Donau, Inn, Isar und Iller-Lech waren am Mittwoch, dem 29. Mai durch die Niederschlagsvorhersagen der globalen Wettermodelle des Deutschen Wetterdienstes, des U.S. Weather Service und des Europäischen Zentrums für Mittelfristvorhersagen für Freitag bis Sonntag alarmiert. Die Niederschlagsinformationen wurden telefonisch über den Hochwassernachrichtendienst an die Wasserwirtschaftsämter kommuniziert. Für das Wochenende wurden Dienstbereitschaften vorgeplant.

Der Hochwassernachrichtendienst war bereits seit dem 26. Mai ab 20:00 Uhr aktiv und erstellte bis zum 13. Juni 17:00 Uhr, 40 Lageberichte sowie entsprechend der Hochwasserlage laufend aktualisierte Vorhersagen für die betroffenen Bereiche.

Die Hochwassernachrichtenzentrale am Bayerischen Landesamt für Umwelt in Augsburg war zwischen dem 31. Mai und 5. Juni rund um die Uhr besetzt. Danach wurden bis zum 13. Juni für jede Nacht Rufbereitschaften eingerichtet, so dass die Hochwassernachrichtenzentrale zu jeder Zeit erreichbar war.

### Hochwasservorhersagezentrale Main

Eine erste Hochwasservorwarnung für die Mainzuflüsse wurde am 26. Mai ausgesprochen und von den Wasserwirtschaftsämtern verbreitet. Die Hochwasservorhersagezentrale teilte die notwendigen Bereitschaften ein. Kurz darauf traten erste Meldestufenüberschreitungen im Mainingebiet auf. Auf Basis des vom Deutschen Wetterdienst vorhergesagten unwetterartigen Dauerregens wurde ab dem 29. Mai das Abfließen eines Hochwassers im Maininzugsgebiet am 30. und 31. Mai wahrscheinlicher. Es wurde eine Hochwasservorwarnung für die Main-Zuflüsse mit Schwerpunkt Oberer Main und Regnitz durch die Hochwasservorhersagezentrale herausgegeben. Die Hochwasservorhersagezentrale Main war im gesamten Zeitraum vom 26. Mai bis 13. Juni tagsüber besetzt.

An den Mainzuflüssen wird die Qualität der Hochwasservorhersagen stark durch die Niederschlagsvorhersage bestimmt. Vor allem im Zeitraum vom 30. Mai bis 1. Juni kam es zwischen den einzelnen Läufen der Wettervorhersagemodelle des Deutschen Wetterdienstes zu extremen Unterschieden hinsichtlich der Menge und der Lage der vorhergesagten Niederschläge (siehe Aussagen in Kapitel 1). Dies führte zu entsprechend von Vorhersagezeitpunkt zu Vorhersagezeitpunkt stark schwankenden Abfluss- und Wasserstandsvorhersagen.

Am schiffbaren Main wurden nach Formation des Hochwasserscheitels am Pegel Trunstadt mit dem eindimensionalen hydrodynamischen Modell WAVOS Main die zu erwartenden Meldestufenüberschreitungen zwar recht zutreffend vorgeschätzt, das Laufzeitverhalten war jedoch noch nicht optimal. Aktuell wird in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Gewässerkunde an der Erstellung eines neuen hydrodynamischen Modells für den schiffbaren Main gearbeitet.

### **Hochwasservorhersagezentrale Iller / Lech**

Am 29. Mai informierte die Vorhersagezentrale die Wasserwirtschaftsämter telefonisch über die für das Wochenende vorhergesagten, sehr hohen Abflüsse. Diese Vorwarnung wurde zum Teil telefonisch an die Meldestellen weitergegeben. Auch wurde bereits eine Vorabsenkung des Forggensees (Lech) auf circa zwei Meter unter Normalstau veranlasst.

Die Vorhersagen am Donnerstag und Freitagmorgen bestätigten die erwarteten, extremen Abflüsse, so dass am 31. Mai um 8:30 Uhr eine schriftliche Vorwarnung an die Wasserwirtschaftsämter ging, die über den Meldeweg weiter verbreitet wurde.

Während die bis Freitag bereitgestellten Niederschlagsvorhersagen die Niederschlagsmengen im westlichen Alpenraum deutlich überschätzten, lagen die Vorhersagen ab Samstag in der später beobachteten Größenordnung. Für die Flussgebiete Iller sowie Lech mit Wertach waren die Abflussvorhersagen ab 1. Juni daher meist sehr zutreffend. Lediglich am Pegel Kempten/Iller kam es aufgrund sehr intensiver, nicht vorhergesagter, pegelnaher Niederschläge zu einer Unterschätzung des Hochwasserscheitels. Für die kleineren südlichen Zuflüsse zur Donau wie Günz, Mindel, Zusam und Schmutter konnten die deutlichen Pegelanstiege vom 31. Mai auf 1. Juni sowie am 10. Juni nicht zufriedenstellend vorhergesagt werden, da die Niederschlagsvorhersagen für den Bereich des Donauvorlands die eingetretenen Niederschläge deutlich unterschätzten. Dasselbe gilt für die Abflussvorhersagen an der Wörnitz. Auch hier konnte der Ablauf der Hochwasserwelle nicht ausreichend genau nachvollzogen werden.

An der Donau von Neu-Ulm bis Donauwörth waren die Vorhersagen nur teilweise zufriedenstellend. Insbesondere am Pegel Donauwörth wurden zu hohe Abflüsse vorhergesagt, da das Modell die Retention des „Riedstroms“ im Donau-Abschnitt Dillingen bis Donauwörth unterschätzte.

### **Hochwasservorhersagezentrale Donau**

Nachdem sich die drohende Hochwasserlage konsistent in allen zur Verfügung stehenden Vorhersagemodellen abzeichnete, wurden die Wasserwirtschaftsämter am 31. Mai telefonisch vorgewarnt. Aufgrund der vergleichsweise stimmigen Niederschlagsvorhersagen konnten die Wasserwirtschaftsämter rechtzeitig über das bevorstehende Ereignis informiert werden. Die genaue Höhe des zu erwartenden Hochwassers und die räumlichen Schwerpunkte waren dennoch teils schwer vorherzusagen.

Die Vorhersagen für den Donauabschnitt von Donauwörth bis Oberndorf waren sehr gut. Sowohl der zeitliche Verlauf als auch die Größenordnung der Hochwasserscheitel wurden zutreffend vorhergesagt und kommuniziert.

Für Regensburg waren die Vorhersagen gut. Im Vorfeld lagen die Vorhersagen eher zu hoch, kurz vor Erreichen des Scheitels waren die Vorhersagen etwas zu niedrig. Grund dafür waren die teils ungenaueren Zuflussvorhersagen für Naab und Regen.

Für den Donauabschnitt zwischen Regensburg und Passau waren die Vorhersagen gut. Die Deichbrüche können mit den Vorhersagemodellen nicht adäquat abgebildet werden, so dass ab Deggendorf flussabwärts ab dem Zeitpunkt der Deichbrüche die Vorhersagen nicht mehr mit den tatsächlich gemessenen Werten übereinstimmten.

Für die Donau ab Passau waren die Vorhersagen innerhalb des Publikationszeitraumes von zwölf Stunden zufriedenstellend.

### **Hochwasservorhersagezentrale Isar**

Am 29. Mai hat die Hochwasservorhersagezentrale Isar die Vorinformation Hochwassergefahr mit dem regulären Bericht an ihren Empfängerkreis versendet. Telefonisch wurden auch die Landratsämter im Amtsbereich Weilheim sowie alle Flussmeisterstellen vorinformiert. Die Empfehlung war, die Gewässer zu sichern und für das kommende Wochenende für den Hochwassereinsatz Personal vorzuhalten. Am 30. Mai war die Hochwasservorhersagezentrale Isar im Dienstbetrieb und hat Vorbereitungen für das erwartete Ereignis getroffen. In der Nacht zum 31. Mai wurde eine erste Vorwarnung vor Hochwassergefahr ins Intranet eingestellt. Am 31. Mai 8:30 Uhr wurde die Vorwarnung fortgeschrieben mit einem Hinweis auf die Entwicklung eines größeren Hochwassers aufgrund der vorhergesagten Niederschläge.

Die Gefahr eines größeren Hochwassers hat sich am 31. Mai in den Niederschlagsvorhersagen des Deutschen Wetterdienstes, des nationalen Wetter- und Klimadienstes der Schweiz und der Österreichischen Zentrale für Meteorologie und Geodynamik manifestiert, weshalb im Amtsbezirk Weilheim eine entsprechende Hochwasserwarnung ausgegeben wurde. Ab diesem Zeitpunkt war die Hochwasservorhersagezentrale Isar rund um die Uhr erreichbar.

Da die Niederschlagsvorhersagen der verschiedenen Modelle sehr unterschiedlich waren, konnte bis zum 1. Juni lediglich der Beginn der Starkniederschläge zuverlässig vorhergesagt werden, nicht aber die zu erwartende Höhe und die räumlichen Schwerpunkte. Zum Beispiel waren die Niederschläge am Nachmittag des 2. Juni in den Vorhersagen des Deutschen Wetterdienstes nicht enthalten, ebenso wie die Niederschläge in der Nacht vom 31. Mai zum 1. Juni.

Für die Loisach (Pegel Schlehdorf, Kochel, Beuerberg) konnten die Meldestufen richtig prognostiziert werden. Für den Bereich Garmisch-Partenkirchen war die Vorhersage lange Zeit zu hoch. Am 2. Juni wurde die Vorhersage dann vor allem für Weilheim deutlich korrigiert. Die Vorhersage des Deutschen Wetterdienstes hatte auch in der 6-Uhr-Vorhersage die für Weilheim sehr kritische Entwicklung zu weiteren Starkniederschlägen nicht prognostiziert. Auf Basis des Satellitenbildes, des Wetterradars, der vorliegenden Ensemble-Niederschlagsvorhersagen sowie einer ersten Abflussreaktion am Pegel Freising wurde jedoch eine zutreffendere Information herausgegeben.

### **Hochwasservorhersagezentrale Inn**

Die Wasserwirtschaftsämter wurden am 31. Mai telefonisch vorgewarnt. Sie konnten zu diesem Zeitpunkt über die Größenordnung der zu erwartenden Niederschläge informiert werden. Die räumlichen Schwerpunkte und die zu erwartenden Meldestufen waren jedoch vor dem Ereignis aufgrund abweichender Ergebnisse der unterschiedlichen Niederschlagsvorhersagen noch sehr unsicher.

Vor dem Anstieg der Hochwasserwelle lagen die Vorhersagen in der Regel noch zu niedrig, zeigten jedoch bereits den schnellen Anstieg der Abflüsse und dass ein Hochwasser mit deutlicher Über-

schreitung der Meldestufen zu erwarten war. Auch der Eintrittszeitpunkt des Hochwasserscheitels konnte in den meisten Gebieten zutreffend vorhergesagt werden.

Das Wasserwirtschaftsamt Traunstein warnte am 1. Juni um 11:00 Uhr vor diesen sehr raschen Anstiegen und verschärfte die Warnungen um 21:00 und 23:00 Uhr. Das Wasserwirtschaftsamt Rosenheim konnte aufgrund der Vorhersagen schon am 1. Juni vormittags in seiner Warnung auf die drohende Gefahr von Deichschäden hinweisen.

## 2.4 Sonstiges

### Internetbereitstellung

Trotz der bisher höchsten Zugriffszahlen lief die Bereitstellung und Aktualisierung des Internetangebotes des Hochwassernachrichtendienstes ([www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de)) störungsfrei ab. Auch behördenintern gab es keine IT-Probleme. Die Gesamtauslastung der Webserver lag in der Spitze bei etwa 75 Prozent, womit sogar noch eine Reserve vorhanden war. Der Ausbau auf 4 + 2 Web-Server im Loadbalancing am Rechenzentrum Süd hat sich demnach bewährt und im Gegensatz zum Hochwasser vom August 2005 besteht hier kein Bedarf zur Nachbesserung.

Im Rahmen der Berichterstattung wurde in vielen regionalen und überregionalen Zeitungen auf die Internetadresse des Hochwassernachrichtendienstes [www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de) hingewiesen (zum Beispiel Süddeutsche Zeitung, Augsburgener Allgemeine, Mittelbayerische, Donau-Post, Wochenblatt, Oberbayerisches Volksblatt, Münchner Merkur, Main Post, Donaukurier).

Die höchsten Zugriffszahlen im Internetangebot des Hochwassernachrichtendienstes wurden am 2. Juni mit rund 14,5 Millionen Seitenbesuchen gezählt. Das Angebot für mobile Smartphones <http://m.hnd.bayern.de> kam am selben Tag auf rund 830.000 Seitenbesuche (siehe Tab. 2-10).

Datum	http://www.hnd.bayern.de		http://m.hnd.bayern.de	
	Besuche	Seitenzugriffe	Besuche	Seitenzugriffe
29.05.2013	323.794	1.011.369	13.801	25.119
30.05.2013	773.662	2.034.075	46.520	70.239
31.05.2013	5.032.569	12.289.824	94.615	130.725
01.06.2013	6.597.027	16.372.362	408.802	548.109
02.06.2013	14.484.199	38.920.600	829.957	1.080.067
03.06.2013	13.974.733	35.460.180	618.008	843.934
04.06.2013	6.828.731	17.091.558	302.883	426.184
05.06.2013	3.381.811	8.540.803	148.519	215.929
06.06.2013	2.249.786	5.811.480	95.475	144.295
07.06.2013	1.317.489	3.521.661	63.066	100.276
08.06.2013	626.044	1.790.807	41.290	70.694
09.06.2013	756.146	2.066.127	46.197	74.978

Tab. 2-10: Zugriffszahlen auf das Internetangebot des Hochwassernachrichtendienstes

## Technischer Betrieb der Messanlagen

In den Hochwasservorhersagen werden insgesamt etwas mehr als 600 Pegel einbezogen. Bei den bayerischen Landespegeln gab es keine größeren Ausfälle. Hier haben sich die Maßnahmen nach dem Hochwasser 1999 und 2005 bewährt. Die Absicherung der Pegel durch redundante Einrichtungen hat in mehreren Fällen einen Ausfall von Pegeln verhindert. Am Pegel Passau Ingling/Inn wurden beide Systeme am Pegel geflutet. Ein mobiler Hilfspegel sicherte die Datenübertragung im Scheitelpunkt. Die Maßnahmen zur Verbesserung der Hochwassersicherheit der Pegel haben sich ebenfalls ausgezahlt.

Die von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes betriebenen Pegel Passau Donau und Passau Ilzstadt fielen während des Hochwassers aus. Der Pegel Passau Ilzstadt lieferte ab 3. Juni 0:15 Uhr keine Daten mehr. Der Pegel Passau Donau fiel am 3. Juni 6:30 Uhr aus. Die Wasserstandswerte für diesen Pegel wurden ab Mittag stündlich vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf per Ablesung und Nivellement von Hand in das IT-System des Hochwassernachrichtendienstes eingegeben und standen ab Mittag stündlich im Internet zur Verfügung.

Allerdings kam es durch das Hochwasser auch zu Schäden an Messstellen und Geräten. Im Umfeld der Pegel kam es zu Erosionsschäden wie Uferabbrüchen und Sohlveränderungen.

Insgesamt betragen die Schäden an Messanlagen nach einer ersten Aufnahme unmittelbar nach dem Ereignis für ganz Bayern rund 300.000 EUR.

Bei einzelnen Pegeln übertrafen die extremen Wasserstände die obere Grenze der Wasserstands-Abfluss-Beziehungen. Für die Vorhersageberechnungen wurden diese Beziehungen extrapoliert. Abweichungen zwischen den automatisch erfassten Wasserständen und der realen Wasserhöhe wurden durch Wasserstands- und Abflussmessungen während des Hochwassers an einzelnen Standorten korrigiert, womit die Genauigkeit der Scheitelwerte verbessert wurde.

### 3 Talsperren, Flutpolder und Hochwasserrückhaltebecken

#### 3.1 Hochwasserrückhaltung durch staatliche Wasserspeicher

Beim Hochwasserereignis vom Juni 2013 waren mehr oder weniger alle 25 staatlichen Wasserspeicher sowie der Flutpolder Weidachwiesen betroffen. Brennpunkte für den Hochwasserrückhalt waren die Wasserspeicher in Ostbayern und im Alpenvorland. Dort bestanden der Sylvensteinspeicher und der Surspeicher weitere Bewährungsproben. In Niederbayern waren Vilstalsee und Rottauensee besonders gefordert. Dank der Überleitung Donau-Main konnte das Hochwasser der Altmühl im Altmühlsee aufgefangen und zum Brombachsee übergeleitet werden. Somit wurde eine wesentliche Entlastung der Altmühl sowie des unterhalb liegenden Donaubegebietes erreicht.

Die staatlichen Speicher insgesamt haben die Hochwasserwellen erfolgreich zurückgehalten und erneut einen wertvollen Beitrag zur Schadensminimierung in den unterhalb gelegenen Gebieten geliefert. Dabei wurden die Hochwasser-Rückhalteräume der Speicher in sehr hohem Maße beziehungsweise vollständig ausgenutzt.

Neben den Vorhersagen des Hochwassernachrichtendienstes kündigte sich das Hochwasserereignis bereits ab 27. Mai in Oberfranken am Froschgrundsee an. Hier stieg der Seepiegel innerhalb eines Tages um circa drei Meter. Zwei Tage später erreichte das Tiefdruckgebiet den Süden Bayerns. Am 31. Mai stieg der Seepiegel am Sylvensteinspeicher zunächst im Zentimeterbereich, was sich aber dann im Laufe des 2. Juni rasch änderte. So musste der Speicher schließlich bis zur maximalen Auslastung des bewirtschaftbaren Hochwasserrückhalterums beaufschlagt werden. Die Entleerung konnte nur sehr langsam erfolgen, um die Situation an der Unteren Isar sowie

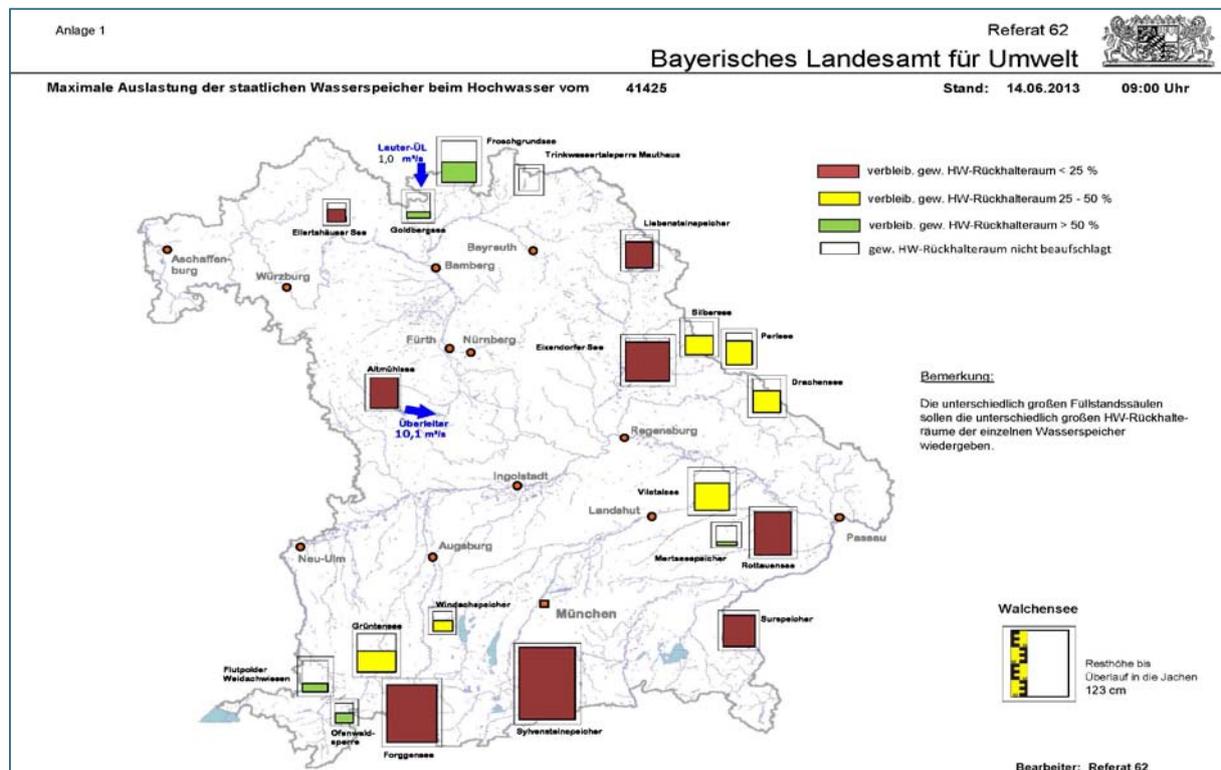


Abb. 3-1: Beaufschlagung der staatlichen Wasserspeicher beim Hochwasser 2013.

entlang der Donau im Bereich Plattling bis Passau nicht zu verschärfen. Die Entspannung der Hochwassersituation am Sylvenstein wurde mit Absenkung auf das Stauziel am 11. Juni wieder erreicht. Diese Entspannung hat sich bei den Wasserspeichern in der Oberpfalz erst zum Ende der 24. Kalenderwoche eingestellt, als der Pegel der Schwarzach am 14. Juni die Meldestufe 2 und am 17. Juni schließlich die Meldestufe 1 unterschritten.

Abb. 3-1 zeigt jeweils die maximale Beaufschlagung der einzelnen Wasserspeicher während des gesamten Hochwasserereignisses. Daraus ist auch ein schneller Überblick zu gewinnen, welche Speicher bei diesem Hochwasser besonders im Fokus standen (siehe rote Säulen).

Die Abgabe aus den Rückhalteräumen der Wasserspeicher erfolgte unter besonderer Beachtung der Gewässerpegel im Unterwasser. Da diese zunächst nicht oder nur sehr langsam zurück gingen, waren die Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken über lange Zeit hinweg deutlich gefüllt. Diese Rücksichtnahme der Speichersteuerung auf die Unterlieger konnte jedoch nur aufgrund der sehr zuverlässigen Wetterprognosen durchgeführt werden.

Durch den Speicherrückhalt wurden Hochwasserschäden in direkt unterhalb der Speicher liegenden Städten und Gemeinden vermieden. Ferner trugen die Speicher wieder zu einer Entlastung der Flussgebiete auch weiter im Unterstrom bei. Trotz der langanhaltenden Belastung durch die hohen Stauspiegel in den Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken sind wesentliche sicherheitsrelevante Schäden am Dammkörper, an den Betriebseinrichtungen oder im Tosbecken nach bisheriger Kenntnis nicht aufgetreten. Probleme bereiten dagegen an manchen Speichern die großen Treibholzmengen in den Vorsperren und das angefallene Geschiebe mit den damit einhergehenden Verlandungen.

## **3.2 Bewirtschaftung und Einsatz der einzelnen Wasserspeicher**

Dieser Abschnitt umfasst Betriebszustände und Steuerstrategien sowie Schäden an Talsperren.

### **3.2.1 Speicher im Einzugsgebiet der Donau**

#### **Rottachsee / Iller**

Da am Rottachsee, der als Niedrigwasserspeicher konzipiert ist, kein gewöhnlicher Hochwasserrückhalteraum besteht, kann der Speicher einen Hochwasserrückhalt nur durch die Seeretention im außergewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum erreichen. Bei diesem Hochwasserereignis waren die Niederschläge im circa 30 Quadratkilometer kleinen Einzugsgebiet der Sperre stark und lang anhaltend. Dadurch summierte sich der Zufluss in der Spitze auf fast 50 Kubikmeter pro Sekunde (entspricht einem 50 bis 100-jährlichen Hochwasser). Zu Beginn des Hochwasserereignisses lag der Seepegel nach einer kurzen Vorabsenkung um 12 Zentimeter unter dem Stauziel von 850 Metern über dem Meeresspiegel. Die Hochwasserwelle ließ den Seepegel innerhalb eines Tages auf 850,60 Meter über dem Meeresspiegel ansteigen. Dies war der höchste Stand seit Bestehen der 20 Jahre alten Anlage. Die Talsperre gab anfangs 2,5 Kubikmeter pro Sekunde und im weiteren Verlauf bis 18 Kubikmeter pro Sekunde ab. In der Spitze konnte damit über 30 Kubikmeter pro Sekunde der Hochwasserwelle gekappt und verzögert an die Iller abgegeben werden. Insgesamt wurden 2,09 Millionen Kubikmeter der Hochwasserwelle im Rottachsee zurückgehalten.

### **Ofenwaldsperre / Iller**

Im Einzugsgebiet der Ofenwaldsperre fiel der Niederschlag relativ moderat aus. Deshalb war die Abflussspitze am zwei Kilometer unterhalb der Sperre gelegenen Pegel Winkel/Starzlach mit 30 Kubikmeter pro Sekunde deutlich niedriger als bei vergangenen Hochwasserereignissen. Infolge der Hochwasserwelle stieg der Seepegel auf maximal 916,16 Meter über dem Meeresspiegel an. Der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum war somit zu 50 Prozent gefüllt. Schäden an der Sperrenstelle oder im Unterwasser sind nicht aufgetreten.

Eine Hochwasserbewirtschaftung im Sinne einer gezielten Kappung der Hochwasserspitze ist an der Ofenwaldsperre nicht möglich, da die Auslassorgane nicht regulierbar ausgebildet sind. Außerdem wird die drosselnde Wirkung der Sperre aufgrund des geringen Rückhaltevolumens als eher gering eingeschätzt.

### **Polder Weidachwiesen/ Iller**

Der Flutpolder Weidachwiesen befindet sich im Nebenschluss der Iller zwischen Immenstadt und Kempten. Der Flutpolder dient primär zum gezielten Abschöpfen der Hochwasserspitze bei großen bis extremen Hochwasserereignissen von mehr als 570 Kubikmeter pro Sekunde (100-jährliches Hochwasser) am Steuerpegel Immenstadt/Zollbrücke. Hierzu können über das Einleitungsbauwerk bis zu 140 Kubikmeter pro Sekunde in das rund sechs Millionen Kubikmeter große Polderbecken ausgeleitet werden. Zur Gewährleistung der vormaligen Retention der Iller in diesem Gewässerabschnitt und zur Vermeidung nachteiliger Auswirkungen auf die Unterlieger wurde mit Wasserrechtsbescheid festgelegt, dass bei kleineren bis mittleren Hochwasserereignissen mit einem Gesamtabfluss von 340 bis 570 Kubikmeter pro Sekunde bis zu 35 Kubikmeter pro Sekunde abgeschöpft werden können.

Beim zurückliegenden Hochwasserereignis wurde nach anfänglich höheren Vorhersagen im Verlauf des 1. Juni der Scheitelwert am Steuerpegel Immenstadt Zollbrücke auf circa 500 Kubikmeter pro Sekunde prognostiziert. Gemäß den Betriebsregeln wurde von der Leitstelle die Steuerstrategie für ein „Erkanntes kleines Hochwasser“ ausgegeben und der Abschöpfungsbeginn auf 420 Kubikmeter pro Sekunde festgelegt. Über das Öffnen von zwei der sechs großen Schütztafeln des Einleitungsbauwerkes sind daraufhin in der Nacht vom 1. auf den 2. Juni in einem Zeitraum von acht Stunden durchschnittlich 44 Kubikmeter pro Sekunde aus der Iller abgeschöpft worden. Der Scheitelwert am Steuerpegel war schließlich bei 525 Kubikmeter pro Sekunde erreicht und damit nur fünf Prozent höher als der prognostizierte Wert.

Die Vorgabe zur Vermeidung nachteiliger Auswirkungen auf die Unterlieger bei sogenannten kleinen Hochwasserereignissen (bis 100-jährliche Hochwasser) wurde mit einer Abschöpfung von über 35 Kubikmeter pro Sekunde deutlich erfüllt. Insgesamt wurden ca. 1,4 Millionen Kubikmeter aus der Iller ausgeleitet. Das hatte zur Folge, dass nicht nur der Binnenpolder (im staatlichen Eigentum, Volumen 0,9 Millionen Kubikmeter) sondern auch ein Teil der Retentionsfläche im Hauptpolders (in Privateigentum) in Anspruch genommen wurde. Dort wurden an die betroffenen Grundstückseigentümer die vertraglich geregelten Entschädigungen entrichtet.

Am Pegel Kempten blieb der Abfluss unterhalb des Grenzwertes eines 50-jährlichen Hochwassers und die Abflusshöhe in Meldestufe 3. Die Hochwasserschutzanlagen sind im Bereich Kempten für ein 100-jährliches Hochwasser ausgelegt. Daher war zum Schutz der Stadt Kempten kein weiterer Hochwasserrückhalt durch den Flutpolder Weidachwiesen notwendig.

### **Forggensee/ Lech** (*nichtstaatlicher Energiespeicher, Hochwasserbewirtschaftung durch das Wasserwirtschaftsamt Kempten*)

Mit der Steuerung des Foggensees ist es möglich, die Wasserführung des Lechs stark zu beeinflussen. Als Folge des Hochwassers im Jahr 1999 wurden mehrere Programme für den Hochwasserschutz entwickelt. Für den Foggensee wurde ab 2005 eine generelle Absenkung des Stauziels um einen halben Meter von 781 auf 780,50 Meter über dem Meeresspiegel festgelegt. Damit können 7,5 Millionen Kubikmeter zusätzliche Auffangreserve für Hochwasser bereitgehalten werden. Weiterhin erklärte sich die E.ON als Betreiberin bereit, die Hochwasserentlastungsanlage umzubauen. So wurde im Jahr 2004 das ursprüngliche Klappenbauwerk gegen ein tiefer liegendes, zweifeldriges Drucksegment ersetzt. Die umgebaute Hochwasserentlastungsanlage ist seit Mai 2005 in Betrieb.

Der maximale Zufluss erreichte am 3. Juni 2013 mit ca. 600 m<sup>3</sup>/s seinen Höhepunkt, während zu diesem Zeitpunkt nur ca. 200 m<sup>3</sup>/s abgegeben wurden (siehe Abb. 2.5 Kap. 2.2). Der Seepiegel erreichte durch diese Steuerung 781,95 m über dem Meeresspiegel (maximales Stauziel 782 m über dem Meeresspiegel), der verfügbare Hochwasserrückhalteraum wurde somit zu ca. 96 Prozent in Anspruch genommen. Inklusive der rechtzeitigen Vorabsenkung des Seespiegels auf 778,56 m über dem Meeresspiegel konnten somit ca. 48,4 Millionen m<sup>3</sup> der Hochwasserwelle im Foggensee zurückgehalten werden.

In Landsberg am Lech konnte somit verhindert werden, dass die Meldestufe 1 wiederholt erreicht wurde. Ebenso positiv war die Auswirkung auf den Pegel Haunstetten in Augsburg und der Wertachmündung / Lech. Hier wurden die Meldestufen 1 vermieden. Schäden im direkten Speicherrumfeld wurden nicht gemeldet.

### **Grüntensee / Lech**

Im Vorgriff auf das prognostizierte Hochwasserereignis wurde der Seespiegel in der Nacht zum 31. Mai um einen knappen halben Meter auf 875,50 Meter über dem Meeresspiegel abgesenkt. Die ankommende Hochwasserwelle erreichte die Sperrenstelle mit zwei Spitzen. Die erste Spitze wurde am Pegel Sebastianskapelle, der circa 80 Prozent des Einzugsgebietes abdeckt, in den Morgenstunden des 1. Juni mit einem Zuflussscheitel von 43 Kubikmeter pro Sekunde (etwa ein 1-jährliches Hochwasser) und die darauffolgende zweite Welle in den Morgenstunden des 2. Juni mit einem Scheitel von 69 Kubikmeter pro Sekunde (etwa ein 5-jährliches Hochwasser) registriert. Der maximale Gesamtzufluss in den See belief sich zu diesem Zeitpunkt nach Rückrechnung über die Seestandsänderung auf circa 90 Kubikmeter pro Sekunde. Die beiden Zuflusswellen ließen den Seepiegel am 3. Juni bis auf den Maximalwert von 880,04 Meter über dem Meeresspiegel ansteigen. Der steuerbare Hochwasserrückhalteraum war zu 55 Prozent beaufschlagt. Bei einer Abgabe von circa 18 Kubikmeter pro Sekunde über die Turbinen und dem Kegelstrahlschieber konnten circa 70 Kubikmeter pro Sekunde der Hochwasserspitze zurückgehalten werden. Am 35 Kilometer entfernt gelegenen Pegel Thalhofen wirkte sich dies mit einem circa 40 Zentimeter niedrigeren Wasserstand in der Wertach aus. Auch im weiteren Verlauf bis zur Lechmündung wurde die Meldestufe 2 nicht überschritten.

Insgesamt war die Bewirtschaftung des Hochwasserereignisses Mai/Juni 2013 für den Grüntensee unkritisch. Der Hochwasserrückhalt summierte sich auf insgesamt 6,75 Millionen Kubikmeter. Schäden wurden weder an der Anlage noch im Unterwasser festgestellt.

### **Altmühl- Überleitung / Wirkung auf Altmühl und Donau**

Die ersten Auswirkungen des anlaufenden Hochwassers waren schon am 27. Mai zu spüren. Der Pegel Thann/Altmühl stieg in kurzer Zeit von 100 auf 200 Zentimeter an und überschritt die Meldestufe 1. Die steigende Tendenz setzte sich bis zum 2. Juni mit Überschreiten der Meldestufe 4 fort.

Der Spitzenabfluss wurde mit 122 Kubikmeter pro Sekunde an der Altmühl gemessen. Mit Anstieg des Pegels Thann erfolgte auch die Einleitung der Altmühl in den Altmühlsee. Die maximale Einleitung erreichte den Altmühlsee mit 72 Kubikmeter pro Sekunde am Nachmittag des gleichen Tages.

Fast zeitgleich mit dem Pegelanstieg Thann wurde vom Altmühlsee in den Großen Brombachsee übergeleitet (siehe Abb. 3-2). Die ersten zehn Kubikmeter pro Sekunde wurden bereits am 31. Mai um 09:00 Uhr in den Brombachsee geleitet. Die Überleitungsmenge stieg kontinuierlich bis zum 2. Juni an und erreichte mit 59,6 Kubikmeter pro Sekunde den Spitzenwert. Das Stauziel des Großen Brombachsee war zu diesem Zeitpunkt schon überschritten – Tendenz weiter steigend. Seinen höchsten Seepiegel erreichte der Speicher am 14. Juni mit 410,59 Meter über dem Meeresspiegel. Wegen der großen Wassermassen in der Altmühl konnte die Überleitung erst am 6. Juni eingestellt werden. Von da ab übernahm der Altmühlsee alleine die Pufferung der noch folgenden Gewitterschauer. Der Seepiegel des Altmühlsees konnte während des gesamten Ereignisses unter der Oberkante des gestellten Wehrs gehalten werden. Er erreichte am 15. Juni mit 415,39 Meter über dem Meeresspiegel seinen Höchststau.



Abb. 3-2: Altmühlüberleitung am Hühnermühlendamm

Die enorme Überleitungsmenge ließ die Brombachhauptsperre innerhalb von 14 Tagen von 408,60 Meter über dem Meeresspiegel auf 410,59 Metern über dem Meeresspiegel steigen. Der Abfluss wurde kontinuierlich auf circa 0,65 Kubikmeter pro Sekunde gehalten. In Altmühlsee und Großem Brombachsee war damit der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum zu mehr als 100 Prozent ausgelastet.

Durch diese Regulierung erreichte der Pegel Aha (bei Gunzenhausen) an der Altmühl nur einen maximalen Abfluss von 25 Kubikmeter pro Sekunde. Die Meldestufe 2 wurde knapp gestreift, die Meldestufe 3 vermieden. Der Pegel Eichstätt/Altmühl erreichte durch die Steuerung der Altmühlüberleitung die Meldestufe 2 nicht. Die Überleitungsmengen und die Seepiegel sind in Abb. 3-3 und Abb. 3-4 dargestellt. Dank der Überleitung Altmühl – Main konnten zwischenzeitlich 18 Millionen Kubikmeter Wasser problemlos im Altmühlsee aufgefangen und zum Brombachsee übergeleitet werden. Der Wasserstand im Großen Brombachsee wurde seit dem 13. Juni wieder abgesenkt. Bis

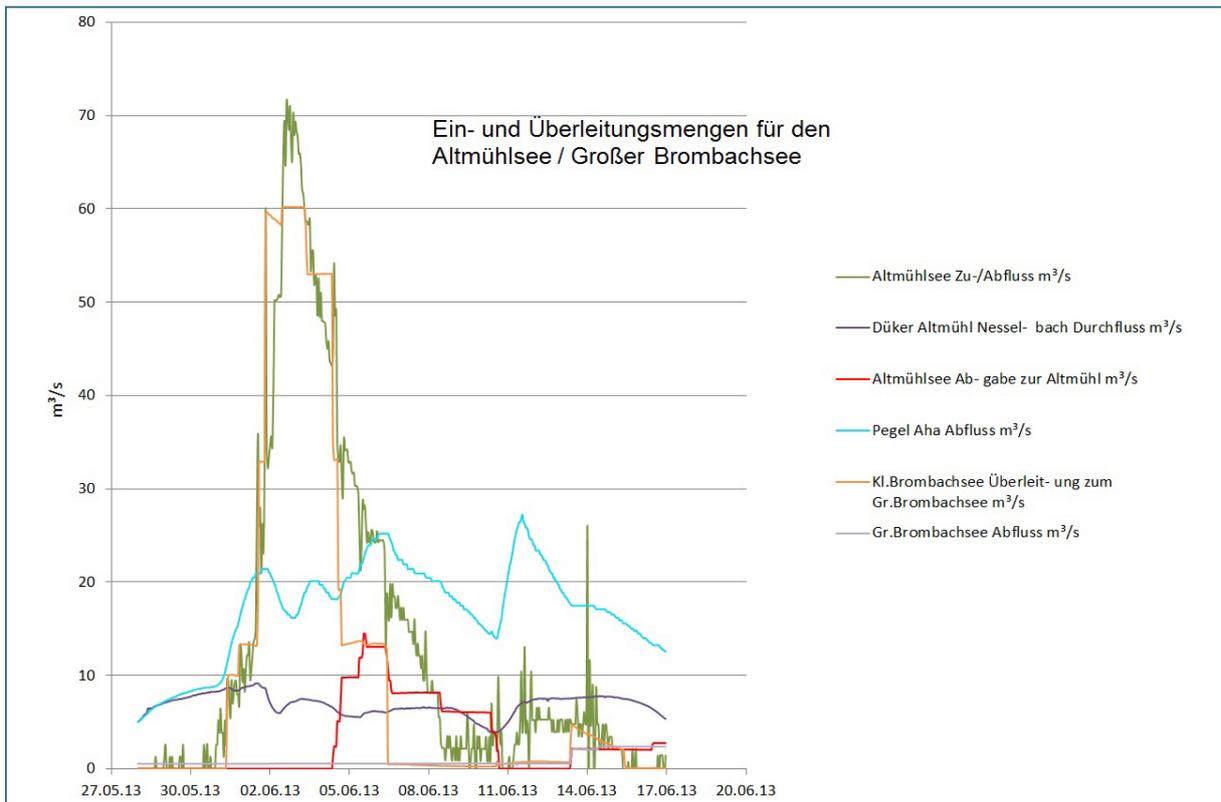


Abb. 3-3: Altmühlüberleitung (Ein- und Überleitungsmengen)

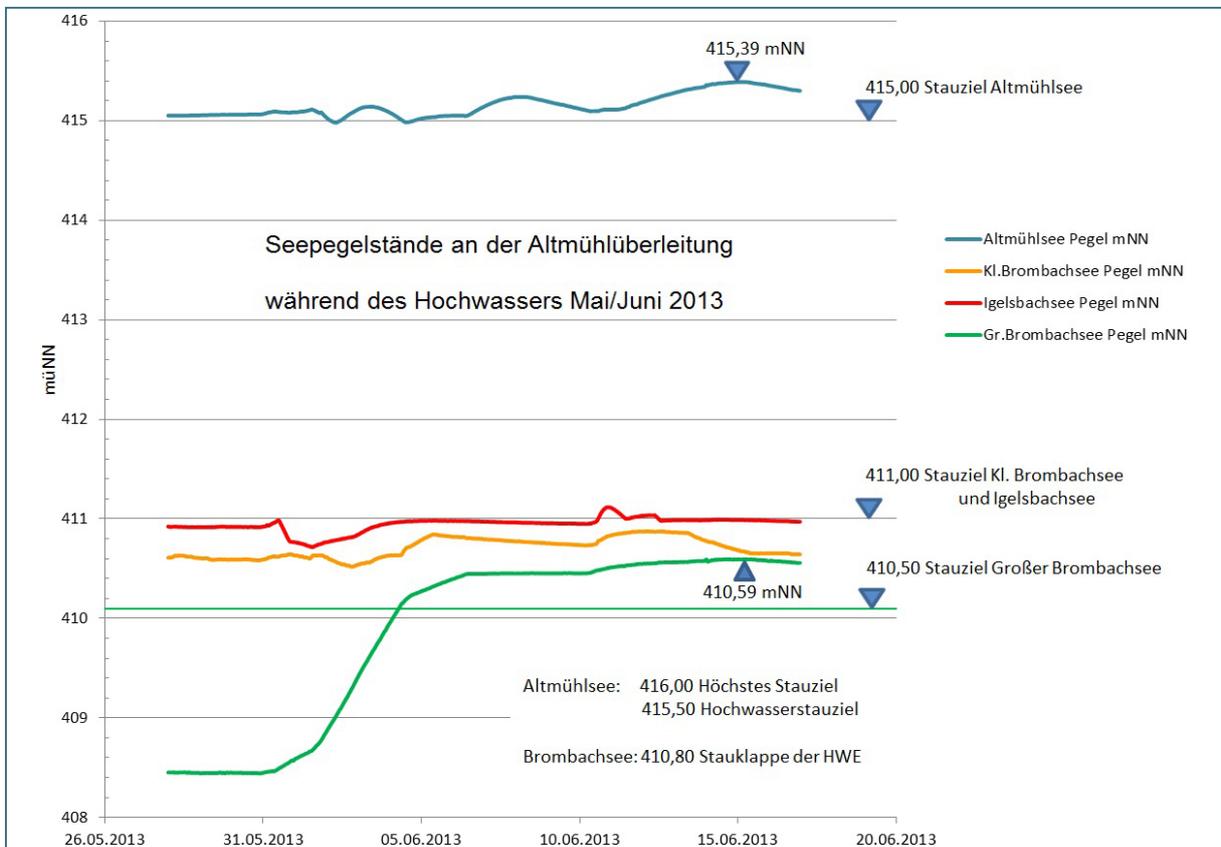


Abb. 3-4: Altmühlüberleitung (Seepegel)

dahin musste in der Region noch mit Ausuferungen gerechnet werden. Der Altmühlsee war ebenso zu 100 Prozent gefüllt. Der Wasserspiegel wurde, nachdem es die Situation am Großen Brombachsee zuließ, kontinuierlich durch die Überleitung zum Großen Brombachsee wieder bis zum Stauziel abgesenkt. Somit konnte eine wesentliche Entlastung der Altmühl zwischen Gunzenhausen und Treuchtlingen sowie des unterhalb liegenden Donauebietes erreicht werden.

Der Rothsee war von diesem Hochwasserereignis nicht betroffen, da der Füllstand primär durch die Einleitung aus dem Main – Donaukanal bestimmt wird.

Durch den lang anhaltenden Niederschlag wurden im Bereich der Altmühlüberleitung Hangrutschungen an Straßenböschungen festgestellt. Schäden an den Bauwerken selbst wurden bislang nicht gemeldet. Auch im Unterwasser Richtung Gunzenhausen und Eichstätt sind keine größeren Schäden bekannt.

### **Sylvensteinspeicher: Isar**

Das Hochwasserereignis beaufschlagte den Sylvensteinspeicher in Form von drei Hochwasserwellen. Die erste Spitze mit circa 300 Kubikmeter pro Sekunde traf am Morgen des 1. Juni am Speicher ein. Tags darauf erreichte den Sylvenstein die 2. Welle mit circa 550 Kubikmeter pro Sekunde. Nach einer sehr kurzen Abklingphase (circa  $\frac{1}{2}$  Tag) erreichte die größte Zuflussspitze die Talsperre mit circa 680 Kubikmeter pro Sekunde, dies entspricht etwa einem 20-jährlichen Hochwasserereignis. Der steuerbare Hochwasserrückhalteraum des Sylvensteinspeichers war am 3. Juni schließlich zu 99,7 Prozent gefüllt. Die alte Hochwasserentlastung ist erstmals seit ihrer Errichtung im Jahre 1954 vom 3. bis 4. Juni in Betrieb gegangen (siehe Abb. 3-6). Die Fülle des Hochwasserereignisses lag bei 87,5 Millionen Kubikmeter und damit sehr exakt bei der des Pfingsthochwassers aus dem Jahr 1999. Der Rückhalt lag bei circa 61 Millionen Kubikmeter und somit bei circa 70 Prozent der Wellenfülle. Dies ist angesichts der Fülle dieser Hochwasserwelle eine hervorragende Bilanz, der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum wurde dafür nahezu vollständig eingesetzt (siehe Abb. 3-5).

Aus Rücksicht auf das extrem ergebnisreiche Zwischeneinzugsgebiet bis Bad Tölz und zum Schutz der Unterlieger musste die Abgabe minimiert werden. So wurde im Spitzenzufluss die Abgabe auf 60 Kubikmeter pro Sekunde gedrosselt. Der Speicher erreichte dabei einen Seepiegel von 762,95 Meter über dem Meeresspiegel, fünf Zentimeter unter der 2. Hochwasserentlastung (welche 1999 angesprungen war, wobei deren Überfallkrone seinerzeit baustellenbedingt noch 3 Meter tiefer lag). Durch den Hochwasserrückhalt im Sylvensteinspeicher konnte die Abflussspitze in München auf 770 Kubikmeter pro Sekunde reduziert werden. Ohne den Sylvensteinspeicher wären dort im Maximum 1.300 Kubikmeter pro Sekunde abgeflossen, das örtliche Hochwasserschutzsystem der Landeshauptstadt wäre mit unabsehbaren Folgen überlastet worden. In Bad Tölz kamen in der Spitze statt 1.000 Kubikmeter pro Sekunde etwa 410 Kubikmeter pro Sekunde zum Abfluss. Größere und schwerwiegende Schäden entlang der Isar sind somit Dank der präzisen Speicherbewirtschaftung nicht aufgetreten. Durch die Vorregen, die ungewöhnliche Wettersituation, ergebnisreichste Niederschläge und die lange Dauer des Ereignisses ergaben sich extrem schwierige Randbedingungen.

In ständiger Abstimmung zwischen dem Bayerischen Umweltministerium und dem Wasserwirtschaftsamt Weilheim erfolgte die Bewirtschaftung des Sylvensteinspeichers auch im Hinblick auf die Donaustrecke unterhalb von Deggendorf. Durch die Steuerung des Speichers mit der weiterhin sehr verhaltenen Abgabe wurde versucht, die Unterlieger und die Donaustrecke bis Passau möglichst wenig zu belasten.

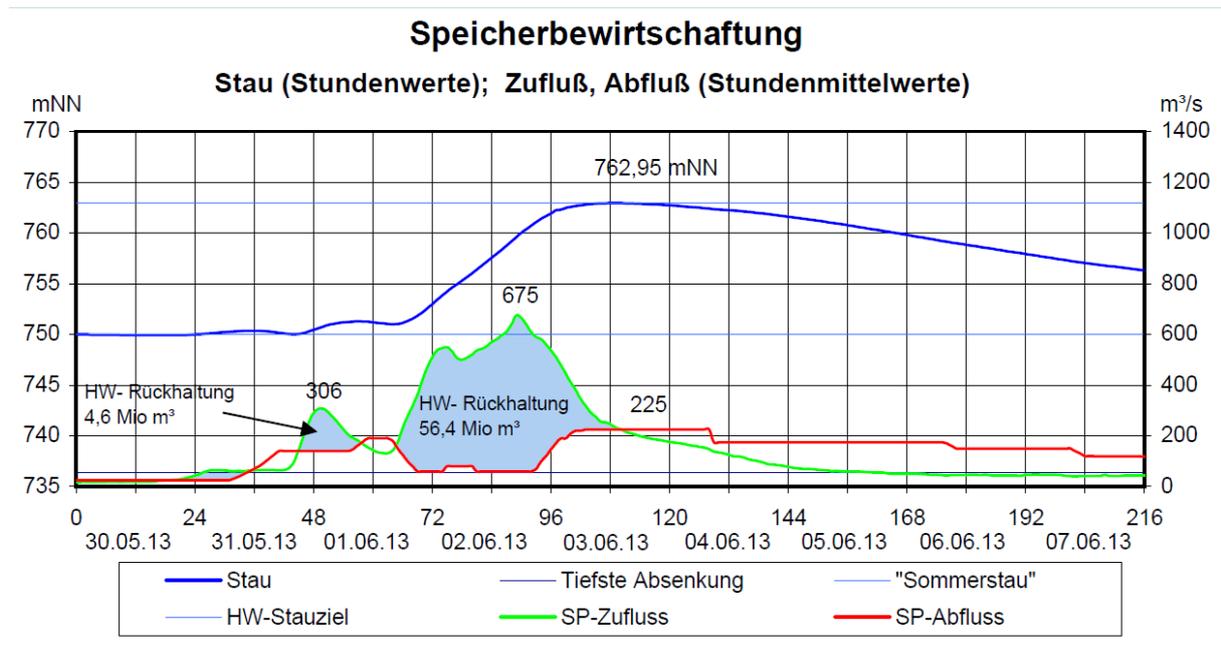


Abb. 3-5: Speicherbewirtschaftung Sylvenstein

Um die Belastung flussabwärts durch die Speicherabgabe so gering wie möglich zu halten, wurde erst im Laufe des 4. Juni allmählich begonnen, den Seepiegel abzusenken. Dies war wegen der weiteren starken Zuflüsse im Verlauf der Isar auch für den Bereich München-Freising-Landshut bis zum Mündungsbereich in die Donau von großer Bedeutung. Am 5. Juni wurden erneut Starkniederschläge prognostiziert, sodass es angezeigt war, im Sylvensteinspeicher wieder Rückhalteraum zu gewinnen und den Seepiegel abzusenken.

An der Isar konnten durch den Sylvensteinspeicher auf der Strecke Lenggries bis Puppling die Abflüsse auf ein 10-jährliches Hochwasser beschränkt werden, obwohl dort ein Schwerpunkt der Niederschläge lag. Bemerkenswert war der Anteil der Jachen, die als seitlicher Zufluss unterhalb des Speichers über eineinhalb Tage ein 10 bis 20-jährliches Hochwasser geführt hat, mit zwei eingelagerten Spitzen in Höhe des 50 bis 100-jährlichen Hochwassers. Größere Schäden konnten vermieden werden. Wieder einmal zeigte sich, dass weitere Rückhaltermöglichkeiten im Einzugsgebiet der Isar einen effektiven Beitrag zur Minderung des Hochwassergeschehens an der Isar bieten könnten.



Abb. 3-6: Sylvensteinspeicher beim Hochwasser 2013, links: Hochwassereinstau am Damm; rechts: Hochwasserentlastung in Betrieb

Durch die Nachrüstungsmaßnahmen am Sylvensteinspeicher der Jahre 1997 bis 2001 (vor allem dem Bau der zweiten Hochwasserentlastungsanlage und der Erhöhung des Dammes um drei Meter) wurde die Bewirtschaftung von Hochwasserereignissen wie 1999, 2005 und 2013 erst möglich. Die derzeit laufende EU-geförderte Ertüchtigung hatte durch den Einbau der tiefen Schlitzdichtwand im Jahr 2012 einen wesentlichen Meilenstein erreicht. So war es wegen der garantierten Dichtigkeit des Dammes möglich, den Stau auf eine neue Rekordmarke klettern zu lassen und dort außergewöhnlich lange zu halten, um die Abgabe aus Rücksicht auf die Unterlieger sehr stark reduzieren zu können.

Größere Schäden am Speicher sind nicht zu verzeichnen, an der Isarvorsperre wurde lediglich die Betonfahrbahn, die quer über das Bauwerk läuft, auf einem Bereich von circa 18 Meter Länge und circa 1,4 Meter Breite weggerissen. Die Sanierungskosten liegen schätzungsweise bei circa 10.000,- EUR. Außerdem sind die Vorsperren und der Speicher von Treibholz frei zu machen. Weiterhin mussten durch den Hochstau am Sylvensteinspeicher die aktuellen Bauarbeiten am Sickerwasserstollen vorsorglich für zehn Tage unterbrochen werden. Die daraus resultierenden Stillstandskosten belaufen sich auf knapp 100.000,- EUR.

#### **Windachspeicher / Isar**

Der maximale Einstau des Windachspeichers wurde bei 629,02 Meter über dem Meeresspiegel erreicht. Der Rückhalt lag bei etwa 1,5 Millionen Kubikmeter, der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum wurde zu circa 56,4 Prozent eingesetzt. Der maximale Zufluss zum Speicher lag bei 28 Kubikmeter pro Sekunde. Zu diesem Zeitpunkt wurden sechs Kubikmeter pro Sekunde abgegeben. Mit der Steuerung des Speichers wurde versucht, die Unterliegergemeinden Finning, Windach und Greifenberg vor Überflutungen zu schützen. Schäden an Wohngebäuden sind keine bekannt. Ab Erreichen des Stauziels wurde der Speicher ebenso auf überregionale Ziele und Problembereiche hin gesteuert beziehungsweise entleert.

#### **Vilstalsee / Vils**

Die Schutzwirkung des Vilstalsees als wesentlicher Baustein des Vilsausbaus ist zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen auf ein 5-jährliches Hochwasserereignis ausgelegt. Darüber hinaus gehende Hochwasserereignisse werden durch die Retentionswirkung des Speichers etwas gedämpft, so dass sich der Hochwasserscheitel unterhalb des Speichers verringert. Der maximale Speicherzufluss von 233 Kubikmeter pro Sekunde konnte auf einen Abfluss von 125 Kubikmeter pro Sekunde gedämpft werden. Das entspricht einer Reduzierung von 46,4 Prozent. Bei einer Stauhöhe von 402,18 Meter über dem Meeresspiegel wurde ein Füllungsgrad des Speichers von circa 74 Prozent erreicht. Der Zulauf zum Vilstalsee dürfte einem 40-jährlichen Hochwasserereignis zuzuordnen sein.

Da sich die Steuerung des Vilstalsee nicht auf die Wasserstände in der Donau auswirkt, stand er nicht unmittelbar im Brennpunkt des überörtlichen Hochwasserereignisses. Für den örtlichen Hochwasserschutz hat der Speicher jedoch einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung des Abflusses in der Vils geleistet. Trotz der Dämpfung der Zuflussspitze konnte nicht vermieden werden, dass Schäden an landwirtschaftlichen Flächen entstanden. Durch schwere landwirtschaftliche Fahrzeuge auf den Deichen sind weitere Schäden zu verzeichnen. Schäden am Speicher selbst gab es nicht.

Der Zufluss war eher charakterisiert durch eine Hochwasserfülle als eine Hochwasserspitze. Es hat sich gezeigt, dass Zulauf- und Abgabepiegel für die Steuerung des Vilstalsees nur bedingt geeignet sind, da die Zwischeneinzugsgebiete nicht erfasst werden. Hier ist eine Verbesserung erforderlich.

### Surspeicher / Inn

Durch die Wetterprognosen des Deutschen Wetterdienstes konnte der Surspeicher frühzeitig vorentlastet werden. Die Wettervorhersagen und Niederschlagsprognosen während des Hochwasserereignisses waren sehr gut zutreffend und für die Bewirtschaftung von besonderer Bedeutung. Durch den Surspeicher konnte eine breitflächige Überschwemmung für die Stadt Freilassing in den Ortsteilen Brodhäuser (Wohnbebauung) und Kesselpoint (Gewerbegebiet) sowie in den Gemeinden Saaldorf – Surheim (Wohn- und Gewerbegebiet) und Petting (Wohnbebauung) verhindert werden.



Abb. 3-7: Überflutete landwirtschaftliche Flächen unterhalb des Surspeichers.

Am Pegel Teisendorf wurde am 2. Juni 2013 um 10:45 Uhr ein Scheitelabfluss von 49 Kubikmeter pro Sekunde gemessen (= Speicherzulauf). Bei einer Fließzeit zum Pegel Brodhäuser / Freilassing von rund 4 Stunden hätte der Scheitelabfluss aus dem „Oberen Surtal“ (Teisendorf) um 14:45 Uhr den Pegel Brodhäuser erreicht. Bei einer Speicherabgabe von vier Kubikmeter pro Sekunde sind zur gleichen Zeit (10:45 Uhr) am Pegel Brodhäuser bereits 58 Kubikmeter pro Sekunde von der Kleinen Sur und dem unterem Zwischeneinzugsgebiet unterhalb des Speichers zugelaufen. Ohne Hochwasserrückhalt am Surspeicher hätten sich die beiden Abflusswellen im Bereich Brodhäuser / Freilassing exakt überlagert. Infolge dessen wären in Freilassing und Surheim nicht 58 Kubikmeter pro Sekunde, sondern insgesamt 107 Kubikmeter pro Sekunde abgelaufen. Bei einem Hochwasserabfluss von über 100 Kubikmeter pro Sekunde wären in Freilassing rund 200 Anwesen (Wohn- und Gewerbeanlagen) und in Surheim (Helfau und Alt-Surheim) rund 100 Anwesen gefährdet.

Der hohe Sättigungsgrad im Einzugs- beziehungsweise Zwischeneinzugsgebiet führte zu einer hohen Abflussfülle, die den normalen Stauraum zur Gänze in Anspruch nahm und die Hochwasserentlastung kurz anspringen ließ. Bei einer Speicherung von 4,1 Millionen Kubikmeter wurde der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum mit 100 Prozent ausgelastet.

Als Konsequenz aus dem Ereignis wird eine hydrologische Überprüfung der Speicheranlage aufgrund der neuen Erfahrungen als dringend erachtet. Ferner besteht Handlungsbedarf bezüglich der für die Speicherbewirtschaftung heranzuziehenden Abflusspegel. Für die Instandsetzung von beschädigten Wegen sind 10.000.- EUR anzusetzen.

### Mertseespeicher / Inn

Der Mertseespeicher stand nicht unmittelbar im Brennpunkt des überörtlichen Ereignisses. Für den örtlichen Hochwasserschutz in Eggenfelden hat der Speicher jedoch einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung des Abflusses am Mertseebach geleistet.

Bei einem maximalen Zufluss am 7. Juni 2013 von 13,1 Kubikmeter pro Sekunde konnte die Abgabe auf 10,7 Kubikmeter pro Sekunde reduziert werden. Dies entspricht einer Reduzierung des Zuflussscheitels um circa 18,3 Prozent in der Spitze. Die Stauhöhe erreichte dabei 407,38 Meter über dem Meeresspiegel. Der Füllungsgrad betrug dabei 21,9 Prozent.

Die Zuflusscharakteristik war mehr geprägt durch eine Hochwasserfülle als eine Hochwasserspitze, so dass der Zulauf vom Volumen her betrachtet sicherlich ein größeres Hochwasserereignis als ein 1-jährliches darstellt.

Der Abgabepiegel Eggenfelden wird durch mehrere Einleitungen von Oberflächenwasser aus dem Stadtgebiet zwischen dem Speicher und dem Pegel beeinflusst. Die Werte für die Abgabe aus dem Speicher sind daher sicherlich zu hoch. Da es sich um ein ungesteuertes Becken handelt (Abgabe über eine feste Drossel) könnte man hier einen rechnerischen Abgabewert verwenden.

### Rottauensee / Inn

Die mögliche Schutzwirkung des Rottauensees liegt in der Größenordnung eines 20-jährlichen Hochwassers. Darüber hinaus gehende Hochwasserereignisse werden durch die Retentionswirkung des Speichers etwas gedämpft, so dass sich der Hochwasserscheitel unterhalb des Speichers reduziert. Der maximale Zufluss von 219 Kubikmeter pro Sekunde konnte bei einer Abgabe von 172 Kubikmeter pro Sekunde um 21,5 Prozent verringert werden. Der Speicher erreichte eine Stauhöhe von 386,88 Meter über dem Meeresspiegel, was einem Füllungsgrad von 96,7 Prozent entspricht.

Der Rottauensee stand wegen seiner Funktion nicht unmittelbar im Brennpunkt des überörtlichen Hochwassergeschehens. Für den örtlichen Hochwasserschutz hat der Speicher jedoch einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung des Abflusses an der Rott geleistet.

Der Zufluss war mehr durch eine Hochwasserfülle als eine Hochwasserspitze geprägt, so dass der Zulauf vom Volumen her betrachtet sicherlich ein größeres Ereignis als das 20-jährliche Hochwasser war.

Anzumerken ist, dass der Abgabepiegel Postmünster vom Zwischeneinzugsgebiet des Gambach beeinflusst wird. Die Werte für die Abgabe aus dem Speicher sind daher etwas zu hoch. Schäden im unmittelbaren Speicherbereich sind nicht aufgetreten.

### Trinkwassertalsperre Frauenau / Regen

Die Talsperre Frauenau dient der Trinkwasserversorgung des Bayerischen Waldes und hat nur sekundär eine Hochwasserschutzfunktion. Durch das kleine Einzugsgebiet ist eine mögliche Beeinflussung der Pegelstände im Regen sehr begrenzt.

Der höchste Zulauf zum Speicher erfolgte am 2. Juni mit circa 16 Kubikmeter pro Sekunde, was einem 5-jährlichen Hochwasserereignis entspricht. Der Seepegel erreichte dabei eine Höhe von 767,29 Meter über dem Meeresspiegel, da die Hochwasserentlastung bei 767 Meter über dem Meeresspiegel liegt, ist sie dementsprechend angesprungen. Die Gesamtabgabe des Speichers an das Unterwasser erreichte bei maximalem Zufluss circa 10 Kubikmeter pro Sekunde.

Die Bewirtschaftung des Speichers bei diesem Hochwasserereignis bereitete keine Schwierigkeiten. Schäden an der Anlage oder im Einzugsbereich des Speichers sind nicht aufgetreten. Die Meldestufe 2 wurde in Zwiesel je am 2. und am 3. Juni kurz überschritten.

### **Drachensee / Regen**

Der Drachensee konnte den Spitzenzufluss von 40 Kubikmeter pro Sekunde auf eine Abgabe von 24 Kubikmeter pro Sekunde drosseln. Diese Dämpfung der Hochwasserspitze um 40 Prozent verschaffte Furth im Wald und auch Cham die notwendigen Zentimeter, um Schäden an Siedlungen zu vermeiden. Die Meldestufe 3 konnte in Furth im Wald fast vermieden werden, der Abfluss erreichte am 2. Juni 2013 nur für circa 1,5 Stunden diesen Meldewert. Im Speicher ergab sich dabei eine maximale Stauhöhe von 407,32 Meter über dem Meeresspiegel, was einem Füllungsgrad des gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraaumes von 65,6 Prozent entspricht.

In der überörtlichen Hochwasserbewirtschaftung stand der Drachensee nicht unmittelbar im Brennpunkt des Geschehens, jedoch für den örtlichen Hochwasserschutz – insbesondere für die Stadt Furth im Wald – hat der Speicher einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung des Abflusses im Chamb geleistet. Oberhalb Cham wurde das mittlere Hochwasser mit 60 Kubikmeter pro Sekunde nur unwesentlich überschritten.

Der Zufluss war, wie bei allen anderen Speichern in der Oberpfalz auch, eher durch eine Hochwasserfülle als eine Hochwasserspitze geprägt, so dass der Zulauf vom Volumen her betrachtet sicherlich ein größeres Hochwasserereignis darstellt.

### **Perlsee / Naab**

Der maximale Zufluss am Perlsee betrug am 7. Juni 2013 16,9 Kubikmeter pro Sekunde bei einer Abgabe von 2,42 Kubikmeter pro Sekunde. Das Ereignis war mehr durch eine Hochwasserfülle als eine Hochwasserspitze geprägt, so dass der Zulauf vom Volumen her sicherlich ein größeres Hochwasserereignis darstellt als das 10-jährliche Hochwasserereignis in der Spitze. Der Rückhalt der Zuflussspitze entspricht einer Reduzierung um 85,7 Prozent. Die Stauhöhe erreichte dabei 492,92 Meter über dem Meeresspiegel. Der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum wurde damit zu 74,2 Prozent gefüllt.

Auch der Perlsee stand nicht unmittelbar im Brennpunkt des überörtlichen Ereignisses. Für den örtlichen Hochwasserschutz hat der Speicher jedoch einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung des Abflusses in der Schwarzach geleistet. Der Speicher konnte wegen der hohen Pegelstände im Unterwasser nicht sofort wieder auf das Stauziel abgesenkt werden. Schäden im Speicherumfeld wurden durch diese Bewirtschaftung vermieden.

### **Silbersee / Naab**

Der Silbersee stand nicht unmittelbar im Brennpunkt des überörtlichen Ereignisses, wurde jedoch trotzdem durch den lang anhaltenden Niederschlag gefordert. Für den örtlichen Hochwasserschutz hat der Speicher einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung des Abflusses in der Bayerischen Schwarzach geleistet. Der maximale Zufluss von 10,6 Kubikmeter pro Sekunde konnte auf eine Abgabe von 1,37 Kubikmeter pro Sekunde gedämpft werden. Dies entspricht einer Reduzierung von 87,1 Prozent. Der Seepegel erreichte dabei einen Stand von 478,40 Meter über dem Meeresspiegel, was zu einer Auslastung des gewöhnlichen Hochwasserschutzraumes von circa 66 Prozent führte. Da auch hier, wie in der gesamten Oberpfalz, die Flusspegel lange einen hohen Stand hatten, konnte der Speicher nicht sofort wieder auf das Stauziel abgesenkt werden.

Der Zufluss war eher durch eine Hochwasserfülle als eine Hochwasserspitze geprägt, so dass der Zulauf vom Volumen her betrachtet sicherlich ein größeres Ereignis als das 2-jährliche Hochwasser darstellte. Schäden am Speicher und im unmittelbaren Speicherumfeld wurden nicht gemeldet.

### **Eixendorfer See / Naab**

Für den örtlichen Hochwasserschutz leistete der Speicher einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung des Abflusses in der Schwarzach.

Der Zufluss war eher eine Hochwasserfülle als eine Hochwasserspitze mit maximal 43,8 Kubikmeter pro Sekunde. Der Abfluss konnte durch die Talsperre auf 12,6 Kubikmeter pro Sekunde, also um 71,2 Prozent reduziert werden. Die Stauhöhe erreichte dabei 439,30 Meter über dem Meeresspiegel, was einem Füllgrad des gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume von circa 93 Prozent entspricht. Der Speicher konnte nur sehr langsam entleert werden, da die Gewässer im Unterwasser sehr lange in der Meldestufe 2 verblieben. Schäden an der Talsperre sind nicht aufgetreten.

Im Zusammenwirken der drei Speicher im Einzugsgebiet der Schwarzach (Perlsee, Silbersee und Eixendorfer See) konnte durch den Rückhalt von insgesamt 15,7 Millionen Kubikmeter Wasser über nahezu fünf Tage der Abfluss in der Schwarzach unterhalb des Eixendorfer Sees auf konstant 16,8 Kubikmeter pro Sekunde reduziert werden. In diesem Zeitraum wurden zwei Zuflussspitzen um circa 25 Kubikmeter pro Sekunde gekappt.

Im Verhältnis zum Hochwasserabfluss in der Donau in Regensburg sind 25 Kubikmeter pro Sekunde Abflussreduzierung sicherlich nur ein bescheidener Wert (circa ein bis zwei Prozent). Diese Betrachtung ändert sich aber, wenn ein weiterer Anstieg der Donau schon um wenige Zentimeter zu einer Überströmung der mobilen Hochwasserschutzsysteme führen würde. So verschaffte der Rückhalt der drei Speicher des Schwarzachsensystems dem Hochwasserschutz in Regensburg etwas Entlastung, so dass ein Großteil der mobilen Hochwasserschutzsysteme nicht überströmt wurde.

### **Liebensteinspeicher / Naab**

Der Zufluss zum Liebensteinspeicher war mehr durch eine Hochwasserfülle als eine Hochwasserspitze charakterisiert. Mit knapp neun Kubikmeter pro Sekunde wurde der Grenzwert für ein mittleres Hochwasser leicht überschritten. Wegen der Fülle des Ereignisses muss es jedoch höher als ein 5-jährliches Hochwasser im Zufluss bewertet werden.

Bei der Stauhöhe von 529,13 Metern über dem Meeresspiegel war das Speichervolumen zu circa 85,5 Prozent ausgeschöpft. Der Spitzenzufluss von 8,72 Kubikmeter pro Sekunde wurde auf 1,07 Kubikmeter pro Sekunde für das Unterwasser gedämpft. Dies entspricht einer Rückhaltung von circa 88 Prozent im Zufluss.

Trotz des enormen Rückhalts erreichte die Waldnaab zeitweise einen Abfluss am Pegel Liebenstein/Werksabfluss von sechs Kubikmeter pro Sekunde, was einem 2-jährlichen Hochwasserereignis im Unterlauf entspricht. Wegen der hohen Pegelwerte der Waldnaab konnte der Speicher nicht sofort nach dem Ereignis auf das Stauziel abgesenkt werden. Schäden im direkten Speicherumfeld waren nicht feststellbar.

### 3.2.2 Speicher im Einzugsgebiet des Mains

#### Ellertshäuser See

Der Ellertshäuser See stand nicht im überörtlichen Hochwassergeschehen. Der maximale Zufluss zum Speicher betrug 0,5 Kubikmeter pro Sekunde, was einen Anstieg des Seepiegels auf 335,16 Meter über dem Meeresspiegel zur Folge hatte. Ausgehend von einem mittleren Zufluss im Bereich bis drei Liter pro Sekunde bedeutete dies für diesen Speicher dennoch eine größere Belastung. Der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum wurde dadurch zu 70 Prozent beaufschlagt. Die Abgabe erfolgte in der Regel mit 0,3 Kubikmeter pro Sekunde. Am 2. Juni wurde auf 0,5 Kubikmeter pro Sekunde erhöht, da Pflegemaßnahmen im Uferbereich des Speichers durchzuführen waren.

Das 10-jährliche Hochwasserereignis im Einzugsgebiet des Speichers konnte unproblematisch bewirtschaftet werden. Schäden am und unterhalb des Speichers sind bislang nicht gemeldet worden.

#### Goldbergsee mit Lauterüberleitung / Rodach und Itz

Das Hochwasserereignis war am Goldbergsee nicht besonders stark ausgeprägt. Der Zufluss erreichte mit fünf Kubikmeter pro Sekunde knapp ein 1-jährliches Hochwasserereignis. Zeitweise war die Lauterüberleitung mit einem Kubikmeter pro Sekunde in Betrieb. Es wurde versucht, den Seepiegel möglichst konstant bei 298 Meter über dem Meeresspiegel zu halten. Abweichungen beziehungsweise Regulierungen waren nur im Zentimeterbereich erforderlich.

Beim maximalen Zufluss von fünf Kubikmeter pro Sekunde (Sulzbach vier Kubikmeter pro Sekunde plus Lauterüberleitung einem Kubikmeter pro Sekunde) wurden 4,1 Kubikmeter pro Sekunde Richtung Itz weiter gegeben. Schäden im näheren Speicherbereich beziehungsweise in Coburg sind nicht aufgetreten.

#### Froschgrundsee / Rodach und Itz

Im Zufluss des Froschgrundsees bildeten sich am 27. Mai und am 1. Juni 2013 zwei markante Spitzen. Der Pegel Almerswind / Itz erreichte circa neun Kubikmeter pro Sekunde, der Pegel Almerswind /Grümpen 6,5 Kubikmeter pro Sekunde und der Pegel Döhlau / Effelder circa fünf Kubikmeter pro Sekunde. Diese Zuflussspitzen machten sich im Anstieg des Seepiegels bemerkbar. Am 29. Mai erreichte der See einen Stand von 348 Meter über dem Meeresspiegel und am 3. Juni einen weiteren Höchststand von 349,40 Meter über dem Meeresspiegel. Sein höchstes Stauziel liegt bei 356,70 Meter über dem Meeresspiegel. Die Absenkung erfolgte kontinuierlich bis zum 10. Juni 2013 auf das Dauerstauziel von 344,50 Meter über dem Meeresspiegel. Die Meldestufe 1 wurde am Pegel Schönstädt / Itz nicht erreicht. Schäden an der Anlage beziehungsweise in der näheren Umgebung der Talsperre wurden nicht gemeldet.

#### Trinkwassertalsperre Mauthaus / Rodach und Itz

Bei der Trinkwassertalsperre Mauthaus entsprach das Hochwasser weniger als einem 2-jährlichen Ereignis. Der Hochwasserrückhalteraum wurde nicht beaufschlagt. Das Ereignis wurde genutzt, um das Stauziel von 447 Metern über dem Meeresspiegel zu erreichen. Die Abgabe bei maximalem Zufluss von 6,70 Kubikmeter pro Sekunde betrug rund 3,92 Kubikmeter pro Sekunde.

### 3.2.3 Speicher im Einzugsgebiet der Elbe

#### Förmitztalsperre

Die Förmitztalsperre dient nicht primär dem Hochwasserschutz. Daher erfolgte diesbezügliche keine Bewirtschaftung. Der maximale Zufluss war am 31. Mai 2013 mit 1,75 Kubikmeter pro Sekunde vorhanden. Danach folgten noch zwei kleinere Zuflussspitzen. Der Seepegel bewegte sich dadurch um knapp zehn Zentimeter auf 529 Meter über dem Meeresspiegel. Das Stauziel wurde somit erreicht. Während des Spitzenzuflusses wurden 0,50 Kubikmeter pro Sekunde abgegeben, was einer Kappung von circa 71 Prozent entspricht. Am Pegel Hof / Sächsische Saale wurde die Meldestufe 1 nicht erreicht. Schäden an der Talsperre und im Unterwasser wurden nicht gemeldet.

### 3.3 Bewertung der bisher im Aktionsprogramm 2020 umgesetzten Maßnahmen

Die seit dem Jahr 2000 planmäßig umgesetzten Speicherneubaumaßnahmen Drachensee bei Furth im Wald, Goldbergsee mit Lauterüberleitung sowie der Flutpolder Weidachwiesen konnten sich auch bei diesem Hochwasserereignis wieder bewähren und, wenn auch unterschiedlich stark beaufschlagt, ihre Funktion als wichtige Bausteine in der bayerischen Hochwasserschutzstrategie unter Beweis stellen. Kritische Zustände im Unterlauf der betreffenden Flüsse können durch den Wasserrückhalt in diesen Speichern abgemildert oder vermieden werden. Beim Hochwasser 2013 konnten durch den Drachen- und Goldbergsee insbesondere in den Städten Furth im Wald und Coburg große Schadenspotentiale geschützt werden.

Die seit 2011 baulich begonnenen Ertüchtigungsmaßnahmen am Sylvensteinspeicher können auf dieses Ereignis bezogen als glückliche Punktlandung bezeichnet werden, da das Herzstück der Ertüchtigung, der Einbau der bis zu 70 Meter tiefen Schlitzdichtwand in den Dammkern, bereits 2012 erfolgreich abgeschlossen werden konnte und somit für die Bewirtschaftung des Sylvensteinspeichers die gesamte Handlungsfähigkeit gegeben war. Diese wurde, wie dargestellt, eindrucksvoll genutzt. Nach der Dammerhöhung 1999 erweisen sich die Investitionen in den Sylvensteinspeicher angesichts der dadurch zu vermeidenden immensen Schäden im gesamten Isartal sowie der Entlastungsmöglichkeiten bis hin zur Donau erneut als bestens angelegt.

Insgesamt sind auch alle im Rahmen des Aktionsprogrammes 2020 getätigten Aufwendungen bezüglich der laufenden Unterhaltung, der Sanierung und Nachrüstung der staatlichen Speicherinfrastruktur als unerlässliche Bausteine zu sehen, um einen Anlagenzustand vorzuhalten, der die volle Einsatzfähigkeit der Speicher zu jeder Zeit gewährleistet.

Das Hochwasser 2013 konnte aus dem Blickwinkel der staatlichen Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken sicher beherrscht werden. Die Speicher konnten ihre Schutzfunktion erneut unter Beweis stellen. Insgesamt konnten bei diesem Hochwasserereignis 129 Millionen Kubikmeter Wasser gezielt zurückgehalten werden. Die einzelnen Rückhaltesummen je Speicher sind Tab. 3-1 zu entnehmen.

Tab. 3-1: Rückhaltevolumen staatlicher Speicher und des Forggensee zum Hochwasser im Mai und Juni 2013. (\* Beginn HW am 30.5.2013)

	Normalstau bzw. Stauhöhe bei HW-Beginn*) [mNN]	Stauinhalt [Mio. m <sup>3</sup> ]	max. Stauhöhe [mNN]	max. Stauinhalt [Mio. m <sup>3</sup> ]	Rückhalte- volumen [Mio. m <sup>3</sup> ]
Sylvensteinspeicher	750,00	31,879	762,95	92,319	60,440
Ellersthäuser See	334,50	1,750	335,16	1,961	0,211
Grüntensee (Absenkung)	875,50	3,341	880,04	10,424	7,083
Ofenwaldperre	902,50	0,000	916,16	0,101	0,101
Mertseespeicher	405,35	0,022	407,38	0,156	0,134
Perlsee*	488,50	0,878	492,92	2,898	2,020
Windachspeicher	625,00	0,299	629,02	1,771	1,472
Liebensteinspeicher*	524,80	1,549	529,13	3,858	2,309
Surspeicher	464,55	0,176	478,25	4,262	4,086
Silbersee*	476,20	1,332	478,40	2,873	1,541
Mauthaus					
Rottauensee	381,00	0,803	386,88	9,961	9,158
Vilstalsee (Absenkung)	398,60	0,985	402,18	7,047	6,062
Eixendorfer See*	434,00	8,392	439,30	15,687	7,295
Förmitztalsperre	528,90	10,060	529,00	10,161	0,101
Froschgrundsee	344,50	0,238	349,40	1,831	1,593
Altmühlsee	415,00	8,706	415,39	10,505	1,799
Brombachspeicher	408,60	127,773	410,59	144,503	16,730
Überleitung gesamt					18,529
Drachensee	405,00	1,957	407,32	4,495	2,539
Rottachsee (Absenkung)	849,88	25,020	850,60	27,139	2,119
Goldbergsee	297,80	0,993	298,14	1,263	0,270
Weidachwiesen Binnenpolder			710,66	0,985	0,985
Weidachwiesen Hauptpolder			709,60	0,739	0,739
<b>Gesamt staatl. Speicher</b>					<b>128,787</b>
Forggensee	778,56	109,125	781,95	157,552	48,427
<b>Gesamt</b>					<b>177,214</b>

Die Einsatzbereitschaft und die Sicherheit der Wasserspeicher ruhen auf drei wichtigen Säulen:

Die Erste Säule ist der pflichtgemäße Unterhalt sämtlicher Anlagenteile und Bauwerke, die kontinuierliche qualifizierte Überwachung und Bewertung sowie bei Bedarf die zeitnahe Sanierung oder Ertüchtigung einzelner Komponenten. Hier nehmen die Wasserwirtschaftsämter als Betreiber und das Bayerische Landesamt für Umwelt als Überwachungsbehörde eine große Verantwortung wahr.

Die zweite Säule ist das Messwesen. Jede Anlage kann nur so gut gesteuert werden, wie die dafür erforderlichen Informationen abrufbar sind. Dies betrifft primär die Niederschlags- und Zuflusswerte, aber auch Informationen über Sickerwasser, Porenwasserdrücke und sonstige sicherheitsrelevante Größen, die zur Steuerung der Anlage und der Beurteilung der Situation am Speicher erforderlich sind. Im Krisenfall müssen auf Grundlage dieser Daten Entscheidungen gefällt werden, die größte Konsequenzen haben können.

Die dritte und vielleicht entscheidendste Säule, auf der die Sicherheit und Einsatzbereitschaft des gesamten Systems des gesteuerten Rückhaltes beruht, ist das fach- und ortskundige Personal, um der großen Verantwortung für diese Anlagen stets gerecht werden zu können.

## 4 Deiche, Hochwasserschutzwände und mobile Hochwasserschutzsysteme

Das folgende Kapitel behandelt die Wirkungsweise und das Systemverhalten von Hochwasserschutzanlagen in staatlicher Bau- und Unterhaltungslast an Gewässern I. und II. Ordnung. Dabei handelt es sich um Deiche (1.350 Kilometer), Hochwasserschutzwände (80 Kilometer) und mobile Hochwasserschutzsysteme (20 Kilometer) sowie die ihnen funktional zuzuordnenden Betriebs-einrichtungen (Verschlüsse, Siele und Schöpfwerke). Nicht berücksichtigt werden Staustufen mit den zugehörigen Stauhaltungsdämmen und Anlagen zum Objektschutz privater Betreiber sowie kommunale Hochwasserschutzanlagen an Gewässern III. Ordnung.

Die Hochwasserschutzanlagen werden nach Flussgebieten beschrieben. Dabei wird der Ablauf des Hochwasserereignisses unter besonderer Würdigung des Ausbaugrades (Bemessungshochwasser) der Hochwasserschutzanlagen erläutert. Danach erfolgt eine Beschreibung des Systemverhaltens der einzelnen Hochwasserschutzanlagen. Eine zusammenfassende Bilanzierung der Schäden bildet den Abschluss dieses Kapitels.

### 4.1 Donau mit Rückstaudeichen

Die bayerische Donau ist zwischen Ulm/Neu-Ulm und Vilshofen nahezu durchgehend mit Hochwasserschutzanlagen ausgebaut. Dabei wird der Hochwasserschutz durch ein Zusammenwirken staatlicher Hochwasserschutzanlagen und Staustufen privater Betreiber gewährleistet. Der Ausbaugrad der staatlichen Hochwasserschutzanlagen ist historisch bedingt uneinheitlich und bewegt sich zwischen der Bemessungsgrenze von 20 und 100-jährlichen Hochwassern. Die teilweise umgesetzten, laufenden Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen streben einen 100-jährlichen Hochwasserschutz für bebaute Bereiche, den Erhalt und die Förderung der bestehenden natürlichen Rückhalteflächen sowie die Verbesserung des operativen Hochwasserschutzes bei extremen Hochwasserereignissen (zum Beispiel durch den Ausbau von Flutpoldern) an.

Unterhalb von Vilshofen bestehen nur noch Hochwasserschutzanlagen für einzelne Ortslagen. Die Altstadt von Passau verfügt über keine technischen Hochwasserschutzanlagen. Der Hochwasservorsorge im Rahmen der Bauleitplanung, dem Objektschutz und den operativen Maßnahmen der Katastrophenvorsorge kommen hier besondere Bedeutung zu.

#### 4.1.1 Ablauf des Hochwasserereignisses

**Ulm-Ingolstadt:** Das Hochwasser 2013 lag mit einem Scheitelabfluss zwischen dem 2 bis 10-jährlichen Hochwasser unter den Hochwassern von 1999 und 2005. Für alle Hochwasserschutzanlagen wurde Meldestufe 2 beziehungsweise 3 (Ausnahme: Neu-Ulm mit Meldestufe 4) überschritten. Anzumerken ist, dass an der Oberen Donau einem ersten Hochwasserscheitel vom 2. bis 3. Juni 2013 ein zweites Ereignis am 12. Juni 2013 mit nur geringfügig niedrigerem Scheitelabfluss folgte.

**Ingolstadt-Straubing:** Der Scheitelabfluss des Junihochwassers 2013 hatte eine Jährlichkeit zwischen 20 und 50 Jahren. Im Oberlauf von Kelheim lag dieser Scheitelabfluss unter beziehungsweise im Bereich der Hochwasser von 1999 und 2005. Ab Regensburg wurden die bisherigen Höchstwasserstände an allen Pegeln überschritten. Die Hochwasserschutzanlagen wurden bis knapp unter die Bemessungswasserstände belastet. Meldestufe 2 bis 3 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen überschritten.

**Straubing-Vilshofen:** Das Donauhochwasser 2013 mit einem Scheitelabfluss eines 100-jährlichen Hochwassers unterhalb der Isarmündung lag deutlich über den Hochwassern von 1999 und 2005. Die bisherigen Höchstwasserstände wurden für alle Hochwasserschutzanlagen überschritten. Unterhalb von Deggendorf bewirkten die Deichbrüche und die dadurch bedingten Flutungen der Polder Natternberg-Fischerdorf und Auerwörth mit insgesamt rund 70 Millionen Kubikmeter Wasservolumen eine deutliche Kappung beziehungsweise Dämpfung des Hochwasserscheitels. Auch die nach 2004 durchgeführten Maßnahmen zum Vorlandmanagement der Donau mit der Abflusserüchtigung der Vorländer haben zu einer wirksamen Absenkung der Wasserspiegellagen auf der Gesamtstrecke um 0,2 bis 0,3 Meter beigetragen. Ohne diese Maßnahmen wären weitere Deichbrüche, zum Beispiel am Öblinger Bruch, Niederalteich oder Osterhofen, sehr wahrscheinlich gewesen. Meldestufe 4 wurde für alle Hochwasserschutzanlagen überschritten.

**Passau-Jochenstein:** Das Hochwasser 2013 lag mit einem Scheitelabfluss über dem 100-jährlichen Hochwasser deutlich über den Hochwassern von 1999 und 2005. Die bisherigen Höchstwasserstände an der Hochwasserschutzanlage Obernzell wurden überschritten und über Bemessungswasserstand belastet. Meldestufe 4 wurde überschritten.

#### 4.1.2 Hochwasserschutzanlagen

**Ulm/Neu-Ulm bis Ingolstadt:** Alle Hochwasserschutzanlagen, sowohl die Anlagen mit einer Bemessungsgrenze eines 100-jährlichen Hochwassers als auch die Altanlagen mit Bemessungshochwassern der Jährlichkeit von 20 bis 30 Jahren wurden mit 2 bis 10-jährlichen Hochwassern unkritisch belastet. Mit Ausnahme lokaler Schäden an einem Deich bei Lauingen (Auflastschüttung) haben sie das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden. Dies gilt auch für die noch zu sanierenden Anlagen im Landkreis Dillingen an der Grenze zum Landkreis Donau-Ries.

In Neu-Ulm, Neuburg/Donau und Ingolstadt haben sich die bereits sanierten beziehungsweise neuerrichteten Schutzanlagen bewährt. Das vorsorglich gestellte mobile Hochwasserschutzsystem in Neuburg/Donau wurde nicht beaufschlagt.

Der natürliche Hochwasserrückhalteraum „Riedstrom“ wurde durch planmäßige Ausuferungen an den fünf Donaustufen zwischen Gundelfingen bis Schwenningen aktiviert. Dieses führte auch zu einer Entlastung der Hochwasserschutzanlagen an der Donau bis Donauwörth. Über die Binnenentwässerungen der Staustufen und mehrere Gewässer wie Glött, Lohrgraben und Zusam erfolgte in diesem Bereich ein zeitlich deutlich versetzter Rückfluss in die Donau.

**Ingolstadt bis Kelheim:** Die Hochwasserschutzanlagen mit 100-jährlichen Bemessungshochwasser wurden mit einem etwa 50-jährlichen Hochwasser belastet. Die Hochwasserschutzanlagen in Ingolstadt, Vohburg, Imsing, Neustadt an der Donau, Kelheim, und Weltenburg haben das Hochwasser 2013 im Wesentlichen schadlos überstanden. Das gestellte mobile Hochwasserschutzsystem Kloster Weltenburg wurde erstmals in diesem Umfang beaufschlagt und hat sich eindrucksvoll bewährt (siehe Abb. 4-1).

Unterhalb von Abensberg uferte die Abens aus und ein Teil des Abflusses gelangte über historisch bekannte Abflussrinnen und den Erlgraben zum sogenannten Randkanal am Neustädter Polderdeich. Dieser wurde folglich bei Bad Gögging zwischen Staatsstraße St2233 (Neustädter Straße) und Erlgrabenmündung überströmt. Die erodierte Deichböschung wurde durch Sandsackverbau stabilisiert. Das Siel des Abens-Ableiters wurde beschädigt. Schäden an bebauten Bereichen traten nicht auf. Insbesondere wegen der sehr hohen Scheitelabflüsse der Abens wird davon ausgegangen, dass das Ableitersystem deutlich über den Bemessungsabflüssen belastet wurde.



Abb. 4-1: Kloster Weltenburg an der Donau geschützt durch das mobile Hochwasserschutzsystem

**Kelheim bis Straubing:** Die Hochwasserschutzanlagen mit einem 100-jährlichen Bemessungshochwasser wurden bis zu einem 50-jährlichen Hochwasser belastet. Die Hochwasserschutzanlagen in Kelheimwinzer, Saal, Bad Abbach, Oberndorf, Sinzing, Tegernheim, Wörth/Donau, Geisling und Seppenhausen haben das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden. Die neu gebauten Anlagen in Sinzing und Tegernheim haben sich erstmals bewährt.

Die Altstadt von Regensburg konnte durch den Einsatz mobiler Notfallsysteme der Stadt Regensburg weitgehend vor Überflutungen geschützt werden (siehe Abb. 4-2).



Abb. 4-2: Regensburg, Einsatz der Notfallsysteme

**Straubing bis Vilshofen:** Dieser Abschnitt wurde mit einem 50 bis 100-jährlichen Hochwasser belastet. Die auf 100-jährliche Hochwasser bemessenen Hochwasserschutzanlagen wurden damit im Bereich des Bemessungswasserstandes beaufschlagt und haben dieser Belastung weitgehend schadlos standgehalten. Die bereits ausgebauten Bereiche oberhalb Straubing, der Stadt Straubing (Ausnahme Gstütt), Bogen mit Furth, Oberalteich, Pfelling, Irlbach Metten, Deggendorf (Stadt) und Hofkirchen waren unkritisch, die hier durchgeführten Maßnahmen haben sich eindrucksvoll bewährt.

In den noch nicht auf das 100-jährliche Hochwasser ausgebauten Bereichen kam es zu einer kritischen Belastung der vorhandenen Bauwerke. Mit Ausnahme der Deichbrüche an der Isarmündung und bei Auterwörth konnten diese Deichstrecken jedoch mit massiver Deichverteidigung stabilisiert und erfolgreich gehalten werden.

An den bereits auf den Bemessungsabfluss eines 100-jährlichen Hochwassers ausgebauten beziehungsweise teilweise ausgebauten Abschnitten in Straubing-Gstütt, Parkstetten, Reibersdorf, Öbling, Sand-Irlbach, Pfelling und Deggendorf, traten nur unbedeutende lokale Schäden auf (Böschungsschäden, Sickerwasseraustritte). Diese Abschnitte konnten ohne Beeinträchtigung der Anlagensicherheit erfolgreich verteidigt werden. Hingegen bewirkte das Hochwasser 2013 für die Bestandsdeiche mit einer Bemessungsgrenze eines 30-jährlichen Hochwassers eine kritische Überschreitung der Bemessungswerte und verursachte gravierende Schäden. Dies betrifft auch die Rücklaufdeiche auf der Gesamtstrecke. Diese Abschnitte konnten nur durch massive Verteidigungsmaßnahmen, wie die Aufhöhungen der Deichkrone, Auflastschüttungen und Sandsackverbauungen auf großen Längen gehalten werden. Kritisch waren insbesondere Deichabschnitte im Polder Maria-Posching, bei Metten, Ainbrach, Niederalteich, Winzer, Aicha - Thundorf und Ruckasing sowie Stadt Osterhofen (siehe Abb. 4-3). In den genannten Deichabschnitten bestand akute Deichbruchgefahr. Während diese Abschnitte mit massivem Einsatz erfolgreich verteidigt werden konnten, mussten die Polder Natternberg-Fischerdorf und Auterwörth-Niederalteich nach Deichbrüchen aufgegeben und evakuiert werden. Die Polderflutungen aktivierten ein Rückhaltevolumen von rund 70 Millionen Kubikmeter und kappten den Hochwasserscheitel des 100-jährlichen Hochwassers unterhalb der Isarmündung und damit auch den Wasserspiegel entscheidend. Sie entlasteten dadurch die unterstromigen Hochwasserschutzdeiche und ermöglichten letztlich deren erfolgreiche Verteidigung.

Mehrere Schöpfwerke wurden infolge der Überflutung (Auterwörth, Fischerdorf-Saubach und Anning) beziehungsweise Überlastung (Ainbrach, Steinfürth, Natternberg, Landgraben, Winzer) beschädigt und mussten nach dem Hochwasserereignis instandgesetzt werden. Zur Polderentwässerung war während und nach dem Hochwasserereignis der Einsatz mobiler Pumpensysteme in großem Umfang notwendig.



Abb. 4-3: Ruckasing, Gde. Osterhofen, Deichverteidigung durch Erhöhung der Deichkrone beziehungsweise Auflastschüttungen

Während die Sommerpolder Anning und Stephansposching nach Überströmung der Deiche planmäßig geflutet wurden, wurde der in den Poldern Öbling potentiell verfügbare Rückhalteraum nur unvollständig aktiviert. Der Polder Sand-Entau wurde durch Verteidigung der noch nicht ausgebauten Deichabschnitte sowie durch die Errichtung von Notdeichen am Damm der Kreisstraße SR12 bzw. SR12alt erfolgreich verteidigt.



Abb. 4-4: Deichbruch Isar, Bau eines Notdeiches zum Schutz vor der zweiten Hochwasserwelle

Der Deichbruch im Bereich der Isarmündung verursachte eine rückwärtige Flutung des Polders Steinkirchen-Fischerdorf (22 bis 24 Quadratkilometer, Flutungstiefe: zwei bis drei Meter), dabei wurde ein Rückhaltevolumen von 51 Millionen Kubikmeter aktiviert (siehe Abb. 4-4). Der Aufbau eines Notdeiches auf dem Damm der Bundesautobahn A3 zum Schutz der Ortschaften Fischerdorf und Natternberg, Ortsteile der Stadt Deggendorf erwies sich zwar als unwirksam, verzögerte aber den Flutungsverlauf und gewährte einen wichtigen Zeitgewinn für die anlaufenden Evakuierungs- und Sicherungsmaßnahmen. Ein drohendes Versagen der oberen Deiche, wie zum Beispiel durch Wühltierschaden bei Mettenufer am Polderanfang, mit der Gefahr der Durchströmung des Polders und einem Teilabfluss der Donau, konnte noch verhindert werden. Die hierzu notwendige Verteidigung wurde jedoch durch die gefluteten Binnenflächen erheblich erschwert. Der in Bau befindliche Abschnitt Mettenufer-Fischerdorf hat das Hochwasser 2013 ohne wesentliche Schäden überstanden. Zur Erschließung der Bruchstelle der Isar war der Bau eines 4,1 Kilometer langen Deichverteidigungsweges erforderlich.

Der Deichbruch am Schöpfwerk Auterwörth verursachte eine rückwärtige Flutung des Polders Auterwörth (Mühlhamer Schleife) (siehe Abb. 4-5). Der Rückstau reichte bis in die Ortschaft Niederalteich (acht bis neun Quadratkilometer, Flutungstiefe: zwei bis 2,5 Meter). Insgesamt wurde ein Rückhaltevolumen von 19 Millionen Kubikmeter aktiviert. Das Deichversagen der außerplanmäßig belasteten Bestandsdeiche eines 30-jährlichen Hochwassers wurde durch Überströmung und Erosion der Binnenböschungen verursacht. Die Breschenbreite betrug etwa 220 Meter. Der Deichquerschnitt wurde bis zum Deichlager abgetragen. Die auf einen deutlichen tieferen Vorflutpunkt ausgelegten Ableiterdeiche an der Hengersberger Ohe wurden nach dem Bruch des Hauptdeiches breitflächig überströmt und brachen beidseitig. Der Markt Winzer und der Markt Hengersberg konnte durch den Bau von Notdeichen entlang der St2125 und massiven Deichverteidigungen vor Überschwemmungen bewahrt werden. Ebenso konnten die Hochwasserschutzanlagen der Polder Thundorf-Aicha, Osterhofen-Künzing und Mühlau durch intensive Verteidigungsmaßnahmen zahlreicher Einsatzkräfte gerade noch gehalten werden. Der Isardeich im Polder Isarmünd wurde zeitweise leicht überströmt, brach aber nicht. Die Anlagen zum Schutz der Ortschaft Pleinting bei Vilshofen waren noch nicht fertig gestellt, die Überschwemmung von Pleinting konnte daher nicht verhindert werden.



Abb. 4-5: Deichbruch Auterwörth, Bruchstelle und Schadensbeseitigung nach dem Hochwasser 2013

**Vilshofen-Jochenstein:** Die ausgebauten Hochwasserschutzanlagen in Vilshofen und Windorf wurden über das 100-jährliche Hochwasser und damit über dem Bemessungswasserstand kritisch belastet. Das Freibord betrug nur noch 0,2 Meter. Die Anlage hat sich bewährt und das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden. Eine Verteidigung war nicht erforderlich. Die mobilen Hochwasserschutz Elemente wurden planmäßig gestellt.

#### 4.1.3 Bewertung

Alle im Zuge des Hochwasserschutzaktionsprogramms 2020 seit 2001 umgesetzten Ausbauvorhaben an der Donau haben der Belastung durch das Hochwasser 2013 standgehalten. Bei den vor 2001 auf 100-jährliche Hochwasser ausgebauten Hochwasserschutzanlagen ist örtlich eine Nachrüstung notwendig, zum Beispiel die Anhebung des Deichhinterweges und der Einbau einer Innendichtung. Lediglich im Bereich Neustadt/Donau, Straubing-Gstütt und Deggendorf waren lokale Sicherungen an Hochwasserschutzanlagen notwendig. Damit konnte der Nachweis der Funktionssicherheit der bisher realisierten Hochwasserschutzvorhaben mit 100-jährlichem Bemessungshochwasser geführt werden.

Die auf 30-jährliche Hochwasser dimensionierten Hochwasserschutzanlagen im Ausbaubereich Straubing-Vilshofen wurden deutlich über dem diesen zugrunde liegenden Bemessungsabfluss beaufschlagt. Die über die Deichkronen belasteten Hochwasserschutzanlagen konnten nur mittels Einsatz massiver Kräfte und Hilfsmittel verteidigt und gehalten werden. Deichbrüche, vor allem im Rückstaubereich der Donau in die Isar und der Donau unterhalb der Isarmündung mit einem 100-jährlichen Hochwasser der Isar und Donau waren unter diesen Bedingungen nach menschlichem Ermessen nicht zu verhindern. Mehrere Deichabschnitte wurden überronnen. Es brachen schließlich die Deiche bei Auterwörth und Fischerdorf sowie Stadt Deggendorf. Die Deiche brachen jeweils am unteren Polderende. Die Polder wurden durch Rückstau der Donau geflutet. Bei einem Bruch am oberen Polderanfang wären die Polder mit einem Teilabfluss der Donau durchströmt worden. Dies hätte zusätzlich noch zu erheblichen Erosionsschäden, weiteren Schäden an Bauwerken und möglicherweise sogar zu Personenschäden geführt.

Insgesamt bestätigte sich die Leistungsfähigkeit der realisierten Vorhaben mit einem Ausbaustandard für 100-jährliche Hochwasser. Schäden in hoch vulnerablen Poldern, wie in Altstadt Deggendorf mit Hafengebiet, Stadt Straubing sowie Stadt Bogen und in den Poldern Kößnach, Irlbach, Metten und Hofkirchen konnten durch die abgeschlossenen Vorhaben verhindert werden. Das Ausmaß der Schäden in den noch nicht vollständig ausgebauten Abschnitten konnte teilweise

vermindert werden, so zum Beispiel am Polder Parkstetten – Reibersdorf. Ein Ereignis gleicher Intensität hätte vor 2000 weitaus höhere Schäden verursacht.

Das Hochwasser 2013 verdeutlicht die Notwendigkeit, den Hochwasserschutz zwischen Straubing und Vilshofen zügig zu vollenden. Darüber hinaus lehrt dieses Ereignis, dass Überlastkonzepte im Rahmen einer systemischen Betrachtung von Hochwasserereignissen zwingend notwendig sind.

## 4.2 Iller, Günz, Mindel, Kammel, Zusam und Schmutter

Die Obere Iller (bis Kempten) und die Untere Iller (Illerrieden-Ulm) sind abgesehen von Hochuferbereichen durchgehend mit Hochwasserschutzanlagen ausgebaut. Dabei wird der Hochwasserschutz an der Oberen Iller durch den Flutpolder Weidachwiesen, an der Unteren Iller zusätzlich durch ein Zusammenwirken staatlicher Hochwasserschutzanlagen und Staustufen privater Betreiber (Ausleitungskraftwerke) gewährleistet.

Die Hochwasserschutzanlagen an den schwäbischen Donauzuflüssen (Günz, Mindel, Kammel, Zusam und Schmutter) sind mit wenigen Ausnahmen (Buttenwiesen an der Zusam) historisch bedingt auf den Schutz land- und forstwirtschaftlicher Flächen ausgelegt. Als Deiche der Kategorie 3 mit einem Ausbaugrad zwischen 5 und 10-jährlichen Hochwassern ausgewiesen, erfüllen sie nur begrenzte Hochwasserschutzfunktionen im Hinblick auf bebaute Flächen und müssen wegen des geringen Schadenspotentials gesondert beurteilt werden.

### 4.2.1 Ablauf des Hochwasserereignisses

**Iller:** Das Hochwasser 2013 an der Iller einschließlich der alpinen Zuflüsse Stillach, Trettach und Breitach blieb hinsichtlich Scheitelabfluss und Wasserständen deutlich hinter den Hochwassern von 1999 und 2005 zurück. Die Hochwassersituation in Kempten wurde durch die ereignisbedingte, teilweise Füllung des Flutpolders Weidachwiesen am 1. Juni 2013 von 09:00 bis 16:00 Uhr entschärft. Die teilweise Flutung des Flutpolders Weidachwiesen diente dem Ausgleich von Abflussverschärfungen für Unterlieger. Die maximale Kappung der Hochwasserspitze betrug ca. 60 m<sup>3</sup>/s. Im Mittel wurde im Zeitraum der Polderflutung eine Wassermenge von ca. 44 m<sup>3</sup>/s ausgeleitet. An der Unteren und Mittleren Iller kann beim Hochwasser 2013 von einem 10 bis 20-jährlichen Hochwasser ausgegangen werden. Der Scheitelabfluss an der Oberen Iller bis Sonthofen ist zwischen einem 5 und 10-jährlichen Hochwasser, unterhalb bis Kempten zwischen einem 20 bis 50-jährlichen Hochwasser einzustufen. Meldestufe 3 wurde für alle Hochwasserschutzanlagen überschritten. Für die Iller ist ein dem eigentlichen Hochwasserereignis nachlaufendes Folgeereignis am 11. Juni 2013 mit einem gleichrangigen Scheitelabfluss zu beobachten.

**Günz, Mindel, Kammel, Zusam und Schmutter:** Die Hochwasserszenarien an den Unterläufen von Günz, Kammel, Mindel, Zusam und Schmutter sind durch ein ausgeprägtes Doppelereignis mit Hochwasserscheiteln am 31. Mai und 11. Juni 2013 gekennzeichnet. Für alle genannten Gewässer ist das Hochwasser 2013 zwischen einem 1 und 5-jährlichen Hochwasser einzustufen. Für Günz, Kammel und Mindel fällt das Folgeereignis mit einem Scheitelabfluss über einem 20-jährlichen Hochwasser aber deutlich höher aus. An den betroffenen Gewässerstrecken wurden die bisherigen Höchstwerte des Hochwasserereignisses 2002 annähernd erreicht.

#### 4.2.2 Staatliche Hochwasserschutzanlagen

**Iller:** Die sanierten beziehungsweise neu errichteten Hochwasserschutzanlagen mit Bemessungsgrenzen eines 100-jährlichen Hochwassers bzw. eines 300-jährlichen Hochwassers wurden an der Oberen Iller oberhalb von Sonthofen mit einem 5 bis 10-jährlichen Hochwasser, zwischen Sonthofen und Kempten mit einem 20 bis 50-jährlichen Hochwasser und an der Unteren Iller zwischen Vöhringen und Ulm/Neu-Ulm mit einem 20-jährlichen Hochwasser deutlich unter den Bemessungswasserständen belastet. Sie haben das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden. Lediglich bei Immenstadt und Sonthofen traten nicht sicherheitsrelevante Schäden an der Vorfußsicherung beziehungsweise an Bühnen auf. Verteidigungsmaßnahmen waren nicht notwendig. Die Deichrückverlegung Illerzell wurde ereignisbedingt in begrenztem Umfang aktiviert.

**Günz:** Die Hochwasserschutzanlagen mit 5 bis 10-jährlichen Bemessungshochwassern in Egg, Ölmühle (Östliche Günz) und Lauben (Westliche Günz) wurden mit etwa einem 5-jährlichen Hochwasser am 31. Mai 2013 und einem 20-jährlichen Hochwasser am 11. Juni 2013 im Bereich des Bemessungsereignisses belastet.

Die Hochwasserschutzanlagen mit 5 bis 10-jährlichen Bemessungshochwassern in Babenhausen und Günz (Westliche Günz) wurden bei 20-jährlicher Hochwasserbelastung breitflächig überströmt. Wegen des geringen Schadenspotentials war eine Verteidigung nicht notwendig. Die Überströmung in Kombination mit starken Sickerwasseraustritten verursachte Erosionsschäden auf den Böschungen.

**Kammell:** Die Hochwasserschutzanlagen mit 5 bis 10-jährlichen Bemessungshochwassern in Remshart-Wettenhausen und Offingen-Winzer wurden mit etwa einem 2-jährlichen Hochwasser am 31. Mai 2013 und einem 10-jährlichen Hochwasser am 11. Juni 2013 im Bereich der Bemessungswasserstände belastet.

**Mindel:** Die Hochwasserschutzanlagen mit 5 bis 10-jährlichen Bemessungshochwassern in Mindelzell, Winzer, Hasberg, Pfaffenhausen und Mindelheim wurden mit etwa einem 2-jährlichen Hochwasser am 31. Mai 2013 und einem 10-jährlichen Hochwasser am 11. Juni 2013 im Bereich der Bemessungswasserstände belastet.

**Zusam:** Die Hochwasserschutzanlagen mit 5 bis 50-jährlichen Bemessungshochwassern, in Donauwörth (Zusam-Flutmulde), Auchsesheim, Lauterbach, Buttenwiesen, Unterthürheim, Wertingen und Altenmünster (Buttenwiesen: 100-jährliches Bemessungshochwasser) wurden mit etwa einem 2-jährlichen Hochwasser am 31. Mai 2013 und einem 10-jährlichen Hochwasser am 11. Juni 2013 mit Ausnahme der Hochwasserschutzanlage Buttenwiesen im Bereich der Bemessungswasserstände belastet.

**Schmutter:** Die Hochwasserschutzanlagen mit 30 bis 100-jährlichen Bemessungshochwassern in Mertingen-Bäumenheim, Mertingen-Augsburg, Druisheim, Allmannshofen-Biberbach, Biberbach-Gablingen und Eisenbrechtshofen wurden mit etwa einem 2-jährlichen Hochwasser am 31. Mai 2013 und einem 10-jährlichen Hochwasser am 11. Juni 2013 belastet.

Mit Ausnahme der Hochwasserschutzanlagen in Babenhausen (Günz) und Günz (Westliche Günz) haben alle anderen Anlagen an Günz, Kammell, Mindel, Zusam und Schmutter das Hochwasser 2013 ohne nennenswerte Schäden überstanden. Eine Verteidigung war nicht notwendig.

### 4.2.3 Bewertung

Obwohl das Hochwasser 2013 im Hinblick auf die insgesamt geringe Intensität nur in begrenztem Maß einen Test für die an der Iller realisierten Hochwasserschutzvorhaben darstellt, konnten Funktionstüchtigkeit und Wirksamkeit der Hochwasserschutzanlagen an der Oberen und Unteren Iller einschließlich des eingesetzten Flutpolders Weidachwiesen nachgewiesen werden. Eine entlastende Wirkung des Flutpolders, der hydromorphologischen Maßnahmen und der Deichrückverlegungen am Oberlauf für die nicht bedeichten Flussabschnitte insbesondere an der Mittleren Iller ist mit Sicherheit gegeben, kann wegen des vergleichsweise geringen Scheitelabflusses des Hochwasser 2013 aber nicht zuverlässig quantifiziert werden.

Bei den betrachteten schwäbischen Donauzuflüssen ist zu beachten, dass beim Hochwasser 2013 lediglich der Hochwasserschutzanlage Buttenwiesen (Zusam) eine relevante Schutzfunktion für bebaute Bereiche zukam. Eine Bewertung ist hier aufgrund der relativ geringen Belastung der technischen Anlagen nicht möglich.

## 4.3 Lech

Staatliche Hochwasserschutzanlagen liegen am Unteren Lech sowie in Landsberg und Lechbruck. Die Hochwassersicherheit wird durch ein Zusammenwirken staatlicher Hochwasserschutzanlagen und Staustufen privater Betreiber (Ausleitungskraftwerke am Unteren Lech, Stauketten einschließlich des Forggensees am Oberen und Mittlern Lech) gewährleistet.

Die Wertach ist unterhalb von Kaufering durchgehend mit Hochwasserschutzanlagen ausgebaut. Staatliche Hochwasserschutzanlagen liegen dabei an der Unteren und Oberen Wertach. In den Restbereichen gewährleisten Staustufen privater Betreiber den Schutz bebauter Bereiche.

An Singold und Geltnach bestehen einzelne staatliche Hochwasserschutzanlagen.

### 4.3.1 Ablauf des Hochwasserereignisses

**Lech:** Das Hochwasser 2013 blieb deutlich hinter dem Hochwasser 1999 und 2005 zurück. In Lechbruck und Landsberg ist das Hochwasser 2013 zwischen einem 2 und 5-jährlichen Hochwasser einzustufen. Für den Unterlauf unterhalb der Wertach ist von einem 5 und 10-jährlichen Hochwasser auszugehen. Meldestufe 2 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen überschritten.

**Wertach:** Das Hochwasser 2013 blieb hinter dem Hochwasser 1999 und 2005 zurück. Im Mittellauf ist das Hochwasser 2013 zwischen einem 20 und 50-jährlichen Hochwasser einzustufen. Für den Unterlauf ist von einem 2 und 5-jährlichen Hochwasser auszugehen. Meldestufe 2 beziehungsweise 3 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen überschritten.

**Geltnach und Singold:** Das Hochwasser 2013 an der Geltnach ist zwischen einem 5 und 10-jährlichen Hochwasser einzustufen. Meldestufe 2 wurde überschritten. Für die Singold liegen derzeit keine zuverlässigen Daten vor.

### 4.3.2 Staatliche Hochwasserschutzanlagen

**Lech:** Die Hochwasserschutzanlagen mit der Bemessungsgrenze eines 100-jährlichen Hochwassers in Lechbruck, Landsberg Niederschönefeld, Rain, Genderkingen, Oberndorf, Oberpeichting-Münster, Altenbach und zwischen Lech-Staustufe 23 und Hochablass wurden mit einem Hochwasser der Jährlichkeit von etwa 5 bis 10 Jahren deutlich unter dem Bemessungsereignis belastet. Die Anlagen haben das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden. Eine Verteidigung war nicht notwendig.

**Wertach:** Die Hochwasserschutzanlagen mit der Bemessungsgrenze eines 100-jährlichen Hochwassers im Unterlauf (Inningen/Göggingen bis Augsburg) wurden mit etwa einem 2 und 5-jährlichen Hochwasser deutlich unter und im Oberlauf (Türkheim, Pforzen, Biessenhofen, Ebenhofen und Thalhofen) mit etwa einem 20 bis 50-jährlichen Hochwasser im Bereich der Bemessungswasserstände belastet. Die Anlagen haben das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden. Eine Verteidigung war nicht notwendig.

**Geltnach und Singold:** Die Hochwasserschutzanlagen an der Geltnach in Hörmannshofen, Kreen und Bertholdshofen sowie an der Singold in Schwabmünchen wurden mit etwa einem 5 und 10-jährlichen Hochwasser unter dem Bemessungswasserständen belastet. Die Anlagen haben das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden. Eine Verteidigung war nicht notwendig.

### 4.3.3 Bewertung

Das Junihochwasser 2013 war im Hinblick auf die insgesamt geringe Intensität nur in begrenztem Maß ein Test für die an der Unteren Wertach realisierten Hochwasserschutzvorhaben. Die Hochwasserschutzanlagen an der Oberen Wertach-, der Geltnach und Gennach haben sich bewährt.

## 4.4 Paar und Ilm

An Paar und Ilm befinden sich staatliche Hochwasserschutzanlagen in den jeweiligen Donau-Mündungsbereichen sowie als eigenständige Ortsschutzanlagen (Aichach, Rohrbach, Geisenfeld, Rockolding-Hartacker und Ilmendorf). Daneben dient das Hochwasserrückhaltebecken Putzmühle dem Hochwasserschutz von Mering, Kissing und Friedberg. Die überwiegenden Gewässerstrecken an Paar und Ilm sind jedoch nicht durch Hochwasserschutzanlagen ausgebaut.

### 4.4.1 Ablauf des Hochwasserereignisses

**Paar:** Das Hochwasser 2013 lag im Unterlauf im Bereich des Hochwassers von 2006 und entsprach damit in etwa einem 100-jährlichen Hochwasser. Abschnittsweise wurden die bisher relevanten Hochwasser von 2006 und 2005 sowie das 100-jährliche Hochwasser deutlich übertroffen. Im Oberlauf (Landkreis Aichach-Friedberg) wurde das 100-jährliche Hochwasser nicht erreicht. Sowohl für die Scheitelabflüsse als auch für die Wasserstände wurden die bisherigen Höchstwerte überschritten. Meldestufe 4 wurde für alle Hochwasserschutzanlagen überschritten.

**Ilm:** Das Hochwasser 2013 lag deutlich über dem Hochwasser von 2005 und 1999 und entsprach in etwa einem 100-jährlichen Hochwasser. Sowohl für die Scheitelabflüsse als auch für die Wasserstände wurden die bisherigen Höchstwerte überschritten. Meldestufe 4 wurde für alle Hochwasserschutzanlagen überschritten.

#### 4.4.2 Staatliche Hochwasserschutzanlagen

**Paar:** Die Hochwasserschutzanlagen mit der Bemessungsgrenze eines 100-jährlichen Hochwassers in Manching wurden mit einem 100-jährlichen Hochwasser im Bereich der Bemessungswasserstände, in Aichach mit Scheitelabflüssen unter einem 100-jährlichen Hochwasser beaufschlagt. Die Anlagen haben das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden. Eine Verteidigung war nicht notwendig. Der überwiegend durch Donau-Rückstau beeinflusste Deichabschnitt in Irsching (Paar) war beim Hochwasser 2013 nicht kritisch beaufschlagt.

**Ilm:** Die Hochwasserschutzanlagen mit der Bemessungsgrenze eines 100-jährlichen Hochwassers in Irsching, Rockolding-Hartacker, Ilmendorf, Geisenfeld und Rohrbach wurden mit etwa einem 100-jährlichen Hochwasser im Bereich des Bemessungshochwassers belastet. Die neu errichteten Anlagen in Geisenfeld und Rohrbach haben das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden. Eine Verteidigung war hier nicht notwendig.

In Rockolding-Hartacker und Ilmendorf erforderte die breitflächige Überströmung der noch nicht sanierten Deiche eine durchgehende Aufkadung. Böschungsbrüche wurden durch massive Sandsackverbauten stabilisiert. Die Deichverteidigung wurde durch geflutete Deichverteidigungswege erheblich erschwert.

#### 4.4.3 Bewertung

Die realisierten Hochwasserschutzvorhaben in Manching, Aichach (Ende 2012 teilweise fertiggestellt), Rohrbach und Geisenfeld sowie das Hochwasserrückhaltebecken Putzmühle haben einer abschnittswisen dem Bemessungsereignis entsprechenden Belastung ohne Schäden standgehalten: Während an nicht ausgebauten Gewässerabschnitten an Paar, Ilm und Weilach zum Teil erheblich Schäden an privaten und öffentlich Infrastrukturen entstanden, konnten die Ausbaubereiche vor Schäden weitgehend bewahrt werden.

### 4.5 Isar

Die Isar ist zwischen Mittenwald und Wallgau sowie zwischen Bad Tölz und der Donau-Mündung mit Ausnahme von Hochuferbereichen durchgehend mit Hochwasserschutzanlagen ausgebaut. Die Hochwassersicherheit wird durch ein Zusammenwirken staatlicher Hochwasserschutzanlagen und Staustufen privater Betreiber (Ausleitungskraftwerke an der Mittleren Isar, Stauketten an der Oberen und Unteren Isar) gewährleistet. Der Sylvensteinspeicher hat einen maßgeblichen Anteil am Hochwasserschutz der Mittleren Isar (siehe Kapitel 3). Ereignisabhängig kann er das Hochwasserregime bis weit in die Untere Isar beeinflussen.

An der Amper wird der Hochwasserschutz überwiegend durch Stauanlagen privater Betreiber gewährleistet (Fürstenfeldbruck, Emmering, Olching, Esting, Dachau, Zolling und Haag). Die verbleibenden staatlichen Hochwasserschutzanlagen an Ammer, Amper und Windach sind mit wenigen Ausnahmen (Unterammergau, Peißenberg, Weilheim, Schöngeising und Eching) historisch bedingt auf den Schutz land- und forstwirtschaftlicher Flächen ausgelegt. Als Deiche der Kategorie 3, ausgewiesen mit einem Ausbaugrad eines 20-jährlichen Hochwassers, erfüllen sie nur begrenzte Hochwasserschutzfunktionen im Hinblick auf bebaute Flächen und müssen wegen des geringen Schadenspotentials gesondert beurteilt werden. Hinsichtlich der Rückhaltewirkung kommt dem Ammersee und dem Windachspeicher eine zentrale Bedeutung zu.

#### 4.5.1 Ablauf des Hochwasserereignisses

**Isar und Loisach:** Der Scheitelabfluss im Ober- und Mittellauf der Isar und in der Loisach entsprach etwa einem 20-jährlichen Hochwasser. Der Pegel Lenggries wurde durch den Sylvensteinspeicher auf ein 10-jährliches Hochwasser gedämpft. Die Scheitelwerte der Hochwasser 2005 und 1999 wurden unterschritten. Meldestufe 3 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen überschritten.

Im Unterlauf der Isar entsprach der Scheitelabfluss einem 100-jährlichen Hochwasser. Die Wasserstände der Hochwasser von 2005 und 1999 wurden überschritten. Die Abflussverschärfung gegenüber der Mittleren Isar resultierte aus den um Moosburg zufließenden Gewässern, von denen zum Beispiel an der Strogen die höchsten bisher gemessenen Abflüsse und Wasserstände registriert wurden. Meldestufe 4 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen erreicht.

**Ammer und Amper:** Ammer und Amper haben beim Hochwasser 2013 mit einem 20 bis 30-jährlichen Hochwasser nur bedingt zur Abflussverschärfung in der Isar beigetragen. Durch die Rückhaltewirkung des Ammersees wurde die Amper am Seeausgang auf ein 15-jährliches Hochwasser gedämpft. Im weiteren Verlauf (Zufluss von Maisach und Glonn) stieg der Scheitelabfluss im Bereich der Mündung in die Isar wieder auf ein 20 bis 30-jährliches Hochwasser an. Meldestufe 3 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen erreicht.

**Windach:** Durch die Retentionswirkung des Windachspeichers entsprach der Scheitelabfluss der Windach einem 10 bis 20-jährlichen Hochwasser. Meldestufe 3 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen erreicht.

Die bisherigen Erkenntnisse legen nahe, dass das Hochwasser 2013 an der Unteren Isar im Vergleich zum Hochwasser 2005 und 1999 wesentlich durch Niederschläge im voralpinen Einzugsgebiet geprägt wurde. Dies begrenzte die räumliche Wirkung des Sylvensteinspeichers.

#### 4.5.2 Staatliche Hochwasserschutzanlagen

**Isar:** Die Hochwasserschutzanlagen mit der Bemessungsgrenze eines 100-jährlichen Hochwassers an der Oberen Isar in Mittenwald und Bad Tölz wurden unkritisch belastet und haben sich bewährt. Sie überstanden das Hochwasser 2013 schadensfrei. Insbesondere die mittlerweile weitgehend fertig gestellten Hochwasserschutzanlagen in Bad Tölz ermöglichten einen optimalen Einsatz des Sylvensteinspeichers, da die beim Hochwasser 2005 und 1999 zu berücksichtigenden Restriktionen infolge der damals noch vorhandenen Schwachstellen wegfielen.

An der Mittleren Isar haben sich die seit 2000 durchgeführten Sanierungen ausgezahlt. Die Hochwasserschutzanlagen in München, Freising und Moosburg blieben abgesehen von kleineren, die Anlagensicherheit nicht beeinträchtigenden Schäden (Schäden an Deichverteidigungswegen beim Einsatz mobiler Schöpfwerke) ohne Schäden. Überflutungen in Freising (Bahnhofsgebiet) resultierten aus Ausuferungen ebenfalls Hochwasser führender kleinerer Binnengewässer (Moosach, und Nebengewässer der Moosach).

Die Hochwasserschutzanlagen mit der Bemessungsgrenze eines 100-jährlichen Hochwassers an der Unteren Isar wurden durchgehend im Bereich des Bemessungsereignisses belastet. Die Anlagen in der Stadt Landshut, Altdorf (Pfettrach), Gottfrieding, Landau, Ettliling und Pielweichs haben sich bei Belastung im Bereich der Bemessungswasserstände bewährt. Das gilt auch für die noch nicht sanierten Abschnitte im Bereich der Flutmulde Landshut sowie Bruckberg. In Bruckberg

musste der Deich an bekannten Schwachstellen gesichert werden. Die Flutmulde Landshut wurde planmäßig beaufschlagt, Schäden im Bereich der Altstadt Landshuts konnten trotz kritischer Abflussszustände an den beiden innerstädtischen Isararmen vermieden werden. Der ohnehin für 2013/14 geplante Abschluss der Sanierungsmaßnahmen ist mittlerweile angelaufen.

Im Bereich der Isarmündung kam es nahe dem Sielbauwerk Schwaig-Isar infolge Überströmung zu einem Bruch des linken Isardeiches und nachfolgend zur Flutung des Polders Steinkirchen-Fischerdorf-Natternberg (siehe Absatz 4.1.2). Die hier auf ein 30-jährliches Hochwasser ausgebauten Hochwasserschutzanlagen konnten bei einer Beaufschlagung mit einem 100-jährlichen Hochwasser auch infolge fehlender Deichverteidigungswege nicht auf voller Länge wirksam verteidigt werden. Die Breschenbreite lag bei etwa 250 Meter. Der Deichquerschnitt wurde bis zum Deichlager abgetragen. Die durch den Deichbruch bewirkte Senkung des Wasserspiegels an der Unteren Isar entlastete die rechtsseitigen Deiche und verhinderte Brüche der ebenfalls auf großer Länge überströmten Deiche im Polder Isarmünd.

**Amper mit Windach:** Die Hochwasserschutzanlagen mit der Bemessungsgrenze eines 100-jährlichen Hochwassers in Schöngeising und Eching (Windach) sowie eines 20-jährlichen Hochwassers im Landkreis Dachau und Freising haben sich bei Beaufschlagung unter den Bemessungsereignissen bewährt und das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden. Die der Deichklasse 3 zugeordneten Deiche mit der Bemessungsgrenze eines 20-jährlichen Hochwassers in den Landkreisen Dachau und Freising wurden im Bereich des Bemessungswasserspiegels belastet. Es kam zu flächigen Überströmungen, Böschungsrutschungen und Deichbrüchen zwischen Langenbach und Zolling. Bebaute Bereiche waren davon nicht betroffen. In Haimhausen wurde der Deich zum Schutz bebauter Bereiche geöffnet. Dadurch konnte die überlastete Wehranlage Haimhausen über landwirtschaftliche Flächen umströmt werden.

**Ammer:** Die Hochwasserschutzanlagen mit der Bemessungsgrenze eines 100-jährlichen Hochwassers bis Weilheim (Weilheim, Peißenberg und Unterammergau) haben sich bewährt. Sie wurden deutlich unter dem Bemessungshochwasser belastet und haben das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden.

Die Hochwasserschutzanlagen mit Bemessungsgrenzen von 20 bis 50-jährlichen Hochwassern unterhalb von Weilheim wurden im Bereich der Bemessungswasserstände beaufschlagt. In Oderding und Berghof werden geringe, nicht sicherheitsrelevante Schäden an Deichverteidigungsbeziehungsweise Uferwegen berichtet. Im Bereich Fischen kam es zu Schäden an den planmäßig überströmten Ammer-Leitdeichen im Naturschutzgebiet Ammersee. Da der Vorlandabfluss über Naturflächen zur Alten Ammer und in den Ammersee gewährleistet war, waren Verteidigungsmaßnahmen zur Sicherung bebauter Bereiche nicht veranlasst.

**Loisach:** Die Hochwasserschutzanlagen mit der Bemessungsgrenze eines 100-jährlichen Hochwassers in Wolfratshausen, Penzberg, Großweil, Schlehdorf, Eschenlohe und Garmisch-Farchant haben sich bei Belastung unter dem Bemessungshochwasser bewährt. Sie haben das Hochwasser 2013 abgesehen von lokalen Böschungserosionen ohne Schäden überstanden. Der Aufbau der mobilen Hochwasserschutzzelemente in Penzberg war unproblematisch.

### 4.5.3 Bewertung

Obwohl das Hochwasser 2013 an der Oberen und Mittleren Isar bis Moosburg das Ausmaß der Hochwasser 1999 und 2005 nicht erreichte, können die bisher umgesetzten Hochwasser-

schutzmaßnahmen insgesamt als wirksam bezeichnet werden. Die Schadensschwerpunkte beim Hochwasser von 1999 und 2005 (Bad Tölz, München, Freising und Moosburg) blieben diesmal von Schäden verschont. Das Hochwasser 2013 hätte hier vor 1999 zu einer extrem kritischen Belastung der alten Hochwasserschutzanlagen verbunden mit hohen Schäden an der öffentlichen und privaten Infrastruktur geführt.

Auch das Hochwassermanagement in Landshut muss positiv erwähnt werden. Durch die Flutmulde gelang es, ein dem Bemessungsereignis entsprechendes Isar-Hochwasser ohne nennenswerte Schäden in der Landshuter Innenstadt abzuleiten und die noch zu sanierenden Deichabschnitte im Bereich der Flutmulde zu stabilisieren.

Das Deichversagen im Bereich der Isarmündung wurde durch die starke Überströmung der Deiche verursacht, an der Unteren Isar ist dies auf eine deutliche Überlastung der Deichquerschnitte zurückzuführen. Die hier noch nicht ausgebauten Deiche sind auf 30-jährliche Hochwasser dimensioniert. Dieser Wert wurde bei weitem überschritten. Statistisch lag das Hochwasser 2013 im Bereich des Bemessungsereignisses für die Ausbauplanung, der Wasserstand infolge Donau-Rückstau vermutlich noch darüber. Ein Versagen des Deiches war unter diesen Voraussetzungen nicht zu verhindern. Es hätte mit gleicher Wahrscheinlichkeit auch den gegenüber liegenden Polder Isarmünd treffen können.

## **4.6 Vils**

### **4.6.1 Ablauf des Hochwasserereignisses**

Der Scheitelabfluss der Vils im Oberlauf entsprach etwa einem 30-jährlichen Hochwasser. Im Unterlauf bedingte die Speicherretention des Vilstalsees bei gleichbleibender Jährlichkeit eine deutliche Reduzierung des Scheitelabflusses. In den bedachten Flussabschnitten wurde Meldestufe 2 erreicht.

### **4.6.2 Staatliche Hochwasserschutzanlagen**

Angesichts der geringen Belastung überstanden die Hochwasserschutzanlagen in Pörndorf-Walching, Kröhstorf, Vils (mit Ausnahme von einzelnen Wühltierschäden), Marklkofen und Vilsbiburg das Hochwasser 2013 ohne Schäden. Der 2011/12 fertig gestellte Hochwasserschutz Vilsbiburg hat sich dabei erstmals bewährt.

### **4.6.3 Bewertung**

Eine abschließende Bewertung der umgesetzten Hochwasserschutzmaßnahmen ist wegen der geringen Ereignisintensität nicht möglich. Der neu errichtete Hochwasserschutz Vilsbiburg hat seine Bewährungsprobe bestanden.

## **4.7 Inn**

Am Inn bestehen staatliche Hochwasserschutzanlagen in Kraiburg, Wasserburg und Neubeuern. Der Hochwasserschutz wird überwiegend durch Staustufen privater Betreiber gewährleistet.

Umfangreiche staatliche Hochwasserschutzanlagen bestehen an Salzach/Saalach und Mangfall sowie an Alz, Traun und Tiroler Ache.

An Rott und Isen bestehen einzelne staatliche Hochwasserschutzanlagen.

Mit Ausnahme der noch nicht sanierten Deichabschnitte an der Mangfall, den Hochwasserschutzanlagen an der Isen (mit Ausnahme von Dorfen und Schwindegg) sowie der Oberen Rott (Neumarkt-Sankt Veit) entspricht der Ausbaugrad der staatlichen Hochwasserschutzanlagen an den genannten Gewässern einem 100-jährlichen Hochwasser.

#### 4.7.1 Ablauf des Hochwasserereignisses

**Inn:** Die Hochwasserschutzanlagen wurden mit 50 bis 70-jährlichen Hochwassern beaufschlagt. Meldestufe 4 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen überschritten.

**Salzach/Saalach:** Die Hochwasserschutzanlagen wurden deutlich über ein 100-jährliches Hochwasser beaufschlagt. An allen Pegeln wurden für Abfluss und Wasserstand absolute Rekordwerte registriert. Meldestufe 4 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen überschritten.

**Mangfall:** Die Hochwasserschutzanlagen, mit zum Teil Altanlagen mit einer Bemessungsgrenze eines 30-jährlichen Hochwassers, wurden im Oberlauf etwa mit 50 bis 100-jährlichen Hochwassern und im Unterlauf mit einem 100-jährlichen Hochwasser belastet. Der Bemessungswasserstand der sanierten beziehungsweise neuerrichteten Hochwasserschutzanlagen wurde in einigen Abschnitten im Unterlauf erreicht, die noch nicht sanierten Anlagen überlastet. In Bad Aibling und Rosenheim wurden die bisher höchsten Abflüsse und Wasserstände registriert. Meldestufe 4 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen überschritten.

Das Hochwasserregime der Mangfall wird durch die Rückhaltewirkung des Tegernsees und Schliersees wesentlich beeinflusst. Die gezielte Deichöffnung am geplanten Flutpolderstandort Feldolling zur Entlastung des kritisch belasteten Unterlaufs hatte hingegen wegen des im derzeitigen Zustand geringen beaufschlagbaren Rückhaltevolumens nur sehr lokale Auswirkungen.

**Rott:** Die Hochwasserschutzanlagen im Ober- und Mittellauf wurden etwa mit einem 50-jährlichen Hochwasser und im Unterlauf bedingt durch den Rückhalt im Rottauensee mit einem 20 bis 30-jährlichen Hochwasser beaufschlagt. Das Hochwasser 2013 blieb damit unter den Scheitelwerten der Hochwasser von 2005 und 1999.

**Isen:** Die Hochwasserschutzanlagen wurden etwa mit einem 20 bis 30-jährlichen Hochwasser beaufschlagt. Das Hochwasser 2013 blieb deutlich unter den Scheitelwerten der Hochwasser 2005 und 1999.

**Alz:** Die Hochwasserschutzanlagen wurden etwa mit einem 50 bis 70-jährlichen Hochwasser beaufschlagt. Das Hochwasser 2013 erreichte damit in etwa die Scheitelwerte des Hochwassers von 2002. Die bisher registrierten Höchstwerte für Abfluss und Wasserstand wurden eingestellt. Meldestufe 4 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen überschritten.

**Tiroler Ache:** Die Hochwasserschutzanlagen wurden deutlich über dem 100-jährlichen Hochwasser beaufschlagt. Dabei müssen zur Beurteilung des Hochwassers 2013 für den Oberlauf die am maßgebenden Pegel Staudach nicht mehr erfassten Ausuferungen zwischen Marquartstein und

Staudach (zum Rothgraben) berücksichtigt werden. Der Bemessungswasserstand der Hochwasserschutzanlagen wurde erreicht beziehungsweise überschritten. Meldestufe 4 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen überschritten.

**Traun:** Die Hochwasserschutzanlagen wurden etwa mit einem 50 bis 70-jährlichen Hochwasser beaufschlagt. Das Hochwasser 2013 blieb damit knapp unter den Scheitelwerten des Hochwassers 2002. Meldestufe 4 wurde an allen Hochwasserschutzanlagen überschritten.

#### 4.7.2 Staatliche Hochwasserschutzanlagen

**Inn:** Die Hochwasserschutzanlagen in Kraiburg, Wasserburg und Neubeuern haben sich bewährt und überstanden das Hochwasser 2013 ohne Schäden (Abb. 4-6).



Abb. 4-6: Wasserburg am Inn



Abb. 4-7: Salzach bei Laufen am 3. Juni 2013

**Salzach und Saalach:** Die Hochwasserschutzanlagen in Laufen (siehe Abb. 4-7), Triebenbach und Reichenhall (Saalach) haben sich bewährt und überstanden das Hochwasser 2013 ohne Schäden. Neben vereinzelt, die Anlagensicherheit nicht beeinträchtigenden Sickerwasseraustritten (Fridolfing) entstanden größere Schäden bei Tittmoning und Piding (Saalach).

Bei Tittmoning kam es infolge der langanhaltenden Überströmung der auf HQ50 bemessenen Deiche zu Erosionsschäden im Bereich der Deichkronen und den binnenseitigen Böschungen. Der geotechnisch armierte Deichquerschnitt hielt der Überströmung im wesentlichen Stand.

Bei Piding (Saalach) kam es infolge Überströmung eines nicht sanierten Altdeiches zu einem Deichbruch. Da eine Gefährdung bebauter Bereiche ausgeschlossen werden konnte, erfolgte während des Hochwassers keine Sicherung beziehungsweise Verteidigung.

**Isen:** Die Hochwasserschutzanlagen in Schwindegg, Dorfen und Oberdorfen wurde deutlich unter dem Bemessungshochwasser belastet. Sie haben das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden.

**Mangfall:** Die Deiche im Oberlauf der Mangfall – in Bezug auf Schutzgüter von untergeordneter Bedeutung – haben das Hochwasser ohne nennenswerte Schäden überstanden und mussten massiv verteidigt werden.

Erhebliche Schäden traten im Unterlauf in Rosenheim, Kolbermoor (siehe Abb. 4-8) und Bad Aibling auf. Während die sanierten Hochwasserschutzanlagen bei Beaufschlagung im Bereich der



Abb. 4-8: Rosenheimer Ortsteil Schwaig an der Mangfall

Bemessungswasserstände das Hochwasser 2013 abgesehen von einzelnen Böschungserosionen weitgehend ohne Schäden überstanden, wurden noch nicht sanierte Altanlagen und nicht mit Hochwasserschutzanlagen ausgebaute Abschnitte kritisch belastet. Trotz Überströmung und massiver Schädigung hat der linksseitige Deich im Bereich Kolbermoor standgehalten, wodurch eine katastrophale Flutung der Rosenheimer Innenstadt verhindert wurde. Im südlich der Mangfall gelegenen Ortsteilen von Kolbermoor und Rosenheim konnte trotz massiver Verteidigungsmaßnahmen nicht verhindert werden, dass bestehende Schutzeinrichtungen überströmt wurden und großflächig Überflutungen in bebauten Bereichen eintraten.

**Traun:** Die Hochwasserschutzanlagen in Traunstein wurden im Bereich des Bemessungsereignisses beaufschlagt. Sie haben das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden. Insbesondere der 2012 fertiggestellte Bauabschnitt Traunstein-Süd hat dazu beigetragen, dass die letztmalig beim Hochwasser 2002 aufgetretenen immensen Schäden an privaten und öffentlichen Infrastrukturen verhindert werden konnten. Ohne diese Maßnahmen wäre mit ähnlichen Schäden zu rechnen gewesen.

**Alz:** Die zum Teil sanierungsbedürftigen Hochwasserschutzanlagen in Unteremmerting, Oberemmerting, Burgkirchen, Hirten und Wajon wurden knapp unter dem Bemessungswasserstand belastet. Sie haben das Hochwasser 2013 ohne Schäden überstanden.

**Tiroler Ache:** Die Hochwasserschutzanlagen an der Tiroler Ache wurden mit beziehungsweise über dem Bemessungswasserstand beaufschlagt. Der Scheitelabfluss an der Tiroler Ache könnte unter Berücksichtigung der Ausuferungen im Oberstrom des Pegels Staudach etwa ein 300-jährliches Hochwasser erreicht haben. Die auf mit der Bemessungsgrenze eines 100-jährlichen Hochwassers dimensionierten Deiche wurden kritisch belastet, abschnittsweise deutlich überlastet. Dabei traten an allen Bauwerken mehr oder weniger ausgeprägte Schäden auf. Die kritisch

belasteten, neu gebauten beziehungsweise sanierten Hochwasserschutzanlagen in Unterwössen und Marquartstein haben sich dabei bewährt und Schäden größeren Ausmaßes wie letztmalig beim Hochwasser 2002 verhindert.

Im Unterlauf kam es oberhalb der Bundesautobahn A8 rechtsseitig zum Versagen eines nicht sanierten Deichabschnittes. Der durch die oberstromige Ausuferungen der Tiroler Ache bereits überlastete Rothgraben überflutete die Bundesautobahn im Bereich der Anschlussstelle Grabenstätt (siehe Abb. 4-9). Eine Gefährdung bebauter Bereiche in Grassau oder Übersee wurde durch die Entlastung der linksseitigen Deiche infolge dieses Deichbruches vermieden.



Abb. 4-9: Überflutung der Bundesautobahn A8, Anschlussstelle Grabenstätt

### 4.7.3 Bewertung

Die durchgeführten Sanierungen im Mangfalltal haben sich eindrucksvoll bewährt. Das Hochwasser 2013 hätte vor zehn Jahren mit Sicherheit katastrophale Schäden insbesondere in der Rosenheimer Innenstadt verursacht. Die Bedeutung der konsequenten Vollendung des Gesamtvorhabens einschließlich des Flutpolders Feldolling wurde durch das Hochwasser 2013 eindrucksvoll bestätigt.

An der Tiroler Ache haben die unmittelbar vor dem Hochwasser 2013 durchgeführten Sanierungen in Marquartstein wesentlich zum Hochwasserschutz von Marquartstein beigetragen. Der Deichbruch zur Hagenauer Bucht bewirkte eine Entlastung und damit Sicherung von Grassau und Übersee. Er wurde daher nicht verteidigt. Die Bundesautobahn A8 wurde durch den Rothgraben beeinträchtigt und war bereits vor dem Deichbruch gesperrt. Die hier insgesamt aufgetretenen Schäden stehen in keinem Verhältnis zum möglichen Schadenspotential bei einem Versagen der gegenüberliegenden Deichstrecke.

An Salzach, Saalach, Alz und Traun haben sich die durchgeführten Sanierungen einschließlich der Deichrückverlegung bei Fridolfing (Salzach) bewährt und das Hochwasserschutzkonzept bestätigt. Der weitere Ausbau des Hochwasserschutzes ist hier im Zusammenhang mit den notwendigen Maßnahmen zur hydromorphologischen Stabilisierung der Erosions- beziehungsweise Eintiefungsstrecken weiterzuführen.

An Isen und Rott erlaubt die vergleichsweise geringe Beaufschlagung keine abschließende Beurteilung der Hochwasserschutzanlagen. Es darf aber darauf hingewiesen werden, dass ohne den 2008 abgeschlossenen Ausbau des Hochwasserschutzes in Dorfen (Isen) beim Hochwasser 2013 nicht unerhebliche Schäden im Stadtgebiet von Dorfen wahrscheinlich gewesen wären.

#### 4.8 Regen und Naab

Der Scheitelabfluss von Regen und Naab entsprach einem 5 bis 10-jährlichen Hochwasser. Meldestufe 3 wurde an einigen Hochwasserschutzanlagen kurzzeitig überschritten. Alle Hochwasserschutzanlagen wurden deutlich unter den Bemessungswasserständen belastet und überstanden das Hochwasser 2013 ohne Schäden. Eine abschließende Beurteilung der Hochwasserschutzanlagen ist auf Grundlage des Hochwassers 2013 nicht möglich.

#### 4.9 Main

Der Scheitelabfluss des Main und der Zuflüsse mit bedachten Flussabschnitten (Sinn, Fränkische Saale, Wern, Regnitz, Pegnitz, Rednitz, Rodach und Itz) entsprach einem 2 bis 10-jährlichen Hochwasser. Meldestufe 3 wurde für einige Hochwasserschutzanlagen kurzzeitig erreicht. Alle Abschnitte wurden deutlich unter dem Bemessungsereignis belastet und überstanden das Hochwasser 2013 ohne Schäden. Eine abschließende Beurteilung der Hochwasserschutzanlagen ist auf Grundlage des Hochwassers 2013 nicht möglich.

#### 4.10 Elbe (Sächsische Saale)

Der Scheitelabfluss der Sächsischen Saale schwankte zwischen einem 5-jährlichem Hochwasser in Hof und einem 20 bis 50-jährlichen Hochwasser im Oberlauf bei Weißdorf. Meldestufe 3 wurde für alle Hochwasserschutzanlagen überschritten. Sämtliche Hochwasserschutzanlagen an der Saale überstanden das Hochwasser 2013 ohne Schäden. Die durchgeführten Hochwasserschutzvorhaben zwischen Schwarzenbach an der Saale und Hof haben sich beim Hochwasser 2013 bewährt und Überschwemmungen bebauter Bereiche verhindert.

#### 4.11 Zusammenfassung der Schäden an Deichen und Dämmen

**Die Schäden an staatlichen Hochwasserschutzanlagen betragen insgesamt 111 Millionen EUR.**

Dabei ist zu berücksichtigen, dass in dieser Summe über die Beseitigung unmittelbarer Schäden hinausgehende, im Hinblick auf die geplanten weiteren Sanierungsmaßnahmen notwendige Sofortmaßnahmen, wie zum Beispiel der Einbau von Dichtwänden enthalten sind. Die erforderliche Summe für die Beseitigung unmittelbarer Hochwasserschäden wird auf über 50 Millionen EUR geschätzt. Sie liegt in jedem Fall unter den Schadenssummen der Hochwasser von 1999 und 2005.

Auch wenn die Hochwasser von 2013, 2005, 2002 und 1999 hinsichtlich des Ereignisverlaufes nicht unmittelbar miteinander vergleichbar sind, kann festgehalten werden, dass die seit 2000 durchgeführten Sanierungen und Neubauten von Hochwasserschutzanlagen eine nachhaltige Verbesserung des Hochwasserschutzes bewirkt haben. Die in den Schadensschwerpunkten der Hochwasser von 1999 (Donau zwischen Neuburg und Weltenburg), 2002 (Iller und Salzach) und 2005 (Isar zwischen München und Landshut) durchgeführten beziehungsweise in Ausführung befindlichen Vorhaben haben sich bewährt und – soweit abschließend realisiert – Schäden an privaten und öffentlichen Infrastrukturen verhindert. Die Notwendigkeit der konsequenten Fertigstellung laufender Vorhaben sowie die im Vorfeld des Hochwassers 2013 beschlossene Umsetzung des Hochwasserschutzes an der Donau zwischen Straubing und Vilshofen wurde nachdrücklich bestätigt.

Extremereignisse wie das Hochwasser 2013 mit abschnittsweiser Überschreitung der Bemessungsgrundlage verdeutlichen zudem, dass ein verantwortungsvoller Hochwasserschutz immer auch das Verhalten technischer Schutzanlagen bei Überlastungen mit berücksichtigen muss.

## 5 Wildbäche und alpine Naturgefahren

### 5.1 Die Auswirkungen des Hochwassers auf Wildbäche und alpine Naturgefahren

Die für das gesamte Hochwasserereignis charakteristischen lang anhaltenden Niederschläge über 72 bis 96 Stunden führten in den großen Einzugsgebieten zu extremen Abflüssen. Für die kleinen Einzugsgebietsgrößen der Wildbäche sind jedoch in der Regel Niederschlagsereignisse von 15 Minuten bis rund zwölf Stunden maßgeblich. Auf diese Zeitintervalle bezogen waren die Niederschlagshöhen eher durchschnittlich mit Jährlichkeiten bis zu einer Größenordnung von 5 bis 10 Jahren (siehe Abb. 5-1).

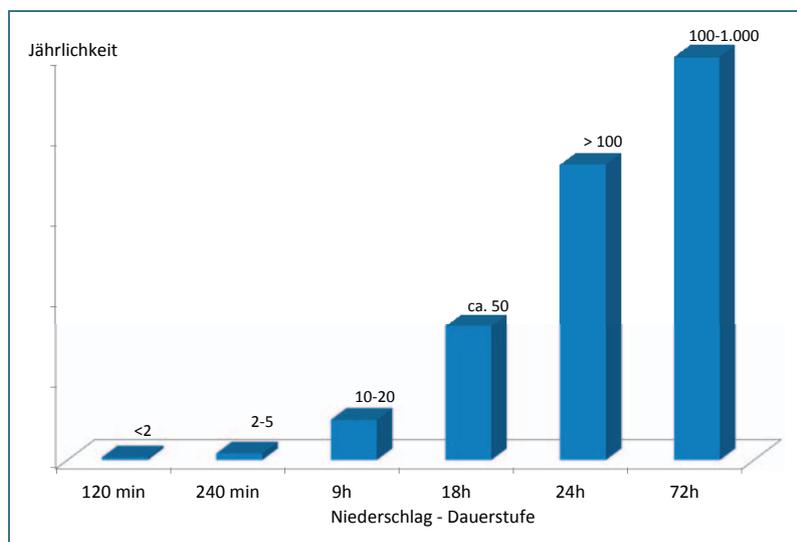


Abb. 5-1: Maximal – Niederschläge 30.5. bis 03.06.2013 für verschiedene Dauerstufen an der Station Kreuth – Glashütte; vorläufige Zuordnung zu Jährlichkeiten.

Durch die langanhaltenden Regenfälle waren die Böden jedoch an die Grenzen ihrer Wasseraufnahmefähigkeit gelangt und wiesen durch die hohe Vorsättigung sehr hohe Abflussbeiwerte auf. Diese führten auch bei den verhältnismäßig geringen Niederschlagssummen in den niedrigen Dauerstufen zu merklichen Abflüssen.

Die Jährlichkeiten der Hochwasserabflüsse an den Wildbächen werden nach ersten groben Schätzungen größtenteils den Stufen bis zu einem 20-jährlichen Ereignis, teilweise der Stufe eines 20 bis 50-jährlichen Ereignisses und in wenigen Einzelfällen darüber zugeordnet. Schwerpunkte der Ereignisse lagen im Südosten Bayerns in den Oberläufen der Flussgebiete Isar und Inn.

Aufgrund der durch die langanhaltenden Niederschläge stark durchfeuchteten Böden wurden auch zahlreiche Rutschungen und Hanganbrüche in Wildbacheinzugsgebieten beobachtet (Beispiele in Abb. 5-2). Diese hatten in der Regel keine unmittelbaren Auswirkungen auf das Hochwasserereignis, weil sie örtlich begrenzt waren und größtenteils nicht bis in das Bachbett gelangten. Allerdings waren allein sieben Bundesstraßen von Erdrutschen betroffen. Die hohe Zahl der erforderlichen Räumungen von Gewässern und Geschiebefängen legt dennoch die Vermutung nahe, dass die starke Durchfeuchtung als Ursache für Massenbewegungen im Einzugsgebiet und verstärkte Uferanbrüche zu einem verhältnismäßig hohen Feststoffeintrag in die Gewässer geführt haben.



Abb. 5-2: Beispiel von Massenbewegungen im Wildbacheinzugsgebiet Gerner Bach; Landkreis Berchtesgadener Land, Markt Berchtesgaden.

Grundsätzlich sind weitere Erhebungen nötig, um obige Einschätzung zu bestätigen. Auch für eine bessere Abschätzung, ob die neue Situation mit Anbrüchen im Einzugsgebiet künftige Hochwasserereignisse, zum Beispiel durch verstärkten Geschiebeeintrag, verschärfen könnte und daher entsprechende Maßnahmen im Einzugsgebiet oder zum Geschieberückhalt nötig werden, sind diese Erhebungen durchzuführen.

## 5.2 Durch Schutzbauwerke verhinderte Schäden, bekanntgewordene Schwachpunkte und störende Anlagen an Gewässern

Trotz der durchaus nennenswerten Hochwasserabflüsse traten relativ geringe Schäden durch Wildbäche auf. Dies ist der Wirksamkeit der zahlreichen vorhandenen Schutzbauwerke (gesamt Bayern: knapp 50.000 Schutzbauwerke an Wildbächen) zu verdanken. Nur durch die zahlreichen Rückhaltebecken, Deiche, Sperrentreppen und andere Schutzbauwerke konnten immense Schäden verhindert werden. Den Geschieberückhaltebecken kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Rolle zu. Eine Vielzahl von ihnen wurde während der Abflussereignisse komplett gefüllt. Es ist davon auszugehen, dass hierdurch zusammen mit den vielerorts installierten Treibholzfängen in großem Umfang Schäden in Ortslage durch Verklauung und Verlegung des Bachbetts verhindert wurden. Bei den zum Teil seit Jahrzehnten entstandenen komplexen Schutzsystemen ist es nicht möglich, die Schadensreduktion durch die Schutzsysteme ohne detaillierte Untersuchungen abzuschätzen. Generell kann jedoch gesagt werden, dass ohne die Schutzbauwerke die Schäden deutlich höher gewesen wären. Das darf aber nicht darüber hinweg täuschen, dass gerade im Wildbachbereich noch ein erheblicher Bedarf an neuen oder verbesserten Hochwasserschutzmaßnahmen besteht, um auch gegen Hochwasser mit einer Jährlichkeit von 100 Jahren gewappnet zu sein.

Seit der Auflage des Hochwasserschutz-Aktionsprogrammes 2020 wurden zahlreiche neuere Verbauungen errichtet, welche nach derzeitigem Kenntnisstand durchweg beim Junihochwasser effektiv und vollumfänglich funktioniert haben. Nur beispielhaft seien folgende größere Wildbach-Schutzmaßnahmen genannt, die sich 2013 zum Teil schon wiederholt bewährt haben (Bezeichnung, Landkreis, Gemeinde):

- Hochwasserschutz Unterwössen - Wössener Bach, Landkreis Traunstein, Gemeinde Unterwössen
- Sofortmaßnahmen Hausbach, Landkreis Traunstein, Gemeinde Reit im Winkl
- Schwemmholzrechen an der Leitzach (siehe Abb. 5-3 links), Landkreise Miesbach und Rosenheim, Gemeinde Weyarn, Feldkirchen-Westerham
- Rückhaltesperre am Söllbach, Landkreis Miesbach, Gemeinde Bad Wiessee
- Gewässerausbau an Weissach, Landkreis Miesbach, Gemeinde Kreuth, Rottach-Egern
- Gewässerausbau der Prien (siehe Abb. 5-3 rechts), Landkreis Rosenheim, Gemeinde Aschau, Markt Prien
- Hochwasserschutz am Gerner Bach, Landkreis Berchtesgadener Land, Markt Berchtesgaden
- Hochwasserschutz an Kanker und Partnach, Landkreis Garmisch-Partenkirchen, Markt Garmisch-Partenkirchen



Abb. 5-3: Erfolgreiche Schutzmaßnahmen an Wildbächen beim Hochwasser Juni 2013: links: Schwemmholzrechen an der Leitzach; rechts: Prien in der Gemeinde Aschau.

Schadensschwerpunkte im Bereich der Wildbäche waren unter- oder überspülte Uferbefestigungen, Vermurungen von Verkehrswegen und zum Teil zu gering dimensionierten Durchlässe oder andere Abflusshindernisse, wie Brückenpfeiler, die zu Verklausungen und damit Überflutungen führten. Beispiele hierfür sind:

- Uferschäden an der Bundesstraße 305, Landkreis Berchtesgadener Land, Gemeinde Bischofswiesen (siehe Abb. 5-4)
- Verklausung am Bergbach, Landkreis Berchtesgadener Land, Markt Berchtesgaden (siehe Abb. 5-5)
- Überflutung am Klausbach, Landkreis Berchtesgadener Land, Gemeinde Ramsau
- Vermurung Bundesstraße 305 am Bachmanngraben, Landkreis Berchtesgadener Land, Gemeinde Bischofswiesen (siehe Abb. 5-6)



Abb. 5-4: Uferschaden an der B 305



Abb. 5-5: verlegte Verrohrung am Bergbach



Abb. 5-6: Vermurung B 305

### 5.3 Schäden an Dämmen, Deichen und sonstigen Schutzeinrichtungen

#### **Vorbemerkung:**

*Die Räumung von Feststoffrückhalteeinrichtungen und Gewässerläufen von abgelagertem Material ist eminent wichtig, um den Abflussquerschnitt beziehungsweise das erforderliche Rückhaltevolumen für folgende Hochwasserereignisse wieder herzustellen. Die Kosten dafür sind zwar nicht als Schäden an Schutzeinrichtungen zu sehen (gerade Kiesfänge haben die Aufgabe, das Material zurückzuhalten), sondern als hochwasserbedingte Betriebskosten. Sie werden aber aus dem Haushaltstitel Unterhaltung von Wildbächen finanziert und daher zusammen mit den eigentlichen Schäden an Bauwerken, Uferschutz und Sohlsicherungen erhoben. Die hochwasserbedingten Betriebskosten belaufen sich überschlägig auf rund 50 Prozent der Hochwasserfolgekosten an den Wildbächen.*

Grundsätzlich sind an Wildbächen vor allem Schäden an Uferböschungen, Sohlsicherungen und vereinzelt an Bauwerken, wie Sohlrampen oder Abstürzen entstanden. Diese sind örtlich sehr begrenzt. Einzelschäden betragen nur in wenigen Fällen über 100.000 EUR. Aufgrund der großen Länge an ausgebauten Wildbachstrecken traten zahlreiche kleinere Schäden auf, die sich (inklusive der hochwasserbedingten Betriebskosten) auf rund 4,3 Millionen EUR summieren. Dabei handelt es sich um eine erste grobe Schätzung, die sich noch erhöhen kann, wenn weitere Schäden in abgelegeneren Bereichen erkannt werden.

Zu zwei Deichbrüchen kam es unter anderem am Klausbach (Gemeinde Ramsau). Hierdurch wurden Waldflächen überschwemmt und in großem Umfang Kies darin abgelagert. Das ausgetretene Wasser floss breitflächig in den Waldflächen ab und dem Hintersee zu. Der zusätzliche Wasserzufluss in den See führte dazu, dass die Seeklause, das Auslaufbauwerk des Hintersees, überlastet und in der Folge stark beschädigt wurde. Ein Totalversagen stand kurz bevor. Die Seeklause muss voraussichtlich komplett neu errichtet werden. Als Bemessungslastfall wird nun ebenfalls dieses Überlastszenario mit angesetzt. Dieses Beispiel bestätigt die dringende Notwendigkeit, bei zukünftigen Planungen den Überlastfall mit zu betrachten.

Nicht berücksichtigt wurde bei der Schadensermittlung eine verstärkte Abnutzung der Schutzbauwerke durch das Einzelereignis. So muss damit gerechnet werden, dass auch bei nicht akut sanierungsbedürftigen Bauwerken ein Substanzverlust des Bauwerkes aufgetreten ist, der eine frühere Unterhaltung oder Sanierung nötig machen wird. Grob überschlägig kann hier von einer Größenordnung des Substanzverlustes von mehreren Millionen EUR bei den 50.000 Schutzbauwerken ausgegangen werden.

#### **5.4 Bewertung der bisher im Programm 2020 umgesetzten Maßnahmen**

Die im Rahmen des Aktionsprogrammes 2020 errichteten technischen Schutzmaßnahmen an Wildbächen haben sich durchweg sehr bewährt und in großem Umfang Schäden verhindert. Durch eine systematische und vor allem flächendeckende Abschätzung der Gefährdungssituation (Erstellung von Basisstudien an Wildbächen) im Nachgang der letzten Hochwasserereignisse haben sich jedoch umfangreiche zusätzliche Brennpunkte herausgestellt. Daher ist der derzeitige Handlungsbedarf gegenüber dem Startzeitpunkt des Aktionsprogrammes 2020 trotz errichteter Schutzmaßnahmen eher noch gestiegen.

Aufgrund der alpinen Topographie sind in Wildbächen naturgemäß die Möglichkeiten für natürliche Rückhaltmaßnahmen, wie Auenanbindung oder Deichrückverlegungen eng begrenzt. Rückhaltung an Wildbächen kann fast ausschließlich nur in Form von technischem Rückhalt realisiert werden und muss in integrale Gesamtkonzepte eingebettet werden. Dazu gehören auch Gewässerrenaturierungen, wie sie zum Beispiel durch den Umbau von Abstürzen in Rampen an Wildbächen durchgeführt werden. Darüber hinaus ist die Bedeutung eines intakten Bergwaldes in den integralen Konzepten mit zu betrachten.

Neben den klar erkennbaren Fortschritten durch die technischen Schutzmaßnahmen haben sich auch die Elemente des dritten Aktionsfeldes „weitergehende Vorsorge“ als wichtiger Bestandteil der integralen Hochwasserschutzstrategie erwiesen.

## 6 Grundwasser

### 6.1 Quantitative Beeinflussung

#### Entwicklung der Grundwasserstände

Auch das Grundwasser zeigte, bedingt durch die sehr hohen Niederschläge und in Folge der zum Teil extremen Wasserstände in den Fließgewässern, eine deutliche Reaktion. Hinzu kommt, dass die Grundwasserstände aufgrund der niederschlagsreichen Monate April und Mai bereits zu Beginn der eigentlichen Starkregenperiode ab dem 30. Mai 2013 zum Teil schon deutlich über den vieljährigen Mittelwerten lagen. In Folge dessen waren in zahlreichen flussbegleitenden Grundwasserleitern in Südbayern Anstiege der Grundwasserstände von circa einem Meter innerhalb weniger Tage zu verzeichnen, in Einzelfällen sogar mehr als drei Meter.

Im Vergleich zu früheren Extremereignissen nimmt das aktuelle Junihochwasser eine herausragende Stellung ein.

So wurden allein im Juni 2013 an 137 von 575 langjährig beobachteten Messstellen in Bayern neue Grundwasserhöchststände erreicht (siehe Tab. 6-1).

Hochwasserereignis	Anzahl der Messstellen
Mai 1999	56
August 2002	20
August 2005	19
Juni 2013	137

Tab. 6-1: Aktuelle Verteilung der höchsten bekannten Werte (Grundwasserstand) auf die letzten Hochwasserereignisse (Stand der Auswertung: 24.06.2013, Datengrundlage: 575 durchgängig beobachtete Grundwassermessstellen in Bayern)

Wegen der vorausgegangenen feuchten Witterung und der deshalb bereits sehr hohen Bodenfeuchte kam es zu einer besonders raschen Reaktion der Grundwasserstände (siehe Abb. 6-1 und Abb. 6-2). So wurden im Zeitraum vom 2. bis 4. Juni, also innerhalb von nur drei Tagen, an 105 der oben genannten Grundwassermessstellen die historisch höchsten Grundwasserstände überschritten.

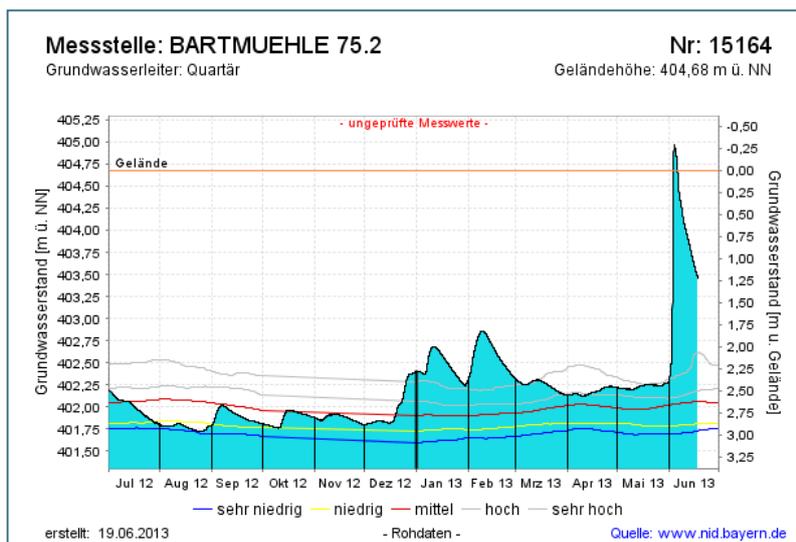


Abb. 6-1: Messstelle Bartmühle bei Bruckberg, Landkreis Landshut, 1,2 km nördlich der Isar

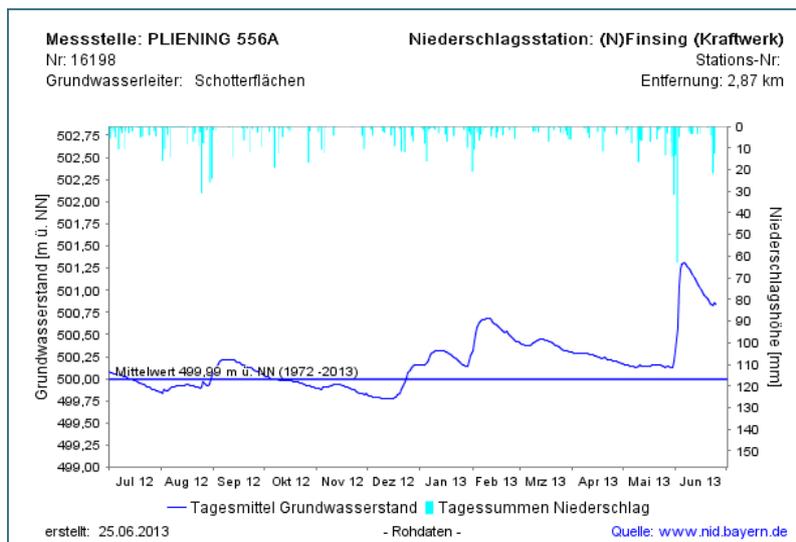


Abb. 6-2: Grundwassermessstelle Pliening, Gemeinde: Pliening  
 Landkreis: Ebersberg mit Niederschlagsstation Finsing

Die intensiven Niederschläge bewirkten sowohl in den oberflächennahen quartären Grundwasserleitern längs der Flüsse, als auch in tiefen Grundwasservorkommen mit einer guten Anbindung an die Oberfläche, wie zum Beispiel im Malmkarst nördlich der Donau, im Muschelkalk oder im Buntsandstein Nordbayerns einen deutlichen Anstieg der Grundwasserspiegel. Im Gegensatz dazu sind bei Grundwasserleitern in größerer Entfernung zu den Fließgewässern oder bei mächtiger Überdeckung die jeweiligen Höchststände erst mit einer erheblichen zeitlichen Verzögerung zu erwarten. Dies betrifft zum Beispiel die Münchner Schotterebene im südlichen Teil mit mächtiger Überdeckung des Grundwassers.

### Entwicklung der Quellschüttungen

Quellen liegen in der Regel oberhalb des Vorfluterniveaus der Flusstäler und sind damit vom Hochwasser der Fließgewässer weitgehend unbeeinflusst. Eine Beeinflussung insbesondere der Schüttung, erfolgt hier primär durch den Verlauf des Niederschlagsgeschehens und die damit einhergehende erhöhte Grundwasserneubildung. So verzeichneten die meisten Quellen nach den extremen Niederschlägen einen deutlichen Schüttungsanstieg, der jedoch in seinem zeitlichen Ablauf von Hydrogeologie und Größe des jeweiligen Einzugsgebiets abhängig ist. Abb. 6-3 zeigt mit der Quellmessstelle Fahrenberg in der Oberpfalz ein sehr anschauliches Beispiel für eine schnelle Reaktion der Quellschüttung.

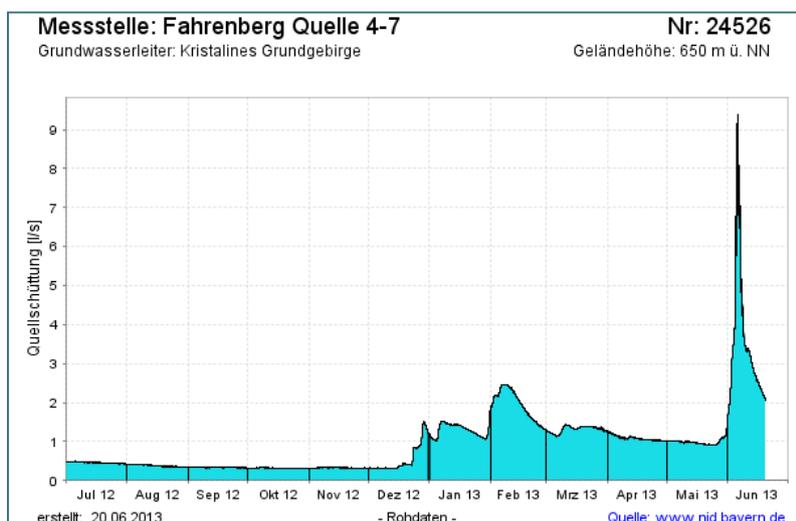


Abb. 6-3: Quellmessstelle Fahrenberg 4-7 Gemeinde: Waldthurn, Landkreis: Neustadt a. d. Waldnaab (Oberpfalz)  
 Messdaten seit 14.02.2011

Höchstwert im Beobachtungszeitraum am 06.06.2013 mit 9,38 l/s. Die mittlere Schüttung der Quelle beträgt 0,89 l/s

## 6.2 Qualitative Beeinflussung

### Grundwasserbeschaffenheit (allgemein)

Allgemein ist aus Sicht des Grundwasserschutzes bei Hochwasser insbesondere mit bakteriellen Einträgen, wie zum Beispiel aus überfluteten Kläranlagen und Landwirtschaftsbetrieben, oder Tierkadavern sowie mit Belastungen durch Mineralölkohlenwasserstoffe aus der Heizöllagerung oder auch Schadstoffbelastungen aus Gewerbebetrieben und gegebenenfalls Altablagerungen oder Altlasten zu rechnen.

Unfälle mit wassergefährdenden Substanzen können im Zuge des Hochwassers zu einer Beeinträchtigung der Grundwasserbeschaffenheit führen. In welchem Maße derartige Fälle aktuell aufgetreten sind, ist allerdings noch nicht im Detail bekannt. Entsprechende Untersuchungen wurden veranlasst (siehe Kapitel 7). Derzeit werden überstaute, oberflächennahe Grundwassermessstellen oder Messstellen im Einflussbereich des Hochwassers beprobt und untersucht.

In Altablagerungen kann es durch ansteigende Grundwasserstände vereinzelt zu einer verstärkten Mobilisierung von Schadstoffen kommen. Untersuchungen nach dem Auguthochwasser 2002 an der Elbe haben allerdings gezeigt, dass erhöhte Schadstoffkonzentrationen häufig innerhalb weniger Wochen wieder abgeklungen sind.

### Öffentliche Wasserversorgung

Es liegen nur zu wenigen Fällen Informationen vor, in denen die Hochwasserlage vom Juni 2013 zu Beeinflussungen der öffentlichen Trinkwasserversorgung führte. Infolge des Hochwassers kam es zum Teil zu Überflutungen von Wassergewinnungsanlagen in Talbereichen. So traten bei einigen flussnahen Wassergewinnungsanlagen mikrobiologische Belastungen auf. Einzelne Gewinnungsanlagen wurden rein vorsorglich außer Betrieb gesetzt. Im Gegensatz dazu fiel die Wassergewinnung der Stadt Passau auf der Donauinsel Soldatenau wegen Überflutung und Stromausfall komplett aus. Bei nahe an Gewässern gelegenen Wassergewinnungsanlagen war mit einem verstärkten Zustrom von Uferfiltrat zu rechnen. Das Trinkwasser der Stadtwerke München aus dem Mangfalltal wurde daher vorsorglich gechlort. Auch in weiter entfernten Bereichen kam es durch die Starkniederschläge zu verstärkten örtlichen Versickerungen mit rascher Bodenpassage und Schadstoffausträgen aus dem Boden in Abhängigkeit von der Flächennutzung und der Deckschichtensituation, wie zum Beispiel bei Wassergewinnungen im Raum Rosenheim.

Zur Abhilfe wurden folgende Maßnahmen getroffen:

- Abkochanordnung durch die Gesundheitsverwaltung, Chlorung des Trinkwassers,
- Erhöhung der Förderung unbeeinflusster eigener Wassergewinnungsanlagen oder des Fremdbezugs sowie die
- Inbetriebnahme von Notverbänden mit anderen Wasserversorgungsunternehmen, teilweise Versorgung mittels Tankwagen.
- Sofern das Trinkwasserangebot nicht ausreichte, wurde vorübergehend zum Wassersparen aufgerufen.

## 6.3 Messnetze und Informationsdienste

### Schäden an den Messnetzen

Zahlreiche, vor allem flussnahe Messstellen sind infolge von Überflutung sowohl technisch (durch Beschädigung), als auch chemisch (durch eindringendes Oberflächenwasser) beeinträchtigt. Ob daraus ein erhöhter Regenerierungs- beziehungsweise Sanierungsaufwand erwächst, bleibt abzuwarten. Die Umfrage an die Wasserwirtschaftsämter vom 27. Juni 2013 soll in diesem Zusammenhang den aktuellen Zustand der betroffenen Messstellen klären.

### Anfragen der Bürger

Infolge der stark gestiegenen Grundwasserstände gab es zahlreiche Anfragen betroffener Bürger und lokaler Verantwortungsträger bei den Wasserwirtschaftsämtern und an das Bayerische Landesamt für Umwelt. Die Anfragen bezogen sich vor allem auf nasse Keller und vollgelaufene Baugruben. Dabei wurde deutlich, dass seitens der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung der Informationsbedarf der Bevölkerung im Hinblick auf hohe Grundwasserstände beziehungsweise Quellschüttungen mit Hilfe der bestehenden Webdienste, wie dem Niedrigwasser-Informationssdienst, derzeit noch nicht angemessen gedeckt werden kann. Neben den aktuellen Grundwasserständen und Quellschüttungen wurden auch Abschätzungen über die weitere Entwicklung der Grundwasserstände angefragt, um gegebenenfalls frühzeitig Vorsorgemaßnahmen ergreifen zu können.

## 7 Umweltbelastungen – ökologische Auswirkungen

### 7.1 Beweissicherungsprogramm zum Hochwasser

Eine der Hauptursachen für die massiven Schäden an Gebäuden war im Zuge des Hochwassers ausgelaufenes und in das Mauerwerk eingedrungenes Heizöl. Das Heizöl war jedoch nicht nur in Gebäuden zu finden, sondern breitete sich teilweise großflächig in der Umwelt aus. Vom Hochwasser betroffen waren aber auch landwirtschaftliche Anwesen und Industrie- und Gewerbegebiete, in denen mit anderen wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird. Aus diesem Grund wurde vom Bayerischen Landesamt für Umwelt gemeinsam mit den Wasserwirtschaftsämtern zeitnah nach dem Hochwasser ein Beweissicherungsprogramm gestartet.

Beprobt wurden sowohl die Wasserphase als auch abgelagerte Sedimente und kontaminierte Böden. Wichtig war es insbesondere für die Wasserphase (Fließgewässer und überschwemmte Flächen), dass die Probenahme möglichst zeitnah erfolgt. Bei abgelagerten Sedimenten/Böden wurde eine stichprobenartige Beprobung von Abschnitten und Flächen veranlasst, die einem besonders hohen Risiko der Verunreinigung unterliegen und repräsentativ für eine größere Einheit sind. Die Probenahmen wurden dabei ad hoc durchgeführt, bei Gefahr im Verzug oder wenn eine Beweissicherung zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr möglich war.

Um zusätzlich einen etwaigen Einfluss des Hochwassers auf die Grundwasserbeschaffenheit zu untersuchen, wurde risikoorientiert die Probenahme und Untersuchung von oberflächennahen Grundwassermessstellen, die überstaut waren oder im Einflussbereich des Hochwassers lagen, veranlasst.

Die Ergebnisse der Untersuchungen stellen die Basis für die Festlegung gegebenenfalls erforderlicher weiterer Maßnahmen an Belastungsschwerpunkten dar. Im Rahmen eines Schadstoffscreenings wurden dabei im Wesentlichen Schwermetalle, Mineralölkohlenwasserstoffe, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Pflanzenschutzmittelwirkstoffe geprüft.

### Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse

#### Fließgewässerqualität

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass die chemische Wasserqualität der Fließgewässer durch das Hochwasser kaum beeinflusst worden war. Es ist daher von keinem flächenhaften Anstieg der Schadstoffbelastung in den von Hochwasser betroffenen Regionen, wie auch bei früheren Hochwasserereignissen in Bayern, auszugehen.

Ergänzende Untersuchungen ausgewählter Fließgewässerproben mittels Biotestverfahren (Daphnien, Wasserlinsen) bestätigen die Aussagen der chemischen Analytik. Es konnten keinerlei toxische Wirkungen in den untersuchten Fließgewässern nachgewiesen werden.

Bakteriologische Untersuchungen zeigen aber, dass während des Hochwasserereignisses die Fließgewässer zum Beispiel durch Abschwemmungen von landwirtschaftlichen Flächen eine hohe Keimbelastung (*Escherichia coli* und intestinale Enterokokken) aufwiesen. Bei Untersuchungen an der Isar kurz nach dem Hochwasser konnte aber bereits wieder ein deutlicher Rückgang festgestellt werden. Selbst in der Donau lag die Keimbelastung am 11. Juni 2013 an nahezu allen Untersuchungsstellen wieder unter dem Grenzwert der Bayerischen Badegewässerverordnung.

### Grundwasserqualität

Die Grundwasserbeschaffenheit kann in der Folge von Hochwasserereignissen beeinträchtigt werden, insbesondere durch:

- Versickerung des Oberflächenwassers in das Grundwasser,
- Direkter Eintrag von Oberflächenwasser in das Grundwasser an überfluteten Eintragsstellen wie Brunnen, Messstellen, Baugruben und so weiter,
- Unmittelbares Eindringen von wassergefährdenden Stoffen in Boden und Grundwasser im Bereich aufgeschwommener und beschädigter beziehungsweise umgekippter Lagertanks,
- Stoffaustrag aus Altlastenstandorten oder Deponien durch aufsteigendes Grundwasser,
- Stoffaustrag aus defekter Kanalisation.

Die Grundcharakterisierung der entnommenen Grundwasserproben erfolgte durch die Wasserwirtschaftsämter. Nur bei Abweichungen von der bekannten, ohne Hochwassereinfluss zu erwartenden Beschaffenheit wurden weitergehende chemische Untersuchungen am Bayerischen Landesamt für Umwelt durchgeführt. Im Fokus der Untersuchungen waren dabei neben Schwermetallen insbesondere Mineralölkohlenwasserstoffe, die Hinweise auf Kontaminationen des Grundwassers mit Heizöl geben.

Insgesamt wurden bisher, keine Beeinträchtigungen der Grundwasserqualität durch Heizöl festgestellt. In einem Fall wurden bei einer Grundwasserprobe erhöhte Werte für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe beobachtet, die Nachbeprobung rund vier Wochen später ergab jedoch wieder unauffällige Werte.

Die Grundwasseruntersuchungen werden insbesondere im Amtsbezirk des Wasserwirtschaftsamt Deggendorf fortgesetzt.

### Schädliche Bodenveränderungen

Bodenkontaminationen können durch Versickerung von schadstoffbelastetem Oberflächenwasser auftreten. Die Bodenprobenahme erfolgte risikoorientiert durch die Bodenschutzingenieure der Wasserwirtschaftsämter. Analog dem Grundwasser fokussierte sich auch bei den Bodenproben die Untersuchung auf die Belastung mit ausgetretenem Heizöl (Mineralölkohlenwasserstoffe). Hier wurden lokal insbesondere im Bereich Fischerdorf hohe Belastungen nachgewiesen. Im Weiteren wird deshalb auf den Abschnitt „Umweltschäden durch Heizöl und andere Leichtflüssigkeiten“ verwiesen.

Die Bodenuntersuchungen werden insbesondere im Amtsbezirk des Wasserwirtschaftsamt Deggendorf noch weiter fortgesetzt. So ist beispielsweise dort vorgesehen, überschwemmte Magerwiesen auf unerwünschte Schadstoff- und Nährstoffeinträge zu untersuchen.

## 7.2 Umweltschäden durch Heizöl sowie andere Leichtflüssigkeiten

### Kontaminationen mit Heizöl und anderen Leichtflüssigkeiten

Insbesondere im Bereich des Wasserwirtschaftsamt Deggendorf hat das aktuelle Hochwasserereignis zu einer erheblichen Freisetzung von Heizöl aus Wohnhäusern, wie zum Beispiel in Abb. 7-1 abgebildet, aber auch von anderen Leichtflüssigkeiten aus Tankstellen, Kfz-Werkstätten, Autohäusern und anderen Gewerbebetrieben geführt. Eine Abschätzung der insgesamt freigesetzten Menge, insbesondere auch mit Wasser mischbarer wassergefährdender Stoffe, ist kaum

möglich. Bei der Reinigung der zurückgehaltenen ölverunreinigten Wässer wurde eine Entsorgungsmenge von circa 400.000 Liter Leichtflüssigkeiten gewonnen. Die nicht zurückgehaltene, mit der Hochwasserwelle abgelaufene Menge dürfte ein Mehrfaches davon betragen haben.



Abb. 7-1: Durch das Hochwasser verursachter Ölschaden

Als häufige Ursache der Kontaminationen konnten ausgelaufene Heizölbehälter ermittelt werden. Auch beim Pfingsthochwasser 1999 war eine Ursache für erhebliche Schäden an Häusern und Umwelt ausgelaufenes bzw. in das Mauerwerk eingedrungenes Heizöl. Im Nachgang zum Pfingsthochwasser 1999 wurde deshalb eine einmalige Prüfpflicht für oberirdische Anlagen der Gefährdungsstufe B in Überschwemmungsgebieten eingeführt, die auf Grundlage eines Landtagsbeschlusses vom 22. März 2000 durch Änderung der Anlagenverordnung (VAwS) bereits am 1. Januar 2001 in Kraft trat. Zu diesen Anlagen zählen Heizöllageranlagen mit Lagervolumina zwischen 1.000 und 10.000 Liter. Bereits seit langem existieren ausreichende technische Lösungen, Heizölanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass sie bei Überschwemmung nicht aufschwimmen und leck schlagen oder auslaufen.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt stellt seit 1999 auf seiner Internetseite eine Liste von Heizöllagerbehältern bereit, die für die Aufstellung in Überschwemmungsgebieten geeignet sind. [www.lfu.bayern.de/wasser/doc/behaelter\\_uesg.pdf](http://www.lfu.bayern.de/wasser/doc/behaelter_uesg.pdf).

Als Vorsorge für künftige Ereignisse sollten einerseits Hausbesitzer intensiver über ihre Pflichten informiert und andererseits die Umsetzung der Sicherungsmaßnahmen von behördlicher Seite konsequent kontrolliert werden. Einige grundlegende Informationen für Hausbesitzer hat das Bayerische Landesamt für Umwelt in einem Merkblatt aus der Reihe UmweltWissen zusammengefasst: [www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw\\_123\\_heizoellagerung.pdf](http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_123_heizoellagerung.pdf).

### **Umweltauswirkungen von Heizölkontaminationen**

Intensive Untersuchungen zum Umweltverhalten von ausgetretenem Heizöl erfolgten bereits im Rahmen eines Boden-Monitoringprogramms im Zusammenhang mit dem Pfingsthochwasser 1999 (SUTTNER et al., Wasser Boden, 54/1+2, 565-70 (2002)). Beim Pfingsthochwasser 1999 waren allei-

ne im Bereich Neustadt an der Donau mehr als zwei Millionen Liter Heizöl ausgetreten und hatten dort zu großflächigen Bodenkontaminationen geführt. Die wichtigsten Ergebnisse des damaligen Boden-Monitoringprogramms lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Ausgetretenes Heizöl kann sich im Boden unterschiedlich stark ablagern. Wie viel Heizöl sich ablagert, ist von lokalen Gegebenheiten, zum Beispiel dem Ort des Austritts, dem Geländeerelief, der Windverdriftung und dem Fließgeschehen des ablaufenden Hochwassers abhängig.
- Heizöl lagert sich nach Abfließen des Hochwassers meist nur in der oberen Bodenschicht ab. Eine Verlagerung in tiefere Bodenschichten in größerem Umfang konnte nicht beobachtet werden.
- Es hat sich ebenfalls gezeigt, dass bereits nach kurzer Zeit ein Abbau des Ölfilms, zum Beispiel durch Verdunsten der leichtflüchtigen Bestandteile und durch mikrobiologische Prozesse, erfolgt, so dass in der Regel längerfristig keine negativen Auswirkungen der Bodenkontaminationen durch Heizöl zu befürchten sind.
- Stark kontaminiertes Erdreich muss insbesondere dann, wenn empfindliche Schutzgüter betroffen sind (zum Beispiel Grundwasser, Wohngebiete), abgetragen und ordnungsgemäß entsorgt werden.

### Empfehlungen zum Umgang mit Heizölkontaminationen

Für Bürger und Behörden wurden häufig gestellte Fragen unter anderem im Zusammenhang mit ausgetretenem Heizöl vom Bayerischen Umweltministerium zusammengefasst:

[www.stmug.bayern.de/umwelt/wasserwirtschaft/hochwasser/hochwasser2013.htm](http://www.stmug.bayern.de/umwelt/wasserwirtschaft/hochwasser/hochwasser2013.htm).

Wichtige Hinweise zum Umgang mit Hochwasserschäden auf landwirtschaftlichen Flächen hat die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft eingestellt: [www.lfl.bayern.de/iab/boden/031337/](http://www.lfl.bayern.de/iab/boden/031337/).

Für den Verzehr von Lebensmitteln in den vom Hochwasser betroffenen Regionen hat das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit Informationen auf seiner Internetseite bereitgestellt: [www.lgl.bayern.de/lebensmittel/et\\_hochwasser\\_2013.htm](http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/et_hochwasser_2013.htm).

## 7.3 Ökologische Auswirkungen

### Fließgewässer

Fließgewässer sind insbesondere durch Wechsel in der Wasserführung geprägt. Dieser kann regelmäßig, jahresperiodisch aber auch unvorhersehbar als Hochwasser auftreten und durch direkte und indirekte Wirkungen die Lebensgemeinschaften tiefgreifend beeinflussen. Hochwasser, sowohl kleinere als auch größere sind aber notwendige Voraussetzung für eine hohe Dynamik im Gewässersystem.

Bei Hochwasser wird die Gewässersohle aufgerissen und umgelagert. Dabei werden Feinpartikel herausgelöst und abtransportiert. Die hydraulische Belastung wirkt jedoch auch auf die im Gewässer lebenden Fische und die am Gewässergrund lebenden Wirbellosen Tiere wie Kleinkrebse, Eintagsfliegenlarven oder andere Gewässerorganismen. Wenn strömungsberuhigte Rückzugsräume oder Gewässerstrukturen in den Fließgewässerlebensräumen fehlen (zum Beispiel angebundene Auegewässer, Seitenarme oder Totholzverkläunungen), werden schwimmschwache Fischbrut, Jungfische und selbst schwimmstarke Fischarten durch die starke Strömung flussabwärts verdriftet. Gleiches geschieht mit vielen wirbellosen Kleintieren, die ebenfalls durch die starke Strömung verdriftet werden und flussabwärts wieder geeignete Lebensräume besiedeln. Eine Strategie der Kleinstorganismen sich vor dem Abtreiben oder dem ständigen „Beschuss“ durch wirbelnde Sandkörner oder Geröll zu schützen, besteht im gezielten Rückzug in den strömungsberuhigten Lückenraum

der Gewässersohle, das Kieslückensystem. Nach dem Abklingen der Hochwasserwelle erfolgt die erste Wiederbesiedlung aus diesem wichtigen Rückzugsraum. Typische Fließgewässerorganismen sind an die zum Teil stark schwankenden Abflussbedingungen angepasst und können die Verluste durch Abdrift ausgleichen, indem diese Arten flussaufwärts gerichtete „Kompensationswanderungen“ durchführen. Essentiell wichtig für den Erhalt der Populationen heimischer Fließgewässerarten sind deshalb eine funktionierende Durchgängigkeit, sowie die räumliche Vernetzung von Fließgewässerlebensräumen.

Im Rahmen der Monitoring-Untersuchungen nach der europäischen Wasserrahmenrichtlinie werden die bayerischen Fließgewässer in regelmäßigen Abständen biologisch untersucht. Dass bedeutet, dass ausreichend Informationen vorliegen, wie sich die Lebensgemeinschaft vor dem Hochwasser zusammengesetzt hat. Einem glücklichen Umstand ist es zu verdanken, dass demnächst auch aktuelle biologische Ergebnisse für die Donau vorliegen werden. Die Internationale Kommission zum Schutz der Donau veranstaltet in diesem Jahr nach 2001 und 2007 die dritte Internationale Donaumessfahrt. Diese startet am 14. August 2013 in Regensburg unter anderem mit dem Ziel die Auswirkungen des Junihochwassers auf das Leben in der Donau und ihre Gewässerqualität zu untersuchen.

Ein weiteres Problem in Folge von Hochwasserereignissen sind Sediment- und Nährstoffeinträge aus überfluteten Flächen, vor allem die Erosion landwirtschaftlicher Nutzflächen oder die Überflutung von Kläranlagen. Auch wenn sich die nährstoffreichen Sedimente nicht unbedingt im unmittelbar anliegenden Fließgewässer ablagern, so erhöht sich doch der Gesamteintrag insbesondere in den strömungsberuhigten, flussabwärts gelegenen Bereichen sowie in Seen und Meeren.

## Seen

### Allgemeines

Die Auswirkungen von Hochwasser auf die Seenökologie variieren in Quantität und Qualität je nach geografischer Betroffenheit der Seen vom Hochwasserereignis und hydrologischen Eigenschaften der Seen (Zuflüsse, Austauschzeit, Volumen, Sedimentation und so weiter). Der Zustand von Seen reagiert besonders anfällig auf zugeführte Nährstoffe (Eutrophierung). Bei Starkregen mit Hochwasser werden durch Abschwemmungen von landwirtschaftlichen Flächen und auch aus eingestauten Kanalnetzen und Kläranlagen vermehrt Nährstoffe (Ammonium und Phosphor) über die Seezuläufe eingetragen. Beim aktuellen Hochwasserereignis waren vor allem die Seen in Südostbayern betroffen, wie zum Beispiel der Chiemsee in Abb. 7-2. Aus den Erfahrungen und Messdatenauswertungen nach dem Pfingsthochwasser 1999 ist auch beim aktuellen Hochwasser auch in großen Seen mit deutlich messbaren Erhöhungen der Phosphorkonzentrationen im Seewasser zu rechnen. Das kann in den Folgemonaten zu vermehrten Algenblüten führen oder mit erhöhten Biomassen verbunden sein. Seen in der betroffenen Region, die in diesem Jahr im Routinemonitoring nach der Wasserrahmenrichtlinie untersucht werden, könnten dadurch eine schlechtere Zustandsklasse erreichen. Dies wäre gegebenenfalls besonders zu berücksichtigen beziehungsweise ist in diesem Fall ein Untersuchungsergebnis aus einem hochwasserfreien Jahr für die Bewertung heranzuziehen.

Weitere Belastungen im Hochwasserfall können durch Schadstoffeinträge und erhöhte Keimbelastungen in Seen auftreten. Vorübergehende Verschlechterungen, die auch die Badewasserqualität betreffen können, sind zu erwarten beziehungsweise nicht auszuschließen.



Abb. 7-2: Stoff- und Sedimenteinträge in den Chiemsee bei Felden

Längerfristige Auswirkungen auf die Seen sind durch einzelne selten auftretende Hochwasserereignisse nicht zu erwarten, mehrere Ereignisse in kurzer Folge könnten jedoch durchaus zu Zustandsverschlechterungen führen. Untersuchungsdaten dazu liegen nicht vor, wären jedoch für das zukünftige Gewässermanagement erforderlich.

#### **Beweissicherung zum Hochwasser**

Nach dem bayerischen Seenmonitoringprogramm werden im Jahr 2013 in der betroffenen Region folgende Seen untersucht:

Hartsee, Pelhamer See, Chiemsee, Obersee sowie in einem Sonderprogramm der Schliersee.

Bei diesen Seen wird durch die monatlichen Messdaten erfasst, ob eine Auswirkung durch das Hochwasser eintritt oder nicht. Als Vergleichsdaten können die Ergebnisse der früheren Jahre herangezogen werden. Die bisher vorliegenden, sehr wenigen Messdaten zeigen keine Veränderungen in den oben genannten Seen.

## 8 Zusammenfassende Bewertung und Handlungsbedarf

### 8.1 Bewertung des wasserwirtschaftlichen Hochwassermanagements

#### Allgemeines

Das abgelaufene Hochwasser war ein extremes Ereignis hinsichtlich seiner räumlichen Ausdehnung und seines außergewöhnlich hohen Abflussscheitels. Stellenweise wurden die bisher beobachteten höchsten Hochwasserabflüsse überschritten und auch die Bemessungsabflüsse von Hochwasser-Schutzsystemen erreicht oder überschritten. Die dem heutigen Bemessungsstandard entsprechenden Hochwasser-Schutzanlagen haben in aller Regel ihre Schutzfunktion erfüllt. Einige Deichsysteme, die den heutigen Anforderungen des Ausbaustandards eines 100-jährlichen Hochwassers noch nicht entsprechen, konnten nur durch eine intensive Deichverteidigung vor Überströmung beziehungsweise Bruch bewahrt werden. Einzelne Schutzsysteme haben jedoch versagt. Die dadurch ausgelösten Überflutungen von Siedlungen und Verkehrswegen führten zu hohen wirtschaftlichen Schäden. Betonenswert ist, dass durch dieses außergewöhnliche Hochwasserereignisse keine Menschenleben in den bayerischen Überflutungsgebieten zu beklagen waren.

Das abgelaufene Extremhochwasser hat erneut die Notwendigkeit für einen modernen, wirksamen Hochwasserschutzes zum Schutz der Bevölkerung und zur Sicherung des Wirtschaftsstandortes Bayern bestätigt. Deutlich hat sich gezeigt, dass auch moderne Schutzsysteme nur einen bestimmten Schutzgrad bieten können, ein Versagen somit nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann und ein Restrisiko wie bei jeder Naturkatastrophe bestehen bleibt. Durch das gehäufte Auftreten großer Hochwasser seit 1999 muss zudem davon ausgegangen werden, dass sich unter dem Einfluss des Klimawandels die Hochwassergefahr künftig sich noch verschärfen könnte.

Aus den aktuellen Erfahrungen können als Fazit folgende Feststellungen getroffen werden:

#### Flächenvorsorge

Ganz entscheidend ist es nach wie vor, kein weiteres Schadenspotenzial in hochwassergefährdeten Gebieten entstehen zu lassen. Wo die Gefahrenflächen bekannt sind, rechtlich gesichert wurden und konsequent von Bebauung freigehalten werden, entstehen kaum Schäden und es werden keine aufwändigen Schutzmaßnahmen notwendig. Auch bei diesem Ereignis gab es dort nur geringe Schäden, wo in den Überschwemmungsgebieten keine Bebauung erfolgte oder angepasste Nutzungen ergriffen wurden: so sind zum Beispiel trotz der außergewöhnlichen Abflussmengen im Bereich 20 bis 50-jährlicher Wiederkehrwahrscheinlichkeit im Einzugsgebiet der Regnitz keine nennenswerten Schäden aufgetreten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die großen Überschwemmungsbereiche der betroffenen Gewässer, insbesondere an Rednitz, Regnitz und Aisch in der Vergangenheit weitgehend von störender Nutzung und Bebauung freigehalten wurden. So können sie auch ihre Funktion als Rückhalteräume für die Unterlieger voll erfüllen.

Insofern ist der, nicht zuletzt aufgrund der EG-HWRM-RL eingeschlagene Weg, die Gefahrenflächen zu ermitteln, als Überschwemmungsgebiete rechtlich festzusetzen und damit das Schadenspotenzial zu minimieren konsequent, fortzuführen und auch auf weitere und kleinere Gewässer(abschnitte) zu übertragen.

#### Katastrophenvorsorge

Das aktuelle Ereignis hat erneut gezeigt, dass alle staatlichen und kommunalen Anstrengungen bei Extremereignissen an Grenzen stoßen und dann auch jeder einzelne durch richtiges Verhalten und

wirksame **Eigenvorsorge** einen deutlichen Beitrag zur Schadensreduktion leisten kann. Hierzu ist der **Risikodialog** zu intensivieren und das **Risikobewusstsein** weiter zu stärken.

Zur effektiven Schadensverhütung beziehungsweise -reduzierung ist eine wirksame Katastrophenvorsorge von großer Bedeutung. Die Einrichtungen des Katastrophenschutzes sollen in **Übungen mit den Einsatzkräften** nicht nachlassen und **örtliche Einsatzpläne** müssen regelmäßig geprüft und gegebenenfalls angepasst werden.

Eine sorgfältige ressortübergreifende **Dokumentation und Aufarbeitung des Hochwasserereignisses notwendig**. Als Forum dafür könnte die **Bayerische Plattform Naturgefahren** dienen. Dort können auch künftige fach- und ressortübergreifende Arbeiten der weitergehenden Risikovorsorge bekannt gemacht werden, zum Beispiel Hinweise zum hochwasserangepassten Bauen oder zur Eigenvorsorge, Anreize für das integrale Risikomanagement und die Koordination einer einheitlichen Erhebung hochwasserbedingter Schäden.

### **Hochwassernachrichtendienst und gewässerkundliche Messeinrichtungen**

Der Hochwassernachrichtendienst ist seiner Aufgabe im Rahmen des Hochwasserereignisses gerecht geworden, die notwendigen Vorhersagen für die derzeit möglichen Vorhersagezeiträume wurden erstellt und rechtzeitig an die beteiligten Stellen weitergegeben. Gleichwohl wurde auch Verbesserungspotential bei der Erstellung der Vorhersagen erkannt. Es ist beabsichtigt, die Performance der Vorhersagemodelle weiter zu optimieren.

Die in den letzten Jahren stetig weiterentwickelte Informations- und Kommunikationsstruktur des Hochwassernachrichtendienstes hat sich bewährt. Trotz der während des Hochwassers sehr hohen Zugriffszahlen waren keine Ausfälle zu verzeichnen. In Folge der stark gestiegenen Grundwasserstände gab es zahlreiche Anfragen betroffener Bürger und lokaler Verantwortungsträger zu hohen Grundwasserständen. Auch hier besteht weiterer Optimierungsbedarf der bestehenden Webdienste.

Die von der Wasserwirtschaftsverwaltung betriebenen Niederschlags- und Pegelmessnetze haben ihre Bewährungsprobe bestanden. Dennoch werden auch hier die hinzugewonnenen Erfahrungen genutzt, um die Messeinrichtungen weiter zu optimieren.

### **Talsperren, Flutpolder und Hochwasserrückhaltebecken**

Die staatlichen Wasserspeicher haben bei diesem Hochwasserereignis insgesamt 129 Millionen Kubikmeter Wasser gezielt zurückgehalten. Dabei wurden die Rückhalteräume der Speicher in sehr hohem Maß, teilweise sogar vollständig ausgenutzt.

Durch den Speicherrückhalt wurden Hochwasserschäden bei direkt unterhalb der Speicher liegenden Städten und Gemeinden vermieden. Ferner trugen die Speicher zur Entlastung der Flussgebiete im Unterstrom bei.

An den Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken sind trotz lang anhaltender Belastung durch die hohen Stauspiegel nach bisheriger Kenntnis keine wesentlichen sicherheitsrelevanten Schäden aufgetreten. Probleme bereiteten an manchen Speichern die großen Treibholzmengen in den Vorsperren und das angefallene Geschiebe mit den damit einhergehenden Verlandungen.

Die seit 2000 planmäßig umgesetzten drei Speicherneubaumaßnahmen – Drachensee bei Furth im Wald, Goldbergsee mit Lauterüberleitung bei Coburg sowie der Flutpolder Weidachwiesen oberhalb von Kempten – konnten bei diesem Hochwasserereignis ihre Funktion als wichtige Bausteine in der bayerischen Hochwasserschutzstrategie unter Beweis stellen.

Die aktuellen Investitionen in den Sylvensteinspeicher (Schlitzdichtwand 2012) nach der Dammerhöhung 1999 erwiesen sich angesichts der durch den Speicher vermiedenen Schäden im Isartal sowie der Entlastungsmöglichkeiten bis hin zur Donau erneut als bestens eingesetzt.

Die Erfahrungen aus dem Hochwasserereignis führen zu der Empfehlung, die Anstrengungen zum Aufsuchen weiterer Rückhaltestandorte und zum Bau von gesteuerten Flutpoldern insbesondere an der Donau zu intensivieren.

### **Deiche und Dämme an Gewässern I. und II. Ordnung**

Faktisch alle staatlichen Hochwasserschutzanlagen in Bayern waren mehr oder weniger intensiv durch das Hochwasser 2013 betroffen. An Donau (unterhalb Regensburg), Ilm, Paar, Inn, Salzach/Saalach, Mangfall, Tiroler Ache und Traun wurden die bisherigen höchsten Wasserstände zum Teil deutlich überschritten. Die Wasserspiegel lagen hier abschnittsweise über den Bemessungswasserständen der bestehenden Hochwasserschutzanlagen.

Die seit 2001 durchgeführten Maßnahmen des Aktionsprogramms 2020 haben der kritischen Belastung durch das Hochwasser standgehalten. Exemplarisch seien die Hochwasserschutzmaßnahmen beim Kloster Weltenburg sowie in Straubing, Bogen, Deggendorf, Vilshofen, Rohrbach/Ilm, Aichach/Paar, Rosenheim, Fridolfing, Traunstein und Unterwössen genannt.

Infolge der umfangreichen Sanierungen liegen die hochwasserbedingten Schäden an staatlichen Hochwasserschutzanlagen unter denen der Hochwasser von 1999 und 2005. Sehr positiv wirkte sich an der Donau von Straubing bis Vilshofen das Vorlandmanagement Donau aus. Durch die Abflusssertüchtigung der Donauvorländer seit 2004 konnte die Wasserspiegellage beim Hochwasser 2013 wirksam abgesenkt werden.

Die alten, auf ein aus heutiger Sicht 30-jährliches Hochwasser dimensionierten Deiche zwischen Straubing und Vilshofen wurden durch das aktuelle Hochwasser 2013 massiv überlastet. Sie konnten nur mit hohem technischem Aufwand gehalten werden. Deichbrüche, vor allem im Rückstaubereich der Donau in die Isar und der Donau unterhalb der Isarmündung mit einem 100-jährlichen Hochwasser an Isar und Donau, waren unter diesen Bedingungen nach menschlichem Ermessen nicht zu verhindern. Mehrere Deichabschnitte wurden überronnen. Es versagten schließlich die Deiche bei Auerwörth und Fischerdorf, dem rechts der Donau gelegenen Stadtteil von Deggendorf. Die Deiche brachen jeweils am unteren Ende der unzureichend geschützten Poldergebiete. Die Polder wurden daraufhin durch den Rückstau der Donau geflutet. Bei einem Bruch am oberen Polderanfang wären die Polder mit einem Teilabfluss der Donau durchströmt worden, dies hätte zusätzlich noch zu erheblichen Erosionsschäden, weiteren Schäden an Bauwerken und möglicherweise sogar zu Personenschäden geführt. Ohne Vorlandmanagement wären weitere Deichbrüche sehr wahrscheinlich gewesen. Auch die Deichbrüche an der Tiroler Ache und der Saalach resultierten aus einer Überströmung der Deichkronen bei Belastungen über den Bemessungsabflüssen. Daraus kann als Schlussfolgerung abgeleitet werden, dass für künftige Planungen neben den bisherigen Grundsätzen auch das Szenario „Überlastung/Systemversagen“ mit den zugehörigen Anpassungsmaßnahmen wie Überströmungssicherheit, Sollbruchstellen mit Erosionssicherung oder auch „Polder-Querschottdeiche“ vorzusehen sind.

## **8.2 Erfahrungen und Handlungsbedarf**

Die Erfahrungen beim Management des landesweiten Hochwassergeschehens und die Nachbereitung sowie Analyse der Ereignisabläufe in den betroffenen Flussgebieten zeigen noch

Defizite in der Hochwasserschutzinfrastruktur auf, woraus sich der Handlungsbedarf zur weiteren Verbesserung des Hochwasserschutzes in Bayern ableitet. Die wesentlichen Handlungsfelder sind nachstehend in neun Punkten zusammengefasst:

### **1. Dokumentation des Hochwasserereignisses und seiner Schäden**

Jedes größere Hochwasserereignis ist in gewisser Weise ein Unikat. Deshalb sind die Auswertung und zentrale Archivierung von Dokumentationen der Wasserstände in der Fläche (Wasserspiegel-fixierungen) für die ereignisbezogene Erfassung überschwemmter Flächen und die Zuordnung zu Abflussjährlichkeiten von großer Bedeutung für das künftige wasserwirtschaftliche Handeln. Die Dokumentation der durchgeführten Wasserspiegelfixierungen ist vor Ort an den Wasserwirtschafts-ämtern fachlich zu prüfen und vorzuhalten.

- Die Kartierung der überfluteten Flächen sowie zentrale Sammlung der Dokumentation außergewöhnlicher Ereignisse an den Gewässern durch Videos und (Luft-) Bilder, zum Beispiel durch Hochwasser verursachte besondere Abflusszustände, Überschwemmungen, bemerkenswerte Uferveränderungen, Umlagerungen, Eintiefungen, Sohldurchschläge, Baumaßnahmen und Schadensfälle, sind unverzichtbar. Sie stellen eine wichtige Erfahrungsgrundlage dar.
- Es ist davon auszugehen, dass das Hochwasser 2013 bei einigen Gewässern zu deutlichen Änderungen in der Flusssohle und an den Ufern geführt hat. Daher ist die Erhebung neuer Querprofilaufnahmen sowie der Gewässerstruktur in Fließgewässern, besonders wenn die Flusssohle durch das Hochwasser verändert wurde, vorzusehen.
- Eine systematische Schadenserfassung unter Einbeziehung anderer Ressorts und Versicherungen sowie einer vollständigen Kartierung beschädigter Infrastruktur ist notwendig. Diese Erfassung liefert eine aktuelle Basis für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen von Schutzmaßnahmen, sie sollte die erforderlichen Hintergrundinformationen gemäß Hochwasserrisikomanagementrichtlinie umfassen, um eine entsprechende Zuordnung zu Planungseinheiten und Flussgebieten zu ermöglichen.

### **2. Verbesserung der Planungsgrundlagen für den Hochwasserschutz**

Die Planungsgrundlagen für den technischen Hochwasserschutz beruhen bisher vielfach auf konkreten Erfahrungen. Künftig müssen bei Planungen stärker noch nicht aufgetretene, jedoch mögliche Szenarien berücksichtigt werden.

- Der Hochwasserschutz ist zusammenhängend auf der Ebene von Einzugsgebieten zu betrachten, Wirkungsanalysen zur vernetzten Bewirtschaftung von Rückhalteräumen zeigen dabei die Möglichkeiten in den einzelnen Einzugsgebieten auf. Diese ermöglichen auch die Aufsuche und Sicherung weiterer Rückhaltestandorte und den Bau von gesteuerten Flutpoldern insbesondere an der Donau.
- Bei der Planung des Hochwasserschutzes sind sogenannte „Worst-Case-Szenarien“ (Überlastszenarien) mit zu berücksichtigen, um die schädlichen Auswirkungen beim Eintreten solcher Szenarien zu reduzieren (insbesondere das plötzliche Versagen von Schutzeinrichtungen). Dies kann zum Beispiel durch erosionsstabile Bauweisen, Entlastungsstrecken, Flutpolder und Notflutungsräume geschehen.
- Für Wildbäche und alpine Naturgefahren sind ebenso integrale Schutzkonzepte für ganze Einzugsgebiete unter Einbeziehung der Unterhaltung, des weiteren Ausbaus und des Überlastfalls zu erarbeiten. Hierfür sind die Weiterentwicklung der Methoden und Verfahren zur Beschreibung von Wildbachprozessen wichtige Bausteine.

- Die mutmaßliche Verschärfung der Hochwassergefahr durch den Klimawandel ist zu berücksichtigen.
- Für die oben genannten Szenarien sind aktuelle und vor allem belastbare Datengrundlagen unverzichtbar. Nur so können die notwendigen Analysen, Berechnungen und Simulationen auch zu zutreffenden Ergebnissen führen (zum Beispiel einheitliches Datenmanagement für Daten und Modelle).

### **3. Unterhalt wasserwirtschaftlicher Schutzanlagen**

Das Hochwasser hat erneut aufgezeigt, dass der gute Unterhaltungszustand wichtig für ein reibungsloses Funktionieren der Schutzanlagen im Ernstfall ist. Einen guten und funktionsfähigen Zustand jederzeit sicherzustellen, stellt eine mit jedem neuen Hochwasserschutz noch zunehmende Daueraufgabe dar.

- Die kontinuierliche Unterhaltung, Überwachung und Ertüchtigung wasserwirtschaftlicher Anlagen an Gewässern für den Hochwasserschutz (Talsperren, Flutpolder, Hochwasserrückhaltebecken sowie Damme und Deiche) ist langfristig sicherzustellen.
- Die Sicherheit und Einsatzbereitschaft des gesamten Systems des gesteuerten Rückhaltes beruht insbesondere auf fach- und ortskundigem Personal. Die Personalsituation bei den staatlichen Wasserwirtschaftsbehörden muss mit den aktuellen Erfahrungen weiter entwickelt werden.
- An den Wildbächen ist neben der kontinuierlichen Unterhaltung der Bauwerke und Abflussquerschnitte auch die Räumung der Kiesfänge dauerhaft zu gewährleisten.

### **4. Weiterer Ausbau des natürlichen Rückhalts und des technischen Hochwasserschutzes**

Im Rahmen der Bayerischen Hochwasserschutzstrategie („Aktionsprogramm 2020“) sind unter anderem folgende weitere Maßnahmen durchzuführen:

- Weitere mögliche Rückhaltestandorte an den Gewässern sind zu ermitteln und zu sichern sowie der Ausbau von gesteuerten Flutpoldern voranzutreiben. Rückverlegungen von Deichen und flussbauliche Maßnahmen zur Schaffung von Hochwasserrückhalteräumen sollten dabei verstärkt fisch- und gewässerökologisch ausgerichtet geplant und umgesetzt werden.
- Hochwasserschutzdefizite an Wildbächen sind schrittweise zu beheben. Hierzu sind Aus- oder Umbau an den Gewässern, zum Beispiel durch Beseitigung von Abflusshindernissen, Schaffung von Geschieberückhalteräumen oder Anpassung des Holzurückhalts vorzunehmen. Einheitliche Standards bei Bemessung und Unterhalt sind dabei festzulegen.
- Die Genehmigungsverfahren für Planung und Bau von Hochwasserschutzanlagen sind möglichst zu vereinfachen, Genehmigungsverfahren soweit möglich zu beschleunigen.

### **5. Hochwassernachrichtendienst und Hochwasservorhersagen**

Die aktuelle Bereitstellung von Hochwasservorhersagen hoher Güte ist wichtig für die rechtzeitige Einleitung von Schutzmaßnahmen. Sie stellt sehr hohe Anforderungen an das zuständige Personal des Hochwassernachrichtendienstes wie auch an Technik und Datenverarbeitung.

- Die eingesetzten Hochwasservorhersagemodelle sind zu überprüfen und weiter zu verbessern. In die Weiterentwicklung der vorhandenen Hochwasservorhersagemodelle sollen dabei zusätzliche Informationsquellen in die Vorhersage (zum Beispiel eine stärkere Einbindung von Ensemblevorhersagen in den operationellen Betrieb) mit einbezogen werden, um eine breitere Informationsbasis für zukünftige Vorhersagen zu schaffen.
- Der Datenfluss und die Ausfallsicherheit des Systems des Hochwassernachrichtendienstes werden kontinuierlich weiter optimiert.
- Die Weiterentwicklung von Modellen zur Verbesserung der Hochwasservorhersage und des Hochwassernachrichtendienstes auf Basis modernster Informations- und Kommunikationstechnik erfordert hochspezialisierte Personalkapazität in ausreichendem Umfang.
- Für kurz- bis mittelfristige Vorhersagen der Grundwasserstände sind methodisch-konzeptionelle Vorüberlegungen anzustellen.

## **6. Qualitätssicherung bei den hydro(meteoro)logischen Messnetzen (Wasserstand/Niederschlag/Grundwasser)**

Die bayerischen Messnetze liefern elementare Informationen zum aktuellen Geschehen an den bayerischen Gewässern und sind eine wichtige Grundlage für die Hochwasservorhersage, die Steuerung des Hochwasserschutzes und zur Information des Katastrophenschutzes und der Bevölkerung.

- Die Dichte und künftige Konzeption des Niederschlagsmessnetzes ist zusammen mit dem Deutschen Wetterdienst einer kritischen Überprüfung zu unterziehen. Um auch extreme Niederschlagsereignisse korrekt zu erfassen, muss das Niederschlagsmessnetz zum Beispiel mit größeren Sammelbehältern modernisiert werden. In bisher unbeobachteten kleinen Einzugsgebieten sollten einfache Niederschlags- und Abflussmessungen eingerichtet werden. Anhand dieser lassen sich wichtige Messdaten für die Dimensionierung künftig anstehender Hochwasserschutzmaßnahmen (zum Beispiel in Wildbacheinzugsgebieten) gewinnen und Unsicherheiten bei der Festlegung der Bemessungsabflüsse reduzieren.
- Das Grundwasser-Monitoring in hochwassersensiblen Bereichen ist anzupassen und auszuweiten, um die Anforderung einer umfänglichen Grundwasserüberwachung auch im Hinblick auf das Thema „hohe Grundwasserstände“ ausreichend abzudecken.
- Entstandene Schäden an den Messnetzen (Pegel, Grundwassermessstellen) sind alsbald zu beheben.

## **7. Qualitätssicherung bei der Abflussermittlung**

Funktionsfähige Messpegel an den Gewässern sowie eine korrekte Umrechnung der gemessene Wasserstände in Abflüsse sind eine wichtige Grundlage für die Hochwasservorhersage und ein wesentlicher Bestandteil der Steuerung und Beurteilung der wasserwirtschaftlichen Anlagen zum Hochwasserschutz.

- Der ordnungsgemäße Betrieb der Messpegel auf dem bisher hohen Niveau ist sicherzustellen. Das Pegelmessnetz ist für Messungen bei Hochwasser durch Investitionen in Geräte und Sensorik zu optimieren.

- Für die Umsetzung der Pegelmesswerte in Abflüsse ist die weitere gezielte Untersuchung der Wasserstands-Abflussbeziehung in Extrembereichen notwendig. Bei der Erstellung dieses Zusammenhangs sind verstärkte Qualitätssicherungsmaßnahmen zu gewährleisten.
- Für die Abflussermittlung im Hochwasserfall vor Ort sind fach- und ortskundiges Personal sowie die nötige Technik (zum Beispiel Messboote) sicherzustellen.

## **8. Überprüfung der Trinkwasserversorgung für den Hochwasserfall**

Im Hochwasserfall können Anlagen der öffentlichen Trinkwasserversorgung einerseits direkt durch Überflutungen betroffen sein oder andererseits auch durch Schadstoffeinträge in das Grundwasser in ihrer Qualität beeinträchtigt werden.

- Im Hinblick auf eine Risikobewertung von hochwasserbeeinflussten Brunnen sowie Trinkwassergewinnungen aus oberflächennahen Grundwasservorkommen sind gezielte Untersuchungen betroffener Wasserversorgungsunternehmen zu initiieren. Diese sind zusätzlich zu den bereits stattfindenden Untersuchungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt erforderlich. Aus den entsprechenden Ergebnissen sind zur Sicherung der Trinkwasserversorgung bei Hochwasserereignissen Maßnahmen zu entwickeln.
- Die betroffenen Wasserversorgungsunternehmen sind bei der Situationsanalyse und Risikobewertung zu beraten und bei Abhilfemaßnahmen fachlich zu begleiten.

## **9. Intensivierung des Risikodialogs**

Moderner integraler Hochwasserschutz in Form des Hochwasserrisikomanagements, ist eine ressort- und fachübergreifende Aufgabe. Daran sind viele Partner beteiligt von der Wasserwirtschaft über den Katastrophenschutz, den Naturschutz, die Land- und Forstwirtschaft bis hin zu den Kommunen sowie Gewerbebetrieben und Bürgern. Über einen breit angelegten Risikodialog soll gegenseitiges Verständnis und Risikobewusstsein geschaffen werden.

- Es ist eine stärkere ressortübergreifende Abstimmung und Koordination aller Maßnahmen, Planungen und Strategien auf Basis der Bayerischen Plattform Naturgefahren notwendig.
- Trotz aller Anstrengungen in Form von technischen Schutzmaßnahmen und Vorsorgemaßnahmen ist eine Sicherheit vor Naturgefahren immer nur begrenzt möglich. Es verbleibt immer ein Restrisiko, das auch mit noch so großem Aufwand nicht beseitigt werden kann. Dieses muss identifiziert, kommuniziert und in Zusammenarbeit aller Beteiligten in bestmöglichem Umfang reduziert werden.
- Die Information über Naturgefahren ist ein wesentlicher Bestandteil des Risikodialogs. Die vorhandenen Informationssysteme müssen weiterentwickelt und stetig aktualisiert werden.
- Im alpinen Bereich gibt es eine Vielzahl von Naturgefahren. Eine Zusammenführung der Gefahrenanalysen der verschiedenen Naturgefahren (Georisiken, Lawinen, Hochwasser) in einem Kartendienst erleichtert die Nutzbarkeit für die Betroffenen.

## 9 Ausblick

Das bayerische „Aktionsprogramm 2020 für einen nachhaltigen Hochwasserschutz“ wurde 2001 nach dem katastrophalen Pfingsthochwasser 1999 entwickelt und zeigt mit seiner Hochwasserschutzstrategie die Planungen für den Ausbau der Hochwasserschutzinfrastruktur bis zum Jahr 2020 auf. Die bisher umgesetzten Maßnahmen haben sich beim Junihochwasser 2013 bereits bestens bewährt und das Gesamtkonzept des Aktionsprogramms bestätigt. Dieses muss weiter entschlossen fortgeführt werden, wobei einzelne Schwerpunkte hinsichtlich des aktuellen Umsetzungsstandes neu zu justieren sind. Dazu wird nach einem Kabinettsbeschluss vom Juni 2013 das bestehende Aktionsprogramm 2020 zu einem „Aktionsprogramm 2020 plus“ fortgeschrieben. Dessen wesentliche Bestandteile sind:

- Erweiterung und Beschleunigung des Bau- und Sanierungsprogrammes, Beschleunigung der Rechtsverfahren für Hochwasserschutzanlagen
- „Erweitertes Rückhaltungskonzept“ mit einer Verbindung von natürlichen und technisch hocheffizienten Retentionsräumen
- Optimierung der Rückhaltefunktion staatlicher Wasserspeicher
- Erhöhung der Widerstandskraft vorhandener Hochwasserschutzanlagen und –systeme
- Rasche rechtskräftige Festsetzung von Überschwemmungsgebieten

Rechtskräftig festgesetzte Überschwemmungsgebiete sind ein wichtiges Instrument der Risikovor-sorge. Sie sind zugleich ein wirksamer Baustein, um den natürlichen Rückhalt in der Fläche zu ermöglichen oder zu verbessern. Bereits ermittelte Überschwemmungsgebiete sollten daher zügig festgesetzt werden, soweit sie den aktuellen Qualitätsstandards entsprechen. Wo nötig und sinnvoll sollten an weiteren Gewässerabschnitten Überschwemmungsgebiete ermittelt werden. Dies umfasst auch Gewässer III. Ordnung und Wildbachgefährdungsbereiche.

Die vergangenen Hochwasserereignisse haben immer wieder eindrucksvoll verdeutlicht, dass der seit Jahrzehnten von der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung geplante und ausgeführte Hochwasserschutz langfristig konsequent fortgesetzt werden muss. Der Hochwasserschutz wird auch weiterhin eine Daueraufgabe bleiben, sei es beim Neubau von Hochwasserschutzanlagen oder bei deren Unterhaltung. Daher muss auch das Aktionsprogramm 2020 plus rechtzeitig vor dem Ende seiner Laufzeit fortgeschrieben werden. Dabei sind die Erkenntnisse aus der Umsetzung der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie einzubeziehen. Die Inhalte des Folgeprogramms sollten möglichst mit den Hochwasserrisikomanagementplänen zusammengeführt werden. In der Fortschreibung des Hochwasser-Aktionsprogramms 2020 und darüber hinaus sind auch die Erfahrungen des aktuellen Hochwassers aus Kapitel 8.2 zu berücksichtigen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich die moderne bayerische Hochwasserschutzstrategie und die dabei entwickelte Hochwasserschutz-Infrastruktur während des Junihochwassers 2013 bewährt haben. Gleichwohl ist der weitere Ausbau noch unzureichender Schutzanlagen erforderlich. Nur so können höhere Schäden bei künftigen Hochwasserereignissen verhindert und die Sicherheit der Bevölkerung sowie der wirtschaftlichen Infrastruktur sichergestellt und verbessert werden. Diese Zielsetzungen müssen auch bei anderen öffentlichen Planungsprozessen, insbesondere bei der Raumplanung und Landesentwicklung noch stärker Berücksichtigung finden. Dabei muss mit dem Fortschreiten des Klimawandels und damit einhergehend mit einer Verschärfung der Hochwassergefahr gerechnet werden. Und schließlich gilt – „Nach dem Hochwasser ist vor dem Hochwasser“.

